



Prefeitura Municipal de Platina

ESTADO DE SÃO PAULO

CNPJ 44.543.999/0001-90



site: www.platina.sp.gov.br - e-mail: pplatina@femanet.com.br

Rua João de Souza Martins, 550 - Fones: (18) 3354-1171 / 3354-1182 / 3354-1261 / 99632-9019 - CEP 19.990-000 - PLATINA - SP

MEMORIAL DE CÁLCULO

OBRA: CONSTRUÇÃO DE PONTE EM CONCRETO ARMADO

RECURSO HÍDRICO: CÓRREGO DO BEBEDOURO

PROPRIETÁRIO: PREFEITURA MUNICIPAL DE PLATINA – SP

LOCAL DA INTERVENÇÃO: ESTRADA VICINAL PLN 355

ÁREA DO TABULEIRO: 42,00 m²

SEÇÃO DA PONTE: 7,00 m x 6,00 m

Março/2018

Prefeitura Municipal de Platina
Um Governo firme e transparente



Sumário

MEMORIAL DE CÁLCULO	1
1. SERVIÇOS PRELIMINARES.....	4
1.1. Demolição de concreto armado	4
1.2. Guindaste para retirada de estrutura existente.....	4
1.3. Transporte de entulho	4
1.4. Cimbramento sem estaca	5
1.5. Banheiro químico	5
1.6. Locação de container	5
1.7. Placa de obra	5
1.8. Limpeza mecanizada de terreno.....	5
1.9. Locação da obra	6
2. MOVIMENTAÇÃO DE TERRA	6
2.1. Escavação mecanizada	6
2.2. Compactação de aterro mecanizado	7
2.3. Escavação manual	7
2.4. Compactação de aterro manual	7
2.5. Transporte de solo	7
3. SUPERESTRUTURA.....	8
3.1. FUNDAÇÃO POR ESTACAS	8
3.1.1. Taxa de mobilização	8
3.2.1. Lastro de pedra britada.....	8
3.2.2. Forma em madeira.....	8
3.2.3. Concreto.....	9
3.2.4. Lançamento e adensamento de concreto.....	9
3.2.5. Barras de aço CA-50.....	9
4. MESOESTRUTURA	9
4.1. Pilares parede.....	9
4.1.1. Forma.....	9
4.1.2. Concreto.....	9
4.1.3. Lançamento e adensamento de concreto.....	10
4.1.4. Barras de aço CA-50.....	10
4.2. Alas de contenção	10
4.2.1. Forma.....	10
4.2.2. Concreto.....	10
4.2.3. Lançamento e adensamento de concreto.....	10
4.2.4. Barras de aço CA-50.....	10



Prefeitura Municipal de Platina

ESTADO DE SÃO PAULO

CNPJ 44.543.999/0001-90



Um Governo firme e transparente

site: www.platina.sp.gov.br - e-mail: pplatina@femanet.com.br

Rua João de Souza Martins, 550 - Fones: (18) 3354-1171 / 3354-1182 / 3354-1261 / 99632-9019 - CEP 19.990-000 - PLATINA - SP

5. SUPERESTRUTURA.....	11
5.1. Vigas do tabuleiro.....	11
5.1.1. Forma.....	11
5.1.2. Concreto.....	11
5.1.3. Lançamento e adensamento de concreto.....	11
5.1.4. Barras de aço CA-50.....	11
5.2. Transversinas.....	11
5.2.1. Forma.....	11
5.2.2. Concreto.....	12
5.2.3. Lançamento e adensamento de concreto.....	12
5.2.4. Barras de aço CA-50.....	12
5.3. Laje do tabuleiro.....	12
5.3.1. Forma.....	12
5.3.2. Concreto.....	12
5.3.3. Lançamento e adensamento de concreto.....	13
5.3.4. Barras de aço CA-50.....	13
6. SERVIÇOS COMPLEMENTARES.....	13
6.1. GUARDA-CORPO	13
6.1.1. Barreira de segurança	13



1. SERVIÇOS PRELIMINARES

1.1. Demolição de concreto armado

Para a construção de nova ponte sobre o córrego do Bebedouro, a antiga ponte deverá ser demolida.

A atual ponte (a ser demolida) possui tabuleiro em concreto armado de seção 4,00 m x 3,00 m, e altura de 70 cm. Logo, o volume de demolição do tabuleiro será de:

$$\begin{aligned}V_{\text{tabuleiro}} &= b \cdot h \cdot e \\V_{\text{tabuleiro}} &= 4,00 \cdot 3,00 \cdot 0,70 \\V_{\text{tabuleiro}} &= \mathbf{8,40 \text{ m}^3}\end{aligned}$$

Possui, também, 02 (dois) pilares parede com altura de 3,00 m, largura de 4,00 m e espessura de 30 cm. Logo, o volume de demolição dos pilares será de:

$$\begin{aligned}V_{\text{pilares}} &= b \cdot h \cdot e \cdot n_{\text{pilares}} \\V_{\text{pilares}} &= 3,00 \cdot 4,00 \cdot 0,30 \cdot 2 \\V_{\text{pilares}} &= \mathbf{7,20 \text{ m}^3}\end{aligned}$$

E, para finalizar os serviços de demolição, a estrutura de contenção, que possui 04 (quatro) alas com 1,00 de extensão, altura de 3,00 m e espessura de 30 cm. Sendo assim, o volume de demolição para a estrutura de contenção será de:

$$\begin{aligned}V_{\text{alas}} &= b \cdot h \cdot e \cdot n_{\text{alas}} \\V_{\text{alas}} &= 1,00 \cdot 3,00 \cdot 0,30 \cdot 4 \\V_{\text{alas}} &= \mathbf{3,60 \text{ m}^3}\end{aligned}$$

O volume total de demolição de concreto armado é de **19,20 m³** (8,40 + 7,20 + 3,60).

1.2. Guindaste para retirada de estrutura existente

A construção da antiga ponte foi executada pelo meio de projetos padrões da Secretaria da Agricultura do Estado, com materiais mistos: concreto armado e estrutura metálica. As vigas metálicas da atual ponte serão retiradas com guindaste e reaproveitadas conforme as necessidades da atual gestão e, o concreto armado será demolido, como já demonstrado.

Para a retirada dos perfis metálicos foram estimadas **12 horas** de trabalho com o guindaste.

1.3. Transporte de entulho

Os entulhos gerados da demolição da atual ponte devem ser levados ao local de despejo no próprio município a ser indicado pela administração pública, do qual está distante da obra 5,00 km.

O volume total de entulho a despejar em local apropriado é de **19,20 m³**, conforme cálculos do item 1.1. Para o cálculo do transporte de entulho serão considerados massa específica do concreto armado, $\gamma=2,50 \text{ tf/m}^3$, e fator de empolamento, $\phi=1,30$ (30%). Sendo assim, o transporte de entulho, na unidade de medida de toneladas*quilômetro (t.km) será de:



$$T_{entulho} = V_{demolição} \cdot \gamma_{concreto} \cdot \varphi_{empolamento} \cdot d$$

$$T_{entulho} = 19,20 \cdot 2,50 \cdot 1,30 \cdot 5$$

$$T_{entulho} = 312,00 \text{ t} \cdot \text{km}$$

1.4. Cimbramento sem estaca

O cimbramento será executado para que a construção da ponte e o acesso até a mesma fique melhor e mais seguro. Sendo assim, o volume de cimbramento é calculado em função da área do tabuleiro (42,00 m²) e da altura da lâmina d'água (3,00 m), o qual resulta volume de:

$$V = A \cdot e$$

$$V = 42,00 \cdot 3,00$$

$$V = 126,00 \text{ m}^3$$

1.5. Banheiro químico

A obra que visa a Construção de Ponte sobre o Córrego do Bebedouro está programada para finalizar em 03 (três) meses a partir da emissão da Ordem de Início de Serviço, conforme Cronograma Físico-Financeiro. Sendo assim, será necessária a locação de banheiros químicos para uso dos trabalhadores e administradores da obra durante seu tempo de execução, do qual resultará em **03 unidades** de banheiros químicos, ou seja, 01 unidade ao mês.

1.6. Locação de container

A locação do container tem como objetivo o resguardo de materiais e ferramentas, do qual deverá ser previsto durante toda a duração da obra, de 03 (três) meses, conforme Memorial Descritivo. Sendo assim, será necessária **03 unidades/mês** de container para a referida obra.

1.7. Placa de obra

A placa de obra deverá possuir seção de 3,00 m (largura) e altura de 2,00 m. Logo, sua área é de:

$$A = b \cdot h$$

$$A = 3,00 \cdot 2,00$$

$$A = 6,00 \text{ m}^2$$

1.8. Limpeza mecanizada de terreno

Para que o local de intervenção para a construção da Ponte fique acessível aos maquinários, o mesmo deve receber limpeza mecanizada, com retiradas de vegetações e/ou outros objetos que impeçam a execução da obra.

Para tanto, o espaço de limpeza considerado será de 5,00 m para cada lateral da Ponte atual (existente) por de 5,00 m de extensão nos dois sentidos da Estrada Vicinal.

Sendo assim, a área de limpeza mecanizada é de:

$$A = L_{estrada} \cdot E_{estrada}$$

$$A = 14,00 \cdot 13,00$$

$$A = 182,00 \text{ m}^2$$



1.9. Locação da obra

A área de locação da obra será composta pela área a ser construída de ponte, que será a multiplicação da seção de 7,00 m x 6,00 m, resultando em **42,00 m²** de área construída.

2. MOVIMENTAÇÃO DE TERRA

2.1. Escavação mecanizada

A escavação mecanizada será realizada para a abertura da Estrada Vicinal, uma vez que a mesma será ampliada em consequência da construção da Ponte.

A construção da nova Ponte terá largura total da faixa de rolamento de 7,00 m em cada lado da estrada.

A extensão do tabuleiro atual (a ser demolido) é de 3,00 metros. Logo, para a construção de novo tabuleiro deverá ser realizada escavação lateral (perpendicular ao leito do córrego) em mais 3,00 metros, para que a extensão do tabuleiro fique com a dimensão prevista no projeto.

A altura da escavação será a altura da lâmina d'água, de 3,00 m.

Obs.: Para que haja folga para trabalho manual e acesso de maquinário ao local da construção foi adotado mais 03 (três) metros em cada dimensão acima apresentada.

Sendo assim, a área que será escavada, em planta, é de:

$$\begin{aligned} A &= L_{\text{largura de escavação}} \cdot E_{\text{extensão da escavação}} \\ A &= 10,00 \cdot 6,00 \\ A &= 60,00 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

A altura da escavação será de 3,00 m (lâmina d'água) mais 3,00 m para espaço para execução das fundações, totalizando 6,00 m de altura de escavação. Sendo assim, o volume de escavação será de:

$$\begin{aligned} V &= L_{\text{largura de escavação}} \cdot E_{\text{extensão da escavação}} \cdot l_{\text{altura da escavação}} \\ V &= 10,00 \cdot 6,00 \cdot 6,00 \\ V &= 360,00 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

Para este projeto, 80,00 % do volume de escavação será mecanizado, devido à qualidade do solo e das vegetação existentes. Logo, o volume de escavação mecanizada será de:

$$\begin{aligned} V &= (V_{\text{total de escavação}}) \cdot 80,00\% \\ V &= 360,00 \cdot 80,00\% \\ V &= 288,00 \text{ m}^3 \end{aligned}$$



2.2. Compactação de aterro mecanizado

No serviço de compactação está embutido o espalhamento do solo que, devido sua desagregação sofre expansão de volume, da qual denomina-se empolamento. O fator de empolamento do solo será estimado em 25% de seu volume real medido.

Sendo assim, o volume de compactação é de:

$$\begin{aligned}V &= V_{\text{escavação mecanizada}} \cdot f_{\text{fator de empolamento}} \\V &= 288,00 \cdot 1,25 \\V &= \mathbf{360,00 \text{ m}^3}\end{aligned}$$

2.3. Escavação manual

A escavação manual será realizada onde o espaço para mobilização de trabalhadores e maquinários é menor.

Como calculado anteriormente no item 2.1, o volume de escavação total é de **360,00 m³**. E, 20% desse volume total será escavado manualmente, do qual resulta em:

$$\begin{aligned}V &= (V_{\text{total de escavação}}) \cdot 20,00\% \\V &= 360,00 \cdot 20,00\% \\V &= \mathbf{72,00 \text{ m}^3}\end{aligned}$$

2.4. Compactação de aterro manual

No serviço de compactação está embutido o espalhamento do solo que, devido sua desagregação sofre expansão de volume, da qual denomina-se empolamento. O fator de empolamento do solo será estimado em 25% de seu volume real medido.

Sendo assim, o volume de compactação manual é de:

$$\begin{aligned}V &= V_{\text{escavação manual}} \cdot f_{\text{fator de empolamento}} \\V &= 72,00 \cdot 1,25 \\V &= \mathbf{90,00 \text{ m}^3}\end{aligned}$$

2.5. Transporte de solo

O transporte do solo escavado será realizado através de caminhões. O local de descarga de solo mais próximo do município de Platina/SP encontra-se a 5 km, situada em uma área no próprio município. Sendo assim, o transporte calculado em unidade de m³/km é de:

$$\begin{aligned}\text{Transporte} &= V_{\text{escavação}} \cdot D_{\text{distância de transporte}} \\ \text{Transporte} &= 360,00 \cdot 5 \\ \text{Transporte} &= \mathbf{1.800,00 \text{ m}^3/\text{km}}\end{aligned}$$



3. SUPERESTRUTURA

3.1. FUNDAÇÃO POR ESTACAS

3.1.1. Taxa de mobilização

As estacas a serem utilizadas para a fundação da ponte será pré-moldadas. Logo, para execução e transporte adota-se **01 taxa**.

3.1.2. Estaca de concreto pré-moldado

As estacas serão de concreto pré-moldado, com diâmetro de 30 cm e profundidade de 10,00 m. A planta de locação das estacas apresenta que serão necessárias 20 estacas para compor a fundação da ponte. Sendo assim, o comprimento total de estacas é de:

$$L = P_{estaca} \cdot n_{estaca}$$

$$L = 10,00 \cdot 20$$

$$L = \mathbf{200,00\ m}$$

3.2. BLOCOS DE FUNDAÇÃO

3.2.1. Lastro de pedra britada

A estrutura dos blocos não poderão ter contato direto com o solo, portanto deve-se executar lastro de brita de 5,00 cm de espessura. Sendo assim, o volume de lastro de pedra britada para os dois tipos de blocos é de:

$$V_{BL\ 4\ estacas} = (b_{bloco} \cdot h_{bloco} \cdot e_{brita}) \cdot n_{blocos}$$

$$V_{BL\ 4\ estacas} = (1,20 \cdot 1,20 \cdot 0,05) \cdot 4$$

$$V_{BL\ 4\ estacas} = \mathbf{0,29\ m^3}$$

$$V_{BL\ 1\ estaca} = (b_{bloco} \cdot h_{bloco} \cdot e_{brita}) \cdot n_{blocos}$$

$$V_{BL\ 1\ estaca} = (0,60 \cdot 0,60 \cdot 0,05) \cdot 4$$

$$V_{BL\ 1\ estaca} = \mathbf{0,072\ m^3}$$

O volume total de pedra britada para lastro é de **0,36 m³** (0,29 + 0,072).

3.2.2. Forma em madeira

Para execução dos blocos de fundação serão utilizadas formas de madeira. Sendo assim, a área de formas para os dois tipos de blocos é de:

$$F_{BL\ 4\ estacas} = (b_{bloco} \cdot h_{bloco} \cdot n_{lados\ do\ BL}) \cdot n_{blocos}$$

$$F_{BL\ 4\ estacas} = (1,20 \cdot 1,20 \cdot 4) \cdot 4$$

$$F_{BL\ 4\ estacas} = \mathbf{23,04\ m^2}$$

$$F_{BL\ 1\ estaca} = (b_{bloco} \cdot h_{bloco} \cdot n_{lados\ do\ BL}) \cdot n_{blocos}$$

$$F_{BL\ 1\ estaca} = (0,60 \cdot 0,60 \cdot 4) \cdot 4$$

$$F_{BL\ 1\ estaca} = \mathbf{5,76\ m^2}$$

A área total de formas para os blocos de fundação é de **28,80 m²** (23,04 + 5,76).



3.2.3. Concreto

Para preenchimento dos blocos de fundação será utilizado concreto usinado, com fck de 20 MPa. Sendo assim, o volume de concreto para os dois tipos de blocos é de:

$$\begin{aligned}V_{BL\ 4\ estacas} &= (b_{bloco} \cdot h_{bloco} \cdot e_{BL}) \cdot n_{blocos} \\V_{BL\ 4\ estacas} &= (1,20 \cdot 1,20 \cdot 1,20) \cdot 4 \\V_{BL\ 4\ estacas} &= \mathbf{6,91\ m^3}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}V_{BL\ 1\ estaca} &= (b_{bloco} \cdot h_{bloco} \cdot e_{BL}) \cdot n_{blocos} \\V_{BL\ 1\ estaca} &= (0,60 \cdot 0,60 \cdot 0,60) \cdot 4 \\V_{BL\ 1\ estaca} &= \mathbf{0,86\ m^3}\end{aligned}$$

A área total de formas para os blocos de fundação é de **7,77 m³** (6,91 + 0,86).

3.2.4. Lançamento e adensamento de concreto

O volume de lançamento e adensamento de concreto para execução dos blocos é igual a **7,77 m³**.

3.2.5. Barras de aço CA-50

O cálculo das armaduras que irá fazer parte da estrutura de concreto dos blocos será estimada através de taxas de armadura. A taxa de armadura para o aço CA-50 será de 80 kg/m³ para os elementos de fundação. Sendo assim, o peso de aço dos blocos de fundação é de:

$$\begin{aligned}P &= V_{concreto} \cdot T_{taxa\ de\ armadura\ CA\ 50} \\P &= 7,77 \cdot 80 \\P &= \mathbf{621,60\ kg}\end{aligned}$$

4. MESOESTRUTURA

4.1. Pilares parede

4.1.1. Forma

A construção da Ponte sobre o Córrego do Bebedouro será realizada através de pilares parede, na seção de 7,00 m de largura, com altura de 3,00 m e espessura de 30,00 cm, conforme Projeto Básico. Sendo assim, a área de formas é de:

$$\begin{aligned}F_{pilar\ parede} &= [(l_{pilar} \cdot h_{pilar} \cdot n_{lado}) + (e_{pilar} \cdot h_{pilar} \cdot n_{lado})] \cdot n_{pilares} \\F_{pilar\ parede} &= [(7,00 \cdot 3,00 \cdot 2) + (0,30 \cdot 3,00 \cdot 2)] \cdot 2 \\F_{pilar\ parede} &= \mathbf{87,60\ m^2}\end{aligned}$$

4.1.2. Concreto

Para preenchimento dos pilares parede será utilizado concreto usinado, com fck de 20 MPa. Sendo assim, o volume de concreto para os pilares parede é de:

$$\begin{aligned}V_{pilares} &= (l_{pilar} \cdot h_{pilar} \cdot e_{pilar}) \cdot n_{pilares} \\V_{pilares} &= (7,00 \cdot 3,00 \cdot 0,30) \cdot 2 \\V_{pilares} &= \mathbf{12,60\ m^3}\end{aligned}$$



4.1.3. Lançamento e adensamento de concreto

O volume de lançamento e adensamento de concreto para execução dos pilares é igual a **12,60 m³**.

4.1.4. Barras de aço CA-50

O cálculo das armaduras que irá fazer parte da estrutura de concreto dos pilares parede será estimada através de taxas de armadura. A taxa de armadura para o aço CA-50 será de 100 kg/m³ para os pilares parede. Sendo assim, o peso de aço dos pilares parede é de:

$$P = V_{\text{concreto}} \cdot T_{\text{taxa de armadura CA 50}}$$
$$P = 12,60 \cdot 100$$
$$P = \mathbf{1.260,00 \text{ kg}}$$

4.2. Alas de contenção

4.2.1. Forma

A Ponte sobre o Córrego do Bebedouro terá sua contenção realizada por meio de alas de concreto armado, na seção de 4,50 m de largura, com altura de 3,80 m e espessura de 30,00 cm, conforme Projeto Básico. Sendo assim, a área de formas é de:

$$F_{\text{alas}} = [(l_{\text{alas}} \cdot h_{\text{alas}} \cdot n_{\text{lado}}) + (e_{\text{alas}} \cdot h_{\text{alas}} \cdot n_{\text{lado}})] \cdot n_{\text{alas}}$$
$$F_{\text{alas}} = [(4,50 \cdot 3,80 \cdot 2) + (0,30 \cdot 3,80 \cdot 2)] \cdot 4$$
$$F_{\text{alas}} = \mathbf{145,92 \text{ m}^2}$$

4.2.2. Concreto

Para preenchimento das alas será utilizado concreto usinado, com fck de 20 MPa. Sendo assim, o volume de concreto para as alas é de:

$$V_{\text{alas}} = (l_{\text{alas}} \cdot h_{\text{alas}} \cdot e_{\text{alas}}) \cdot n_{\text{alas}}$$
$$V_{\text{alas}} = (4,50 \cdot 3,80 \cdot 0,30) \cdot 4$$
$$V_{\text{alas}} = \mathbf{20,52 \text{ m}^3}$$

4.2.3. Lançamento e adensamento de concreto

O volume de lançamento e adensamento de concreto para execução das alas é igual a **20,52 m³**.

4.2.4. Barras de aço CA-50

O cálculo das armaduras que irá fazer parte da estrutura de concreto das alas será estimada através de taxas de armadura. A taxa de armadura para o aço CA-50 será de 100 kg/m³ para as alas. Sendo assim, o peso de aço das alas é de:

$$P = V_{\text{concreto}} \cdot T_{\text{taxa de armadura CA 50}}$$
$$P = 20,52 \cdot 100$$
$$P = \mathbf{2.052,00 \text{ kg}}$$



5. SUPERESTRUTURA

5.1. Vigas do tabuleiro

5.1.1. Forma

A superestrutura da Ponte sobre o Córrego do Bebedouro será composta por vigas, na seção de 25 cm de largura, com altura de 60 cm e extensão de 6,00 m, conforme Projeto Básico. Sendo assim, a área de formas é de:

$$F_{vigas} = [(l_{viga} \cdot h_{viga} \cdot n_{lado}) + (e_{viga} \cdot h_{viga} \cdot n_{lado})] \cdot n_{vigas}$$
$$F_{vigas} = [(6,00 \cdot 0,60 \cdot 2) + (0,25 \cdot 0,60 \cdot 2)] \cdot 4$$
$$F_{vigas} = 30,00 \text{ m}^2$$

5.1.2. Concreto

Para preenchimento das vigas será utilizado concreto usinado, com fck de 20 MPa. Sendo assim, o volume de concreto para as vigas é de:

$$V_{vigas} = (l_{vigas} \cdot h_{vigas} \cdot e_{vigas}) \cdot n_{vigas}$$
$$V_{vigas} = (6,00 \cdot 0,60 \cdot 0,25) \cdot 4$$
$$V_{vigas} = 3,60 \text{ m}^3$$

5.1.3. Lançamento e adensamento de concreto

O volume de lançamento e adensamento de concreto para execução das vigas é igual a **3,60 m³**.

5.1.4. Barras de aço CA-50

O cálculo das armaduras que irá fazer parte da estrutura de concreto das vigas será estimada através de taxas de armadura. A taxa de armadura para o aço CA-50 será de 120 kg/m³ para as vigas do tabuleiro. Sendo assim, o peso de aço das vigas é de:

$$P = V_{concreto} \cdot T_{taxa \text{ de armadura CA } 50}$$
$$P = 3,60 \cdot 120$$
$$P = 432,00 \text{ kg}$$

5.2. Transversinas

5.2.1. Forma

A superestrutura da Ponte sobre o Córrego do Bebedouro será composta por vigas transversinas, na seção de 25 cm de largura, com altura de 60 cm e extensão de 7,00 m, conforme Projeto Básico. Sendo assim, a área de formas é de:

$$F_{vigas} = [(l_{viga} \cdot h_{viga} \cdot n_{lado}) + (e_{viga} \cdot h_{viga} \cdot n_{lado})] \cdot n_{vigas}$$
$$F_{vigas} = [(7,00 \cdot 0,60 \cdot 2) + (0,25 \cdot 0,60 \cdot 2)] \cdot 2$$
$$F_{vigas} = 17,40 \text{ m}^2$$



5.2.2. Concreto

Para preenchimento das vigas será utilizado concreto usinado, com fck de 20 MPa. Sendo assim, o volume de concreto para as vigas é de:

$$\begin{aligned}V_{vigas} &= (l_{vigas} \cdot h_{vigas} \cdot e_{vigas}) \cdot n_{vigas} \\V_{vigas} &= (7,00 \cdot 0,60 \cdot 0,25) \cdot 2 \\V_{vigas} &= 2,10 \text{ m}^3\end{aligned}$$

5.2.3. Lançamento e adensamento de concreto

O volume de lançamento e adensamento de concreto para execução das vigas é igual a **2,10 m³**.

5.2.4. Barras de aço CA-50

O cálculo das armaduras que irá fazer parte da estrutura de concreto das vigas será estimada através de taxas de armadura. A taxa de armadura para o aço CA-50 será de 120 kg/m³ para as vigas do tabuleiro. Sendo assim, o peso de aço das vigas é de:

$$\begin{aligned}P &= V_{concreto} \cdot T_{taxa \text{ de armadura CA } 50} \\P &= 2,10 \cdot 120 \\P &= 252,00 \text{ kg}\end{aligned}$$

5.3. Laje do tabuleiro

5.3.1. Forma

A laje a ser executada em concreto armado deverá ser realizada em toda a seção da ponte, de 7,00 m x 6,00 m. A altura da laje final para solidificar a estrutura da Ponte será de 20 cm, conforme Projeto Básico. Sendo assim, a área de formas é de:

$$\begin{aligned}F_{fundo-laje} &= l \cdot h \\F_{fundo-laje} &= 7,00 \cdot 6,00 \\F_{fundo-laje} &= 42,00 \text{ m}^2\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}F_{Laterais-laje} &= (B_{tabuleiro} \cdot h_{laje} \cdot n_{lados}) + (L_{tabuleiro} \cdot h_{laje} \cdot n_{lados}) \\F_{Laterais-laje} &= (7,00 \cdot 0,20 \cdot 2) + (6,00 \cdot 0,20 \cdot 2) \\F_{Laterais-laje} &= (2,80) + (2,40) \\F_{Laterais-laje} &= 5,20 \text{ m}^2\end{aligned}$$

O total de formas para a construção do tabuleiro é de **47,20 m²** (42 + 5,20).

5.3.2. Concreto

Após a montagem das formas toda laje do tabuleiro deverá ser concretada, com concreto de fck igual a 20 MPa. Sendo assim, o volume de concreto para a laje é de:

$$\begin{aligned}V_{Laje \text{ } 25 \text{ cm}} &= B_{laje} \cdot L_{laje} \cdot e_{laje} \\V &= 7,00 \cdot 6,00 \cdot 0,20 \\V &= 8,40 \text{ m}^3\end{aligned}$$



5.3.3. Lançamento e adensamento de concreto

O volume de lançamento e adensamento de concreto para execução das lajes do tabuleiro é de **8,40 m³**.

5.3.4. Barras de aço CA-50

O cálculo das armaduras que formarão a solidez do tabuleiro serão estimadas através de taxas de armadura. A taxa de armadura para o aço CA-50 será de 120 kg/m³.

Sendo assim, o peso de aço do tabuleiro é de:

$$P = V_{\text{concreto}} \cdot T_{\text{taxa de armadura CA 50}}$$
$$P = 8,40 \cdot 120$$
$$P = \mathbf{1.008,00 \text{ kg}}$$

6. SERVIÇOS COMPLEMENTARES

6.1. GUARDA-CORPO

6.1.1. Barreira de segurança

As laterais da Ponte deverá receber proteção nas laterais de seu tabuleiro através de guarda-corpos, segundo modelo do DER e conforme Projeto Básico.

Sendo assim, a extensão onde as barreiras deverão ser instaladas é de:

$$L = L_{\text{tabuleiro}} \cdot n_{\text{lados}}$$
$$L = 6,00 \cdot 2$$
$$L = \mathbf{12,00 \text{ m}}$$

Platina, 06 de março de 2018.

Franciele Simone Dallevedove
Engenheira Civil
CREA/SP N° 506.346.939-8