

**GOVERNO DE GOIÁS**  
**SECRETARIA DE ESTADO DA INFRAESTRUTURA – SEINFRA**  
**PREFEITURA MUNICIPAL DE APARECIDA DE GOIÂNIA**

**Projeto Executivo de Engenharia para Geometria, Terraplenagem,  
Pavimentação, Drenagem, Obras de Artes Especiais, Paisagismo e  
Sinalização**

**Ligação Viária Avenida Copacabana / Vale das Pombas**

**VOLUME 03E – MEMORIAL DE CÁLCULOS ESTRUTURAIS**

**Trecho:** Ligação Viária Avenida Copacabana / Vale das Pombas  
**Processo:** 2021.364.426

NOVEMBRO/2024

**GOVERNO DE GOIÁS**  
**SECRETARIA DE ESTADO DA INFRAESTRUTURA – SEINFRA**  
**PREFEITURA MUNICIPAL DE APARECIDA DE GOIÂNIA**

**Projeto Executivo de Engenharia para Geometria, Terraplenagem,  
Pavimentação, Drenagem, Obras de Artes Especiais, Paisagismo e  
Sinalização**

**Ligação Viária Avenida Copacabana / Vale das Pombas**

**VOLUME 03E – MEMORIAL DE CÁLCULOS ESTRUTURAIS**

**COORDENAÇÃO:**  
**ELABORAÇÃO:**

Secretaria de Infraestrutura  
Basitec Projetos e Construções Ltda

# Índice

|       |                                                                      |    |
|-------|----------------------------------------------------------------------|----|
| 1     | Apresentação .....                                                   | 3  |
| 1.1   | Mapa de Localização .....                                            | 3  |
| 2     | Sondagem SPT .....                                                   | 5  |
| 3     | Memória Descritiva .....                                             | 15 |
| 4     | Memória de Cálculo Estrutural .....                                  | 19 |
| 4.1.1 | Verificação da Envoltória dos Momentos Fletores e Cortantes .....    | 19 |
| 4.1.2 | Apresentação dos Resultados Finais das Envoltórias .....             | 20 |
| 4.1.3 | Verificação Dimensional das Longarinas .....                         | 21 |
| 4.1.4 | Alças de Içamento da Longarina .....                                 | 24 |
| 4.1.5 | Verificação do Estado Limite Último .....                            | 26 |
| 4.1.6 | Verificação das Flechas .....                                        | 29 |
| 4.1.7 | Cálculo das Cargas Transferidas para os Apoios das Longarinas: ..... | 30 |
| 4.1.8 | Aparelhos de Apoio Para as Longarinas .....                          | 33 |
| 4.1.9 | Conclusões .....                                                     | 34 |
| 5     | Termo de Encerramento .....                                          | 35 |

## 1 APRESENTAÇÃO

O presente relatório denominado de Volume 03E – Memorial de Cálculos Estruturais é parte integrante do Projeto Executivo de Engenharia para a Ligação Viária correspondente a interligação da Avenida Copacabana, no Loteamento Real Grandeza, com a Avenida Vale das Pombas (estrada velha para Bela Vista), no setor Vale das Pombas.

O trabalho é composto pelos seguintes volumes:

- Volume 01 – Relatório de Projeto;
- Volume 02 – Projeto de Execução;
- Volume 3A – Notas de Serviço e Cálculos de Volumes de Terraplenagem;
- Volume 3B – Estudos Geotécnicos;
- Volume 3E – Memorial de Cálculos Estruturais;
- Volume 04 – Orçamento e Planejamento.

### 1.1 MAPA DE LOCALIZAÇÃO



Figura 1: Mapa de localização regional



Figura 2: Mapa de Localização local

## 2 SONDAGEM SPT

---

A seguir são apresentadas as sondagens realizadas para o projeto estrutural da ponte de concreto.



## **RELATÓRIO DE SONDAGEM – SM**

---

### **MASTERSOLO ENGENHARIA LTDA.**

CLIENTE: BASITEC PROJETOS E CONSTRUÇÕES LTDA  
OBRA: PONTE SOBRE RIO SANTO ANTONIO  
LOCAL: RUA SANTO ANTÔNIO - VALE DAS POMBAS - APARECIDA DE GOIÂNIA - GO

MASTERSOLO ENGENHARIA LTDA  
Rua Jacumã Qd. 121 Lt. 13 Jardim Atlântico • Goiânia - GO  
Fone: (62) 3251-2202 • e-mail: [rodantunes@hotmail.com](mailto:rodantunes@hotmail.com)

Goiânia, 01 de setembro de 2023

CLIENTE: BASITEC PROJETOS E CONSTRUÇÕES LTDA  
OBRA: PONTE SOBRE RIO SANTO ANTONIO  
LOCAL: RUA SANTO ANTÔNIO - VALE DAS POMBAS - APARECIDA DE GOIÂNIA - GO

Prezado (s) Senhor (es):

Apresentamos em anexo, o relatório da sondagem mista executada para a obra acima citada. Foram executados 02 (DOIS) furo de sondagem mista.

## **1. Sondagens Mistas**

### **1.1 - Definição**

Sondagem rotativa é um método de investigação que consiste no uso de um conjunto motomecanizado projetado para a obtenção de amostras de materiais rochosos, contínuas e com formato cilíndrico, através de ação perfurante dada basicamente por forças de penetração e rotação que, conjugadas, atuam com poder cortante. A amostra de rocha obtida é chamada de testemunho.

### **1.2 – Identificação**

As sondagens mistas foram identificadas pelas letras SM, seguidas de número indicativo. Em cada obra, o número indicativo deve ser sempre crescente, independentemente do local, fase ou objetivo da sondagem.

### **1.3 – Equipamentos e ferramentas**

**A)** A firma empreiteira forneceu equipamentos, acessórios e ferramentas para a execução de sondagens que atenderam a programação e às especificações estabelecidas no contrato de serviços.

**B)** Os equipamentos e ferramentas constaram dos seguintes elementos principais: tripé, sonda rotativa, bomba d'água, hastes, barriletes, coroas, luvas alargadoras (calibradores), tubos de revestimento e demais acessórios e ferramentas necessárias à execução de sondagens mista.

**C)** Os equipamentos utilizados seguiram as normas de padronização de dimensões e de nomenclatura de equipamentos de sondagens, para permitir a permutabilidade de peças provenientes de diversos fabricantes. Existem dois sistemas que normatizam mundialmente as dimensões e as

nomenclaturas para sondagens mistas: padrão DCDMA (Diamond Core Drill Manufacturers Association) ou americano, que adota a combinação de duas ou mais letras para designar diâmetros e modelos dos equipamentos; e o padrão europeu, também conhecido por sistema métrico ou Craellius, que expressa o diâmetro do furo em milímetros e uma ou mais letras, para designar o modelo do equipamento.

**D)** O diâmetro utilizado na execução da sondagem mista foi **NW**.

**E)** O barrilete utilizado foi o Barrilete duplo-livre, constituído por dois tubos. Entre as partes da cabeça do barrilete, onde os tubos são rosqueados, existe um sistema de rolamentos. Assim, enquanto o tubo externo gira com a coluna de perfuração, o tubo interno permanece estacionário ou gira lentamente. O testemunho fica protegido do atrito com a parede do barrilete e o contato do testemunho com o fluido de circulação se dá entre a extremidade do tubo interno e a face da coroa. Existem variações desse barrilete, com saída do fluido de circulação na face interna da coroa (saída lateral) ou na parte inferior (saída frontal), para obter recuperação de boa qualidade de maciço alterado e muito fraturado. É utilizado também quando se pretende recuperar materiais de preenchimento de fraturas.

#### **1.4 – Execução da sondagem**

**A)** A sondagem em terra foi inicializada após uma limpeza de uma área que permitiu o desenvolvimento de todas as operações sem obstáculos e a abertura de um sulco ao redor, que desviou as águas de enxurradas, nos dias de chuva.

**B)** Foram empregados todos os recursos das sondagens rotativas, de maneira a assegurar a perfeita recuperação de todos os materiais atravessados. Os principais recursos foram à escolha de equipamentos e acessórios apropriados às condições geológicas, emprego de lamas bentoníticas como fluido de perfuração, realização de manobras curtas e adequação da velocidade de perfuração às características geológicas da rocha perfurada. A alta recuperação de testemunho, especificamente de trechos de maciços rochosos extremamente alterados e/ou muito fraturados, pode ser conseguida com emprego de sonda rotativa de avanço manual, sob controle de um bom sondador.

C) Quando a sondagem atingiu o nível freático, foi registrada sua profundidade. Os níveis d'água foram medidos todos os dias, antes de início dos trabalhos e na manhã seguinte a conclusão da sondagem.

Atenciosamente,

MASTERSOLO ENGENHARIA LTDA.



Rodrigo Antunes da Rocha  
Engenheiro Civil  
MASTERSOLO ENGENHARIA LTDA

Eng. Civil Rodrigo Antunes da Rocha.  
CREA: 11.373/D-GO.



## RELATÓRIO DE SONDAGEM MISTA (SM)

|                                                                                        |                                                                                    |                                                                                 |                                |                                                                                            |         |                                                                                    |                           |                     |           |                              |           |                   |                                 |             |                      |                  |    |  |
|----------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------|---------|------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------|---------------------|-----------|------------------------------|-----------|-------------------|---------------------------------|-------------|----------------------|------------------|----|--|
| <div>MASTERSOLO</div> <div>ENGENHARIA</div>                                            |                                                                                    |                                                                                 |                                | Tipologia do Estudo:                                                                       |         | Nº FURO:                                                                           |                           | INÍCIO: 15/08/2023  |           |                              |           | FOLHA             |                                 |             |                      |                  |    |  |
|                                                                                        |                                                                                    |                                                                                 |                                | PONTE                                                                                      |         | 01                                                                                 |                           | TÉRMINO: 23/08/2023 |           |                              |           | 1/1               |                                 |             |                      |                  |    |  |
| CONTRATANTE: BASITEC PROJETOS E CONSTRUÇÕES LTDA                                       |                                                                                    |                                                                                 |                                |                                                                                            |         | LOTE:                                                                              |                           | COORDENADAS UTM     |           |                              |           |                   |                                 |             |                      |                  |    |  |
| OBRA: PONTE SOBRE RIO SANTO ANTONIO                                                    |                                                                                    |                                                                                 |                                |                                                                                            |         | 0                                                                                  |                           | E: 695287           |           |                              |           | FUSO:             |                                 |             |                      |                  |    |  |
| LOCAL: RUA SANTO ANTÔNIO - VALE DAS POMBAS - APARECIDA DE GOIÂNIA - GO                 |                                                                                    |                                                                                 |                                | Km:                                                                                        |         | ÚNICO                                                                              |                           | N: 8142585          |           |                              |           | 22K               |                                 |             |                      |                  |    |  |
| Φ DO REVESTIMENTO: NW - BARRILETE: Φ EXT.: 81,1 mm - Φ INT.: 76,4 mm                   |                                                                                    |                                                                                 |                                |                                                                                            |         | COTA(m):                                                                           |                           | POSIÇÃO:            |           | DESLOCAMENTO:                |           | Datum: SIRGAS2000 |                                 |             |                      |                  |    |  |
|                                                                                        |                                                                                    |                                                                                 |                                |                                                                                            |         | EIXO                                                                               |                           | 0,00                |           |                              |           |                   |                                 |             |                      |                  |    |  |
| COTA (m)                                                                               | PERFIL ESTRATIGRÁFICO                                                              | PROFUNDIDADE(m)                                                                 | CLASSIFICAÇÃO DAS CAMADAS      | RESISTÊNCIA A PENETRAÇÃO "N"                                                               |         | MANOBRAS (m)                                                                       | PERCENTUAL DE RECUPERAÇÃO |                     | ALTERAÇÃO | FRATURAMENTO                 | COERÊNCIA | Esc 1:1           | AMOSTRADOR TIPO TERZAGHI & PECK | R m v e s t | MÉTODO DE PERFORAÇÃO | NÍVEL D'ÁGUA (m) |    |  |
|                                                                                        |                                                                                    |                                                                                 |                                | PENETRAÇÃO (GOLPES 30 cm)                                                                  |         |                                                                                    |                           |                     |           |                              |           |                   |                                 |             |                      |                  |    |  |
|                                                                                        |                                                                                    |                                                                                 |                                | 1º e 2º                                                                                    | 2º e 3º |                                                                                    | REC.                      | R.Q.D.              |           |                              |           |                   |                                 |             |                      |                  |    |  |
| Nº DE GOLPES<br>10 20 30 40 50                                                         |                                                                                    |                                                                                 |                                |                                                                                            |         |                                                                                    |                           |                     |           |                              |           |                   |                                 |             |                      |                  |    |  |
| 0,00                                                                                   |  | 1,00                                                                            | Argila arenosa marrom (Aterro) |                                                                                            |         |                                                                                    |                           |                     |           |                              |           | 1                 |                                 |             |                      | TC               |    |  |
| 1,45                                                                                   |                                                                                    | Argila arenosa, dura, marrom com pedregulhos                                    | 39                             | 42                                                                                         |         |                                                                                    |                           |                     |           |                              |           | 2                 |                                 |             |                      | SP + TH          |    |  |
| 1,62                                                                                   |                                                                                    | Argila arenosa, dura, marrom com pedregulhos e formação de rocha                | 30/2                           |                                                                                            |         |                                                                                    |                           |                     |           |                              |           |                   | 3                               |             |                      |                  | CA |  |
| 3,12                                                                                   |                                                                                    | Rocha xisto muito pobre, pouco alterada, muito fraturada e muito coerente       |                                |                                                                                            | 1,50    | 30%                                                                                | 0%                        | A1                  | F3        | C1                           |           | 4                 |                                 |             |                      |                  | CA |  |
| 4,62                                                                                   |                                                                                    |                                                                                 |                                |                                                                                            | 1,50    | 33%                                                                                | 0%                        | A1                  | F3        | C1                           |           | 5                 |                                 |             |                      | CA               |    |  |
| 6,12                                                                                   |                                                                                    | Rocha xisto excelente, praticamente sã, medianamente fraturada e muito coerente |                                |                                                                                            | 1,50    | 62%                                                                                | 54%                       | A0                  | F2        | C1                           |           | 6                 |                                 |             |                      |                  | CA |  |
| 6,62                                                                                   |                                                                                    | Rocha xisto excelente, praticamente sã, pouco fraturada e muito coerente        |                                |                                                                                            | 0,50    | 100%                                                                               | 100%                      | A0                  | F1        | C1                           |           | 7                 |                                 |             |                      |                  | CA |  |
|                                                                                        |                                                                                    |                                                                                 |                                |                                                                                            |         |                                                                                    |                           |                     |           |                              |           |                   | 8                               |             |                      |                  |    |  |
|                                                                                        |                                                                                    |                                                                                 |                                |                                                                                            |         |                                                                                    |                           |                     |           |                              |           |                   |                                 | 9           |                      |                  |    |  |
|                                                                                        |                                                                                    |                                                                                 |                                |                                                                                            |         |                                                                                    |                           |                     |           |                              |           |                   |                                 | 10          |                      |                  |    |  |
|                                                                                        |                                                                                    |                                                                                 |                                |                                                                                            |         |                                                                                    |                           |                     |           |                              |           |                   |                                 | 11          |                      |                  |    |  |
|                                                                                        |                                                                                    |                                                                                 |                                |                                                                                            |         |                                                                                    |                           |                     |           |                              |           |                   |                                 | 12          |                      |                  |    |  |
|                                                                                        |                                                                                    |                                                                                 |                                |                                                                                            |         |                                                                                    |                           |                     |           |                              |           |                   |                                 | 13          |                      |                  |    |  |
|                                                                                        |                                                                                    |                                                                                 |                                |                                                                                            |         |                                                                                    |                           |                     |           |                              |           |                   |                                 | 14          |                      |                  |    |  |
|                                                                                        |                                                                                    |                                                                                 |                                |                                                                                            |         |                                                                                    |                           |                     |           |                              |           |                   |                                 | 15          |                      |                  |    |  |
|                                                                                        |                                                                                    |                                                                                 |                                |                                                                                            |         |                                                                                    |                           |                     |           |                              |           |                   |                                 | 16          |                      |                  |    |  |
|                                                                                        |                                                                                    |                                                                                 |                                |                                                                                            |         |                                                                                    |                           |                     |           |                              |           |                   |                                 | 17          |                      |                  |    |  |
|                                                                                        |                                                                                    |                                                                                 |                                |                                                                                            |         |                                                                                    |                           |                     |           |                              |           |                   |                                 | 18          |                      |                  |    |  |
|                                                                                        |                                                                                    |                                                                                 |                                |                                                                                            |         |                                                                                    |                           |                     |           |                              |           |                   |                                 | 19          |                      |                  |    |  |
|                                                                                        |                                                                                    |                                                                                 |                                |                                                                                            |         |                                                                                    |                           |                     |           |                              |           |                   | 20                              |             |                      |                  |    |  |
| Limite da sondagem(m): 6,62 Motivo da paralização: Paralisado a pedido do cliente.     |                                                                                    |                                                                                 |                                |                                                                                            |         |                                                                                    |                           |                     |           |                              |           |                   |                                 |             |                      |                  |    |  |
| LAVAGEM POR TEMPO (30min)                                                              |                                                                                    |                                                                                 |                                | Avanço (m)                                                                                 |         | LEGENDA                                                                            |                           |                     |           | PROFUNDIDADE DO NÍVEL D'ÁGUA |           |                   |                                 |             |                      |                  |    |  |
| Profundidade (cm)                                                                      |                                                                                    | Tempo de Lavagem                                                                |                                | Trado: 1,00                                                                                |         | SPT 30 cm INICIAIS                                                                 |                           |                     |           | DATA                         |           | HORA              |                                 | PROF.(m)    |                      |                  |    |  |
| -                                                                                      |                                                                                    | 0 a 10 min                                                                      |                                | por lavagem: 0,00                                                                          |         | SPT 30 cm FINAIS                                                                   |                           |                     |           | INICIAL: 15/08/23            |           |                   |                                 | 3,48        |                      |                  |    |  |
| -                                                                                      |                                                                                    | 10 a 20 min                                                                     |                                | Prof. Revestimento: 2,00                                                                   |         | SP - Percussão, TC - Trado concha, TH - Trado helicoidal e CA - Circulação de água |                           |                     |           | Após 12 horas: 23/08/23      |           |                   |                                 | 3,25        |                      |                  |    |  |
| -                                                                                      |                                                                                    | 20 a 30 min                                                                     |                                |                                                                                            |         |                                                                                    |                           |                     |           |                              |           |                   |                                 |             |                      |                  |    |  |
| Sondagem executada em conformidade com as Normas ABNT NBR 6454/2020 e DNER-PRO 102/97. |                                                                                    |                                                                                 |                                | R.T.: Rodrigo Rocha - CREA 11.373/D-GO                                                     |         |                                                                                    |                           | Fiscal:             |           |                              |           | OBSERVAÇÃO:       |                                 |             |                      |                  |    |  |
|                                                                                        |                                                                                    |                                                                                 |                                | <div>Rodrigo Rocha</div> <div>Engenheiro Civil</div> <div>MASTERSOLO Engenharia LTDA</div> |         |                                                                                    |                           |                     |           |                              |           |                   |                                 |             |                      |                  |    |  |

|                                                                                   |                                                  |                |
|-----------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------|----------------|
|  | RELATÓRIO FOTOGRÁFICO                            | FOLHA: 1       |
|                                                                                   |                                                  | DATA: 15/08/23 |
|                                                                                   |                                                  | FURO           |
|                                                                                   | CONTRATANTE: BASITEC PROJETOS E CONSTRUÇÕES LTDA | 01             |
| OBRA: PONTE SOBRE RIO SANTO ANTONIO                                               | Estaca/Km: -                                     |                |
| LOCAL: RUA SANTO ANTÔNIO - VALE DAS POMBAS - APARECIDA DE GOIÂNIA - GO            |                                                  |                |



Foto 01 - Vista do local da sondagem



Foto 02 - Vista da execução da sondagem.



Foto 03 - Vista do local da sondagem



Foto 04 - Vista da execução da sondagem.



## RELATÓRIO DE SONDAGEM MISTA (SM)

|                                                                                   |  |                       |  |                      |  |                                                                                   |  |                              |  |                           |  |                   |  |         |  |              |  |                           |  |                                  |  |         |  |                                 |  |                         |  |                       |  |                  |  |
|-----------------------------------------------------------------------------------|--|-----------------------|--|----------------------|--|-----------------------------------------------------------------------------------|--|------------------------------|--|---------------------------|--|-------------------|--|---------|--|--------------|--|---------------------------|--|----------------------------------|--|---------|--|---------------------------------|--|-------------------------|--|-----------------------|--|------------------|--|
|  |  |                       |  | Tipologia do Estudo: |  | Nº FURO:                                                                          |  | INÍCIO:                      |  | 15/08/2023                |  | FOLHA             |  |         |  |              |  |                           |  |                                  |  |         |  |                                 |  |                         |  |                       |  |                  |  |
|                                                                                   |  |                       |  | PONTE                |  | 02                                                                                |  | TÉRMINO:                     |  | 25/08/2023                |  | 1/1               |  |         |  |              |  |                           |  |                                  |  |         |  |                                 |  |                         |  |                       |  |                  |  |
| CONTRATANTE: BASITEC PROJETOS E CONSTRUÇÕES LTDA                                  |  |                       |  |                      |  | LOTE:                                                                             |  | COORDENADAS UTM              |  |                           |  |                   |  |         |  |              |  |                           |  |                                  |  |         |  |                                 |  |                         |  |                       |  |                  |  |
| OBRA: PONTE SOBRE RIO SANTO ANTONIO                                               |  |                       |  | Km:                  |  | 0                                                                                 |  | E: 696303                    |  |                           |  | FUSO:             |  |         |  |              |  |                           |  |                                  |  |         |  |                                 |  |                         |  |                       |  |                  |  |
| LOCAL: RUA SANTO ANTÔNIO - VALE DAS POMBAS - APARECIDA DE GOIÂNIA - GO            |  |                       |  |                      |  | ÚNICO                                                                             |  | N: 8142608                   |  |                           |  | 22K               |  |         |  |              |  |                           |  |                                  |  |         |  |                                 |  |                         |  |                       |  |                  |  |
| Φ DO REVESTIMENTO: NW - BARRILETE: Φ EXT.: 81,1 mm - Φ INT.: 76,4 mm              |  |                       |  |                      |  | COTÂ(m):                                                                          |  | POSIÇÃO:                     |  | DESLOCAMENTO:             |  | Datum: SIRGAS2000 |  |         |  |              |  |                           |  |                                  |  |         |  |                                 |  |                         |  |                       |  |                  |  |
|                                                                                   |  |                       |  |                      |  |                                                                                   |  | EIXO                         |  | 0,00                      |  |                   |  |         |  |              |  |                           |  |                                  |  |         |  |                                 |  |                         |  |                       |  |                  |  |
| COTÂ (m)                                                                          |  | PERFIL ESTRATIGRAFICO |  | PROFUNDIDADE(m)      |  | CLASSIFICAÇÃO DAS CAMADAS                                                         |  | RESISTÊNCIA A PENETRAÇÃO "N" |  | PENETRAÇÃO (GOLPES 30 cm) |  | 1º e 2º           |  | 2º e 3º |  | MANOBRAS (m) |  | PERCENTUAL DE RECUPERAÇÃO |  | ALTERAÇÃO FRATURAMENTO COERÊNCIA |  | Esc 1:1 |  | AMOSTRADOR TIPO TERZAGHI & PECK |  | R E V E S T I M E N T O |  | MÉTODO DE PERIFURAÇÃO |  | NÍVEL D'ÁGUA (m) |  |
|                                                                                   |  |                       |  |                      |  |                                                                                   |  |                              |  |                           |  |                   |  |         |  |              |  |                           |  |                                  |  |         |  |                                 |  |                         |  |                       |  |                  |  |
| 0,00                                                                              |  |                       |  | 1,00                 |  | Argila arenosa marrom (Aterro)                                                    |  |                              |  |                           |  |                   |  |         |  |              |  |                           |  |                                  |  |         |  |                                 |  |                         |  |                       |  | TC               |  |
|                                                                                   |  |                       |  | 2,00                 |  | Argila arenosa, rija, marrom                                                      |  | 12                           |  | 12                        |  |                   |  |         |  |              |  |                           |  |                                  |  |         |  |                                 |  |                         |  |                       |  | SP + TH          |  |
|                                                                                   |  |                       |  | 2,45                 |  | Siltite arenoso, pouco compacto, marrom com veios variegados                      |  | 9                            |  | 6                         |  |                   |  |         |  |              |  |                           |  |                                  |  |         |  |                                 |  |                         |  |                       |  | CA               |  |
|                                                                                   |  |                       |  | 2,93                 |  | Siltite arenoso, muito compacto, marrom com veios variegados e alteração de rocha |  | 30/3                         |  |                           |  |                   |  |         |  |              |  |                           |  |                                  |  |         |  |                                 |  |                         |  |                       |  | CA               |  |
| -5,00                                                                             |  |                       |  | 4,43                 |  | Rocha xisto muito pobre, pouco alterada, muito fraturada e muito coerente         |  |                              |  |                           |  | 1,50              |  | 29%     |  | 18%          |  | A1                        |  | F3                               |  | C1      |  | 5                               |  |                         |  |                       |  | CA               |  |
|                                                                                   |  |                       |  | 5,93                 |  |                                                                                   |  |                              |  |                           |  | 1,50              |  | 33%     |  | 22%          |  | A1                        |  | F3                               |  | C1      |  | 6                               |  |                         |  |                       |  | CA               |  |
|                                                                                   |  |                       |  | 7,43                 |  | Rocha xisto regular, praticamente sã, medianamente fraturada e muito coerente     |  |                              |  |                           |  | 1,50              |  | 60%     |  | 49%          |  | A0                        |  | F2                               |  | C1      |  | 7                               |  |                         |  |                       |  | CA               |  |
|                                                                                   |  |                       |  | 7,93                 |  | Rocha xisto boa, praticamente sã, pouco fraturada e muito coerente                |  |                              |  |                           |  | 0,50              |  | 100%    |  | 78%          |  | A0                        |  | F1                               |  | C1      |  | 8                               |  |                         |  |                       |  | CA               |  |
|                                                                                   |  |                       |  |                      |  |                                                                                   |  |                              |  |                           |  |                   |  |         |  |              |  |                           |  |                                  |  |         |  |                                 |  |                         |  |                       |  |                  |  |
|                                                                                   |  |                       |  |                      |  |                                                                                   |  |                              |  |                           |  |                   |  |         |  |              |  |                           |  |                                  |  |         |  |                                 |  |                         |  |                       |  |                  |  |
|                                                                                   |  |                       |  |                      |  |                                                                                   |  |                              |  |                           |  |                   |  |         |  |              |  |                           |  |                                  |  |         |  |                                 |  |                         |  |                       |  |                  |  |
|                                                                                   |  |                       |  |                      |  |                                                                                   |  |                              |  |                           |  |                   |  |         |  |              |  |                           |  |                                  |  |         |  |                                 |  |                         |  |                       |  |                  |  |
|                                                                                   |  |                       |  |                      |  |                                                                                   |  |                              |  |                           |  |                   |  |         |  |              |  |                           |  |                                  |  |         |  |                                 |  |                         |  |                       |  |                  |  |
|                                                                                   |  |                       |  |                      |  |                                                                                   |  |                              |  |                           |  |                   |  |         |  |              |  |                           |  |                                  |  |         |  |                                 |  |                         |  |                       |  |                  |  |
|                                                                                   |  |                       |  |                      |  |                                                                                   |  |                              |  |                           |  |                   |  |         |  |              |  |                           |  |                                  |  |         |  |                                 |  |                         |  |                       |  |                  |  |
|                                                                                   |  |                       |  |                      |  |                                                                                   |  |                              |  |                           |  |                   |  |         |  |              |  |                           |  |                                  |  |         |  |                                 |  |                         |  |                       |  |                  |  |
|                                                                                   |  |                       |  |                      |  |                                                                                   |  |                              |  |                           |  |                   |  |         |  |              |  |                           |  |                                  |  |         |  |                                 |  |                         |  |                       |  |                  |  |
|                                                                                   |  |                       |  |                      |  |                                                                                   |  |                              |  |                           |  |                   |  |         |  |              |  |                           |  |                                  |  |         |  |                                 |  |                         |  |                       |  |                  |  |
|                                                                                   |  |                       |  |                      |  |                                                                                   |  |                              |  |                           |  |                   |  |         |  |              |  |                           |  |                                  |  |         |  |                                 |  |                         |  |                       |  |                  |  |
|                                                                                   |  |                       |  |                      |  |                                                                                   |  |                              |  |                           |  |                   |  |         |  |              |  |                           |  |                                  |  |         |  |                                 |  |                         |  |                       |  |                  |  |
|                                                                                   |  |                       |  |                      |  |                                                                                   |  |                              |  |                           |  |                   |  |         |  |              |  |                           |  |                                  |  |         |  |                                 |  |                         |  |                       |  |                  |  |
|                                                                                   |  |                       |  |                      |  |                                                                                   |  |                              |  |                           |  |                   |  |         |  |              |  |                           |  |                                  |  |         |  |                                 |  |                         |  |                       |  |                  |  |
|                                                                                   |  |                       |  |                      |  |                                                                                   |  |                              |  |                           |  |                   |  |         |  |              |  |                           |  |                                  |  |         |  |                                 |  |                         |  |                       |  |                  |  |
|                                                                                   |  |                       |  |                      |  |                                                                                   |  |                              |  |                           |  |                   |  |         |  |              |  |                           |  |                                  |  |         |  |                                 |  |                         |  |                       |  |                  |  |
|                                                                                   |  |                       |  |                      |  |                                                                                   |  |                              |  |                           |  |                   |  |         |  |              |  |                           |  |                                  |  |         |  |                                 |  |                         |  |                       |  |                  |  |
|                                                                                   |  |                       |  |                      |  |                                                                                   |  |                              |  |                           |  |                   |  |         |  |              |  |                           |  |                                  |  |         |  |                                 |  |                         |  |                       |  |                  |  |
|                                                                                   |  |                       |  |                      |  |                                                                                   |  |                              |  |                           |  |                   |  |         |  |              |  |                           |  |                                  |  |         |  |                                 |  |                         |  |                       |  |                  |  |
|                                                                                   |  |                       |  |                      |  |                                                                                   |  |                              |  |                           |  |                   |  |         |  |              |  |                           |  |                                  |  |         |  |                                 |  |                         |  |                       |  |                  |  |
|                                                                                   |  |                       |  |                      |  |                                                                                   |  |                              |  |                           |  |                   |  |         |  |              |  |                           |  |                                  |  |         |  |                                 |  |                         |  |                       |  |                  |  |
|                                                                                   |  |                       |  |                      |  |                                                                                   |  |                              |  |                           |  |                   |  |         |  |              |  |                           |  |                                  |  |         |  |                                 |  |                         |  |                       |  |                  |  |
|                                                                                   |  |                       |  |                      |  |                                                                                   |  |                              |  |                           |  |                   |  |         |  |              |  |                           |  |                                  |  |         |  |                                 |  |                         |  |                       |  |                  |  |
|                                                                                   |  |                       |  |                      |  |                                                                                   |  |                              |  |                           |  |                   |  |         |  |              |  |                           |  |                                  |  |         |  |                                 |  |                         |  |                       |  |                  |  |
|                                                                                   |  |                       |  |                      |  |                                                                                   |  |                              |  |                           |  |                   |  |         |  |              |  |                           |  |                                  |  |         |  |                                 |  |                         |  |                       |  |                  |  |
|                                                                                   |  |                       |  |                      |  |                                                                                   |  |                              |  |                           |  |                   |  |         |  |              |  |                           |  |                                  |  |         |  |                                 |  |                         |  |                       |  |                  |  |
|                                                                                   |  |                       |  |                      |  |                                                                                   |  |                              |  |                           |  |                   |  |         |  |              |  |                           |  |                                  |  |         |  |                                 |  |                         |  |                       |  |                  |  |
|                                                                                   |  |                       |  |                      |  |                                                                                   |  |                              |  |                           |  |                   |  |         |  |              |  |                           |  |                                  |  |         |  |                                 |  |                         |  |                       |  |                  |  |
|                                                                                   |  |                       |  |                      |  |                                                                                   |  |                              |  |                           |  |                   |  |         |  |              |  |                           |  |                                  |  |         |  |                                 |  |                         |  |                       |  |                  |  |
|                                                                                   |  |                       |  |                      |  |                                                                                   |  |                              |  |                           |  |                   |  |         |  |              |  |                           |  |                                  |  |         |  |                                 |  |                         |  |                       |  |                  |  |
|                                                                                   |  |                       |  |                      |  |                                                                                   |  |                              |  |                           |  |                   |  |         |  |              |  |                           |  |                                  |  |         |  |                                 |  |                         |  |                       |  |                  |  |
|                                                                                   |  |                       |  |                      |  |                                                                                   |  |                              |  |                           |  |                   |  |         |  |              |  |                           |  |                                  |  |         |  |                                 |  |                         |  |                       |  |                  |  |
|                                                                                   |  |                       |  |                      |  |                                                                                   |  |                              |  |                           |  |                   |  |         |  |              |  |                           |  |                                  |  |         |  |                                 |  |                         |  |                       |  |                  |  |
|                                                                                   |  |                       |  |                      |  |                                                                                   |  |                              |  |                           |  |                   |  |         |  |              |  |                           |  |                                  |  |         |  |                                 |  |                         |  |                       |  |                  |  |
|                                                                                   |  |                       |  |                      |  |                                                                                   |  |                              |  |                           |  |                   |  |         |  |              |  |                           |  |                                  |  |         |  |                                 |  |                         |  |                       |  |                  |  |
|                                                                                   |  |                       |  |                      |  |                                                                                   |  |                              |  |                           |  |                   |  |         |  |              |  |                           |  |                                  |  |         |  |                                 |  |                         |  |                       |  |                  |  |
|                                                                                   |  |                       |  |                      |  |                                                                                   |  |                              |  |                           |  |                   |  |         |  |              |  |                           |  |                                  |  |         |  |                                 |  |                         |  |                       |  |                  |  |
|                                                                                   |  |                       |  |                      |  |                                                                                   |  |                              |  |                           |  |                   |  |         |  |              |  |                           |  |                                  |  |         |  |                                 |  |                         |  |                       |  |                  |  |
|                                                                                   |  |                       |  |                      |  |                                                                                   |  |                              |  |                           |  |                   |  |         |  |              |  |                           |  |                                  |  |         |  |                                 |  |                         |  |                       |  |                  |  |
|                                                                                   |  |                       |  |                      |  |                                                                                   |  |                              |  |                           |  |                   |  |         |  |              |  |                           |  |                                  |  |         |  |                                 |  |                         |  |                       |  |                  |  |
|                                                                                   |  |                       |  |                      |  |                                                                                   |  |                              |  |                           |  |                   |  |         |  |              |  |                           |  |                                  |  |         |  |                                 |  |                         |  |                       |  |                  |  |
|                                                                                   |  |                       |  |                      |  |                                                                                   |  |                              |  |                           |  |                   |  |         |  |              |  |                           |  |                                  |  |         |  |                                 |  |                         |  |                       |  |                  |  |
|                                                                                   |  |                       |  |                      |  |                                                                                   |  |                              |  |                           |  |                   |  |         |  |              |  |                           |  |                                  |  |         |  |                                 |  |                         |  |                       |  |                  |  |
|                                                                                   |  |                       |  |                      |  |                                                                                   |  |                              |  |                           |  |                   |  |         |  |              |  |                           |  |                                  |  |         |  |                                 |  |                         |  |                       |  |                  |  |
|                                                                                   |  |                       |  |                      |  |                                                                                   |  |                              |  |                           |  |                   |  |         |  |              |  |                           |  |                                  |  |         |  |                                 |  |                         |  |                       |  |                  |  |
|                                                                                   |  |                       |  |                      |  |                                                                                   |  |                              |  |                           |  |                   |  |         |  |              |  |                           |  |                                  |  |         |  |                                 |  |                         |  |                       |  |                  |  |
|                                                                                   |  |                       |  |                      |  |                                                                                   |  |                              |  |                           |  |                   |  |         |  |              |  |                           |  |                                  |  |         |  |                                 |  |                         |  |                       |  |                  |  |
|                                                                                   |  |                       |  |                      |  |                                                                                   |  |                              |  |                           |  |                   |  |         |  |              |  |                           |  |                                  |  |         |  |                                 |  |                         |  |                       |  |                  |  |
|                                                                                   |  |                       |  |                      |  |                                                                                   |  |                              |  |                           |  |                   |  |         |  |              |  |                           |  |                                  |  |         |  |                                 |  |                         |  |                       |  |                  |  |
|                                                                                   |  |                       |  |                      |  |                                                                                   |  |                              |  |                           |  |                   |  |         |  |              |  |                           |  |                                  |  |         |  |                                 |  |                         |  |                       |  |                  |  |
|                                                                                   |  |                       |  |                      |  |                                                                                   |  |                              |  |                           |  |                   |  |         |  |              |  |                           |  |                                  |  |         |  |                                 |  |                         |  |                       |  |                  |  |
|                                                                                   |  |                       |  |                      |  |                                                                                   |  |                              |  |                           |  |                   |  |         |  |              |  |                           |  |                                  |  |         |  |                                 |  |                         |  |                       |  |                  |  |
|                                                                                   |  |                       |  |                      |  |                                                                                   |  |                              |  |                           |  |                   |  |         |  |              |  |                           |  |                                  |  |         |  |                                 |  |                         |  |                       |  |                  |  |
|                                                                                   |  |                       |  |                      |  |                                                                                   |  |                              |  |                           |  |                   |  |         |  |              |  |                           |  |                                  |  |         |  |                                 |  |                         |  |                       |  |                  |  |
|                                                                                   |  |                       |  |                      |  |                                                                                   |  |                              |  |                           |  |                   |  |         |  |              |  |                           |  |                                  |  |         |  |                                 |  |                         |  |                       |  |                  |  |
|                                                                                   |  |                       |  |                      |  |                                                                                   |  |                              |  |                           |  |                   |  |         |  |              |  |                           |  |                                  |  |         |  |                                 |  |                         |  |                       |  |                  |  |
|                                                                                   |  |                       |  |                      |  |                                                                                   |  |                              |  |                           |  |                   |  |         |  |              |  |                           |  |                                  |  |         |  |                                 |  |                         |  |                       |  |                  |  |
|                                                                                   |  |                       |  |                      |  |                                                                                   |  |                              |  |                           |  |                   |  |         |  |              |  |                           |  |                                  |  |         |  |                                 |  |                         |  |                       |  |                  |  |
|                                                                                   |  |                       |  |                      |  |                                                                                   |  |                              |  |                           |  |                   |  |         |  |              |  |                           |  |                                  |  |         |  |                                 |  |                         |  |                       |  |                  |  |
|                                                                                   |  |                       |  |                      |  |                                                                                   |  |                              |  |                           |  |                   |  |         |  |              |  |                           |  |                                  |  |         |  |                                 |  |                         |  |                       |  |                  |  |
|                                                                                   |  |                       |  |                      |  |                                                                                   |  |                              |  |                           |  |                   |  |         |  |              |  |                           |  |                                  |  |         |  |                                 |  |                         |  |                       |  |                  |  |
|                                                                                   |  |                       |  |                      |  |                                                                                   |  |                              |  |                           |  |                   |  |         |  |              |  |                           |  |                                  |  |         |  |                                 |  |                         |  |                       |  |                  |  |
|                                                                                   |  |                       |  |                      |  |                                                                                   |  |                              |  |                           |  |                   |  |         |  |              |  |                           |  |                                  |  |         |  |                                 |  |                         |  |                       |  |                  |  |
|                                                                                   |  |                       |  |                      |  |                                                                                   |  |                              |  |                           |  |                   |  |         |  |              |  |                           |  |                                  |  |         |  |                                 |  |                         |  |                       |  |                  |  |
|                                                                                   |  |                       |  |                      |  |                                                                                   |  |                              |  |                           |  |                   |  |         |  |              |  |                           |  |                                  |  |         |  |                                 |  |                         |  |                       |  |                  |  |
|                                                                                   |  |                       |  |                      |  |                                                                                   |  |                              |  |                           |  |                   |  |         |  |              |  |                           |  |                                  |  |         |  |                                 |  |                         |  |                       |  |                  |  |
|                                                                                   |  |                       |  |                      |  |                                                                                   |  |                              |  |                           |  |                   |  |         |  |              |  |                           |  |                                  |  |         |  |                                 |  |                         |  |                       |  |                  |  |
|                                                                                   |  |                       |  |                      |  |                                                                                   |  |                              |  |                           |  |                   |  |         |  |              |  |                           |  |                                  |  |         |  |                                 |  |                         |  |                       |  |                  |  |
|                                                                                   |  |                       |  |                      |  |                                                                                   |  |                              |  |                           |  |                   |  |         |  |              |  |                           |  |                                  |  |         |  |                                 |  |                         |  |                       |  |                  |  |
|                                                                                   |  |                       |  |                      |  |                                                                                   |  |                              |  |                           |  |                   |  |         |  |              |  |                           |  |                                  |  |         |  |                                 |  |                         |  |                       |  |                  |  |
|                                                                                   |  |                       |  |                      |  |                                                                                   |  |                              |  |                           |  |                   |  |         |  |              |  |                           |  |                                  |  |         |  |                                 |  |                         |  |                       |  |                  |  |
|                                                                                   |  |                       |  |                      |  |                                                                                   |  |                              |  |                           |  |                   |  |         |  |              |  |                           |  |                                  |  |         |  |                                 |  |                         |  |                       |  |                  |  |
|                                                                                   |  |                       |  |                      |  |                                                                                   |  |                              |  |                           |  |                   |  |         |  |              |  |                           |  |                                  |  |         |  |                                 |  |                         |  |                       |  |                  |  |
|                                                                                   |  |                       |  |                      |  |                                                                                   |  |                              |  |                           |  |                   |  |         |  |              |  |                           |  |                                  |  |         |  |                                 |  |                         |  |                       |  |                  |  |
|                                                                                   |  |                       |  |                      |  |                                                                                   |  |                              |  |                           |  |                   |  |         |  |              |  |                           |  |                                  |  |         |  |                                 |  |                         |  |                       |  |                  |  |
|                                                                                   |  |                       |  |                      |  |                                                                                   |  |                              |  |                           |  |                   |  |         |  |              |  |                           |  |                                  |  |         |  |                                 |  |                         |  |                       |  |                  |  |
|                                                                                   |  |                       |  |                      |  |                                                                                   |  |                              |  |                           |  |                   |  |         |  |              |  |                           |  |                                  |  |         |  |                                 |  |                         |  |                       |  |                  |  |
|                                                                                   |  |                       |  |                      |  |                                                                                   |  |                              |  |                           |  |                   |  |         |  |              |  |                           |  |                                  |  |         |  |                                 |  |                         |  |                       |  |                  |  |
|                                                                                   |  |                       |  |                      |  |                                                                                   |  |                              |  |                           |  |                   |  |         |  |              |  |                           |  |                                  |  |         |  |                                 |  |                         |  |                       |  |                  |  |
|                                                                                   |  |                       |  |                      |  |                                                                                   |  |                              |  |                           |  |                   |  |         |  |              |  |                           |  |                                  |  |         |  |                                 |  |                         |  |                       |  |                  |  |
|                                                                                   |  |                       |  |                      |  |                                                                                   |  |                              |  |                           |  |                   |  |         |  |              |  |                           |  |                                  |  |         |  |                                 |  |                         |  |                       |  |                  |  |
|                                                                                   |  |                       |  |                      |  |                                                                                   |  |                              |  |                           |  |                   |  |         |  |              |  |                           |  |                                  |  |         |  |                                 |  |                         |  |                       |  |                  |  |
|                                                                                   |  |                       |  |                      |  |                                                                                   |  |                              |  |                           |  |                   |  |         |  |              |  |                           |  |                                  |  |         |  |                                 |  |                         |  |                       |  |                  |  |
|                                                                                   |  |                       |  |                      |  |                                                                                   |  |                              |  |                           |  |                   |  |         |  |              |  |                           |  |                                  |  |         |  |                                 |  |                         |  |                       |  |                  |  |
|                                                                                   |  |                       |  |                      |  |                                                                                   |  |                              |  |                           |  |                   |  |         |  |              |  |                           |  |                                  |  |         |  |                                 |  |                         |  |                       |  |                  |  |
|                                                                                   |  |                       |  |                      |  |                                                                                   |  |                              |  |                           |  |                   |  |         |  |              |  |                           |  |                                  |  |         |  |                                 |  |                         |  |                       |  |                  |  |
|                                                                                   |  |                       |  |                      |  |                                                                                   |  |                              |  |                           |  |                   |  |         |  |              |  |                           |  |                                  |  |         |  |                                 |  |                         |  |                       |  |                  |  |
|                                                                                   |  |                       |  |                      |  |                                                                                   |  |                              |  |                           |  |                   |  |         |  |              |  |                           |  |                                  |  |         |  |                                 |  |                         |  |                       |  |                  |  |
|                                                                                   |  | </                    |  |                      |  |                                                                                   |  |                              |  |                           |  |                   |  |         |  |              |  |                           |  |                                  |  |         |  |                                 |  |                         |  |                       |  |                  |  |

|                                                                                                                                                                                                       |                                                                                      |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------|
|                                                                                                                      | FOLHA: 1                                                                             |
| <b>RELATÓRIO FOTOGRÁFICO</b><br><br>CONTRATANTE: BASITEC PROJETOS E CONSTRUÇÕES LTDA<br>OBRA: PONTE SOBRE RIO SANTO ANTONIO<br>LOCAL: RUA SANTO ANTÔNIO - VALE DAS POMBAS - APARECIDA DE GOIÂNIA - GO | DATA: 15/08/23                                                                       |
|                                                                                                                                                                                                       | FURO                                                                                 |
|                                                                                                                                                                                                       | 02                                                                                   |
|                                                                                                                                                                                                       | Estaca/Km: -                                                                         |
|                                                                                                                      |    |
| Foto 01 - Vista do local da sondagem                                                                                                                                                                  | Foto 02 - Vista da execução da sondagem.                                             |
|                                                                                                                    |  |
| Foto 03 - Vista do local da sondagem                                                                                                                                                                  | Foto 04 - Vista da execução da sondagem.                                             |

# MASTERSOLO ENGENHARIA LTDA.

## LOCAÇÃO DOS FUROS DE SONDAGEM



*Rodrigo Rocha*  
Rodrigo Antunes da Rocha  
Engenheiro Civil  
MASTERSOLO ENGENHARIA LTDA

ENG. CIVIL RODRIGO ANTUNES DA ROCHA  
CREA:11.373/D-GO

### 3 MEMÓRIA DESCRITIVA

As pontes da Avenida Vale das Pombas, estão definidas com 11,40 metros de largura e 30,00 metros de comprimento, sendo a infraestrutura constituída de berços apoiados sobre estacas tipo Raiz, sendo cada berço, apoiado sobre 7 estacas raiz com diâmetro de 41 cm, que deverão ser executadas a uma profundidade média de 8,00 metros, cada estaca, devido as condições do solo, na região de implantação da ponte.

Os berços pré-fabricados, se apoiarão sobre as estacas tipo Raiz, usadas também para a fixação das alas do encabeçamento do berço. Será necessário, uma fase de concretagem no local, para solidarizar o topo das estacas aos berços.

A superestrutura está constituída de 07 vigas pré-fabricadas em concreto armado e protendido, com seção transversal (40/18/100x140) em formato "T".

O tabuleiro armado com armação convencional em Aço CA-50, com placas de fundo, com espessura de 6,0 centímetros, que recebe sobre elas, o capeamento de solidarização das peças executado no local.

As pontes estão dimensionadas para CLASSE-TB-450.

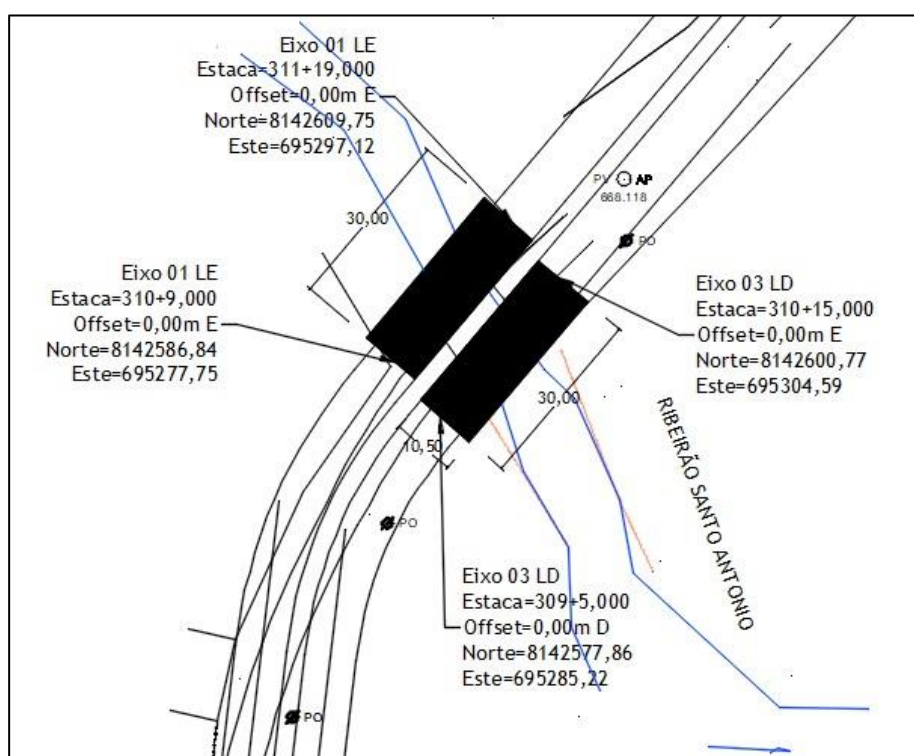


Figura 3: Vista Superior da OAE (Ponte Direita) (Locação).

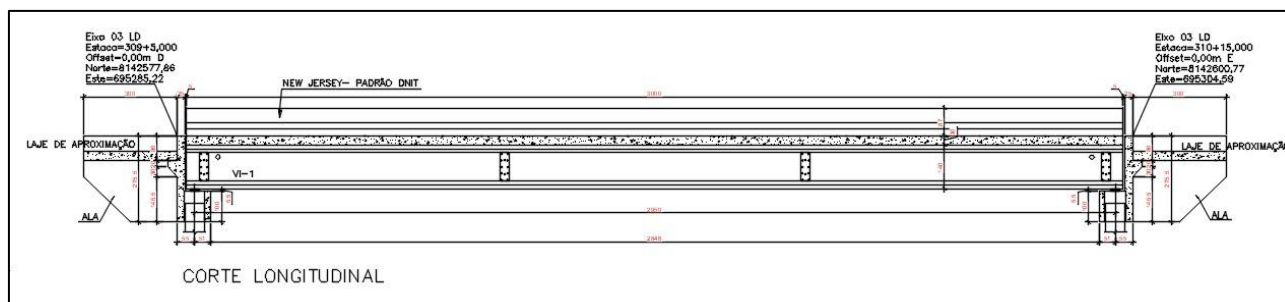


Figura 4: Vista Lateral da OAE (Seção Longitudinal).

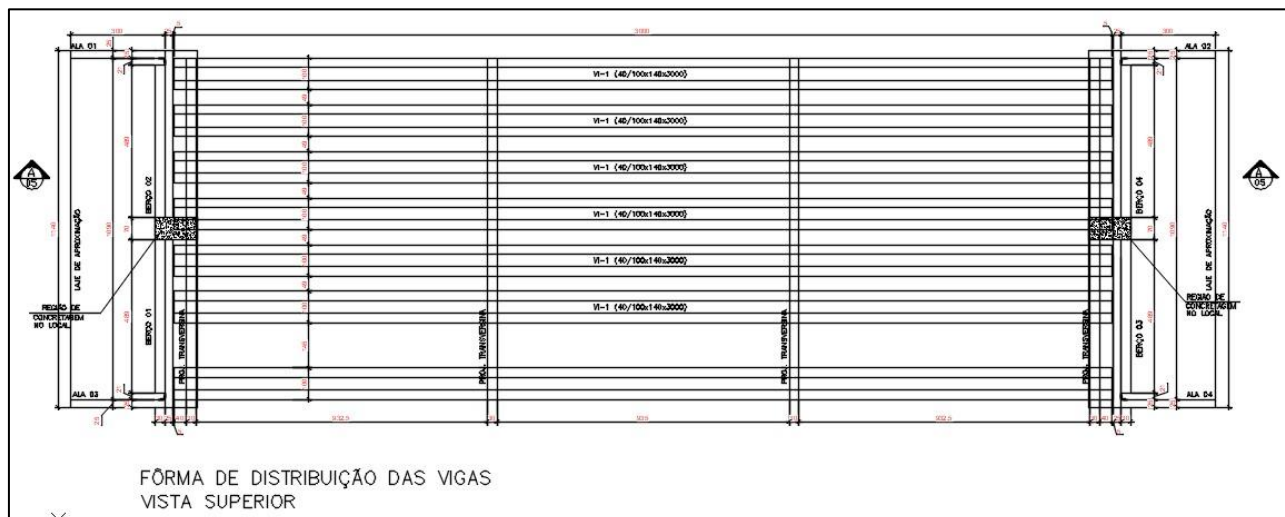


Figura 5: Vista Superior da OAE (Ponte Direita) (Fôrma do Tabuleiro).

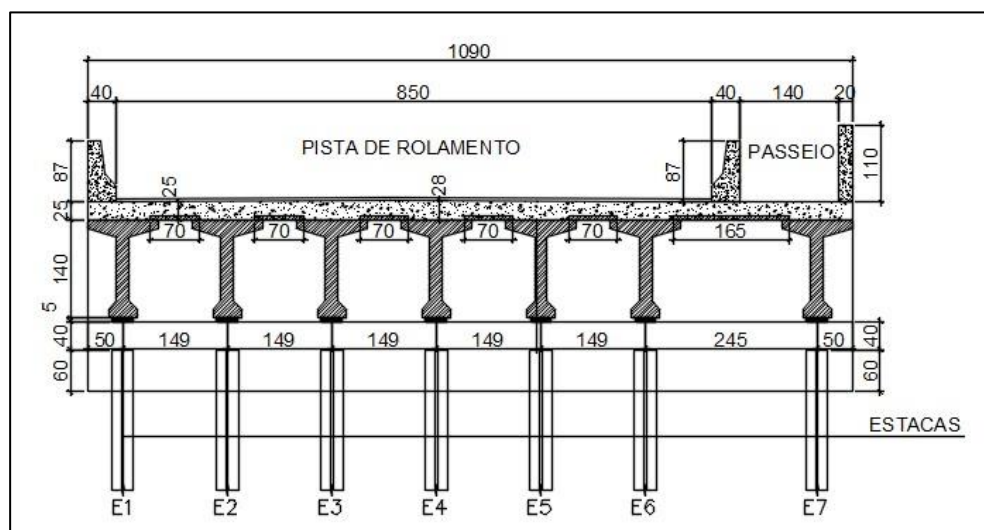


Figura 6: Corte Transversal da OAE.

#### Referências Bibliográficas e Normas Técnicas:

- **NBR-8681** - Ações e segurança nas Estruturas- procedimento.
- **NBR-6118** - Projeto de Estruturas de Concreto-Procedimento.

- **NBR-7188** - Carga Móvel em ponte rodoviária e passarela de pedestres.
- **NBR-6120** - Cargas para cálculo de estruturas de edificações-Procedimento.
- **NBR-6122** - Projeto e execução de Fundações.
- **NBR-6123** - Forças devido ao vento nas edificações.
- **NBR-9062** – Projeto e Execução de Estruturas Pré-moldado.
- **698/100** – Manual de Projetos de Obras-de-Arte Especiais – MT -1996.

**Materiais Utilizados:**

- **Concreto C50 (para peças protendidas)**

$F_{ck} = 50 \text{ Mpa}$

$E_{ci} = 36.000 \text{ Mpa}$  (Tabela 8.1 – NBR-6118)

$E_{cs} = 32.500 \text{ Mpa}$

$\rho_c = 25 \text{ kN/m}^3$

- **Concreto C30 (para peças moldadas no local e capeamento)**

$F_{ck} = 30 \text{ Mpa}$

$E_{ci} = 27.000 \text{ Mpa}$  (Tabela 8.1 – NBR-6118)

$E_{cs} = 19.5.000 \text{ Mpa}$

$\rho_c = 25 \text{ kN/m}^3$

- **Aço CA-50**

$F_{yk} = 500 \text{ Mpa}$

$E_s = 210.000 \text{ MPa}$

$\rho_c = 78,5 \text{ kN/m}^3$

- **Aço CP-190-RB**

$F_{yk} = 1900 \text{ Mpa}$

$E_s = 196.000 \text{ MPa}$  (Especificação do Fabricante: Acelor)

$\rho_c = 78,5 \text{ kN/m}^3$

- **Classe de Agressividade:**

CAA II - Moderada / Urbana (Tabela 6.1 – NBR-12655/6118)

Cobrimento com rígido controle de qualidade

Cobrimento nominal = 30 mm

Conforme itens: 9.2.1.1.2–NBR-9062 e 7.4.7.4-NBR-6118

Fator Água/cimento  $\leq 0,55$

Aditivos Plastificantes: Visconcrete / Precast (Sika)

Controle de Cura do Concreto Pré-moldado: Cura úmida.

**Considerações para Vigas Pré-moldadas Tipo “T”:**

- Concreto:  $F_{ck} = 50 \text{ MPa}$ .

- Aço: CA-50 / CP-190-RB
- Dados da peça (VPU) : Seção transversal (40/18/100x140) (cm)
- Comprimentos das peças: 3000 cm (trechos principais)
- Comprimento de fabricação: variando neste intervalo em 1,0 cm
- Ponte Classe TB-45
- Coeficiente de impacto:  $\phi$  (CIV) = 1,35 (segundo a norma NBR-7188:2013)
- Coeficiente do número de faixas: CNF = 1,0 (duas faixas)
- Coeficiente de impacto adicional: CIA = 1,25 (estrutura em concreto)
- Inclinação da placa de entrada =  $10^\circ$
- Escondidade do tabuleiro:  $0^\circ$
- Revestimento em Camada asfáltica: 7 cm (em função da variação de compactação da camada asfáltica).
- Consideradas 4 faixas de contraventamento nas vigas longarinas sendo, 1 na proximidade de cada apoio e duas espaçadas equidistantes no centro do vão, para garantir a homogeneidade do posicionamento das peças apoiadas sobre o berço, e alinhamento das longarinas, antes da execução do capeamento da laje.
- $\phi t = (CIV) + (CNF) + (CIA)$ : 1,6875
- O coeficiente majorador de cargas ( $\chi_f$ ), terá duas considerações:
  - $\chi_{f1} = 1,35$  para cargas permanentes
    - $\chi_{f2} = 1,50$  para cargas acidentais (trem-tipo) e secundárias

## 4 MEMÓRIA DE CÁLCULO ESTRUTURAL

### 4.1.1 Verificação da Envoltória dos Momentos Fletores e Cortantes

Cargas consideradas por / metro e metro<sup>2</sup>:

- Peso próprio da longarina (P1):  $g = A \times \gamma_c = 0,4392 \text{ m}^2 \times 25 \text{ kN/m}^3 = 10,98 \text{ kN/m}$
- Capeamento em concreto (Ca):  $g = A \times \gamma_c = 0,19 \text{ m} \times 25 \text{ kN/m}^3 = 4,75 \text{ kN/m}^2$
- Laje em placa (pré-laje) (La):  $g = A_{ef} \times \gamma_c = 0,06 \text{ m}^2 \times 25 \text{ kN/m}^3 = 1,50 \text{ kN/m}$
- Revestimento asfáltico (Ra):  $g = A \times \gamma_a = 0,070 \text{ m} \times 24 \text{ kN/m}^3 = 1,68 \text{ kN/m}^2$
- Sobrecarga Secundária (Ss):  $g = 5,00 \text{ kN/m}^2$

Carga distribuída ao longo da longarina, e Carga secundária submetida ao coeficiente de impacto:

- Cargas permanentes (q):  
 $q: ((Ca + La + Co + Ra) \times 1,49 \text{ m}) \times \phi_t \times \gamma_{f1} = 20,39 / \text{KN/m}$
- Cargas permanentes (q) (longarina):  
 $q:L (P1) \times \phi_t \times \gamma_{f1} = 25,01 \text{ KN/m}$
- Cargas secundárias (qp):  
 $qp: Ss \times (CIV \times CNF) \times \gamma_{f2} = 5,00 \text{ KN/m}^2 \times (1,35 \times 1,0) \times 1,5 \times 1,49 = 15,08 \text{ KN/m}^2$
- Cargas consideradas no trecho fora do posicionamento do trem-tipo ( $q^*$ ):  
 $q^*: q + qp = 20,39 + 25,01 + 15,08 = 60,48 \text{ KN/m}^2$
- Cargas consideradas no trecho junto ao posicionamento do trem-tipo ( $q^{1*}$ ):  
 $q^{1*}: q + qp = 20,39 + 25,01 = 45,40 \text{ KN/m}^2$

Carga do Trem tipo móvel rodoviária (450 kN):

- Carga concentrada na roda (P):  $450 \text{ kN} / 6 = 75 \text{ kN}$

$$Q_{tp}: P \times (CIV \times CNF \times CIA) \times \gamma_{f2} = 75 \text{ kN} \times (1,35 \times 1,0 \times 1,25) \times 1,50 = 189,84 \text{ KN}$$

Considerações para faixa de caminhamento do trem-tipo, sobre o conjunto de longarinas:

- É considerada a colaboração de duas longarinas para cada faixa de rolamento do trem-tipo, já que o intervalo entre as longarinas é inferior ao intervalo dos eixos do trem tipo, sendo necessário o conjunto de duas vigas por faixa de rolamento.

- Carga concentrada na roda (P):  $450 \text{ kN} / 6 = 75 \text{ kN}$

$$Q_{tp}: P \times (CIV \times CNF \times CIA) \times \gamma_{f2} = 75 \text{ kN} \times (1,35 \times 1,0 \times 1,25) \times 1,50 = 189,84 \text{ KN}$$

Modelo estrutural final dos carregamentos:

$$\text{Carga do trem-tipo}/2 = 94,92 \text{ KN}$$

**NOTA (01): Introdução aos dados computacionais par análise do Projeto:**

Os ensaios de verificação do caminho do trem-tipo sobre a Longarina, foram feitos com a divisão do vão em 10 trechos, intervalando os trechos a cada 3,00 metros. Verificou-se que para todos os ensaios, os comportamentos finais apresentaram os esforços máximos, nas posições de carregamentos que estão representados a seguir.

Como a Longarina será pré-tensionada, ou seja, o feixe de cordoalhas é montado e tensionado antes da concretagem, é possível observar que, caso haja algum comportamento desforme ao projeto especificado, a peça irá apresentar problemas no próprio canteiro de fabricação, antes de ser encaminhada para a montagem em seu local definitivo. Em função da aplicação de tensão nas cordoalhas ser feita antes da concretagem da peça, os cabos são posicionados em linha reta, sem curvaturas, e não apresentam um traçado de cabos, como acontece nas pós-tensões. Por esse fato, é que se adota o método da verificação dos esforços nas seções críticas, seja para os esforços de cisalhamento; seja para os esforços de momento fletor.

A Protensão da peça conduz a praticamente zero, a abertura de fissuras, o que também garante a maior qualidade da peça pronta.

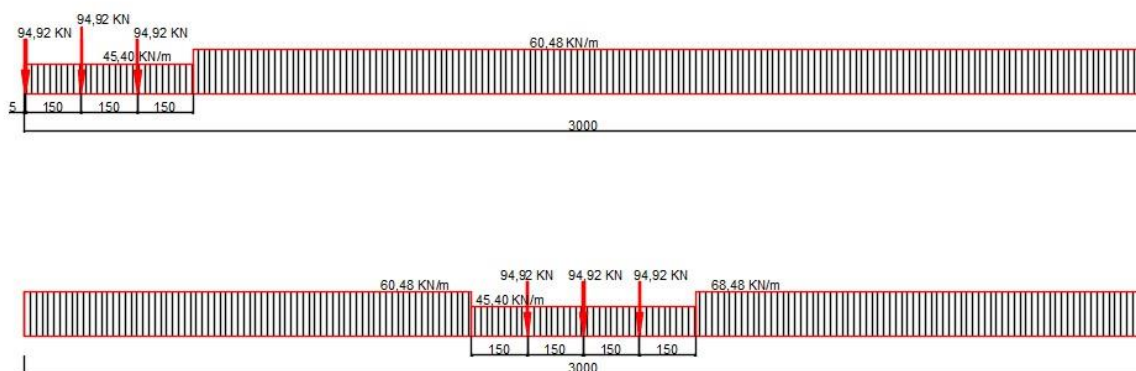
A faixa de carregamento para o comprimento total da peça foi a faixa de 140 cm, o que segue o afastamento entre eixos das longarinas da peça é de 149 cm.

- Cargas consideradas no trecho fora do posicionamento do trem-tipo ( $q^*$ ):

$$q^* = (q + q_p) = 60,48 \text{ KN/m}^2$$

#### SOLICITAÇÕES CRÍTICAS NA LONGARINA:

**Solicitações nos pontos críticos, para o vão da longarina de 2400 cm para DEC E DMF, respectivamente: (trem-tipo na entrada da ponte e meio do vão)**



#### 4.1.2 Apresentação dos Resultados Finais das Envolvórias

Resultados segundo o programa de verificação Pro-Uni-(TQS), que faz diversas interações de esforços, em função do posicionamento indicado do feixe de cordoalhas.

Os seguintes dados são coletados do programa Pro-Uni, do Anexo I deste relatório:

- Envolvória máxima para momento fletor: 6315,21 KN.m
- Envolvória mínima para momento fletor: 4899,12 KN.m
- Envolvória máxima para esforço cortante: 966,31 KN
- Envolvória mínima para esforço cortante: 777,76 KN

Os esforços obtidos nos resultados são coletados do programa Pro-Uni, do Anexo I deste relatório da peça submetida à pretensão apresentam:

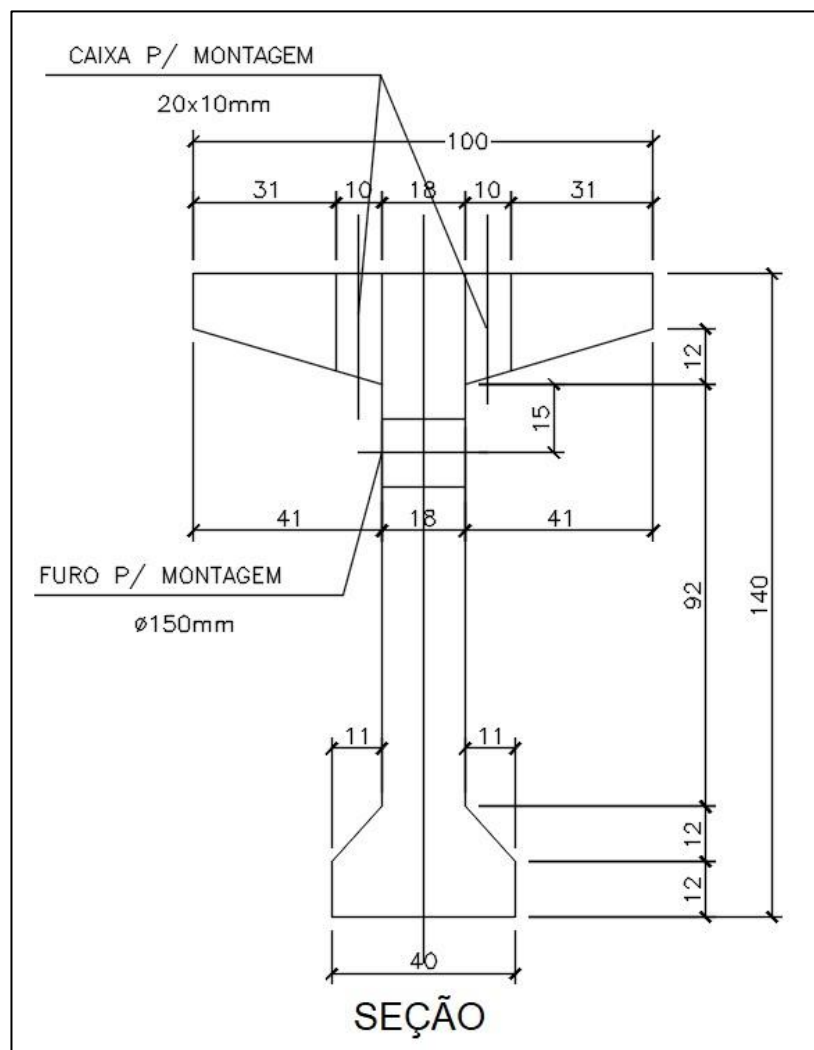
- Momento máximo solicitante:  $M_{sd} = 6695,82 \text{ KN.m}$
- Momento máximo resistente:  $M_{su} = 6986,24 \text{ KN.m}$

A pequena diferença entre os esforços obtidos pela envoltória dos momentos e o resultado do programa de protensão Pro-Uni, se dá pelo fato de existir a consideração da contribuição das fases de carregamento atuantes na peça para a protensão, o que altera e majora um pequeno valor, nos resultados finais do programa.

### 4.1.3 Verificação Dimensional das Longarinas

#### Determinação das áreas de aço

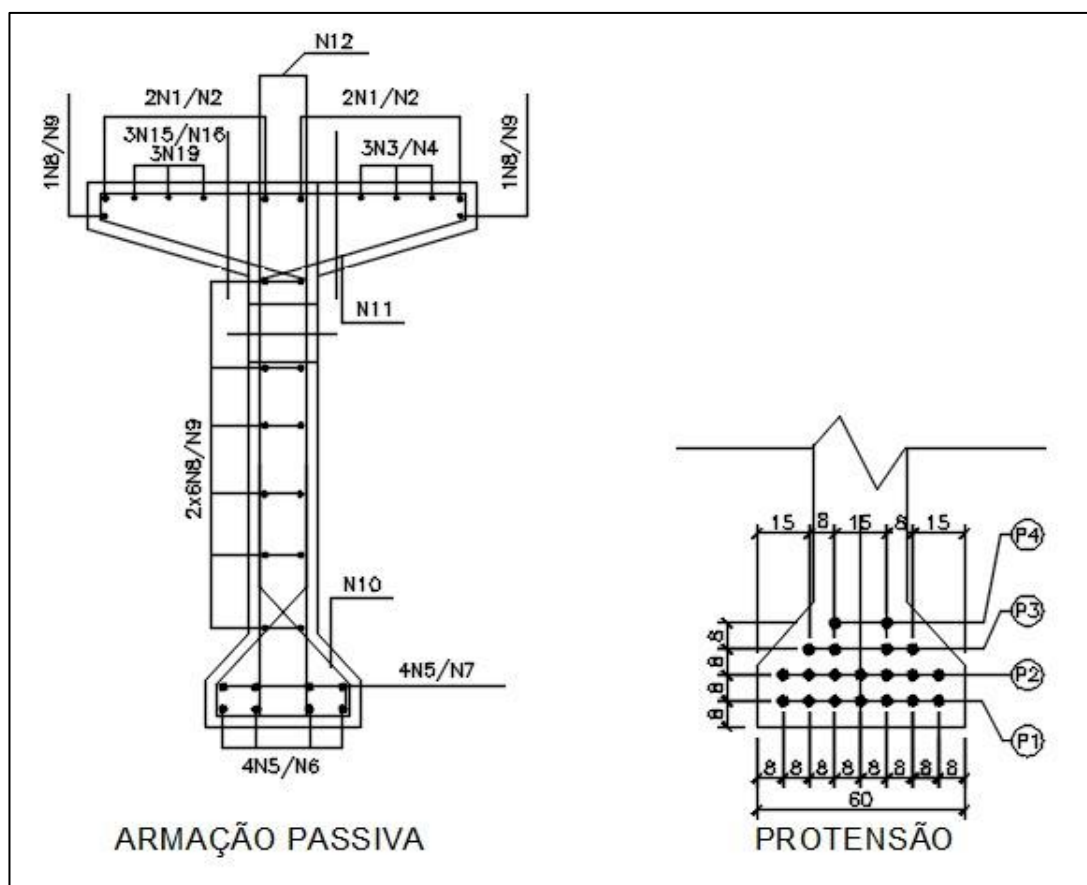
Dados utilizados:



- Seção transversal da Longarina em concreto pré-moldado protendido.

O programa Pro-Uni não oferece uma área de aço necessária em protensão, pois o mesmo é um programa de verificação. Portanto, é de responsabilidade da equipe de projetistas, propor um feixe de armação, conforme o apresentado na seção em corte, e com este feixe posicionado, o programa faz a verificação dos estados limites, conforme também está apresentado nas imagens em tela do programa, com os resultados do ELU, conforme a NBR-6118-2014.

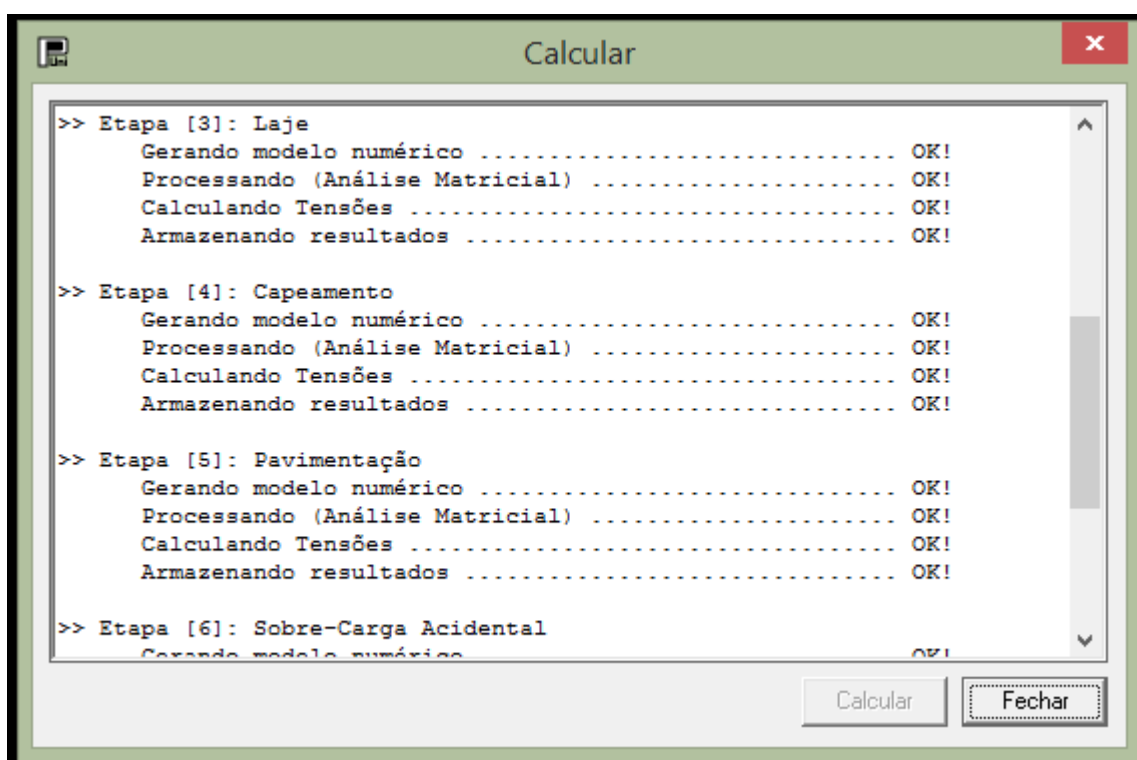
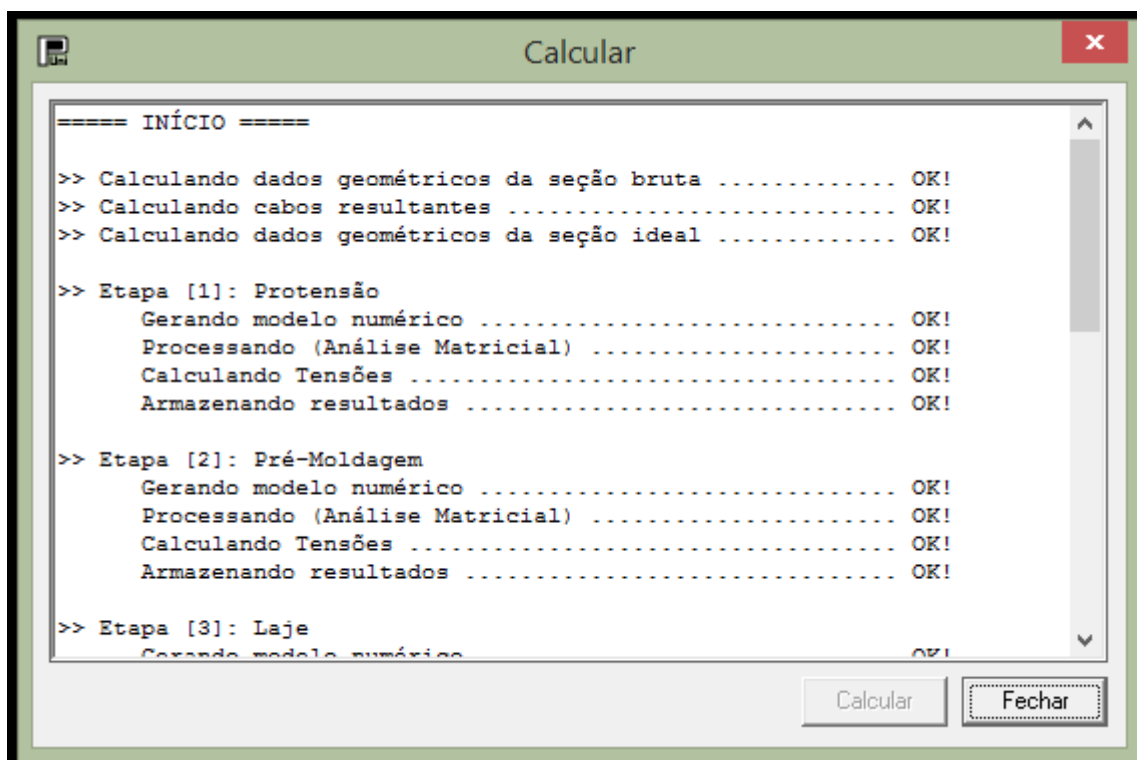
**Proposição de armação passiva e protendida:**

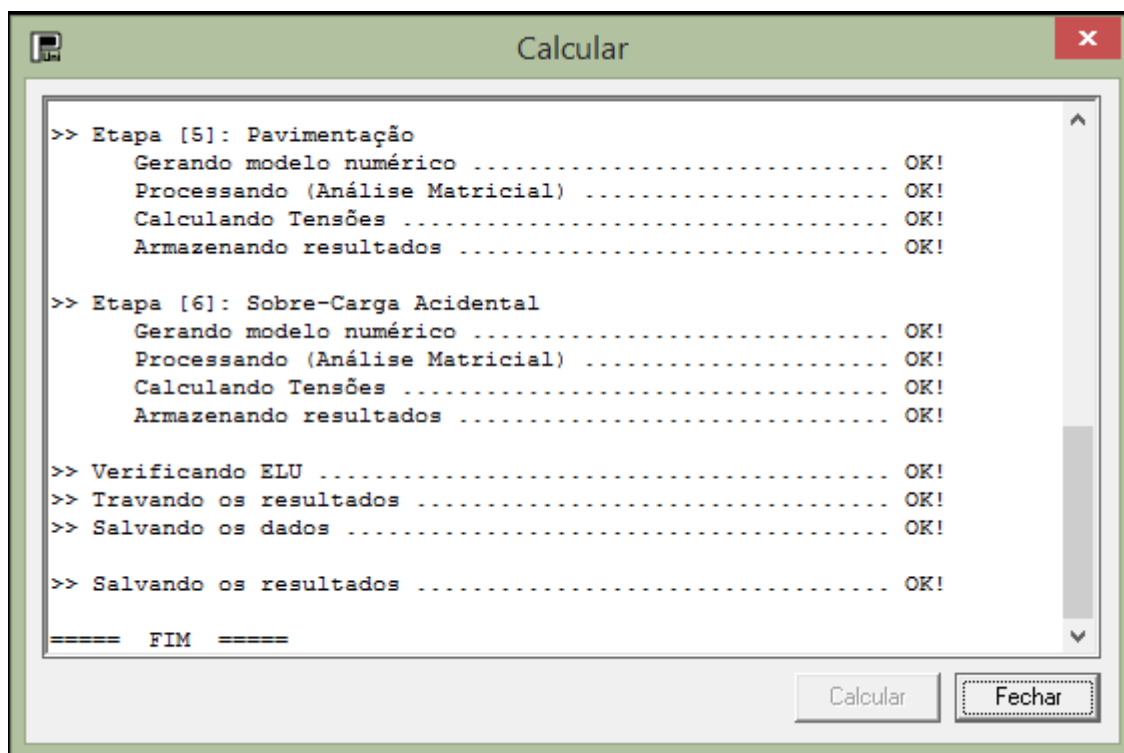


Para as Longarinas de 3000 cm:

- 07 cordoalhas de Aço CP190RB -  $\varnothing 15.2$  mm (1ª feixe) + 07 cordoalhas de Aço CP190RB -  $\varnothing 15.2$  mm (2ª feixe) + 04 cordoalhas de Aço CP190RB  $\varnothing 15.2$  mm (3ª feixe) e 02 cordoalhas de Aço CP190RB  $\varnothing 15.2$  mm, como armadura de tração, associadas a 8  $\varnothing 20.0$  mm, como armaduras passivas.
- 4 barras de Aço CA-50 -  $\varnothing 12.5$  mm, como armadura de tração na mesa superior da Longarina tipo "T", como equilíbrio de contra-flechas de protensão.
- Estribos de Aço CA-50 - 2xE $\varnothing 8.0$  mm c/11 cm, para armaduras de cisalhamento, a partir da face externa da peça até 840 cm de cada face. O intervalo conta com estribos de  $\varnothing 8.0$  mm c/15 cm.
- 2 x 7  $\varnothing 8.0$  mm por face, como armação para as costelas.

**Resultados da verificação do programa:**





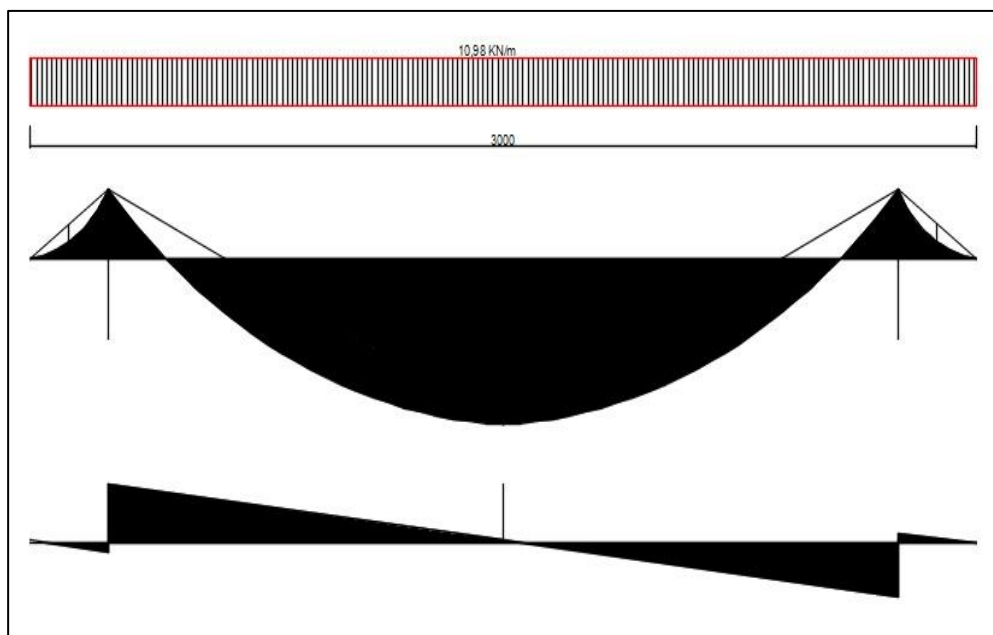
Os resultados apresentados nos quadros acima mostram as verificações que são feitas pelo programa, onde as confirmações das etapas é apresentada pelo resultado ok!. Não aparece a necessidade de nenhuma verificação complementar, o que indica que a peça foi testada em todas as fases de carregamento e protensão.

#### 4.1.4 Alças de içamento da Longarina

##### Cargas de içamento consideradas

- Peso próprio da Longarina: 10,98 KN/m
- Comprimento total: 2400 cm
- Distância do eixo da alça a borda da peça: 250 cm.

##### Apresentação dos momentos fletores e esforços cortantes



#### Cálculo da seção de aço do içamento:

- Cortante de alça:

$$V_a: \Delta V \times \chi_f = (27,45 + 137,25) \times 1,40 = 230,30 \text{ kN}$$

- Seção de aço:

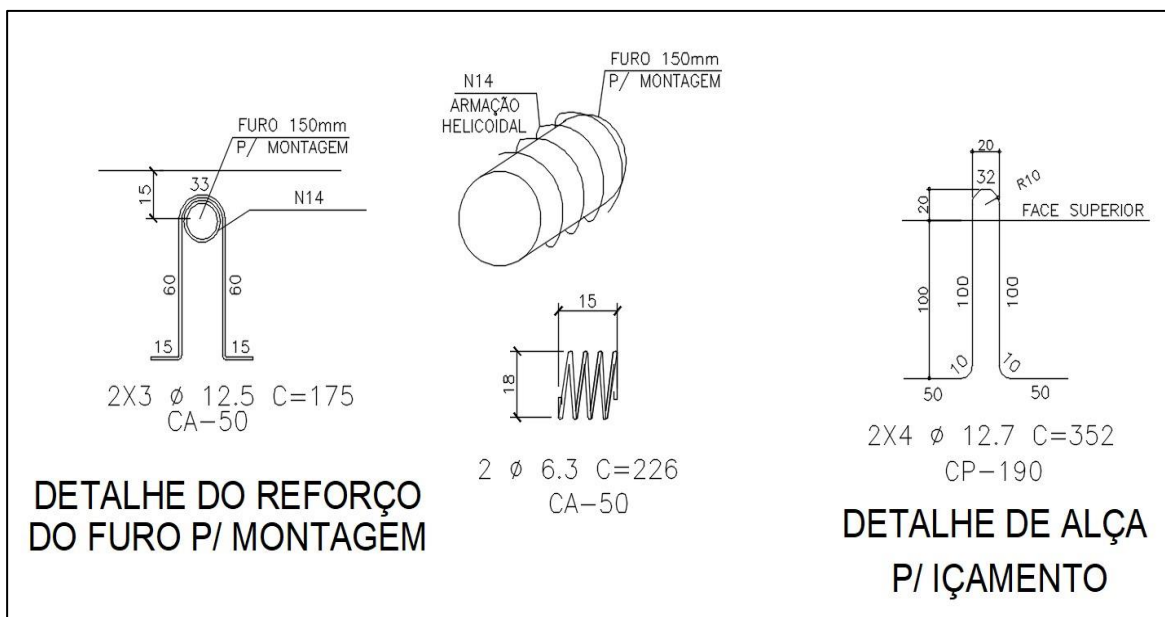
$$\tau = V_a / A_s$$

$$A_s = V_a / \tau$$

$$A_s = 230,30 \text{ kN} / (190 \text{ kN/cm}^2 / 1,40) = 0,87 \text{ cm}^2$$

- Solução adotada:
- 2 Ø12.7 mm CP190RB (1,01 cm<sup>2</sup>)
- 0,68 cm<sup>2</sup> / 2 = 0,34 cm<sup>2</sup> por alça.
- Serão utilizadas 4 alças de Ø12.7 mm CP190RB para o içamento.

#### Detalhe da Alça de Içamento:



#### 4.1.5 Verificação do Estado Limite Último

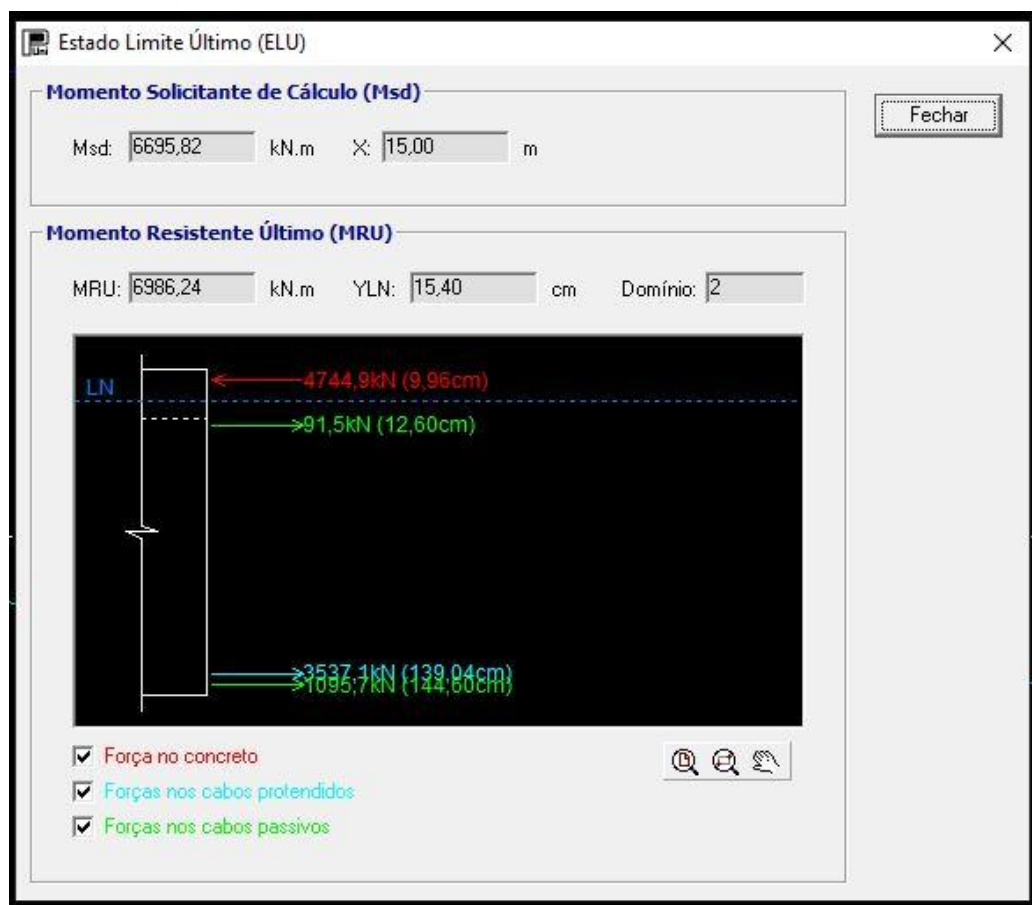
##### Apresentação gráfica do estado limite último

A apresentação do Anexo I informa os dados colhidos do programa de análise de protensão Pro-Uni, onde é possível verificar todas as fases de solicitação dos esforços.

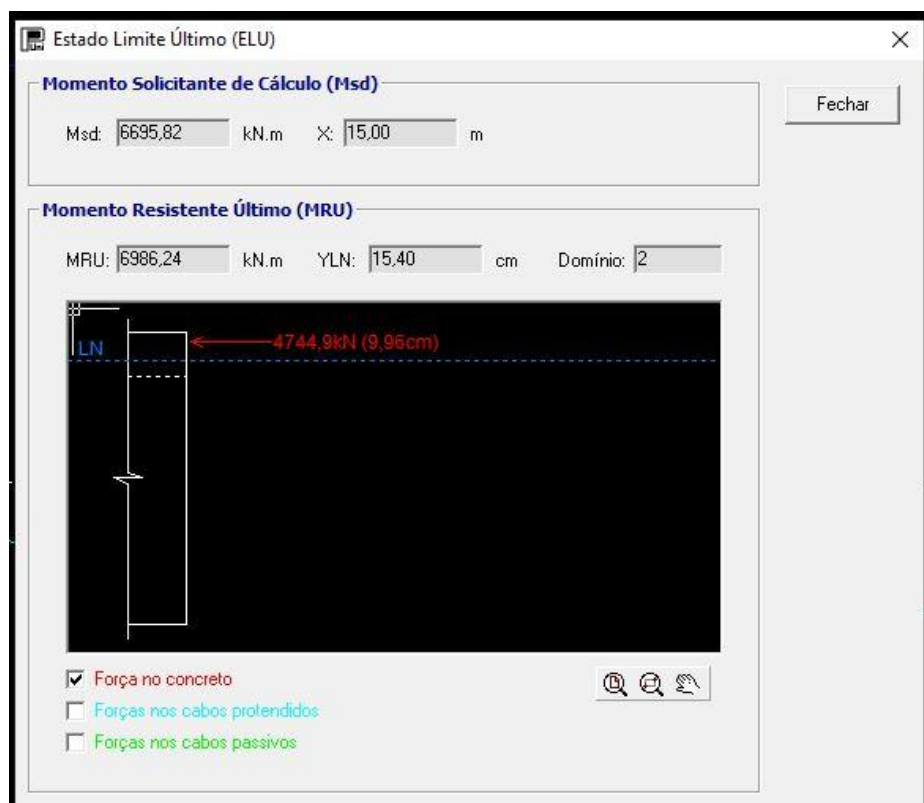
Com este processo é possível controlar o comportamento da peça em seus estados limites, e com isso estabelecer a melhor condição para a peça pretendida.

Abaixo, está apresentado o resultado do controle do estado limite último obtido na verificação, segundo a tela do computador:

ELU – COM TODOS OS ESFORÇOS:



ELU – ESFORÇOS NO CONCRETO:



ELU – ESFORÇOS PARA CABOS PASSIVOS:

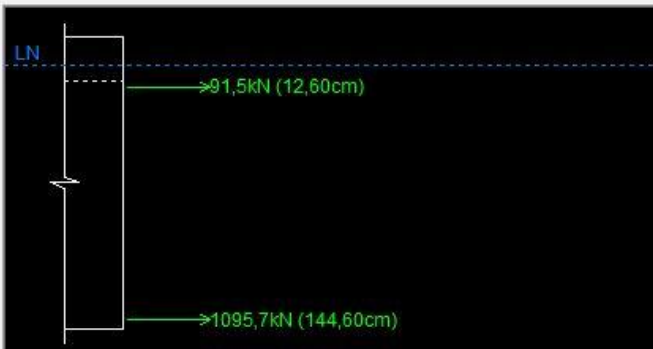
Estado Limite Último (ELU)

**Momento Solicitante de Cálculo (Msd)**

Msd: 6695,82 kN.m X: 15,00 m

**Momento Resistente Último (MRU)**

MRU: 6986,24 kN.m YLN: 15,40 cm Domínio: 2

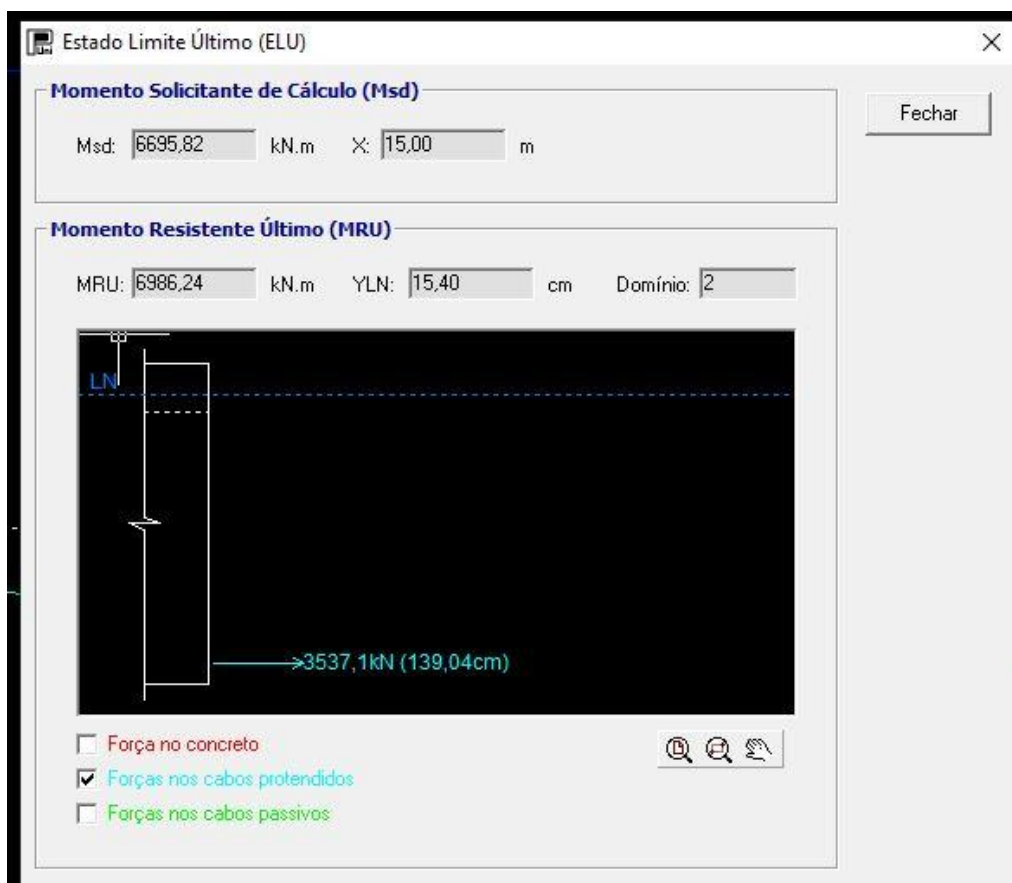


☐ Força no concreto  
☐ Forças nos cabos protendidos  
☒ Forças nos cabos passivos



Fechar

ELU – ESFORÇOS PARA CABOS PROTENDIDOS:



#### Avaliação dos resultados e tabela de esforços de protensão:

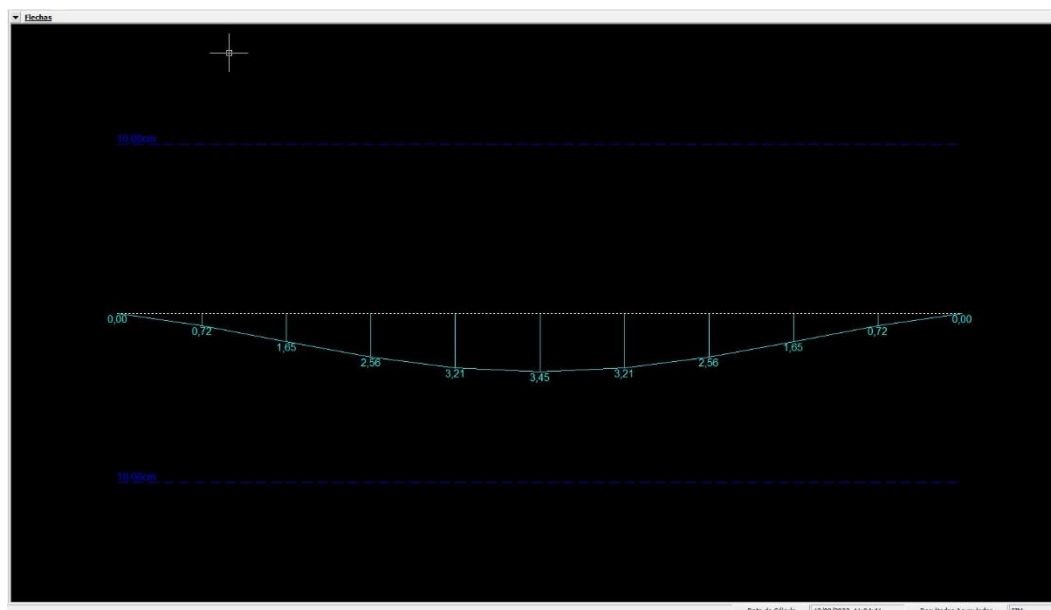
Com este resultado é possível conferir se as cordoalhas e as armaduras passivas estão atendendo as solicitações máximas da peça.

Em função da pretensão aplicada aos cabos, não existe a curvatura dos mesmos, portanto, as peças por serem pretendidas, podem ser dimensionadas no Domínio-2.

### 4.1.6 Verificação das Flechas

#### Apresentação gráfica das Flechas

Flechas para carregamento total da Longarina:



#### Conclusão:

No gráfico anterior, as flechas estão medidas em centímetros, obtidos do programa de análise de protensão Pro-Uni.

As flechas de deformação pós-carregamento estão dentro dos limites da Norma.

### 4.1.7 Cálculo das Cargas Transferidas para os Apoios das Longarinas:

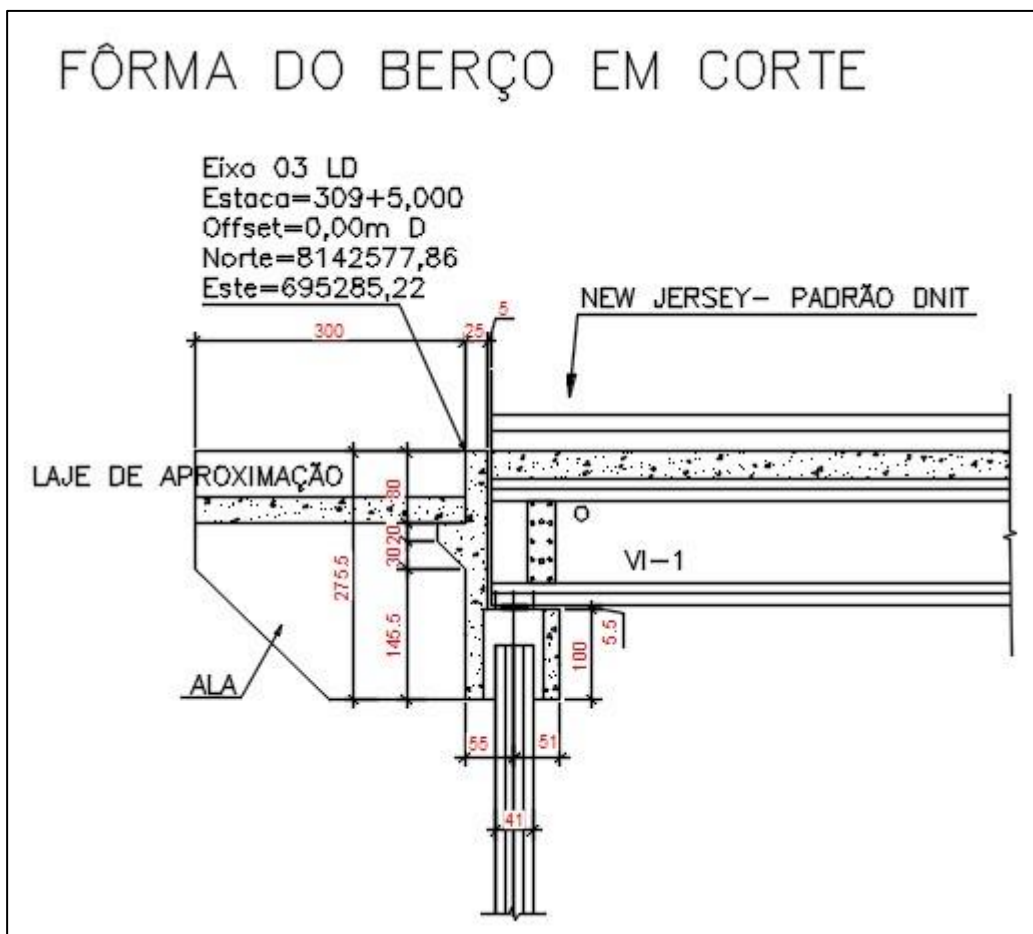
#### CONSIDERAÇÕES

Os Berços para apoio das longarinas da ponte foram considerados com seção equivalente a do desenho inicialmente projetado, apoiados sobre um conjunto de pilares ou um conjunto de estacas, conforme o caso.

Estes berços deverão estar apoiados sobre pilares ou sobre um bloco de fundação, adequado para a recepção dos esforços atuantes.

#### ESQUEMAS DAS FORMAS DO BERÇO:

##### 4.2.1. –BERÇOS EXTREMOS:



#### CÁLCULO DA ESTRUTURA DO BERÇO

##### Hipótese de atuação dos carregamentos das longarinas nos berços:

- As longarinas vão transmitir um efeito máximo de carregamento aos berços, quando as atuações do trem-tipo, estiverem atuando na sua extremidade.

Como as faixas de carregamento, envolvem duas longarinas para cada linha do trem-tipo, teremos um total de seis vigas sendo solicitadas ao mesmo tempo, com o maior esforço. Será considerado o mesmo carregamento para as vigas externas.

##### Transmissão dos esforços cortantes das vigas ao berço

Berço de entrada – Estaca Inicial: 309 + 5,000

- Carga oriunda da Longarina: 858,85 kN
- Carga aplicada em 07 Longarinas: 858,85 kN x 7 = 6011,9 kN
- Comprimento do berço: 11,40 m
- Carga do conjunto de longarinas aplicada no berço: 527,36 kN/m

Berço de entrada oposta – Estaca Final: 310 + 15,000

- Carga oriunda da Longarina: 858,85 kN
- Carga aplicada em 08 Longarinas: 858,85 kN x 7 = 6011,9 kN
- Comprimento do berço: 11,40 m

- Carga do conjunto de longarinas aplicada no berço: 527,36 kN/m

#### Verificação da variação térmica do Tabuleiro e seu efeito no berço:

- $\Delta t$  (variando entre 10 °C até 15 °C) para elementos cuja menor dimensão seja inferior a 50 cm.
- $\Delta l = \pm \alpha t \times \Delta t \times L$ , onde:  $\alpha t = 0,000010 \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$
- $\Delta l = 0,549 \text{ cm}$
- $\epsilon = \Delta l / L$
- $\epsilon = 0,549 / 2500 \Rightarrow \epsilon = 2,196 \times 10^{-4}$  (alongamento relativo)
- Para o  $f_{ck} = 30 \text{ Mpa}$ ;  $E = 27.000 \text{ Mpa}$
- $E = T / \epsilon \Rightarrow T = E \times \epsilon$
- $T = 27.000 \times 0,1 \text{ kN/cm}^2 \times 2,196 \times 10^{-4}$
- $T = 0,593 \text{ kN/cm}^2$  (que será dividida por 2, para atuar sobre um berço isoladamente)
- $F = T / A$  (Área da seção da longarina, sobre o apoio de Neoprene)
- $A = 30 \text{ cm} \times 30 \text{ cm} \Rightarrow A = 900 \text{ cm}^2$
- $F = 0,593 / 2 \times 900 \Rightarrow F = 266,81 \text{ kN}$
- Verificação na seção resistente do berço, equivalente a espessura do berço que recebe a longarina:
- $f_{ck}$  do berço = 30 Mpa
- Seção equivalente da estaca raiz ( $\Phi 410 \text{ mm}$ )  $\Rightarrow A_{sEst} = 1320,3 \text{ cm}^2$  (de projeção)
- $T = F / A_{sp} \Rightarrow T = 266,81 \text{ kN} / (1320,3 \times 7) \text{ cm}^2$
- $T = 0,029 \text{ kN/cm}^2 \Rightarrow T = 0,29 \text{ Mpa}$  é < 30 Mpa! OK!
- $\Rightarrow$  A seção equivalente do berço, suporta o esforço provocado pela variação térmica que o tabuleiro poderá sofrer e seu conjunto de apoio.
- A variação do maior comprimento ( $\Delta l$ ) apresentou 0,549 cm como resultado, o que será totalmente absorvido pelo aparelho de apoio em Neoprene, onde a Longarina será apoiada, que será a região de transferência de esforço da Longarina, para o conjunto (berço + pilar), não necessitando de acréscimo de armadura para este esforço, pois a armação do pilar já contemplar solicitações em outras direções, que obrigam a uma taxa de armação maior que a mínima estabelecida.

#### Peso próprio do berço

##### Berços de extremidades: (entrada e entrada oposta)

- A área lateral do berço, (corpo principal) = 1,065 m<sup>2</sup>
- $P$  (corpo principal) = 1,065 m<sup>2</sup> x 11,40 m x 25 kN/m<sup>3</sup> = 303,53 kN
- $A$  (alas) = 1,521 m<sup>3</sup>
- $P$  (alas) = 2 un x 1,521 m<sup>3</sup> x 25 kN/m<sup>3</sup> = 76,05 kN
- Peso total do berço:  $P_{total} = P$  (corpo principal) +  $P$  (abas) = 303,53 kN + 76,05 kN = 379,58 kN.
- Peso linear do berço:  $P_{linear} = P_{total} / \text{comprimento} = 379,58 \text{ kN} / 11,40 \text{ m} = 33,30 \text{ kN/m}$

#### Transmissão dos esforços cortantes do berço lateral para as estacas:

- Carga total do berço transmitida ao conjunto de estacas:

$P = \text{Esforço cortante} + \text{peso próprio} + \text{reação da laje de transição}$

$P = 527,36 \text{ kN/m} + 33,30 \text{ kN/m} + 26,90 \text{ kN/m} = \mathbf{587,56 \text{ kN/m}}$

$\mathbf{587,56 \text{ kN/m} \times 11,40 \text{ m} = 6698,18 \text{ kN}}$

Número de estacas propostas = 07 estacas

**Carga nominal sobre cada estaca = 956,88 kN**

#### 4.1.8 Aparelhos de Apoio Para as Longarinas

1

Aparelhos de apoio de elastômero fretado

2

Cliente: SEINFRA- PREF-APARECIDA DE GOIÂNIA-GO

3

Obra: PONTE VALE DAS POMBAS

4

Local: AV. COPACABANA- AV. DAS POMBAS- CORREGO SANTO ANTONIO

5

Data: 15 SETEMBRO DE 2023

6

Carga permanente

51531

kgf

7

Carga acidental

34354

kgf

8

Fator majoração cargas vivas

1

9

Rotação long. permanente

7,00E-03

rad

10

Rotação long. acidental

4,00E-03

rad

11

Horizontal long. permanente

100

kgf

12

Horizontal long. acidental

100

kgf

13

Deslocamento long. permanente

0

cm

14

Deslocamento long. acidental

0

cm

16

Deslocamento total permanente

0,04

cm

17

Deslocamento total acidental

0,02

cm

18

Tensão normal considerando área total do aparelho

95

kgf/cm2

19

Tensão normal com área reduzida

99,6

kgf/cm2

20

Tensão normal permanente com área reduzida

59,7

kgf/cm2

21

Tmin - deslizamento - cargas permanentes

0,03

cm

22

Tmin - deslizamento - cargas totais

0,05

cm

23

Tmin - limitação deslocamento horizontal

0,08

cm

24

Tmáx para estabilidade

14,47

cm

25

Soma das deflexões das camadas internas

0,2685

cm

26

Soma das deflexões das camadas de cobrimento

0,0047

cm

27

Deflexão total

0,2733

cm

28

Rotação admissível pela análise da estabilidade

2,79E-02

rad

29

Rotação admissível sem considerar camadas cobrimento

2,74E-02

rad

30

Rotação adicional permanente pelo limite deformação 5

9,49E-03

rad

31

Deformação de cisalhamento por esforços normais

2,03

32

Deformação de cisalhamento por esforços horizontais

0,02

33

Deformação de cisalhamento devida às rotações

1,58

34

Deformações totais por cisalhamento no elastômero

3,63

35

Deformações totais por cisalhamento no cobrimento

4,55

36

Espessura mínima para a chapa interna de aço

1,23

mm

6

largura do aparelho: // eixo long. obra:

30

cm

7

comprimento do aparelho:

30

cm

8

espessura camada de elastômero: ti

1

cm

9

altura total elastômero = n.ti

3

cm

10

G

10

kgf/cm2

11

fyk

2100

kgf/cm2

12

atrito: concreto (6) ou demais (2)

6

fator

16

Fator de forma ti

7,35

17

Fator de forma cobrimento

21,00

18

H total

47,0

mm

19

$\sigma_{adm}$  adm em area reduzida

150

kgf/cm2

20

$\sigma_{adm}$  adm em área reduzida

30

kgf/cm2

21

Volume Unitário

4,230

dm3

22

Volume Total para Compra

46,530

dm3

6

espessura da chapa externa

3

mm

7

espessura da chapa interna

3

mm

8

cobrimento vertical

2,5

mm

9

cobrimento horizontal

3

mm

10

nº de aparelhos para uso

10

unidades

11

nº de aparelhos p/ ensaio

1

unidades

16

Fator de forma ti

7,35

17

Fator de forma cobrimento

21,00

18

H total

47,0

mm

19

$\sigma_{adm}$  adm em area reduzida

150

kgf/cm2

20

$\sigma_{adm}$  adm em área reduzida

30

kgf/cm2

21

Volume Unitário

4,230

dm3

22

Volume Total para Compra

46,530

dm3

24

Tmáx para estabilidade

14,47

cm

25

Soma das deflexões das camadas internas

0,2685

cm

26

Soma das deflexões das camadas de cobrimento

0,0047

cm

27

Deflexão total

0,2733

cm

28

Rotação admissível pela análise da estabilidade

2,79E-02

rad

29

Rotação admissível sem considerar camadas cobrimento

2,74E-02

rad

30

Rotação adicional permanente pelo limite deformação 5

9,49E-03

rad

31

Deformação de cisalhamento por esforços normais

2,03

32

Deformação de cisalhamento por esforços horizontais

0,02

33

Deformação de cisalhamento devida às rotações

1,58

34

Deformações totais por cisalhamento no elastômero

3,63

35

Deformações totais por cisalhamento no cobrimento

4,55

36

Espessura mínima para a chapa interna de aço

1,23

mm

24

Tmáx para estabilidade

14,47

cm

25

Soma das deflexões das camadas internas

0,2685

cm

26

Soma das deflexões das camadas de cobrimento

0,0047

cm

27

Deflexão total

0,2733

cm

28

Rotação admissível pela análise da estabilidade

2,79E-02

rad

29

Rotação admissível sem considerar camadas cobrimento

2,74E-02

rad

30

Rotação adicional permanente pelo limite deformação 5

9,49E-03

rad

31

Deformação de cisalhamento por esforços normais

2,03

32

Deformação de cisalhamento por esforços horizontais

0,02

33

Deformação de cisalhamento devida às rotações

1,58

34

Deformações totais por cisalhamento no elastômero

3,63

35

Deformações totais por cisalhamento no cobrimento

4,55

36

Espessura mínima para a chapa interna de aço

1,23

mm

24

Tmáx para estabilidade

14,47

cm

25

Soma das deflexões das camadas internas

0,2685

cm

26

Soma das deflexões das camadas de cobrimento

0,0047

cm

27

Deflexão total

0,2733

cm

28

Rotação admissível pela análise da estabilidade

2,79E-02

rad

29

Rotação admissível sem considerar camadas cobrimento

2,74E-02

rad

30

Rotação adicional permanente pelo limite deformação 5

9,49E-03

rad

31

Deformação de cisalhamento por esforços normais

2,03

32

Deformação de cisalhamento por esforços horizontais

0,02

33

Deformação de cisalhamento devida às rotações

1,58

34

Deformações totais por cisalhamento no elastômero

3,63

35

Deformações totais por cisalhamento no cobrimento

4,55

36

Espessura mínima para a chapa interna de aço

1,23

mm

24

Tmáx para estabilidade

14,47

cm

25

Soma das deflexões das camadas internas

0,2685

cm

26

Soma das deflexões das camadas de cobrimento

0,0047

cm

27

Deflexão total

0,2733

cm

28

Rotação admissível pela análise da estabilidade

2,79E-02

rad

29

Rotação admissível sem considerar camadas cobrimento

2,74E-02

rad

30

Rotação adicional permanente pelo limite deformação 5

9,49E-03

rad

31

Deformação de cisalhamento por esforços normais

2,03

32

Deformação de cisalhamento por esforços horizontais

0,02

33

Deformação de cisalhamento devida às rotações

1,58

34

Deformações totais por cisalhamento no elastômero

3,63

35

Deformações totais por cisalhamento no cobrimento

4,55

36

Espessura mínima para a chapa interna de aço

1,23

mm

24

Tmáx para estabilidade

14,47

cm

25

Soma das deflexões das camadas internas

0,2685

cm

26

Soma das deflexões das camadas de cobrimento

0,0047

cm

27

Deflexão total

0,2733

cm

28

Rotação admissível pela análise da estabilidade

2,79E-02

rad

29

Rotação admissível sem considerar camadas cobrimento

2,74E-02

rad

30

Rotação adicional permanente pelo limite deformação 5

9,49E-03

rad

31

Deformação de cisalhamento por esforços normais

2,03

32

Deformação de cisalhamento por esforços horizontais

0,02

33

Deformação de cisalhamento devida às rotações

1,58

34

Deformações totais por cisalhamento no elastômero

3,63

35

Deformações totais por cisalhamento no cobrimento

4,55

36

Espessura mínima para a chapa interna de aço

1,23

mm

24

Tmáx para estabilidade

14,47

cm

25

Soma das deflexões das camadas internas

0,2685

cm

26

Soma das deflexões das camadas de cobrimento

0,0047

cm

27

Deflexão total

0,2733

cm

28

Rotação admissível pela análise da estabilidade

2,79E-02

rad

29

Rotação admissível sem considerar camadas cobrimento

2,74E-02

rad

30

Rotação adicional permanente pelo limite deformação 5

9,49E-03

rad

31

Deformação de cisalhamento por esforços normais

2,03

32

Deformação de cisalhamento por esforços horizontais

0,02

33

Deformação de cisalhamento devida às rotações

1,58

34

Deformações totais por cisalhamento no elastômero

3,63

35

Deformações totais por cisalhamento no cobrimento

4,55

36

Espessura mínima para a chapa interna de aço

1,23

mm

24

Tmáx para estabilidade

14,47

cm

25

Soma das deflexões das camadas internas

0,2685

cm

26

Soma das deflexões das camadas de cobrimento

0,0047

cm

27

Deflexão total

0,2733

cm

28

Rotação admissível pela análise da estabilidade

2,79E-02

rad

29

Rotação admissível sem considerar camadas cobrimento

2,74E-02

rad

30

Rotação adicional permanente pelo limite deformação 5

9,49E-03

rad

31

Deformação de cisalhamento por esforços normais

2,03

32

Deformação de cisalhamento por esforços horizontais

0,02

33

Deformação de cisalhamento devida às rotações

1,58

34

Deformações totais por cisalhamento no elastômero

3,63

35

Deformações totais por cisalhamento no cobrimento

4,55

36

Espessura mínima para a chapa interna de aço

1,23

mm

24

Tmáx para estabilidade

14,47

cm

25

Soma das deflexões das camadas internas

0,2685

cm

26

Soma das deflexões das camadas de cobrimento

0,0047

cm

27

Deflexão total

0,2733

cm

28

Rotação admissível pela análise da estabilidade

2,79E-02

rad

29

Rotação admissível sem considerar camadas cobrimento

2,74E-02

rad

30

Rotação adicional permanente pelo limite deformação 5

9,49E-03

rad

31

Deformação de cisalhamento por esforços normais

2,03

32

Deformação de cisalhamento por esforços horizontais

0,02

33

Deformação de cisalhamento devida às rotações

1,58

34

Deformações totais por cisalhamento no elastômero

3,63

35

Deformações totais por cisalhamento no cobrimento

4,55

36

Espessura mínima para a chapa interna de aço

1,23

mm

24

Tmáx para estabilidade

14,47

cm

25

Soma das deflexões das camadas internas

0,2685

cm

26

Soma das deflexões das camadas de cobrimento

0,0047

cm

27

Deflexão total

0,2733

cm

28

Rotação admissível pela análise da estabilidade

2,79E-02

rad

29

Rotação admissível sem considerar camadas cobrimento

2,74E-02

rad

30

Rotação adicional permanente pelo limite deformação 5

9,49E-03

rad

31

Deformação de cisalhamento por esforços normais

2,03

32

Deformação de cisalhamento por esforços horizontais

0,02

33

Deformação de cisalhamento devida às rotações

1,58

34

Deformações totais por cisalhamento no elastômero

3,63

35

Deformações totais por cisalhamento no cobrimento

4,55

36

Espessura mínima para a chapa interna de aço

1,23

mm

24

Tmáx para estabilidade

14,47

cm

25

Soma das deflexões das camadas internas

0,2685

cm

26

Soma das deflexões das camadas de cobrimento

0,0047

cm

27

Deflexão total

0,2733

cm

28

Rotação admissível pela análise da estabilidade

2,79E-02

rad

29

Rotação admissível sem considerar camadas cobrimento

2,74E-02

rad

30

Rotação adicional permanente pelo limite deformação 5

9,49E-03

rad

31

Deformação de cisalhamento por esforços normais

2,03

32

Deformação de cisalhamento por esforços horizontais

0,02

33

Deformação de cisalhamento devida às rotações

1,58

34

Deformações totais por cisalhamento no elastômero

3,63

35

Deformações totais por cisalhamento no cobrimento

4,55

36

Espessura mínima para a chapa interna de aço

1,23

mm

24

Tmáx para estabilidade

14,47

cm

25

Soma das deflexões das camadas internas

0,2685

cm

26

Soma das deflexões das camadas de cobrimento

0,0047

cm

27

Deflexão total

0,2733

cm

28

Rotação admissível pela análise da estabilidade

2,79E-02

rad

29

Rotação admissível sem considerar camadas cobrimento

2,74E-02

rad

30

Rotação adicional permanente pelo limite deformação 5

9,49E-03

rad

31

Deformação de cisalhamento por esforços normais

2,03

32

Deformação de cisalhamento por esforços horizontais

0,02

33

Deformação de cisalhamento devida às rotações

1,58

34

Deformações totais por cisalhamento no elastômero

3,63

35

Deformações totais por cisalhamento no cobrimento

4,55

36

Espessura mínima para a chapa interna de aço

1,23

mm

24

Tmáx para estabilidade

14,47

cm

25

Soma das deflexões das camadas internas

0,2685

cm

26

Soma das deflexões das camadas de cobrimento

0,0047

cm

27

Deflexão total

0,2733

cm

28

Rotação admissível pela análise da estabilidade

2,79E-02

rad

29

Rotação admissível sem considerar camadas cobrimento

2,74E-02

rad

30

Rotação adicional permanente pelo limite deformação 5

9,49E-03

rad

31

Deformação de cisalhamento por esforços normais

2,03

32

Deformação de cisalhamento por esforços horizontais

0,02

33

Deformação de cisalhamento devida às rotações

1,58

34

Deformações totais por cisalhamento no elastômero

3,63

35

Deformações totais por cisalhamento no cobrimento

4,55

36

Espessura mínima para a chapa interna de aço

1,23

mm

24

Tmáx para estabilidade

14,47

cm

25

Soma das deflexões das camadas internas

0,2685

cm

26

Soma das deflexões das camadas de cobrimento

0,0047

cm

27

Deflexão total

0,2733

cm

28

Rotação admissível pela análise da estabilidade

2,79E-02

rad

29

Rotação admissível sem considerar camadas cobrimento

2,74E-02

rad

30

Rotação adicional permanente pelo limite deformação 5

9,49E-03

rad

31

Deformação de cisalhamento por esforços normais

2,03

32

Deformação de cisalhamento por esforços horizontais

0,02

33

Deformação de cisalhamento devida às rotações

1,58

34

Deformações totais por cisalhamento no elastômero

3,63

35

Deformações totais por cisalhamento no cobrimento

4,55

36

Espessura mínima para a chapa interna de aço

1,23

mm

24

Tmáx para estabilidade

14,47

cm

25

Soma das deflexões das camadas internas

0,2685

cm

26

Soma das deflexões das camadas de cobrimento

0,0047

cm

27

Deflexão total

0,2733

cm

28

Rotação admissível pela análise da estabilidade

2,79E-02

rad

29

Rotação admissível sem considerar camadas cobrimento

2,74E-02

rad

30

Rotação adicional permanente pelo limite deformação 5

9,49E-03

rad

31

Deformação de cisalhamento por esforços normais

2,03

32

Deformação de cisalhamento por esforços horizontais

0,02

33

Deformação de cisalhamento devida às rotações

1,58

34

Deformações totais por cisalhamento no elastômero

3,63

35

Deformações totais por cisalhamento no cobrimento

4,55

36

Espessura mínima para a chapa interna de aço

1,23

mm

24

Tmáx para estabilidade

14,47

cm

25

Soma das deflexões das camadas internas

0,2685

cm

26

Soma das deflexões das camadas de cobrimento

0,0047

cm

27

Deflexão total

0,2733

cm

28

Rotação admissível pela análise da estabilidade

2,79E-02

rad

29

Rotação admissível sem considerar camadas cobrimento

2,74E-02

rad

30

Rotação adicional permanente pelo limite deformação 5

9,49E-03

rad

31

Deformação de cisalhamento por esforços normais

2,03

32

Deformação de cisalhamento por esforços horizontais

0,02

33

Deformação de cisalhamento devida às rotações

1,58

34

Deformações totais por cisalhamento no elastômero

3,63

35

Deformações totais por cisalhamento no cobrimento

4,55

36

Espessura mínima para a chapa interna de aço

1,23

mm

24

Tmáx para estabilidade

14,47

cm

25

Soma das deflexões das camadas internas

0,2685

cm

26

Soma das deflexões das camadas de cobrimento

0,0047

cm

27

Deflexão total

0,2733

cm

28

Rotação admissível pela análise da estabilidade

2,79E-02

rad

29

Rotação admissível sem considerar camadas cobrimento

2,74E-02

rad

30

Rotação adicional permanente pelo limite deformação 5

9,49E-03

rad

31

Deformação de cisalhamento por esforços normais

2,03

32

Deformação de cisalhamento por esforços horizontais

0,02

33

Deformação de cisalhamento devida às rotações

1,58

34

Deformações totais por cisalhamento no elastômero

3,63

35

Deformações totais por cisalhamento no cobrimento

4,55

36

Espessura mínima para a chapa interna de aço

1,23

mm

24

Tmáx para estabilidade

14,47

cm

25

Soma das deflexões das camadas internas

0,2685

cm

26

Soma das deflexões das camadas de cobrimento

0,0047

cm

27

Deflexão total

0,2733

cm

28

Rotação admissível pela análise da estabilidade

2,79E-02

rad

29

Rotação admissível sem considerar camadas cobrimento

2,74E-02

rad

30

Rotação adicional permanente pelo limite deformação 5

9,49E-03

rad

31

Deformação de cisalhamento por esforços normais

2,03

32

Deformação de cisalhamento por esforços horizontais

0,02

33

Deformação de cisalhamento devida às rotações

1,58

34

Deformações totais por cisalhamento no elastômero

3,63

35

Deformações totais por cisalhamento no cobrimento

4,55

36

Espessura mínima para a chapa interna de aço

1,23

mm

24

Tmáx para estabilidade

14,47

cm

25

Soma das deflexões das camadas internas

0,2685

cm

26

Soma das deflexões das camadas de cobrimento

0,0047

cm

27

Deflexão total

0,2733

cm

28

Rotação admissível pela análise da estabilidade

2,79E-02

rad

29

Rotação admissível sem considerar camadas cobrimento

2,74E-02

rad

30

Rotação adicional permanente pelo limite deformação 5

9,49E-03

rad

31

Deformação de cisalhamento por esforços normais

2,03

32

Deformação de cisalhamento por esforços horizontais

0,02

33

Deformação de cisalhamento devida às rotações

1,58

34

Deformações totais por cisalhamento no elastômero

3,63

35

Deformações totais por cisalhamento no cobrimento

4,55

36

Espessura mínima para a chapa interna de aço

1,23

mm

24

Tmáx para estabilidade

14,47

cm

25

Soma das deflexões das camadas internas

0,2685

cm

26

Soma das deflexões das camadas de cobrimento

0,0047

cm

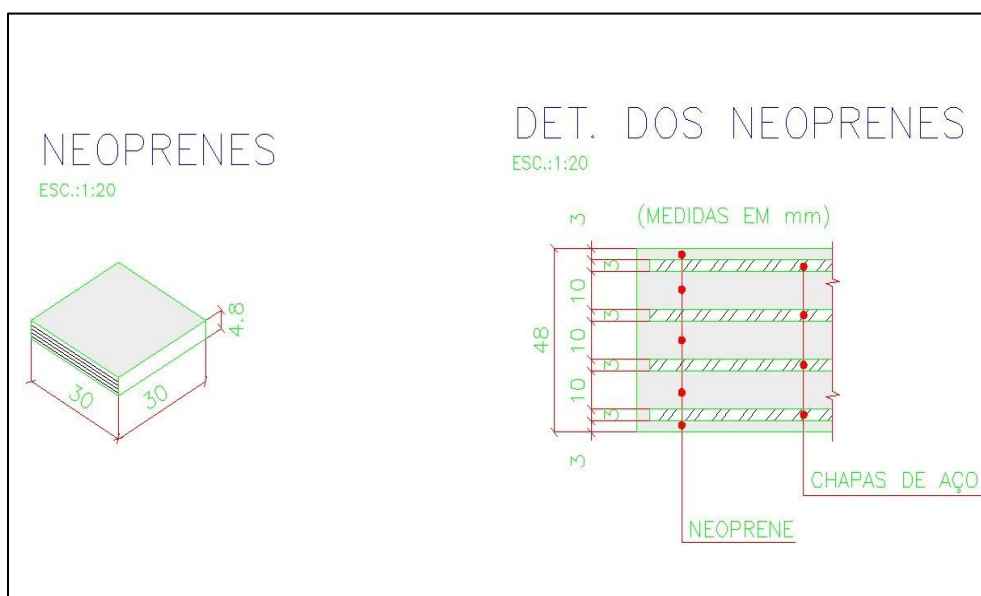
27

Deflexão total

0,2733

#### DIMENSÕES FINAIS

- Elastômero fretado com: 30 x 30 cm com espessura de 4,8 cm
- Dureza shore >= 60

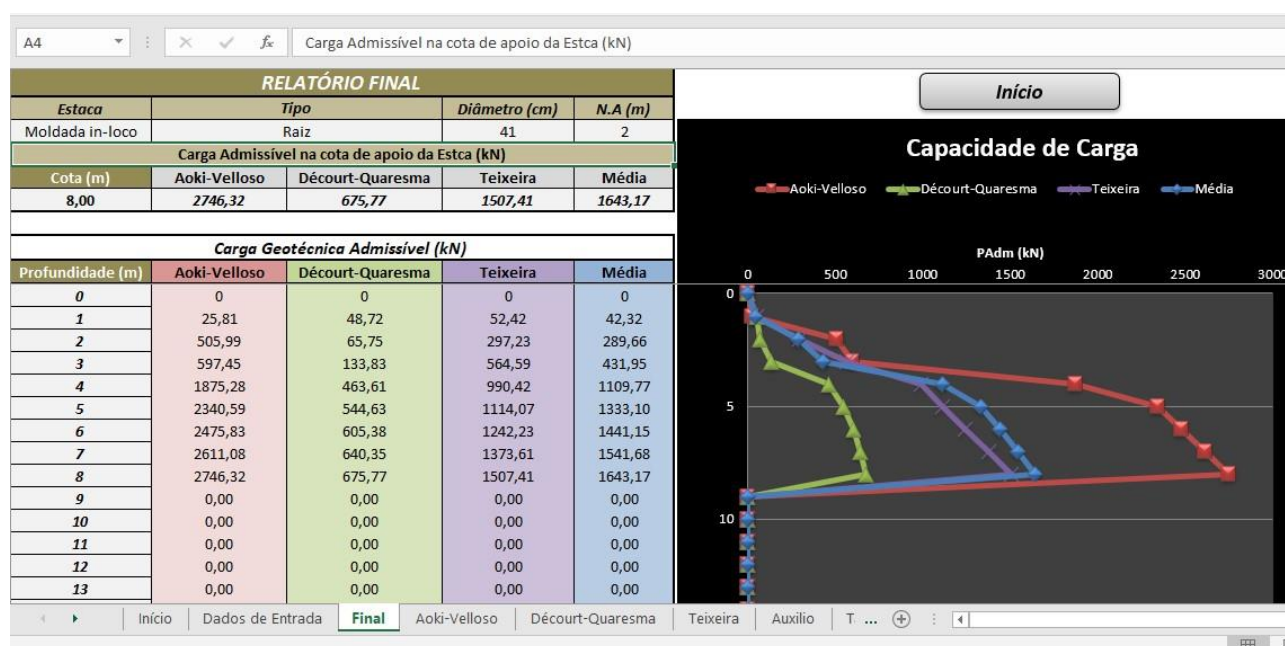


### Reação da laje de transição:

Cargas verticais que atuam sobre a laje de transição por metro linear:

- Revestimento asfáltico (Ra):  $g = A \times \gamma_c = 0,10 \text{ m} \times 1,00 \text{ m} \times 18 \text{ kN/m}^3 = 1,80 \text{ kN/m}$
- Base granulométrica (Ba):  $g = A \times \gamma_c = 0,30 \text{ m} \times 1,00 \text{ m} \times 18 \text{ kN/m}^3 = 5,40 \text{ kN/m}$
- Concreto da laje (Cl):  $g = A \times \gamma_c = 0,25 \text{ m} \times 1,00 \text{ m} \times 25 \text{ kN/m}^3 = 6,25 \text{ kN/m}$
- Total carga vertical da laje ao berço:  
 $q = Ra + Bg + Cl = 1,80 + 5,40 + 6,25 = 13,45 \text{ kN/m}$
- A reação vertical da laje sobre o berço:  
 $Rq = q \times l / 2 = 13,45 \text{ kN/m} \times 4 \text{ m}^2 / 2 = 26,90 \text{ kN por metro linear}$

### Gráfico de análise das estacas tipo Raiz:



### 4.1.9 Conclusões

O modelo estrutural em longarinas tipo “T”, se aplica neste tipo de ponte, pela eficiência mecânica da peça.

Este modelo se aplica para vão teóricos de pontes para classe-45, de 30,00 metros, vencidos por longarinas afastadas de 149 cm entre eixos, como é o caso.

A opção pela protensão desta peça, se dá pela eficiência obtida por este tipo de execução. As solicitações não seriam atendidas para esta seção transversal, com a peça simplesmente armada, o que justifica o uso da protensão.

A Opção por pré-moldagem se deu pela rapidez de montagem; adequação ao vão a ser vencido e eficiência do comportamento mecânico já consolidado em outras obras executadas anteriormente com este conceito.

## 5 TERMO DE ENCERRAMENTO

---

O presente volume denominado Volume 03E – Memorial de Cálculos Estruturais é parte integrante do Projeto Executivo de Engenharia para Ligação Viária Avenida Copacabana / Vale das Pombas e contém 35 páginas numeradas.