

## **Prefeitura Municipal de Bariri**



# **PROJETO DE RECUPERAÇÃO E RENATURALIZAÇÃO DOS CÓRREGOS SAPÉ, GODINHO E RIBEIRÃO DO SAPÉ**

## **MEMORIAL DESCRITIVO**

Este caderno de especificações e serviços:

Destina-se a regulamentar a implantação da obra de **RECUPERAÇÃO E RENATURALIZAÇÃO DOS CÓRREGSO SAPÉ, GODINHO E RIBEIRÃO DO SAPÉ**, localizados no município de Bariri/SP. Este documento compõe o **MEMORIAL DESCRITIVO** dos serviços técnicos contratados pela Prefeitura Municipal de Bariri/SP, através do Processo Administrativo 4756/2015, Tomada de Preços 11/2015 e Edital 43/2015.

## SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	5
2. METODOLOGIA DE CÁLCULO.....	9
2.1 MÉTODO RACIONAL MODIFICADO.....	9
3. ANÁLISE SITUAÇÃO ATUAL DAS TRAVESSIAS/PONTES .....	15
3.1 CÓRREGO DO SAPÉ.....	15
3.1.1 PONTE 01: PROLONGAMENTO DA RUA FLORÊNCIO F. MORAES.....	16
3.1.2 PONTE 02: RUA SÃO JOÃO .....	17
3.1.3 PONTE 03: RUA VICTORIA VENTURINI ROMÃO .....	18
3.1.4 PONTE 04: RUA FRANCISCO MUNHOZ CEGARRA.....	19
3.1.5 PONTE 05: RUA SETE DE SETEMBRO .....	20
3.1.6 PONTE 06: AVENIDA CLAUDIONOR BARBIERI .....	21
3.1.7 PONTE 07: RUA XV DE NOVEMBRO .....	22
3.1.8 PONTE 08: RUA JOÃO LEMOS .....	23
3.2 RIBEIRÃO DO SAPÉ.....	24
3.2.1 PONTE 16: RUA EUCLIDES GABRIEL CORREA .....	24
3.3 CÓRREGO DO GODINHO .....	25
3.3.1 PONTE 09: RODOVIA SP 304.....	26
3.3.2 PONTE 10: RUA SANTA CRUZ.....	27
3.3.3 PONTE 11: RUA JOSÉ DO PATROCÍNIO.....	28
3.3.4 PONTE 12: RUA SÃO JOÃO .....	29
3.3.5 PONTE 13: RUA SILVA JARDIM .....	30
3.3.6 PONTE 14: RUA GONÇALVES DIAS.....	31
3.3.7 PONTE 15: RUA PRUDENTE DE MORAES.....	32
4. DIMENSIONAMENTO HIDRÁULICO-HIDROLÓGICO CÓRREGOS SAPÉ, GODINHO E RIBEIRÃO DO SAPÉ.....	34
4.1 CÓRREGO DO SAPÉ.....	34

4.2 CÓRREGO DO GODINHO .....	40
4.3 RIBEIRÃO DO SAPÉ .....	46
5. CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES DE OBRAS DE RECUPERAÇÃO DOS CÓRREGOS SAPÉ, GODINHO E RIBEIRÃO DO SAPÉ.....	52

## 1. INTRODUÇÃO

Os Córregos do Godinho e Córrego/Ribeirão do Sapé compõem a rede hídrica do Rio Tiete, integrando a Bacia Hidrográfica do Tietê/Jacaré e sua Unidade Hidrográfica de Gerenciamento de Recursos Hídricos. A Figura 01 apresenta a Bacia Hidrográfica do Tietê/Jacaré.



Figura 01: Mapa Bacia Hidrográfica do Tietê/Jacaré

Fonte: <http://www.sigrh.sp.gov.br/cbhtj/apresentacao>

O Plano Diretor de Drenagem Urbana de Bariri (2014) apresenta o mapa da rede hídrica de Bariri, conforme observa-se na Figura 02.

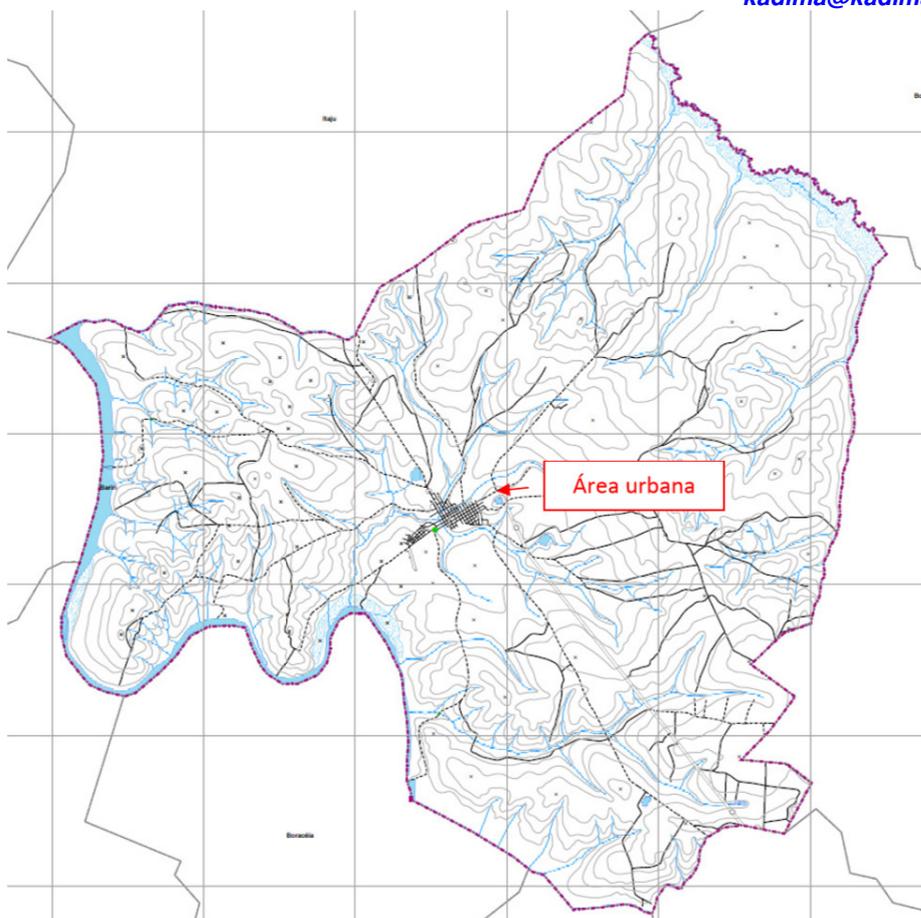


Figura 02: Rede hídrica de Bariri

Fonte: Plano Diretor de Drenagem Urbana de Bariri (2014).PMB – sem escala

O mapa urbano de Bariri apresenta os córregos que atravessam a área urbana, objeto do presente estudo. A saber: CÓRREGO DA FLORESTA, CÓRREGO DO GODINHO, CÓRREGO DO MINEIRO, CÓRREGO DOS ALVES, CÓRREGO DO SAPÉ, CÓRREGO MESSIAS E RIBEIRÃO SAPÉ.

A seguir serão apresentadas as macros características dos CÓRREGO GODINHO, CÓRREGO SAPÉ E RIBEIRÃO DO SAPE, suas interferências, áreas de contribuição, travessias, seções, declividades, etc.

A análise dessas características e seus impactos no escoamento irão subsidiar as propostas de recuperação hidráulica-hidrológica desses córregos.

Na Figura 03 pode-se observar a localização desses cursos d'água na malha urbana de Bariri.

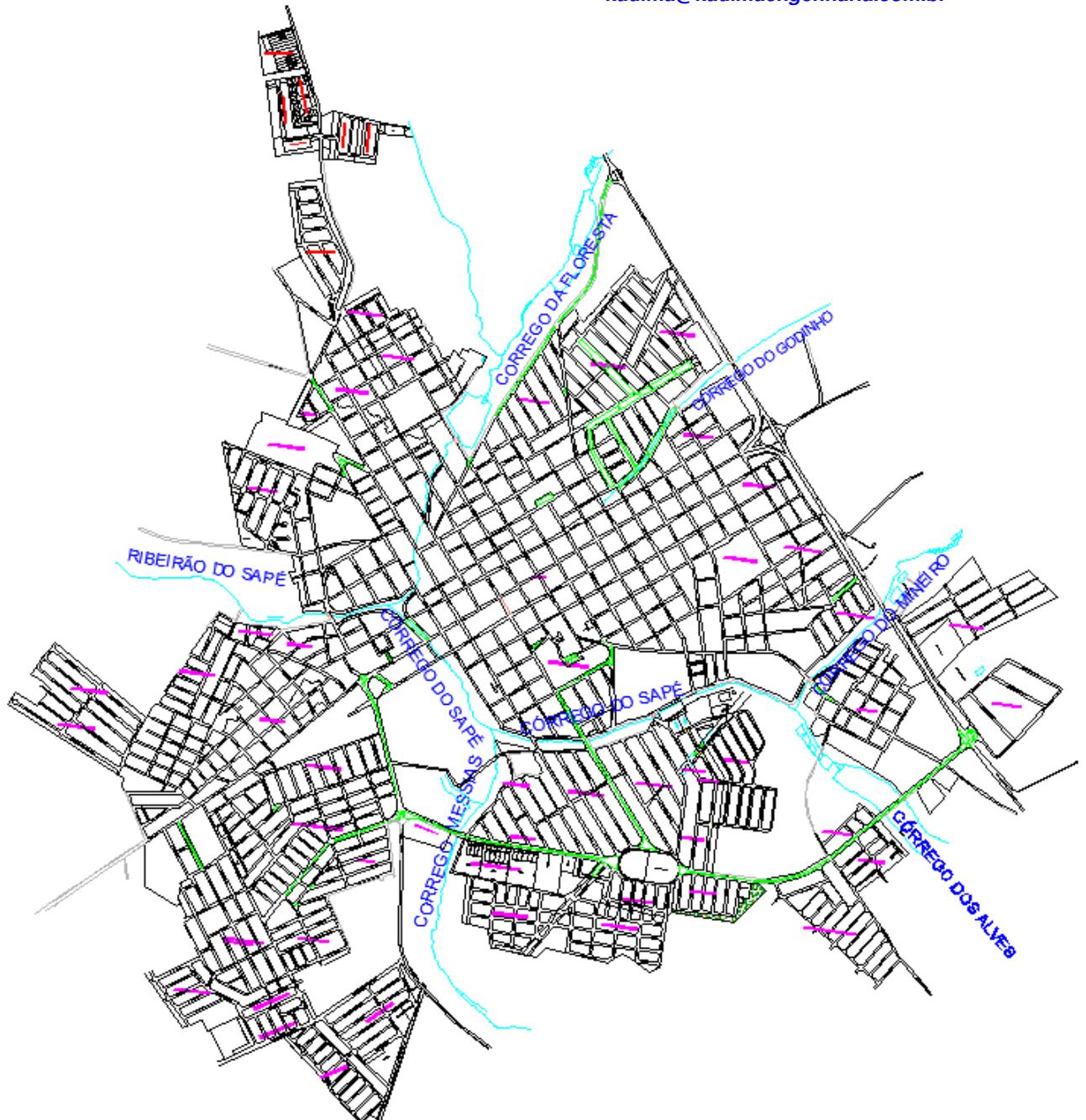


Figura 03: Córregos Urbanos de Bariri

Fonte: Prefeitura Municipal de Bariri (2015) – sem escala

A impermeabilidade crescente do solo, devido aos processos de urbanização, provoca um aumento do escoamento superficial das águas pluviais. Uma vez direcionadas às vias de circulação, depressões topográficas e

canais naturais, a velocidade de escoamento das águas é maior, diminuindo-se, portanto, os tempos de concentração das cheias e conseqüentemente aumentando-se os picos de vazões.

Outro aspecto que modifica o escoamento natural dos córregos, alterando a calha natural são, por exemplo, processos de erosão do leito e solapamento das margens.

As alternativas e possibilidades de projeto de recuperação da capacidade hidráulica-hidrológica dos córregos, incluem entre outros, o tipo de revestimento dos canais, os trajetos/traçados a serem percorridos, e as seções transversais, levando-se em consideração as áreas já urbanizadas e aquelas com potencial de urbanização.

O canal projetado mais adequado é aquele cuja seção permita velocidades de escoamento adequadas ao revestimento adotado, evitando elevação dos níveis de água no escoamento das vazões máximas e minimizando o assoreamento/depósito de resíduos.

## 2. METODOLOGIA DE CÁLCULO

Para cálculo das vazões de projeto, foram considerados os dados hidrológicos da cidade de Bauru/SP, com coordenadas geográficas Latitude 22°19'S e Longitude 49°02'W, com altitude média de 540,0 metros. A consistência de dados de intensidade-duração-frequência, desenvolvida pelo Centro Tecnológico de Hidráulica DAEE-CTH-POLI, em “Chuvas Intensas no Estado de São Paulo – 1994”. A Tabela 01 abaixo apresenta os respectivos dados.

Tabela 01: Previsão de máximas intensidades de chuvas, em mm/h

<b>Posto Bauru</b>	<i>TR 50 anos</i>	<i>TR 50 anos</i>	<i>TR 100 anos</i>	<i>TR 100 anos</i>
<i>Tempo (min)</i>	<i>mm/min</i>	<i>mm/h</i>	<i>mm/min</i>	<i>mm/h</i>
10	3,0217	181,30	3,2900	197,40
20	2,3733	142,40	2,5883	155,30
30	1,9683	118,10	2,1483	128,90
60	1,3267	79,60	1,4533	87,20
120	0,8317	49,90	0,9133	54,80
180	0,6167	37,00	0,6783	40,70
360	0,3617	21,70	0,4000	24,00

Fonte: DAEE (1999). Equações de chuvas intensas do Estado de São Paulo (modificado)

### 2.1 MÉTODO RACIONAL MODIFICADO

A metodologia de cálculo adotada tem como premissa básica a determinação dos tempos de concentração das bacias na **seção de controle** considerado, com o qual, é possível a determinação da vazão de pico.

*Para bacias que não apresentam grande complexidade e que tenham até 200,0 Km<sup>2</sup> de área de drenagem recomenda-se o uso do Método I-PAI-WU (Método Racional Modificado).*

As Bacias Hidrográficas dos Córregos em estudo são:

**Bacia Hidrográfica Córrego do Godinho: 11,63Km<sup>2</sup>**

**(Seção de controle Rua Prudente de Moraes/Bairro Centro)**

**Bacia Hidrográfica do Córrego do Sapé: 39,96 Km<sup>2</sup>**

**(Seção de controle – Rua João Lemos/Bairro Centro)**

**Bacia Hidrográfica do Ribeirão do Sapé: 85,42 Km<sup>2</sup>**

**(Seção de controle – Rua Euclides Gabriel Correia/Bairro Parque dos Ipês)**

O Método de cálculo utilizado será o *I-PAI-WU*, levando-se em consideração a distribuição espacial das chuvas na bacia considerada. Os fatores adicionais a serem considerados na Fórmula Racional são: armazenamento da bacia, distribuição espacial da chuva e forma da bacia hidrográfica.

A Equação 01 apresenta a expressão básica para aplicação do Método Racional Modificado:

$$Q = 0,278 \times C \times I \times A^{0,9} \times K \quad \text{Equação 01, onde:}$$

Q: vazão de cheia [m<sup>3</sup>/s];

C: coeficiente de escoamento superficial [adimensional];

I: intensidade da chuva crítica [mm/h];

A: área da bacia de contribuição [Km<sup>2</sup>];

K: coeficiente de distribuição espacial da chuva [adimensional]

Serão apresentados a seguir, as variáveis do Método *I-PAI-WU* para as seções de controle adotadas no dimensionamento.

### **Tempo de Concentração**

O Tempo de Concentração determina o tempo que uma partícula de água leva para ir do ponto mais periférico da bacia até a seção de controle em estudo. A expressão abaixo é utilizada na determinação do tempo de concentração ( $T_c$ ), segundo Equação 02.

$$T_c = 57 \times \left( \frac{L^2}{S} \right)^{0,385} \quad \text{Equação 02, onde:}$$

L: comprimento do talvegue [Km];  
S: declividade equivalente do talvegue [m/Km].

***Neste projeto de macrodrenagem adotou-se o Período de Retorno (Tr), igual a 100 (cem) anos.***

### **Coeficiente de Escoamento (C)**

Em bacias hidrográficas de forma alongada, no sentido do talvegue, o tempo de concentração poderá ser superior ao tempo de pico da chuva crítica. Dessa maneira, para calcular o coeficiente de escoamento (C) da bacia hidrográfica, deve-se considerar o efeito da forma da bacia através do Coeficiente de Forma (C1) e o coeficiente volumétrico de escoamento (C2). O valor de C, dado pela Equação 03.

$$C = \left( \frac{2}{(1+F)} \right) \times \left( \frac{C2}{C1} \right) \quad \text{Equação 03, onde}$$

C: coeficiente de escoamento;

C1: coeficiente de forma – Equação 04;

C2: coeficiente volumétrico de escoamento (ver tabela 02 e 03)

F: fator de forma

$$C1 = \frac{4}{(2+F)} \quad \text{Equação 04, onde}$$

O Fator de Forma é dado pela Equação 05:

$$F = \frac{L}{2 \times \sqrt{\frac{A}{\pi}}} \quad \text{Equação 05, onde}$$

L: comprimento do talvegue [Km];

A: área de contribuição [Km<sup>2</sup>]

O grau de impermeabilidade do solo é classificado a partir do conhecimento do uso do solo, do grau de urbanização, da cobertura vegetal e do tipo de solo, conforme tabela 02.

Tabela 02: Grau de impermeabilização do solo em função do uso

<b>Grau de impermeabilidade do solo</b>	<b>Cobertura ou tipo do solo</b>	<b>Uso do solo ou grau de urbanização</b>
Baixo	- com vegetação rala e/ou esparsa; Solo arenoso seco; Terrenos cultivados.	- zonas verdes não urbanizadas.
Médio	- terrenos com manto fino de material poroso; - solos com pouca vegetação; - gramados amplos; - declividades médias.	- zona residencial com lotes amplos (maior que 1.000 m <sup>2</sup> ); - zona residencial rarefeita.
Alta	- terrenos pavimentados; - solos argilosos; - terrenos rochosos estéreis ondulados; - vegetação quase inexistente.	- zonas residenciais com lotes pequenos (100 a 1.000 m <sup>2</sup> )

Fonte: Manual de cálculo das vazões máximas, médias e mínimas nas bacias hidrográficas do Estado de São Paulo. DAEE (1994).

Tabela 03: Coeficiente volumétrico de escoamento (C2)

<b>Grau de impermeabilidade da superfície</b>	<b>Coeficiente Volumétrico de Escoamento (C2)</b>
Baixo	0,30
Médio	0,50
Alto	0,80

Fonte: Manual de cálculo das vazões máximas, médias e mínimas nas bacias hidrográficas do Estado de São Paulo. DAEE (1994).

Os coeficientes de impermeabilização do solo considerados foram de 0,3 (três décimos) para as áreas rurais e 0,7 (sete décimos) para as áreas urbanas ou urbanizadas.

## Efeito de Armazenamento

O efeito de armazenamento de água da Bacia Hidrográfica, que ocorre em pontos localizados nos leitos de cursos d'água ou mesmo em galerias e obras correlatas, é levado em consideração através do expoente redutor (n) aplicado sobre o parâmetro de área de drenagem da bacia.

**Adotou-se o valor de 0,9.**

## Coeficiente de Distribuição Espacial da Chuva (K)

O Coeficiente de Distribuição Espacial da Chuva (K) é função da área de drenagem (Km<sup>2</sup>) e do tempo de concentração (horas), conforme Figura 04.

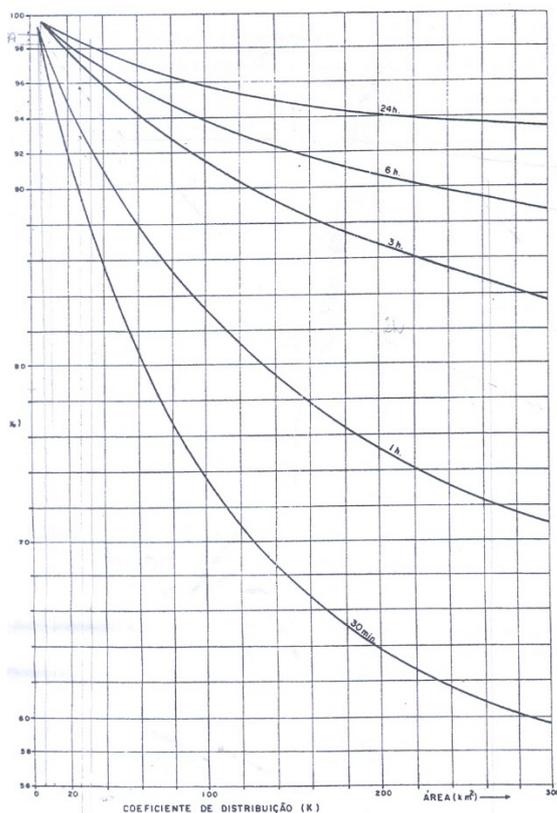


FIGURA 3.7 COEFICIENTE DE DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL DA CHUVA ( K )

## Figura 04: Coeficiente de Distribuição Espacial da Chuva (K)

Fonte: DAEE (1994). Manual de cálculo das vazões máximas, médias e mínimas nas Bacias Hidrográficas do Estado de São Paulo

**Para Bacia Hidrográfica do Córrego do Godinho: K = 0,986**

**Para Bacia Hidrográfica do Córrego do Sapé: K = 0,948**

**Para Bacia Hidrográfica do Ribeirão do Sapé: K = 0,925**

### **Intensidade de Chuva**

Para a determinação da intensidade de chuva do projeto, utilizaremos a equação de chuva para o município de Bauru/SP, conforme DAEE (1999):

$$i_{t,T} = 35,4487 \times (t + 20)^{-0,8894} + 5,9664 \times (t + 20)^{-0,7749} \times \left[ -0,4772 - 0,9010 \ln \ln \left( \frac{T}{(T-1)} \right) \right]$$

para  $10 \leq t \leq 1440$  onde:

i: intensidade de chuva, correspondente à duração t e período de retorno T, em mm/min;

t: duração da chuva, em minutos;

T: Período de Retorno, em anos.

Nos próximos itens serão apresentadas as seções de controle utilizadas no dimensionamento dos canais de Bariri, com vazões, material de revestimento, velocidades de escoamento e dimensões.

### **3. ANÁLISE SITUAÇÃO ATUAL DAS TRAVESSIAS/PONTES**

A análise da situação atual das travessias/pontes do Córrego e Ribeirão do Sapé e Córrego do Godinho objetiva determinar suas características geométricas, tipo de revestimento, declividades e capacidade de vazão.

#### **3.1 CÓRREGO DO SAPÉ**

O Córrego do Sapé, no trecho urbano em análise, compreende 08 (oito) travessias, a saber:

**Ponte 01: Prolongamento da Rua Florêncio F. Moraes**

**Ponte 02: Rua São João**

**Ponte 03: Rua Victoria Venturini Romão**

**Ponte 04: Rua Francisco Munhoz Cegarra**

**Ponte 05: Rua Sete de Setembro**

**Ponte 06: Avenida Claudionor Barbieri**

**Ponte 07: Rua XV de Novembro**

**Ponte 08: Rua João Lemos**

O Plano Diretor de Drenagem Urbana (2014) elaborou um levantamento das travessias/pontes que será utilizado nesse estudo.

As geometrias das seções das travessias atuais estão em anexo e a vazão foi calculada com o uso do software/programa CANAL, desenvolvido pelo Grupo de Pesquisa em Recursos Hídricos/Departamento de Engenharia Ambiental/Universidade de Viçosa/MG. Os resultados do dimensionamento são apresentados a seguir, por travessia.

### 3.1.1 Ponte 01: Prolongamento da Rua Florêncio F. Moraes

A Figura 05 apresenta, segundo o Plano Diretor de Drenagem de Bariri (2014), as dimensões atuais dessa travessia, que foram confirmadas em campo.

INTERFERENCIA - 10  
PROL. RUA FLORÊNCIO  
F. DE MORAES



Figura 05: Vista da Ponte 01 – Prolongamento da Rua Florêncio F. Moraes.

Fonte: Plano Diretor de Drenagem Urbana de Bariri (2014). Prefeitura Municipal de Bariri.(modificado)

A Ponte 01 do Prolongamento da Rua Florêncio F. Moraes possui uma galeria de concreto com diâmetro 1200mm, declividade estimada de 0,005m/m.

Esta seção, segundo o dimensionamento, possui a capacidade hidráulica de escoar uma **vazão de 2,14 m<sup>3</sup>/s**.

A Figura 06 apresenta os resultados do software/programa CANAL.

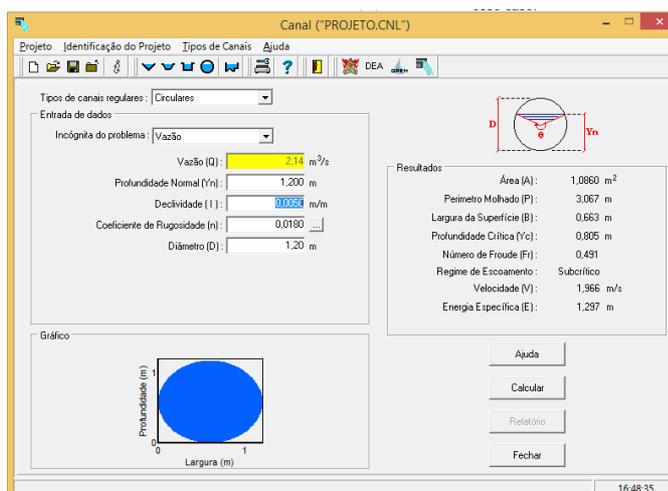


Figura 06: Resultados do dimensionamento da seção atual da Ponte 01 - Prolongamento da Rua Florêncio F. Moraes.

### 3.1.2 Ponte 02: Rua São João

A Figura 07 apresenta, segundo o Plano Diretor de Drenagem de Bariri (2014), as dimensões atuais dessa travessia, que foram confirmadas em campo.

A Ponte 02 possui duas galerias de concreto com diâmetro 1200mm, declividade estimada de 0,005m/m.

INTERFERENCIA - 11  
INTERFERENCIA - 11

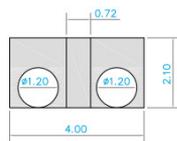


Figura 07: Vista da Ponte 02 – Prolongamento da Rua São João.

Fonte: Plano Diretor de Drenagem Urbana de Bariri (2014). Prefeitura Municipal de Bariri.(modificado)

Esta seção, segundo o dimensionamento, possui a capacidade hidráulica de escoar uma vazão de  $2,0 \times 2,14 \text{ m}^3/\text{s}$ , resultando uma **vazão de  $4,28 \text{ m}^3/\text{s}$** .

A Figura 08 apresenta os resultados do software/programa CANAL para esse caso.

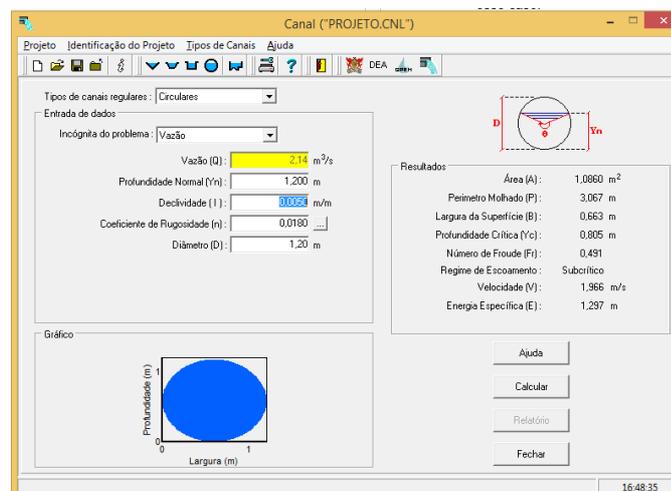


Figura 08: Resultados do dimensionamento da seção atual da Ponte 02 - Rua São João.

### 3.1.3 Ponte 03: Rua Victoria Venturini Romão

A Figura 09 apresenta, segundo o Plano Diretor de Drenagem de Bariri (2014), as dimensões atuais dessa travessia, que foram confirmadas em campo.



Figura 09: Vista da Ponte 03– Rua Victoria Venturini Romão

Fonte: Plano Diretor de Drenagem Urbana de Bariri (2014). Prefeitura Municipal de Bariri.(modificado)

A Ponte 03 possui uma aduela de concreto com dimensões de 2,00 metros (altura) x 2,70 metros (largura) declividade estimada de 0,005m/m.

Esta seção, segundo o dimensionamento, possui a capacidade hidráulica de escoar uma **vazão de 13,79 m<sup>3</sup>/s**.

A Figura 10 apresenta os resultados do software/programa CANAL para esse caso.

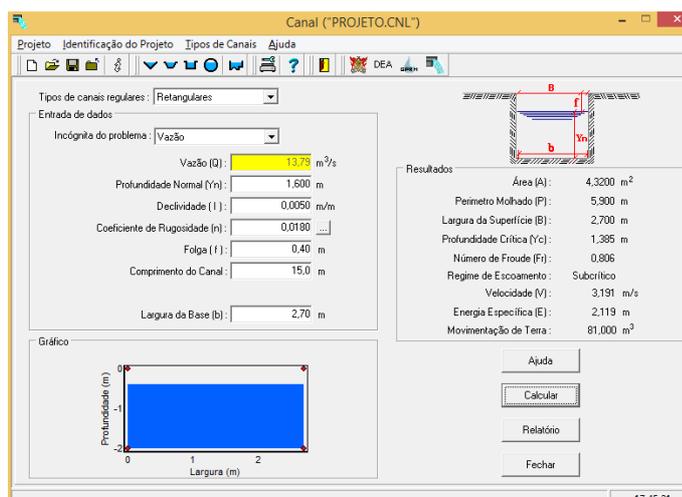


Figura 10: Resultados do dimensionamento da seção atual da Ponte 03 - Rua Victoria V. Romão.

### 3.1.4 Ponte 04: Rua Francisco Munhoz Cegarra

A Figura 11 apresenta, segundo o Plano Diretor de Drenagem de Bariri (2014), as dimensões atuais dessa travessia, que foram confirmadas em campo.



Figura 11: Vista da Ponte 04– Rua Francisco Munhoz Cegarra

Fonte: Plano Diretor de Drenagem Urbana de Bariri (2014). Prefeitura Municipal de Bariri.(modificado)

A Ponte 04 possui uma passagem retangular em concreto com dimensões de 2,00 metros (altura) x 2,50 metros (largura) declividade estimada de 0,005m/m.

Esta seção, segundo o dimensionamento, possui a capacidade hidráulica de escoar uma **vazão de 12,41 m<sup>3</sup>/s**.

A Figura 12 apresenta os resultados do software/programa CANAL para esse caso.

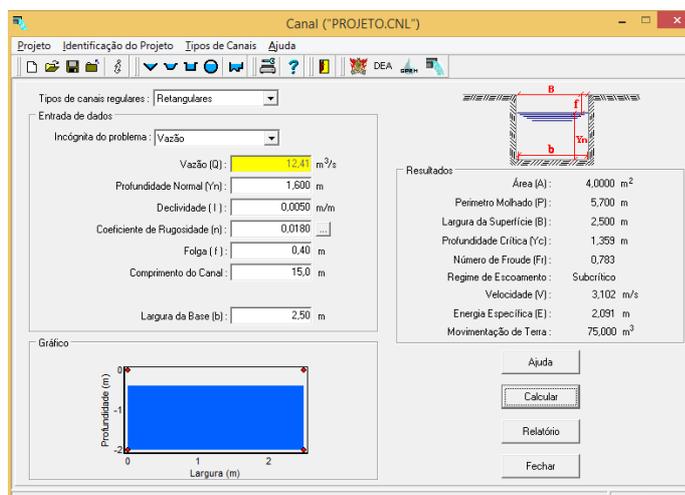


Figura 12: Resultados do dimensionamento da seção atual da Ponte 03 - Rua Victoria V. Romão.

### 3.1.5 Ponte 05: Rua Sete de Setembro

A Figura 13 apresenta, segundo o Plano Diretor de Drenagem de Bariri (2014), as dimensões atuais dessa travessia, que foram confirmadas em campo.



Figura 13: Vista da Ponte 05– Rua Sete de Setembro

Fonte: Plano Diretor de Drenagem Urbana de Bariri (2014). Prefeitura Municipal de Bariri.(modificado)

A Ponte 05 possui uma passagem retangular em concreto com dimensões de 2,30 metros (altura) x 4,50 metros (largura) declividade estimada de 0,005m/m.

Esta seção, segundo o dimensionamento, possui a capacidade hidráulica de escoar uma **vazão de 32,79 m<sup>3</sup>/s**.

A Figura 14 apresenta os resultados do software/programa CANAL.

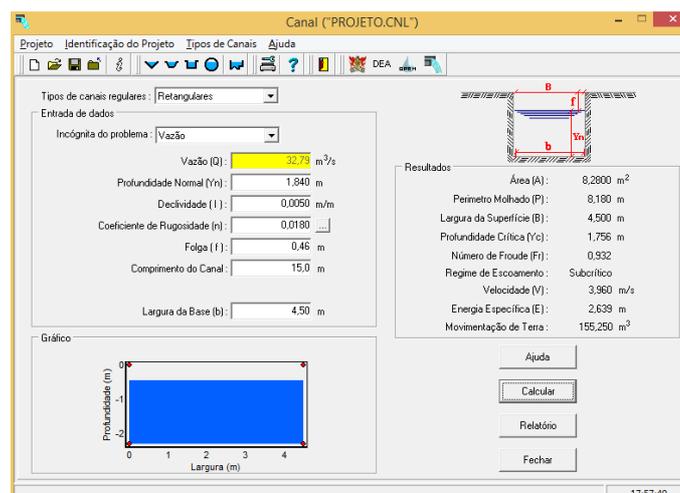


Figura 14: Resultados do dimensionamento da seção atual da Ponte 05 - Rua Sete de Setembro.

### 3.1.6 Ponte 06: Avenida Claudionor Barbieri

A Figura 15 apresenta, segundo o Plano Diretor de Drenagem de Bariri (2014), as dimensões atuais dessa travessia, que foram confirmadas em campo.



Figura 15: Vista da Ponte 06– Avenida Claudionor Barbieri

Fonte: Plano Diretor de Drenagem Urbana de Bariri (2014). Prefeitura Municipal de Bariri.(modificado)

A Ponte 04 possui dois tubos armicos com diâmetro de 2,80 metros e uma passagem retangular de 1,0 m x 1,0 m em alvenaria com declividade estimada de 0,005m/m.

Esta seção, segundo o dimensionamento, possui a capacidade hidráulica de escoar uma **vazão de 2 x 21,11 m<sup>3</sup>/s e 1,72 m<sup>3</sup>/s**, totalizando **43,94 m<sup>3</sup>/s**.

A Figura 16 apresenta os resultados do software/programa CANAL.

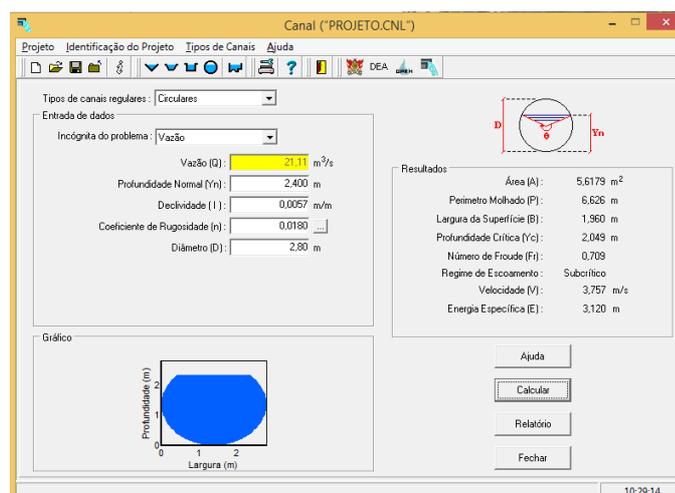


Figura 16: Resultados do dimensionamento da seção atual da Ponte 06 – Av. Claudionor Barbieri.

### 3.1.7 Ponte 07: Rua XV de Novembro

A Figura 17 apresenta, segundo o Plano Diretor de Drenagem de Bariri (2014), as dimensões atuais dessa travessia, que foram confirmadas em campo.



Figura 15: Vista da Ponte 07– Rua XV de Novembro

Fonte: Plano Diretor de Drenagem Urbana de Bariri (2014). Prefeitura Municipal de Bariri.(modificado)

A Ponte 07 possui seção em concreto com dimensões de 2,60 metros (altura) e 4,70 metros (largura) com declividade estimada de 0,005m/m.

Esta seção, segundo o dimensionamento, possui a capacidade hidráulica de escoar uma **vazão de 41,01 m<sup>3</sup>/s**.

A Figura 18 apresenta os resultados do software/programa CANAL para esse caso.

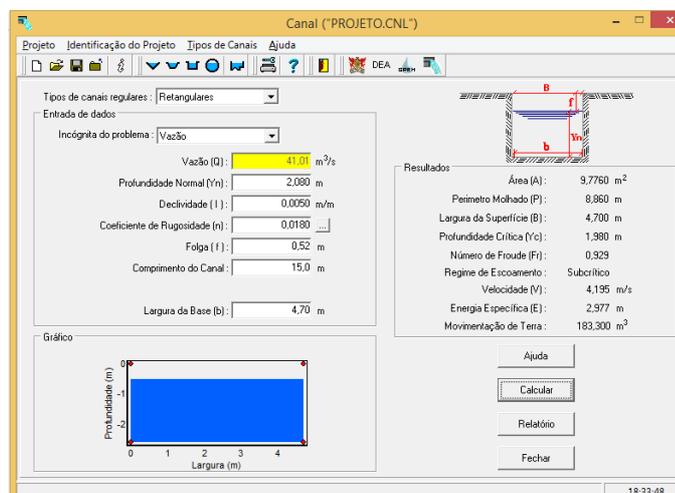


Figura 18: Resultados do dimensionamento da seção atual da Ponte 06 – Rua XV de Novembro.

### 3.1.8 Ponte 08: Rua João Lemos

A Figura 19 apresenta, segundo o Plano Diretor de Drenagem de Bariri (2014), as dimensões atuais dessa travessia, que foram confirmadas em campo.

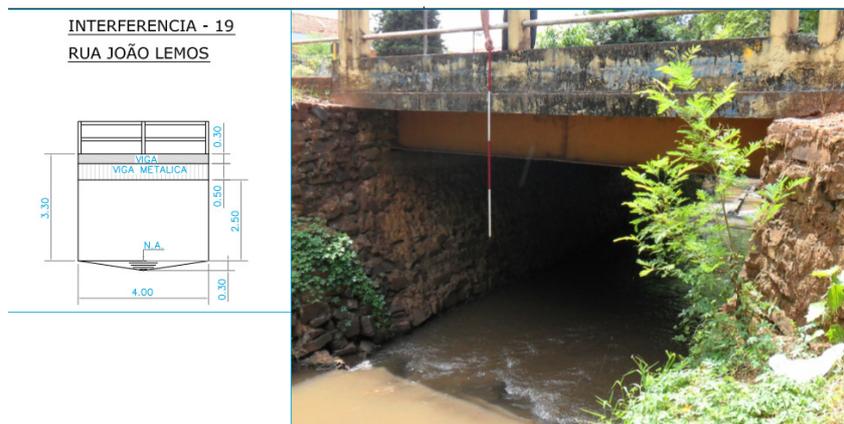


Figura 19: Vista da Ponte 08– Rua João Lemos

Fonte: Plano Diretor de Drenagem Urbana de Bariri (2014). Prefeitura Municipal de Bariri.(modificado)

A Ponte 08 possui seção em concreto com dimensões de 2,50 metros (altura) e 4,00 metros (largura) com declividade estimada de 0,005m/m.

Esta seção, segundo o dimensionamento, possui a capacidade hidráulica de escoar uma **vazão de 31,43 m<sup>3</sup>/s**.

A Figura 20 apresenta os resultados do software/programa CANAL para esse caso.

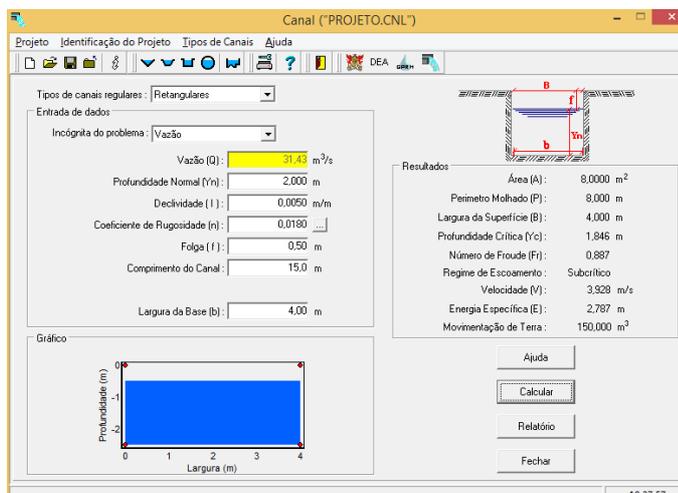


Figura 20: Resultados do dimensionamento da seção atual da Ponte 06 – Rua João Lemos.

## 3.2 RIBEIRÃO DO SAPÉ

### 3.2.1 Ponte 16: Rua Euclides Gabriel Correa

A Figura 21 apresenta, segundo o Plano Diretor de Drenagem de Bariri (2014), as dimensões atuais dessa travessia, que foram confirmadas em campo.

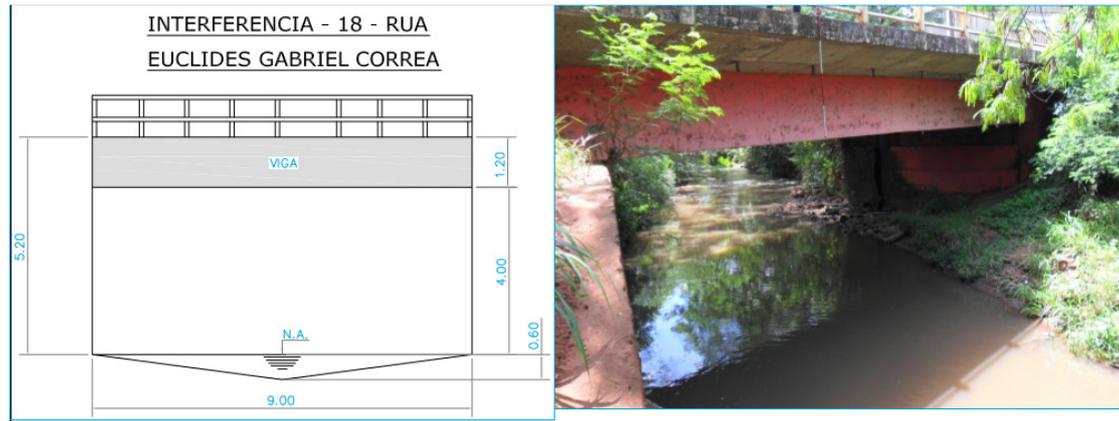


Figura 21: Vista da Ponte 16– Rua Euclides Gabriel Correa

Fonte: Plano Diretor de Drenagem Urbana de Bariri (2014). Prefeitura Municipal de Bariri.(modificado)

A Ponte 16 possui seção em concreto com dimensões de 4,00 metros (altura) e 9,00 metros (largura) com declividade estimada de 0,0022m/m.

Esta seção, segundo o dimensionamento, possui a capacidade hidráulica de escoar uma **vazão de 113,91 m<sup>3</sup>/s**.

A Figura 22 apresenta os resultados do software/programa CANAL.

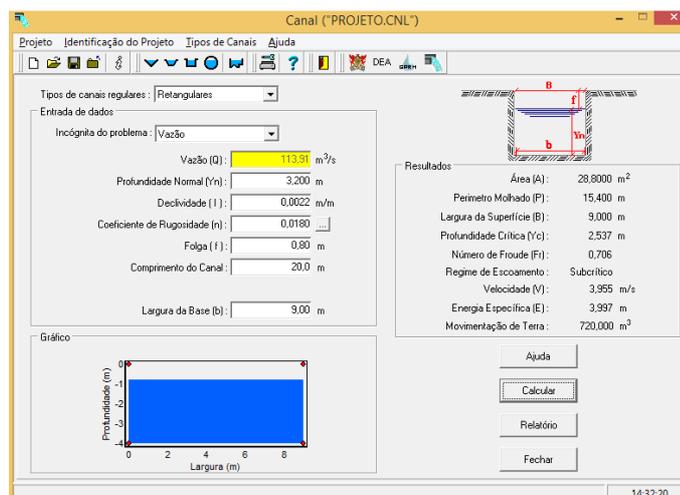


Figura 22: Resultados do dimensionamento da seção atual Ponte 09 – Rua Euclides G. Correa.

### **3.3 CÓRREGO DO GODINHO**

O Córrego do Sapé, no trecho urbano em análise, compreende 07 (sete) travessias, a saber:

**Ponte 09: Travessia sob Rodovia SP 304**

**Ponte 10: Rua Santa Cruz**

**Ponte 11: Rua José do Patrocínio**

**Ponte 12: Rua São João**

**Ponte 13: Rua Silva Jardim**

**Ponte 14: Rua Gonçalves Dias**

**Ponte 15: Rua Prudente de Moraes**

Serão apresentadas, a seguir, as características geométricas, declividade, revestimento e vazão atuais.

### 3.3.1 Ponte 09: Rodovia SP 304

A Figura 23 apresenta, segundo o Plano Diretor de Drenagem de Bariri (2014), as dimensões atuais dessa travessia, que foram confirmadas em campo.

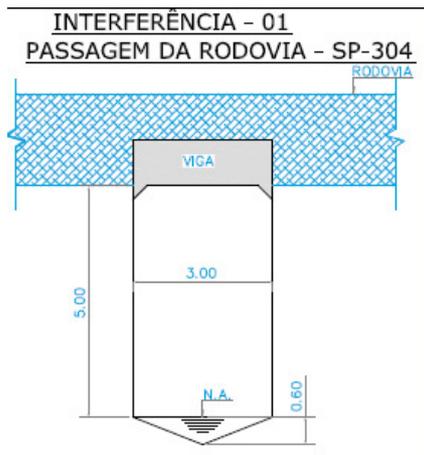


Figura 23: Vista da Ponte 09– Rodovia SP 304

Fonte: Plano Diretor de Drenagem Urbana de Bariri (2014). Prefeitura Municipal de Bariri.(modificado)

A Ponte 09 possui seção em concreto com dimensões de 5,00 metros (altura) e 3,00 metros (largura) com declividade estimada de 0,005m/m.

Esta seção, segundo o dimensionamento, possui a capacidade hidráulica de escoar uma **vazão de 53,34 m<sup>3</sup>/s**.

A Figura 24 apresenta os resultados do software/programa CANAL.

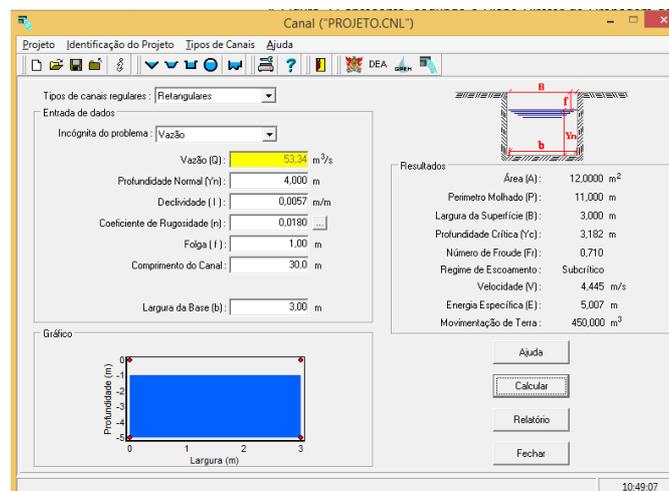


Figura 24: Resultados do dimensionamento da seção atual Ponte 09 – Rodovia SP 304.

### 3.3.2 Ponte 10: Rua Santa Cruz

A Figura 25 apresenta, segundo o Plano Diretor de Drenagem de Bariri (2014), as dimensões atuais dessa travessia, que foram confirmadas em campo.



Figura 25: Vista da Ponte 10 – Rua Santa Cruz

Fonte: Plano Diretor de Drenagem Urbana de Bariri (2014). Prefeitura Municipal de Bariri.(modificado)

A Ponte 10 possui seção em concreto com dimensões de 2,50 metros (altura) e 3,70 metros (largura) com declividade estimada de 0,005m/m.

Esta seção, segundo o dimensionamento, possui a capacidade hidráulica de escoar uma **vazão de 31,01 m<sup>3</sup>/s**.

A Figura 26 apresenta os resultados do software/programa CANAL.

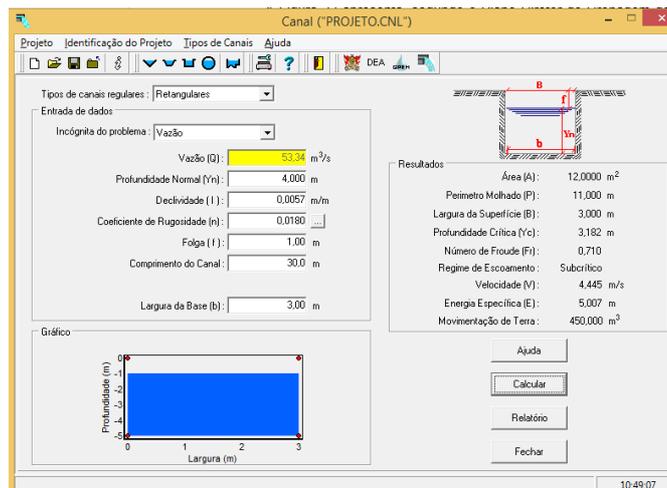


Figura 26: Resultados do dimensionamento da seção atual Ponte 10 – Rua Santa Cruz.

### 3.3.3 Ponte 11: Rua José do Patrocínio

A Figura 26 apresenta, segundo o Plano Diretor de Drenagem de Bariri (2014), as dimensões atuais dessa travessia, que foram confirmadas em campo.

INTERFERÊNCIA - 03  
RUA JOSÉ DO PATROCÍNIO

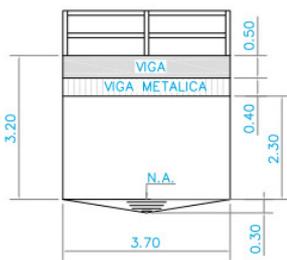


Figura 26: Vista da Ponte 11 – Rua José do Patrocínio.

Fonte: Plano Diretor de Drenagem Urbana de Bariri (2014). Prefeitura Municipal de Bariri.(modificado)

A Ponte 11 possui seção em concreto com dimensões de 2,50 metros (altura) e 3,70 metros (largura) com declividade estimada de 0,005m/m.

Esta seção, segundo o dimensionamento, possui a capacidade hidráulica de escoar uma **vazão de 31,01 m<sup>3</sup>/s**.

A Figura 26 apresenta os resultados do software/programa CANAL.

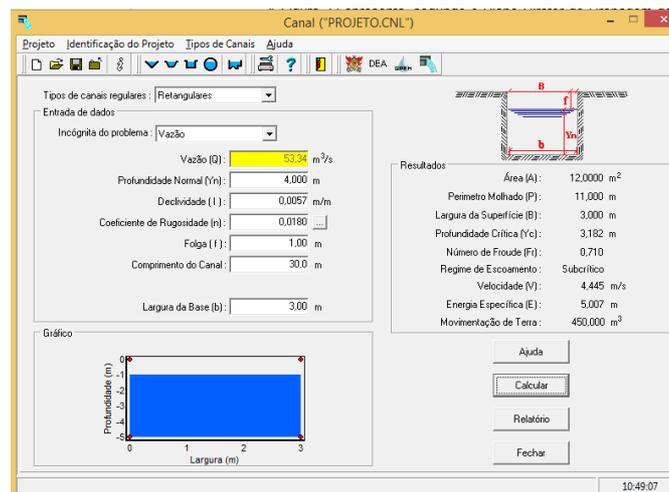


Figura 26: Resultados do dimensionamento da seção atual Ponte 11 – Rua José do Patrocínio.

### 3.3.4 Ponte 12: Rua São João

A Figura 27 apresenta, segundo o Plano Diretor de Drenagem de Bariri (2014), as dimensões atuais dessa travessia, que foram confirmadas em campo.



Figura 27: Vista da Ponte 12 – Rua São João

Fonte: Plano Diretor de Drenagem Urbana de Bariri (2014). Prefeitura Municipal de Bariri.(modificado)

A Ponte 12 possui seção em concreto com dimensões de 2,50 metros (altura) e 3,70 metros (largura) com declividade estimada de 0,005m/m.

Esta seção, segundo o dimensionamento, possui a capacidade hidráulica de escoar uma **vazão de 31,01 m<sup>3</sup>/s**.

A Figura 28 apresenta os resultados do software/programa CANAL.

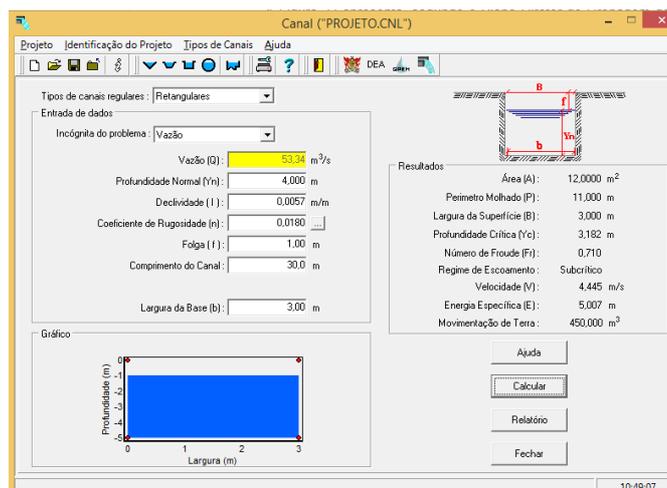


Figura 28: Resultados do dimensionamento da seção atual Ponte 12 – Rua São João.

### 3.3.5 Ponte 13: Rua Silva Jardim

A Figura 29 apresenta, segundo o Plano Diretor de Drenagem de Bariri (2014), as dimensões atuais dessa travessia, que foram confirmadas em campo.



Figura 29: Vista da Ponte 13 – Rua São João

Fonte: Plano Diretor de Drenagem Urbana de Bariri (2014). Prefeitura Municipal de Bariri.(modificado)

A Ponte 13 possui seção em concreto com dimensões de 2,50 metros (altura) e 3,70 metros (largura) com declividade estimada de 0,005m/m.

Esta seção, segundo o dimensionamento, possui a capacidade hidráulica de escoar uma **vazão de 31,01 m<sup>3</sup>/s**.

A Figura 30 apresenta os resultados do software/programa CANAL.

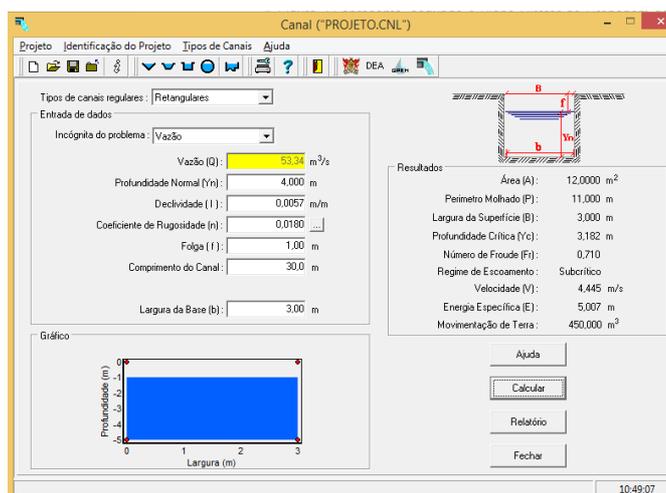


Figura 30: Resultados do dimensionamento da seção atual Ponte 13 – Rua Silva Jardim.

### 3.3.6 Ponte 14: Rua Gonçalves Dias

A Figura 31 apresenta, segundo o Plano Diretor de Drenagem de Bariri (2014), as dimensões atuais dessa travessia, que foram confirmadas em campo.

INTERFERÊNCIA - 06  
RUA GONÇALVES DIAS

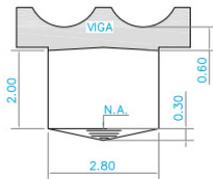


Figura 31: Vista da Ponte 14 – Rua Gonçalves Dias

Fonte: Plano Diretor de Drenagem Urbana de Bariri (2014). Prefeitura Municipal de Bariri.(modificado)

A Ponte 14 possui seção em concreto com dimensões de 2,00 metros (altura) e 2,80 metros (largura) com declividade estimada de 0,005m/m.

Esta seção, segundo o dimensionamento, possui a capacidade hidráulica de escoar uma **vazão de 14,48 m<sup>3</sup>/s**.

A Figura 32 apresenta os resultados do software/programa CANAL.

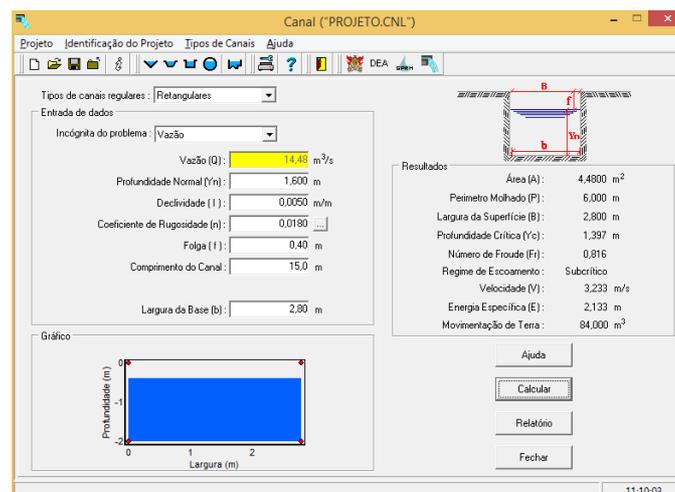


Figura 32: Resultados do dimensionamento da seção atual Ponte 14 – Rua Gonçalves Dias.

### 3.3.7 Ponte 15: Rua Prudente de Moraes

A Figura 33 apresenta, segundo o Plano Diretor de Drenagem de Bariri (2014), as dimensões atuais dessa travessia, que foram confirmadas em campo.

INTERFERENCIA - 07  
RUA PRUDENTE DE MORAES

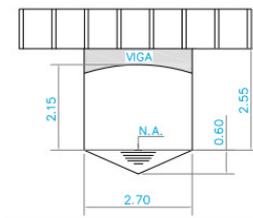


Figura 33: Vista da Ponte 15 – Rua Prudente de Moraes

Fonte: Plano Diretor de Drenagem Urbana de Bariri (2014). Prefeitura Municipal de Bariri.(modificado)

A Ponte 15 possui seção em concreto com dimensões de 2,15 metros (altura) e 2,70 metros (largura) com declividade estimada de 0,005m/m.

Esta seção, segundo o dimensionamento, possui a capacidade hidráulica de escoar uma **vazão de 15,14 m<sup>3</sup>/s**.

A Figura 34 apresenta os resultados do software/programa CANAL.

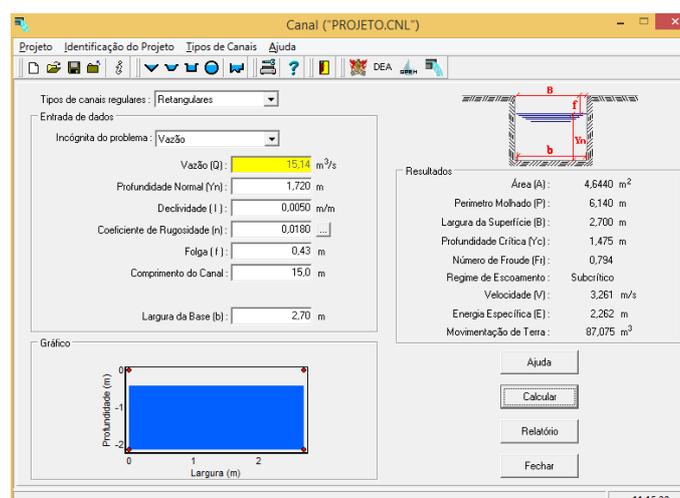


Figura 34: Resultados do dimensionamento da seção atual Ponte 15 – Rua Prudente de Moraes.

Com a definição das características geométricas e hidráulicas das Travessias existentes dos Córregos Sapé, Córrego do Godinho e Ribeirão do Sapé, será aplicada a Metodologia proposta do Método Racional Modificado (“Método *I-PAI-WU*”) para subsidiar uma análise comparativa das características de cada travessia, e subsidiar a Tomada de Decisão por parte da Administração Municipal na priorização das ações de recuperação dos Córregos em estudo.

## 4. DIMENSIONAMENTO HIDRÁULICO-HIDROLÓGICO CÓRREGOS SAPÉ, GODINHO E RIBEIRÃO DO SAPÉ

### 4.1 CÓRREGO DO SAPÉ

Para aplicação da metodologia de cálculo definida, *Método Racional Modificado (I PAY WU)* foram definidas as seções de controle de cada travessia, conforme pode-se observar no Mapa Seções de Controle, em anexo e na Figura 35.

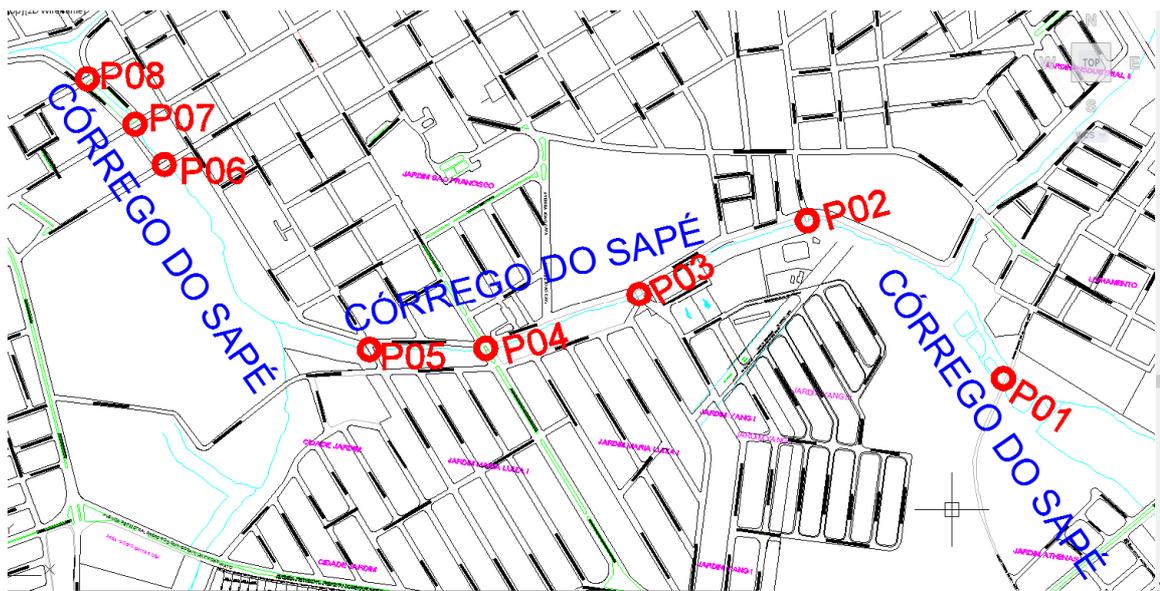


Figura 35: Localização das seções de controle – Córrego do Sapé.

**Ponte 01: Prolongamento da Rua Florêncio F. Moraes**

**Ponte 02: Rua São João**

**Ponte 03: Rua Victoria Venturini Romão**

**Ponte 04: Rua Francisco Munhoz Cegarra**

**Ponte 05: Rua Sete de Setembro**

**Ponte 06: Avenida Claudionor Barbieri**

**Ponte 07: Rua XV de Novembro**

**Ponte 08: Rua João Lemos**

Na sequência serão apresentados os resultados da aplicação da metodologia para Córrego do Sapé.

<b>CÓRREGO DO SAPÉ</b>		
Para a determinação da vazão de projeto do <b>CÓRREGO DO SAPÉ</b> , empregou-se o Método I-Pai-Wu, onde considerações tais como, distribuição da chuva e a forma da bacia, são utilizadas para a determinação da vazão de cheia. A fórmula utilizada para determinação da vazão de cheia é dada por:		
$Q = 0,278 * C * I * A^{0.9} * K$		
onde:	Seções de Controle	
	Seção	AreaTotal (m2)
	SEÇÃO P01	29.035.021,00
	SEÇÃO P02	31.608.340,17
	SEÇÃO P03	31.953.465,79
	SEÇÃO P04	32.475.756,54
	SEÇÃO P05	32.667.826,79
	SEÇÃO P06	39.701.524,79
	SEÇÃO P07	39.915.123,68
	SEÇÃO P08	39.958.719,18
		AreaTotal (km2)
		29,04
		31,61
		31,95
		32,48
		32,67
		39,70
		39,92
		39,96
Q= vazão de cheia (m3/s);		
C= coeficiente de escoamento superficial;		
I = intensidade de chuva crítica (mm/h);		
A = área da bacia de contribuição (km2);		
K= coeficiente de distribuição espacial da chuva.		
O tempo de concentração pode ser calculado pela fórmula de George Ribeiro, dada por:		
$T_c = 57 * (L^2 / S)^{0.385}$		
onde:		
Tc = tempo de concentração na bacia (min);		
L = comprimento do talvegue (km);		
S - declividade equivalente do talvegue (m/km);		
$s = \left[ \frac{\sum L}{\frac{L1}{\sqrt{J1}} + \frac{L2}{\sqrt{J2}} + \dots + \frac{Ln}{\sqrt{Jn}}} \right]^2$		

Córrego do SAPÉ							
O cálculo da declividade equivalente é dado pela tabela abaixo:							
cota terreno	desnível	distância	decliv.	$I^{0,5}$	$L/I^{0,5}$	Declividade Equivalente (m/m)	Seção de Controle
(m)	(m)	L (m)	I (m/m)				
530,00	-						
525,00	5,00	121,00	0,0413	0,20	595,24	0,0413	
520,00	5,00	137,00	0,0365	0,19	717,13	0,0386	
515,00	5,00	140,00	0,0357	0,19	740,81	0,0376	
510,00	5,00	118,00	0,0424	0,21	573,24	0,0386	
505,00	5,00	143,00	0,0350	0,19	764,75	0,0378	
500,00	5,00	129,00	0,0388	0,20	655,24	0,0379	
495,00	5,00	176,00	0,0284	0,17	1.044,20	0,0359	
490,00	5,00	169,00	0,0296	0,17	982,53	0,0348	
485,00	5,00	132,00	0,0379	0,19	678,23	0,0351	
480,00	5,00	118,00	0,0424	0,21	573,24	0,0357	
475,00	5,00	88,00	0,0568	0,24	369,18	0,0366	
470,00	5,00	259,00	0,0193	0,14	1.864,08	0,0328	
465,00	5,00	802,00	0,0062	0,08	10.157,26	0,0165	
460,00	5,00	450,00	0,0111	0,11	4.269,07	0,0155	
455,00	5,00	67,00	0,0746	0,27	245,26	0,0158	
450,00	5,00	363,00	0,0138	0,12	3.092,96	0,0156	
445,00	5,00	486,00	0,0103	0,10	4.791,48	0,0147	
440,00	5,00	1.274,00	0,0039	0,06	20.336,17	0,0097	
435,00	5,00	832,00	0,0060	0,08	10.732,48	0,0090	
429,00	6,00	1.070,00	0,0056	0,07	14.288,94	0,0083	SEÇÃO P01
427,00	2,00	652,00	0,0031	0,06	11.772,17	0,0075	SEÇÃO P02
425,00	2,00	331,00	0,0060	0,08	4.258,21	0,0074	SEÇÃO P03
423,00	2,00	315,00	0,0063	0,08	3.953,22	0,0074	SEÇÃO P04
422,00	1,00	234,00	0,0043	0,07	3.579,51	0,0073	SEÇÃO P05
421,50	0,50	610,00	0,0008	0,03	21.306,38	0,0057	SEÇÃO P06
421,00	0,50	100,00	0,0050	0,07	1.414,21	0,0057	SEÇÃO P07
420,00	1,00	231,00	0,0043	0,07	3.510,90	0,0056	SEÇÃO P08
soma total	110,00	9.547,00			127.266,09	0,0056	
<b>Declividade Equivalente</b>					<b>0,0056</b>		
seção B	108,00	9.547,00			127.266,09	0,0056	
seção A	108,00	9.547,00			127.266,09	0,0056	

<b>Cálculo do Tempo de Concentração (Tc)</b>			
	S (m/m)	S (m/Km)	Tc (min)
SEÇÃO P01	0,0083	8,34	113,64
SEÇÃO P02	0,0075	7,49	126,71
SEÇÃO P03	0,0074	7,43	131,34
SEÇÃO P04	0,0074	7,38	135,60
SEÇÃO P05	0,0073	7,26	139,42
SEÇÃO P06	0,0057	5,67	161,55
SEÇÃO P07	0,0057	5,67	162,99
SEÇÃO P08	0,0056	5,63	166,53

<b>Posto Bauru</b>	<b>TR 50 anos</b>	<b>TR 50 anos</b>	<b>TR 100 anos</b>	<b>TR 100 anos</b>
<i>Tempo (min)</i>	<i>mm/min</i>	<i>mm/h</i>	<i>mm/min</i>	<i>mm/h</i>
10	3,0217	181,30	3,2900	197,40
20	2,3733	142,40	2,5883	155,30
30	1,9683	118,10	2,1483	128,90
60	1,3267	79,60	1,4533	87,20
120	0,8317	49,90	0,9133	54,80
180	0,6167	37,00	0,6783	40,70
360	0,3617	21,70	0,4000	24,00

<b>Cálculo da Intensidade de Chuva (mm/min)</b>			
<b>TR 100 anos</b>	<b>Tc (min)</b>	<b>i (mm/min)</b>	<b>i (mm/h)</b>
SEÇÃO P01	113,64	0,9487	56,92
SEÇÃO P02	126,71	0,8780	52,68
SEÇÃO P03	131,34	0,8556	51,34
SEÇÃO P04	135,60	0,8362	50,17
SEÇÃO P05	139,42	0,8195	49,17
SEÇÃO P06	161,55	0,7358	44,15
SEÇÃO P07	162,99	0,7310	43,86
SEÇÃO P08	166,53	0,7194	43,17

<b>Fator de Forma da Bacia (F) :</b>								
$F = L / 2 \cdot (A/\eta)^{1/2}$								
	SEÇÃO P01	SEÇÃO P02	SEÇÃO P03	SEÇÃO P04	SEÇÃO P05	SEÇÃO P06	SEÇÃO P07	SEÇÃO P08
F =	1,16	1,22	1,26	1,30	1,33	1,30	1,31	1,34
C2 =	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30
K =	0,948	0,948	0,948	0,948	0,948	0,946	0,946	0,947
C1 = 4 / (2+F) =	1,26	1,24	1,23	1,21	1,20	1,21	1,21	1,20
C = 2/ (1+F) x C2/C1=	0,22	0,22	0,22	0,22	0,21	0,22	0,22	0,21

<b>Cálculo da Vazão de Cheia (m3/s) e</b>		
<b>Vazão Máxima de Projeto</b>		
<b>Vazão de Cheia</b>		
$Q = 0,278 * C * I * A^{0.9} * K$		
$Q_p = Q_b + Q$		
onde $Q_b = 0,10 * Q$		
	<b>Q cheia (m3/s)</b>	<b>Qmaxproj (m3/s)</b>
SEÇÃO P01	68,21	75,04
SEÇÃO P02	67,62	74,38
SEÇÃO P03	66,13	72,74
SEÇÃO P04	65,24	71,76
SEÇÃO P05	64,01	70,41
SEÇÃO P06	68,69	75,56
SEÇÃO P07	68,47	75,32
SEÇÃO P08	67,25	73,98
<b>Calculo de Canais</b>		
Equação de Manning:		<b>Equação da Continuidade:</b>
$V = 1 / n * R_h^{2/3} * I^{1/2}$		$Q = V * A$
Onde:		Onde:
V = velocidade (m/s);		Q = vazão (m3/s);
n = coeficiente de rugosidade		A = área molhada (m2);
R <sub>h</sub> = raio hidráulico;		V = velocidade (m/s).
I = declividade (m/m).		

<b>Revestimento</b>	<b>V<sub>máx</sub> (m/s)</b>
Terra	1,50
Gabião	2,50
Pedra argamassada	3,00
Concreto (*)	4,00

Cálculo das Seções Transversais Propostas e Nível D'água										
Trechos	Vazão (m3/s)	I (m/m)	Seção b(m)	yo(m)	Folga mínima (0,20*yo)	yo + borda livre borda livre 0,20 Htr(yo) ou mínimo de 40cm	n Man.	Rh	Veloc. (m/s)	Q (m3/s)
SEÇÃO P01	75,04	0,0033	9,50	2,00	0,40	2,40	0,018	1,41	4,0	76,15
SEÇÃO P02	74,38	0,0033	9,50	2,00	0,40	2,40	0,018	1,41	4,0	76,15
SEÇÃO P03	72,74	0,0033	9,50	2,00	0,40	2,40	0,018	1,41	4,0	76,15
SEÇÃO P04	71,76	0,0033	9,50	2,00	0,40	2,40	0,018	1,41	4,0	76,15
SEÇÃO P05	70,41	0,0033	9,50	2,00	0,40	2,40	0,018	1,41	4,0	76,15
SEÇÃO P06	75,56	0,0033	9,50	2,00	0,40	2,40	0,018	1,41	4,0	76,15
SEÇÃO P07	75,32	0,0033	9,50	2,00	0,40	2,40	0,018	1,41	4,0	76,15
SEÇÃO P08	73,98	0,0033	9,50	2,00	0,40	2,40	0,018	1,41	4,0	76,15

Com a aplicação da metodologia, obteve-se os seguintes resultados:

**Tabela 04: Comparativo entre vazões das Pontes**

Ponte/Travessia	Vazão Existente (m3/s)	Vazão Proposta (m3/s)
Prolong. Rua Florencio F. Moraes	2,14	76,15
Rua São João	4,28	76,15
Rua Victoria Venturini Romão	13,79	76,15
Avenida Francisco Munhoz Cegarra	12,41	76,15
Rua Sete de Setembro	32,79	76,15
Avenida Claudionor Barbieri	43,94	76,15
Rua XV de Novembro	41,01	76,15
Rua João Lemos	31,43	76,15

**Tabela 05: Comparativo entre Seções das Pontes**

Ponte/Travessia	Seção Existente (Largura (m) x Altura (m))	Seção Proposta (Largura (m) x Altura (m))
Prolong. Rua Florencio F. Moraes	Galeria $\varnothing$ 1200mm	9,50 x 2,40
Rua São João	Galeria 2 x $\varnothing$ 1200mm	9,50 x 2,40
Rua Victoria Venturini Romão	2,70 x 2,00	9,50 x 2,40
Avenida Francisco Munhoz Cegarra	2,50 x 2,00	9,50 x 2,40
Rua Sete de Setembro	4,50 x 2,30	9,50 x 2,40
Avenida Claudionor Barbieri	Galeria 2 x $\varnothing$ 2800mm	9,50 x 2,40
Rua XV de Novembro	4,70 x 2,60	9,50 x 2,40
Rua João Lemos	4,00 x 2,50	9,50 x 2,40

## 4.2 CÓRREGO DO GODINHO

Para aplicação da metodologia de cálculo definida, *Método Racional Modificado (I PAY WU)* foram definidas as seções de controle de cada travessia, conforme pode-se observar no Mapa Seções de Controle, em anexo e na Figura 36.



Figura 36: Localização das seções de controle – Córrego do Godinho

**Ponte 09: Travessia sob Rodovia SP 304**

**Ponte 10: Rua Santa Cruz**

**Ponte 11: Rua José do Patrocínio**

**Ponte 12: Rua São João**

**Ponte 13: Rua Silva Jardim**

**Ponte 14: Rua Gonçalves Dias**

**Ponte 15: Rua Prudente de Moraes**

Na sequência serão apresentados os resultados da aplicação da metodologia para Córrego do Godinho.

<b>CÓRREGO DO GODINHO</b>			
Para a determinação da vazão de projeto do <b>CÓRREGO DO GODINHO</b> , empregou-se o Método I-Pai-Wu, onde considerações tais como, distribuição da chuva e a forma da bacia, são utilizadas para a determinação da vazão de cheia. A fórmula utilizada para determinação da vazão de cheia é dada por:			
$Q = 0,278 * C * I * A^{0.9} * K$			
onde:	Seções de Controle		
	Seção	AreaTotal (m2)	AreaTotal (km2)
Q= vazão de cheia (m3/s);	SEÇÃO P09	10.947.717,63	10,95
C= coeficiente de escoamento superficial;	SEÇÃO P10	11.158.629,00	11,16
I = intensidade de chuva crítica (mm/h);	SEÇÃO P11	11.212.320,75	11,21
	SEÇÃO P12	11.288.592,75	11,29
	SEÇÃO P13	11.450.093,88	11,45
	SEÇÃO P14	11.500.840,00	11,50
	SEÇÃO P15	11.628.320,63	11,63
A = área da bacia de contribuição (km2);			
K= coeficiente de distribuição espacial da chuva.			
O tempo de concentração pode ser calculado pela fórmula de George Ribeiro, dada por:			
$T_c = 57 * (L^2 / S)^{0.385}$			
onde:			
Tc = tempo de concentração na bacia (min);			
L = comprimento do talvegue (km);			
S - declividade equivalente do talvegue (m/km);			
$s = \left[ \frac{\sum L}{\frac{L_1}{\sqrt{J_1}} + \frac{L_2}{\sqrt{J_2}} + \dots + \frac{L_n}{\sqrt{J_n}}} \right]^2$			

Córrego do GODINHO							
O cálculo da declividade equivalente é dado pela tabela abaixo:							
cota terreno	desnível	distância	decliv.	$I^{>0,5}$	$L/I^{>0,5}$	Declividade Equivalente (m/m)	Seção de Controle
(m)	(m)	L (m)	I (m/m)				
541,00	-						
540,00	1,00	60,00	0,0167	0,13	464,76	0,0167	
535,00	5,00	181,00	0,0276	0,17	1.089,01	0,0241	
530,00	5,00	122,00	0,0410	0,20	602,64	0,0283	
525,00	5,00	90,00	0,0556	0,24	381,84	0,0319	
520,00	5,00	236,00	0,0212	0,15	1.621,37	0,0274	
515,00	5,00	91,00	0,0549	0,23	388,22	0,0294	
510,00	5,00	99,00	0,0505	0,22	440,52	0,0311	
505,00	5,00	58,00	0,0862	0,29	197,54	0,0326	
500,00	5,00	439,00	0,0114	0,11	4.113,50	0,0219	
495,00	5,00	260,00	0,0192	0,14	1.874,89	0,0214	
490,00	5,00	236,00	0,0212	0,15	1.621,37	0,0214	
485,00	5,00	243,00	0,0206	0,14	1.694,04	0,0213	
480,00	5,00	513,00	0,0097	0,10	5.196,26	0,0178	
475,00	5,00	146,00	0,0342	0,19	788,94	0,0184	
470,00	5,00	499,00	0,0100	0,10	4.985,01	0,0165	
465,00	5,00	466,00	0,0107	0,10	4.498,77	0,0156	
460,00	5,00	434,00	0,0115	0,11	4.043,43	0,0151	
455,00	5,00	817,00	0,0061	0,08	10.443,55	0,0126	
450,00	5,00	924,00	0,0054	0,07	12.560,96	0,0108	
447,75	2,25	298,00	0,0076	0,09	3.429,52	0,0106	SEÇÃO P09
445,00	2,75	242,00	0,0114	0,11	2.270,16	0,0106	
440,00	5,00	250,00	0,0200	0,14	1.767,77	0,0108	
438,33	1,67	200,00	0,0084	0,09	2.188,70	0,0107	SEÇÃO P10
437,30	1,03	100,00	0,0103	0,10	985,33	0,0107	SEÇÃO P11
436,37	0,93	100,00	0,0093	0,10	1.036,95	0,0107	SEÇÃO P12
435,83	0,54	100,00	0,0054	0,07	1.360,83	0,0106	SEÇÃO P13
435,00	0,83	100,00	0,0083	0,09	1.097,64	0,0105	SEÇÃO P14
433,60	1,40	100,00	0,0140	0,12	845,15	0,0106	SEÇÃO P15
432,27	1,33	100,00	0,0133	0,12	867,11	0,0106	
soma total	<b>108,73</b>	<b>7.504,00</b>			<b>72.855,79</b>	0,0106	
<b>Declividade Equivalente</b>					<b>0,0106</b>		
<b>seção B</b>	<b>103,70</b>	<b>7.504,00</b>			<b>71.143,52</b>	<b>0,0111</b>	
<b>seção A</b>	<b>103,70</b>	<b>7.504,00</b>			<b>71.143,52</b>	<b>0,0111</b>	

Cálculo do Tempo de Concentração (Tc)			
	S (m/m)	S (m/Km)	Tc (min)
SEÇÃO P09	0,0106	10,56	93,86
SEÇÃO P10	0,0107	10,73	96,10
SEÇÃO P11	0,0107	10,72	98,98
SEÇÃO P12	0,0107	10,70	101,32
SEÇÃO P13	0,0106	10,58	102,90
SEÇÃO P14	0,0105	10,54	104,17
SEÇÃO P15	0,0106	10,58	105,15

<b>Posto Bauru</b>	TR 50 anos	TR 50 anos	TR 100 anos	TR 100 anos
Tempo (min)	mm/min	mm/h	mm/min	mm/h
10	3,0217	181,30	3,2900	197,40
20	2,3733	142,40	2,5883	155,30
30	1,9683	118,10	2,1483	128,90
60	1,3267	79,60	1,4533	87,20
120	0,8317	49,90	0,9133	54,80
180	0,6167	37,00	0,6783	40,70
360	0,3617	21,70	0,4000	24,00

Cálculo da Intensidade de Chuva (mm/min)			
TR 100 anos	Tc (min)	i (mm/min)	i (mm/h)
SEÇÃO P09	93,86	1,0836	65,02
SEÇÃO P10	96,10	1,0662	63,97
SEÇÃO P11	98,98	1,0447	62,68
SEÇÃO P12	101,32	1,0279	61,68
SEÇÃO P13	102,90	1,0170	61,02
SEÇÃO P14	104,17	1,0083	60,50
SEÇÃO P15	105,15	1,0018	60,11

Fator de Forma da Bacia (F) :							
F = L / 2*(A/¶) <sup>1/2</sup>							
	SEÇÃO P09	SEÇÃO P10	SEÇÃO P11	SEÇÃO P12	SEÇÃO P13	SEÇÃO P14	SEÇÃO P15
F =	1,66	1,71	1,77	1,82	1,83	1,86	1,87
C2 =	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30
K =	0,986	0,986	0,986	0,986	0,986	0,986	0,986
C1 = 4 / (2+F) =	1,09	1,08	1,06	1,05	1,04	1,04	1,03
C = 2/ (1+F) x C2/C1=	0,21	0,21	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20

<b>Cálculo da Vazão de Cheia (m3/s) e Vazão Máxima de Projeto</b>		
<b>Vazão de Cheia</b>		
$Q = 0,278 * C * I * A^{0.9} * K$		
$Q_p = Q_b + Q$		
onde $Q_b = 0,10 * Q$		
	<b>Q cheia (m3/s)</b>	<b>Qmaxproj (m3/s)</b>
SEÇÃO P09	31,69	34,85
SEÇÃO P10	31,56	34,72
SEÇÃO P11	30,87	33,96
SEÇÃO P12	30,43	33,47
SEÇÃO P13	30,46	33,50
SEÇÃO P14	30,26	33,28
SEÇÃO P15	30,31	33,35
<b>Calculo de Canais</b>		<b>Equação da Continuidade:</b>
Equação de Manning:		$Q = V * A$
$\frac{1.49}{n} * R^{2/3} * I^{1/2}$		Onde:
Onde:		Q = vazão (m3/s);
V = velocidade		A = área molhada (m2);
n = coeficiente		V = velocidade (m/s).
Rh = raio		
I = declividade		

Cálculo das Seções Transversais Propostas e Nível D'água										
Trechos	Vazão (m <sup>3</sup> /s)	l (m/m)	Seção b(m)	yo(m)	Folga mínima (0,20*yo)	yo + borda livre borda livre 0,20 Htr(yo) ou mínimo de 40cm	n Man.	Rh	Veloc. (m/s)	Q (m <sup>3</sup> /s)
SEÇÃO P09	34,85	0,004	6,00	2,00	0,40	2,40	0,018	1,20	4,0	47,61
SEÇÃO P10	34,72	0,004	6,00	2,00	0,40	2,40	0,018	1,20	4,0	47,61
SEÇÃO P11	33,96	0,004	6,00	2,00	0,40	2,40	0,018	1,20	4,0	47,61
SEÇÃO P12	33,47	0,004	6,00	2,00	0,40	2,40	0,018	1,20	4,0	47,61
SEÇÃO P13	33,50	0,004	6,00	2,00	0,40	2,40	0,018	1,20	4,0	47,61
SEÇÃO P14	33,28	0,004	6,00	2,00	0,40	2,40	0,018	1,20	4,0	47,61
SEÇÃO P15	33,35	0,004	6,00	2,00	0,40	2,40	0,018	1,20	4,0	47,61

**Tabela 06: Comparativo entre vazões das Pontes – Córrego Godinho**

Ponte/Travessia	Vazão Existente (m <sup>3</sup> /s)	Vazão proposta (m <sup>3</sup> /s)
Rodovia SP 304	53,34	53,34
Rua Santa Cruz	31,01	47,61
Rua José do Patrocínio	31,01	47,61
Rua São João	31,01	47,61
Rua Silva Jardim	31,01	47,61
Rua Gonçalves Dias	14,48	47,61
Rua Prudente de Moraes	15,14	47,61

**Tabela 07: Comparativo entre Seções das Pontes**

Ponte/Travessia	Seção Existente (Largura (m) x Altura (m))	Seção Proposta (Largura (m) x Altura (m))
Rodovia SP 304	3,00 x 5,00	3,00 x 5,00
Rua Santa Cruz	3,70 x 2,50	6,00 x 2,40
Rua José do Patrocínio	3,70 x 2,50	6,00 x 2,40
Rua São João	3,70 x 2,50	6,00 x 2,40
Rua Silva Jardim	3,70 x 2,50	6,00 x 2,40
Rua Gonçalves Dias	2,80 x 2,00	6,00 x 2,40
Rua Prudente de Moraes	2,70 x 2,15	6,00 x 2,40

### 4.3 RIBEIRÃO DO SAPÉ

Para aplicação da metodologia de cálculo definida, *Método Racional Modificado (I PAY WU)* foram definidas as seções de controle de cada travessia, conforme pode-se observar no Mapa Seções de Controle, em anexo e na Figura 37.

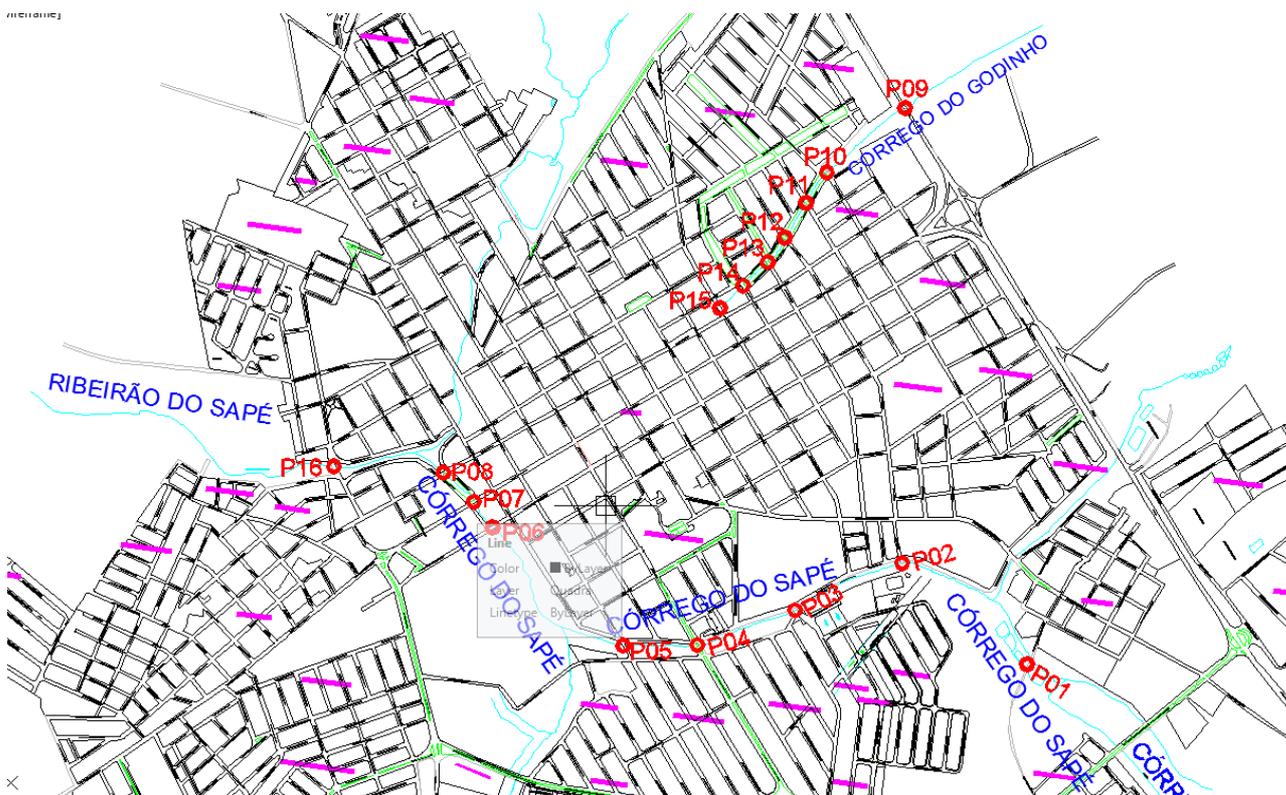


Figura 37: Localização das seções de controle – Ribeirão do Sapé

A Seção de Controle do Ribeirão do Sapé se localiza na Travessia/Ponte existente logo após a confluência dos Córregos do Sapé, Córrego do Godinho e Córrego da Floresta, na **Ponte 16: Rua Euclides Gabriel Correa**

Na sequência serão apresentados os resultados da aplicação da metodologia para Ribeirão do Sapé.

<b>RIBEIRÃO DO SAPÉ</b>			
Para a determinação da vazão de projeto do <b>RIBEIRÃO DO SAPÉ</b> , empregou-se o Método I-Pai-Wu, onde considerações tais como, distribuição da chuva e a forma da bacia, são utilizadas para a determinação da vazão de cheia. A fórmula utilizada para determinação da vazão de cheia é dada por:			
$Q = 0,278 * C * I * A^{0.9} * K$			
onde:		Seções de Controle	
		Seção	AreaTotal (m2)
Q= vazão de cheia (m3/s);		SEÇÃO P16	29.035.021,00
C= coeficiente de escoamento superficial;		SEÇÃO P02	31.608.340,17
I = intensidade de chuva crítica (mm/h);		SEÇÃO P03	31.953.465,79
		SEÇÃO P04	32.475.756,54
		SEÇÃO P05	32.667.826,79
		SEÇÃO P06	39.701.524,79
		SEÇÃO P07	39.915.123,68
A = área da bacia de contribuição (km2);		SEÇÃO P08	39.958.719,18
K= coeficiente de distribuição espacial da chuva.		SEÇÃO P16	85.391.893,25
O tempo de concentração pode ser calculado pela fórmula de George Ribeiro, dada por:			
$T_c = 57 * (L^2 / S)^{0.385}$			
onde:			
Tc = tempo de concentração na bacia (min);			
L = comprimento do talvegue (km);			
S - declividade equivalente do talvegue (m/km);			
		$s = \left[ \frac{\sum L}{\frac{L_1}{\sqrt{J_1}} + \frac{L_2}{\sqrt{J_2}} + \dots + \frac{L_n}{\sqrt{J_n}}} \right]^2$	

<b>RIBEIRÃO DO SAPÉ</b>							
<b>O cálculo da declividade equivalente é dado pela tabela abaixo:</b>							
<b>cota terreno</b>	<b>desnível</b>	<b>distância</b>	<b>decliv.</b>	<b><math>I^{0,5}</math></b>	<b><math>L/I^{0,5}</math></b>	<b>Declividade Equivalente (m/m)</b>	<b>Seção de Controle</b>
(m)	(m)	L (m)	I (m/m)				
530,00	-						
525,00	5,00	121,00	0,0413	0,20	595,24	0,0413	
520,00	5,00	137,00	0,0365	0,19	717,13	0,0386	
515,00	5,00	140,00	0,0357	0,19	740,81	0,0376	
510,00	5,00	118,00	0,0424	0,21	573,24	0,0386	
505,00	5,00	143,00	0,0350	0,19	764,75	0,0378	
500,00	5,00	129,00	0,0388	0,20	655,24	0,0379	
495,00	5,00	176,00	0,0284	0,17	1.044,20	0,0359	
490,00	5,00	169,00	0,0296	0,17	982,53	0,0348	
485,00	5,00	132,00	0,0379	0,19	678,23	0,0351	
480,00	5,00	118,00	0,0424	0,21	573,24	0,0357	
475,00	5,00	88,00	0,0568	0,24	369,18	0,0366	
470,00	5,00	259,00	0,0193	0,14	1.864,08	0,0328	
465,00	5,00	802,00	0,0062	0,08	10.157,26	0,0165	
460,00	5,00	450,00	0,0111	0,11	4.269,07	0,0155	
455,00	5,00	67,00	0,0746	0,27	245,26	0,0158	
450,00	5,00	363,00	0,0138	0,12	3.092,96	0,0156	
445,00	5,00	486,00	0,0103	0,10	4.791,48	0,0147	
440,00	5,00	1.274,00	0,0039	0,06	20.336,17	0,0097	
435,00	5,00	832,00	0,0060	0,08	10.732,48	0,0090	
429,00	6,00	1.070,00	0,0056	0,07	14.288,94	0,0083	<b>SEÇÃO P01</b>
427,00	2,00	652,00	0,0031	0,06	11.772,17	0,0075	<b>SEÇÃO P02</b>
425,00	2,00	331,00	0,0060	0,08	4.258,21	0,0074	<b>SEÇÃO P03</b>
423,00	2,00	315,00	0,0063	0,08	3.953,22	0,0074	<b>SEÇÃO P04</b>
422,00	1,00	234,00	0,0043	0,07	3.579,51	0,0073	<b>SEÇÃO P05</b>
421,50	0,50	610,00	0,0008	0,03	21.306,38	0,0057	<b>SEÇÃO P06</b>
421,00	0,50	100,00	0,0050	0,07	1.414,21	0,0057	<b>SEÇÃO P07</b>
420,00	1,00	231,00	0,0043	0,07	3.510,90	0,0056	<b>SEÇÃO P08</b>
417,00	3,00	372,00	0,0081	0,09	4.142,42	0,0057	<b>SEÇÃO P16</b>
soma total	<b>113,00</b>	<b>9.919,00</b>			<b>131.408,51</b>	0,0057	
<b>Declividade Equivalente</b>					<b>0,0057</b>		
<b>seção B</b>	<b>108,00</b>	<b>9.919,00</b>			<b>127.266,09</b>	<b>0,0061</b>	
<b>seção A</b>	<b>108,00</b>	<b>9.919,00</b>			<b>127.266,09</b>	<b>0,0061</b>	

Cálculo do Tempo de Concentração (Tc)			
	S (m/m)	S (m/Km)	Tc (min)
SEÇÃO P01	0,0083	8,34	113,64
SEÇÃO P02	0,0075	7,49	126,71
SEÇÃO P03	0,0074	7,43	131,34
SEÇÃO P04	0,0074	7,38	135,60
SEÇÃO P05	0,0073	7,26	139,42
SEÇÃO P06	0,0057	5,67	161,55
SEÇÃO P07	0,0057	5,67	162,99
SEÇÃO P08	0,0056	5,63	166,53
SEÇÃO P16	0,0057	5,70	170,69

<b>Posto Bauru</b>	TR 50 anos	TR 50 anos	TR 100 anos	TR 100 anos
Tempo (min)	mm/min	mm/h	mm/min	mm/h
10	3,0217	181,30	3,2900	197,40
20	2,3733	142,40	2,5883	155,30
30	1,9683	118,10	2,1483	128,90
60	1,3267	79,60	1,4533	87,20
120	0,8317	49,90	0,9133	54,80
180	0,6167	37,00	0,6783	40,70
360	0,3617	21,70	0,4000	24,00

Cálculo da Intensidade de Chuva (mm/min)			
TR 100 anos	Tc (min)	i (mm/min)	i (mm/h)
SEÇÃO P01	113,64	0,9487	56,92
SEÇÃO P02	126,71	0,8780	52,68
SEÇÃO P03	131,34	0,8556	51,34
SEÇÃO P04	135,60	0,8362	50,17
SEÇÃO P05	139,42	0,8195	49,17
SEÇÃO P06	161,55	0,7358	44,15
SEÇÃO P07	162,99	0,7310	43,86
SEÇÃO P08	166,53	0,7194	43,17
SEÇÃO P16	170,69	0,7064	42,38

Fator de Forma da Bacia (F) :	SEÇÃO P01	SEÇÃO P02	SEÇÃO P03	SEÇÃO P04	SEÇÃO P05	SEÇÃO P06	SEÇÃO P07	SEÇÃO P08	SEÇÃO P16
$F = L / 2 \cdot (A/\eta)^{1/2}$									
F =	1,16	1,22	1,26	1,30	1,33	1,30	1,31	1,34	0,95
C2 =	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,3
K =	0,948	0,948	0,948	0,948	0,948	0,946	0,946	0,947	0,925
$C1 = 4 / (2+F) =$	1,26	1,24	1,23	1,21	1,20	1,21	1,21	1,20	1,36
$C = 2 / (1+F) \times C2/C1 =$	0,22	0,22	0,22	0,22	0,21	0,22	0,22	0,21	0,23

<b>Cálculo da Vazão de Cheia (m3/s) e</b>		
<b>Vazão Máxima de Projeto</b>		
<b>Vazão de Cheia</b>		
$Q = 0,278 * C * I * A^{0.9} * K$		
$Q_p = Q_b + Q$		
onde $Q_b = 0,10 * Q$		
	<b>Q cheia (m3/s)</b>	<b>Qmaxproj (m3/s)</b>
SEÇÃO P01	68,21	75,04
SEÇÃO P02	67,62	74,38
SEÇÃO P03	66,13	72,74
SEÇÃO P04	65,24	71,76
SEÇÃO P05	64,01	70,41
SEÇÃO P06	68,69	75,56
SEÇÃO P07	68,47	75,32
SEÇÃO P08	67,25	73,98
SEÇÃO P16	135,35	148,89
<b>Calculo de Canais</b>		
<b>Equação de Manning:</b>		
$V = 1 / n * Rh^{2/3} * I^{1/2}$		
Onde:		
V = velocidade (m/s);	Q = vazão (m3/s);	
n = coeficiente de rugosidade	A = área molhada (m2);	
Rh = raio hidráulico;	V = velocidade (m/s).	
I = declividade (m/m).		
<b>Equação da Continuidade:</b>		
$Q = V * A$		
Onde:		
Q = vazão (m3/s);		
A = área molhada (m2);		
V = velocidade (m/s).		

<b>Revestimento</b>	<b>Vmáx (m/s)</b>
Terra	1,50
Gabião	2,50
Pedra argamassada	3,00
Concreto (*)	4,00

Cálculo das Seções Transversais Propostas e Nível D'água										
Trechos	Vazão (m <sup>3</sup> /s)	l (m/m)	Seção b(m)	yo(m)	Folga mínima (0,20*yo)	yo + borda livre borda livre 0,20 Htr(yo) ou mínimo de 40cm	n Man.	Rh	Veloc. (m/s)	Q (m <sup>3</sup> /s)
SEÇÃO P01	75,04	0,0031	7,50	2,50	0,50	3,00	0,018	1,50	4,1	76,00
SEÇÃO P02	74,38	0,0032	7,50	2,50	0,50	3,00	0,018	1,50	4,1	76,61
SEÇÃO P03	72,74	0,0032	7,50	2,50	0,50	3,00	0,018	1,50	4,1	76,61
SEÇÃO P04	71,76	0,0032	7,50	2,50	0,50	3,00	0,018	1,50	4,1	76,61
SEÇÃO P05	70,41	0,0032	7,50	2,50	0,50	3,00	0,018	1,50	4,1	76,61
SEÇÃO P06	75,56	0,0030	8,00	2,50	0,50	3,00	0,018	1,54	4,1	81,10
SEÇÃO P07	75,32	0,0030	8,00	2,50	0,50	3,00	0,018	1,54	4,1	81,10
SEÇÃO P08	73,98	0,0030	8,00	2,50	0,50	3,00	0,018	1,54	4,1	81,10
SEÇÃO P16	148,89	0,0021	11,00	3,33	0,67	4,00	0,018	2,07	4,1	149,86

**Tabela 08: Comparativo entre vazões das Pontes**

Ponte/Travessia	Vazão Existente (m <sup>3</sup> /s)	Vazão proposta (m <sup>3</sup> /s)
Rua Euclides Gabriel Correa	113,91	149,86

**Tabela 09: Comparativo entre Seções das Pontes**

Ponte/Travessia	Seção Existente (Largura (m) x Altura (m))	Seção Proposta (Largura (m) x Altura (m))
Rua Euclides Gabriel Correa	9,00 x 4,00	11,00 x 4,00

## 5. CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES DE OBRAS DE RECUPERAÇÃO DOS CÓRREGOS SAPÉ, GODINHO E RIBEIRÃO DO SAPÉ

Os resultados dos dimensionamentos da capacidade hidráulica-hidrológica do Córrego Sapé, Córrego do Godinho e Ribeirão Sapé, segundo a metodologia aplicada, Método Racional Modificado, indicaram a necessidade de adequação das seções transversais das Pontes Existentes no trecho em estudo, conforme Tabela 08.

**Tabela 08: Obras para Recuperação Hidráulica do Córrego do Sapé**

	<b>Seção Proposta</b> (Largura (m) x Altura (m))	<b>Obras Propostas</b>
<b>CÓRREGO DO SAPÉ</b>		
Prolong. Rua Florencio F. Moraes	9,50 x 2,40	Demolição da Travessia existente e Construção de Ponte em Concreto Armado (dimensões 9,50 metros x 2,40 metros)
Rua São João	9,50 x 2,40	Demolição da Travessia existente e Construção de Ponte em Concreto Armado (dimensões 9,50 metros x 2,40 metros)
Rua Victoria Venturini Romão	9,50 x 2,40	Demolição da Travessia existente e Construção de Ponte em Concreto Armado (dimensões 9,50 metros x 2,40 metros)
Avenida Francisco Munhoz Cegarra	9,50 x 2,40	Demolição da Travessia existente e Construção de Ponte em Concreto Armado (dimensões 9,50 metros x 2,40 metros)
Rua Sete de Setembro	9,50 x 2,40	Demolição da Travessia existente e Construção de Ponte em Concreto Armado (dimensões 9,50 metros x 2,40 metros)
Avenida Claudionor Barbieri	9,50 x 2,40	Demolição da Travessia existente e Construção de Ponte em Concreto Armado (dimensões 9,50 metros x 2,40 metros)
Rua XV de Novembro	9,50 x 2,40	Demolição da Travessia existente e Construção de Ponte em Concreto Armado (dimensões 9,50 metros x 2,40 metros)
Rua João Lemos	9,50 x 2,40	Demolição da Travessia existente e Construção de Ponte em Concreto Armado (dimensões 9,50 metros x 2,40 metros)
Canalização do Córrego do Sapé	9,50 x 2,40	Demolição da Travessia existente e Construção de Ponte em Concreto Armado (dimensões 9,50 metros x 2,40 metros)

**Tabela 09: Obras para Recuperação Hidráulica do Córrego do Godinho e Ribeirão do Sapé**

	<b>Seção Proposta</b> (Largura (m) x Altura (m))	<b>Obras Propostas</b>
<b>CÓRREGO DO GODINHO</b>		
Rua Santa Cruz	6,00 x 2,40	Demolição da Travessia existente e Construção de Ponte em Concreto Armado (dimensões 6,00 metros x 2,40 metros)
Rua José do Patrocínio	6,00 x 2,40	Demolição da Travessia existente e Construção de Ponte em Concreto Armado (dimensões 6,00 metros x 2,40 metros)
Rua São João	6,00 x 2,40	Demolição da Travessia existente e Construção de Ponte em Concreto Armado (dimensões 6,00 metros x 2,40 metros)
Rua Silva Jardim	6,00 x 2,40	Demolição da Travessia existente e Construção de Ponte em Concreto Armado (dimensões 6,00 metros x 2,40 metros)
Rua Gonçalves Dias	6,00 x 2,40	Demolição da Travessia existente e Construção de Ponte em Concreto Armado (dimensões 6,00 metros x 2,40 metros)
Rua Prudente de Moraes	6,00 x 2,40	Demolição da Travessia existente e Construção de Ponte em Concreto Armado (dimensões 6,00 metros x 2,40 metros)
	<b>Seção Proposta</b> (Largura (m) x Altura (m))	<b>Obras Propostas</b>
<b>RIBEIRÃO DO SAPÉ</b>		
Rua Euclides Gabriel Correa	11,00 x 4,00	Ampliação da calha da Travessia existente

Ribeirão Preto, 23 de janeiro de 2017.

---

 Lourenço L. Costa Jr.  
 Kadima Engenharia Ltda  
 Eng. Civil CREA 5061064352  
 ART 28027230171488856