REAL
ARQUITETURA - DESIGN - ENGENHARIA

ESTUDO HIDROLÓGICO



Obra: Reconstrução Total de Ponte;

Local da Obra: Linha do Moinho, zona rural município de Dona Francisca-RS.

1 CARACTERÍSTICAS DA BACIA HIDROGRÁFICA

De acordo com dados da Agência Nacional das Águas e confirmação do comitê da Bacia Hidrográfica do Baixo Jacuí, a cidade de Dona Francisca-RS pertence à Bacia Hidrográfica do Baixo Jacuí, está localizada nas sub-bacias do Rio Soturno e do Arroio Formoso.

Conforme o comitê de gerenciamento da Bacia Hidrográfica do Baixo Jacuí, a Bacia Hidrográfica do Baixo Jacuí situa-se na porção centro-leste do Estado do Rio Grande do Sul, entre as coordenadas geográficas 29°26' a 30°47' de latitude Sul e 51°16' a 53°35' de longitude Oeste. Abrange as Províncias Geomorfológicas Planalto Meridional, Depressão Central, Escudo Uruguaio-Sul-Rio-grandense e Planície Costeira (Interior). Os principais cursos de água são os arroios Irapuã, Capané, Botucacaí, Capivari, do Conde, dos Ratos, dos Cachorros, Ibacurú e o Rio Jacuí. Os principais usos da água se destinam a irrigação, uso industrial e abastecimento humano.

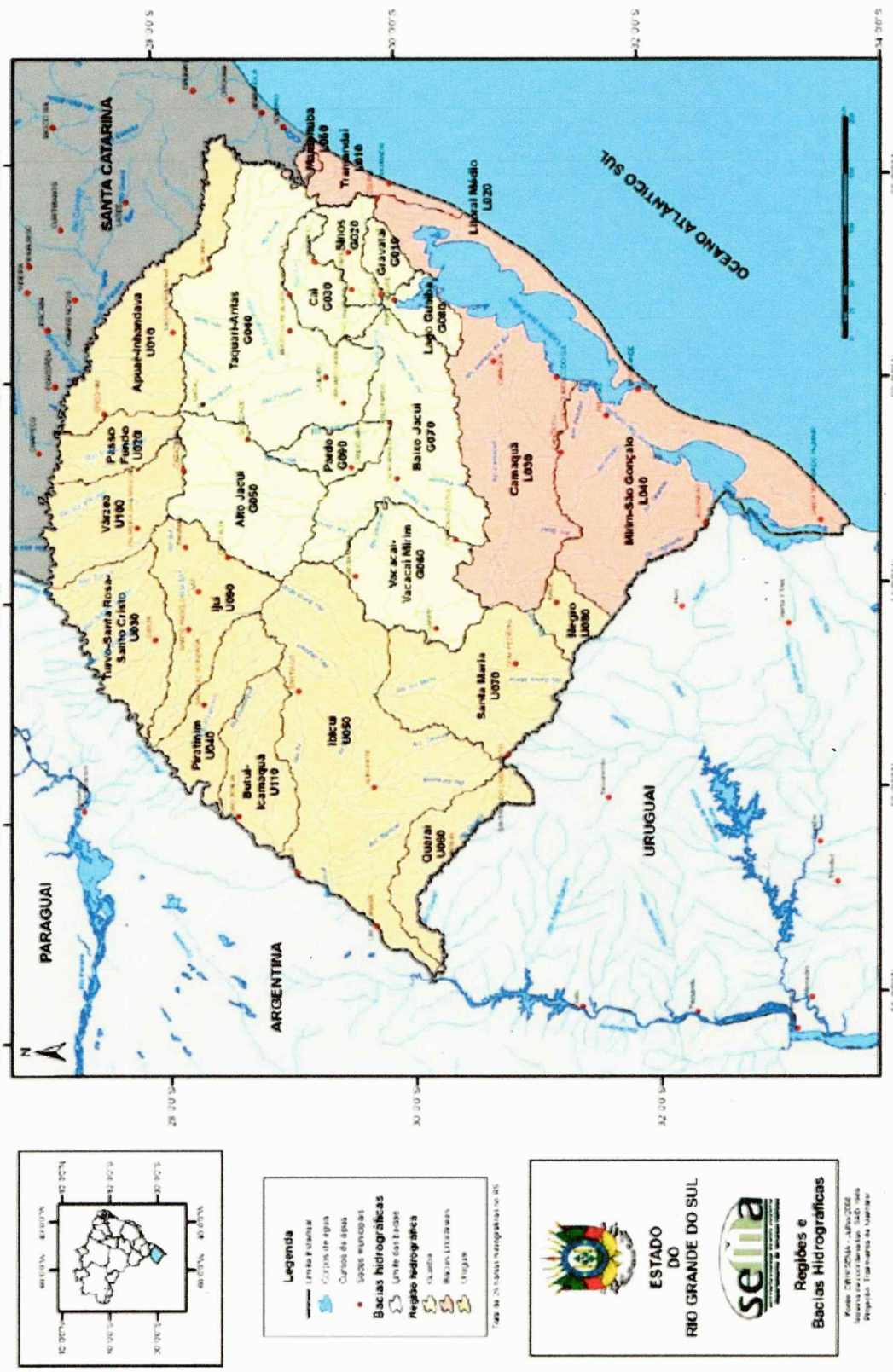


Figura 01 – Mapa das bacias hidrográficas do Rio Grande do Sul.

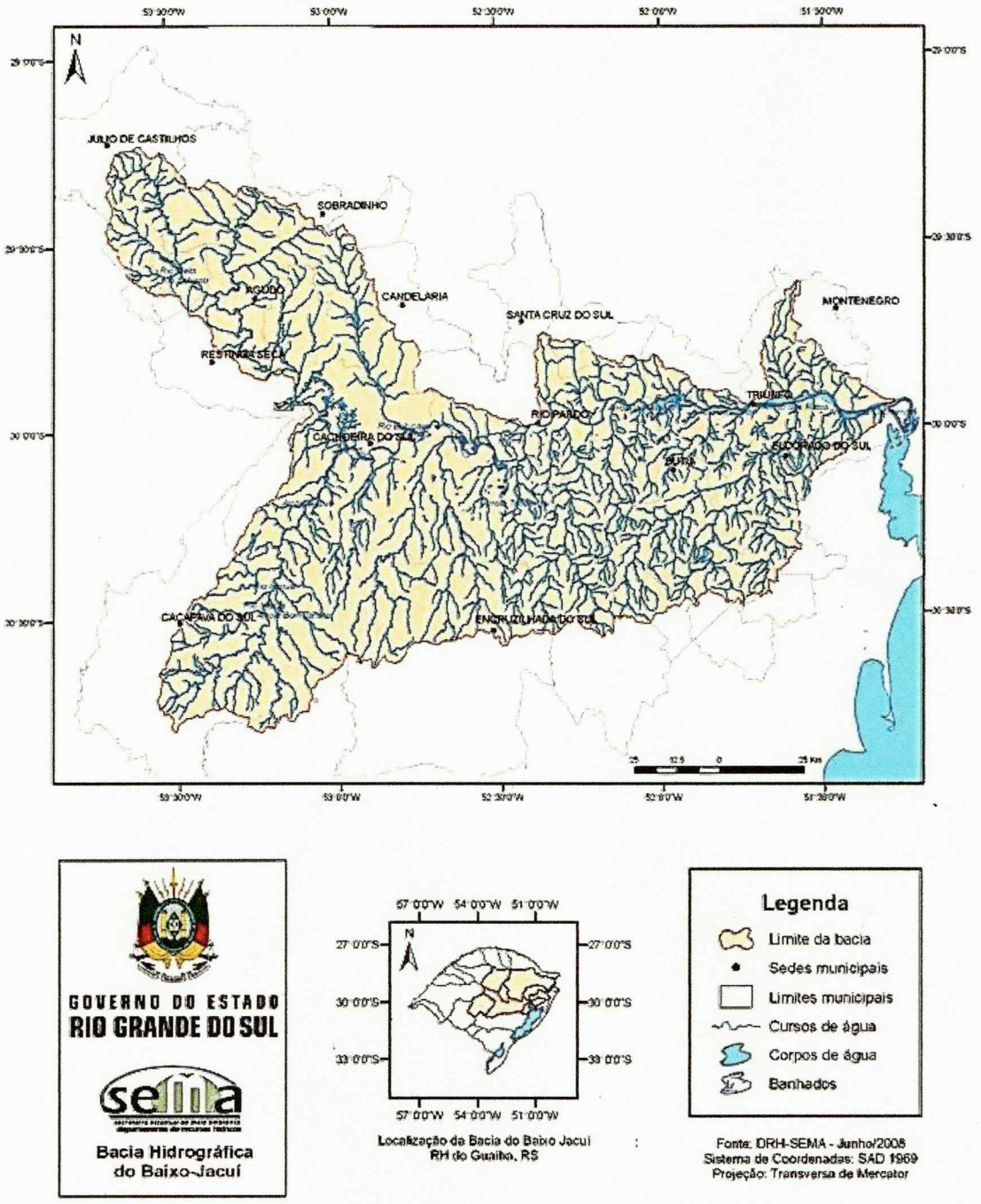


Figura 02 – Bacia hidrográfica do Baixo Jacuí.

2 CLIMA

Segundo o Plano municipal de Saneamento Básico de Dona Francisca, a cidade apresenta um clima temperado, regime pluviométrico normal, distribuído regularmente durante o ano ocorrendo eventuais problemas de enchentes e estiagens. As temperaturas mínimas oscilam entre 14º e 15º C e a máxima entre 23º e 25º C. Pela classificação Climática de Köppen, o município apresenta o tipo climático Cfa, subtropical úmido, com temperatura média do mês mais quente superior a 22° C e a temperatura média do mês mais frio entre – 3° C e 18° C.

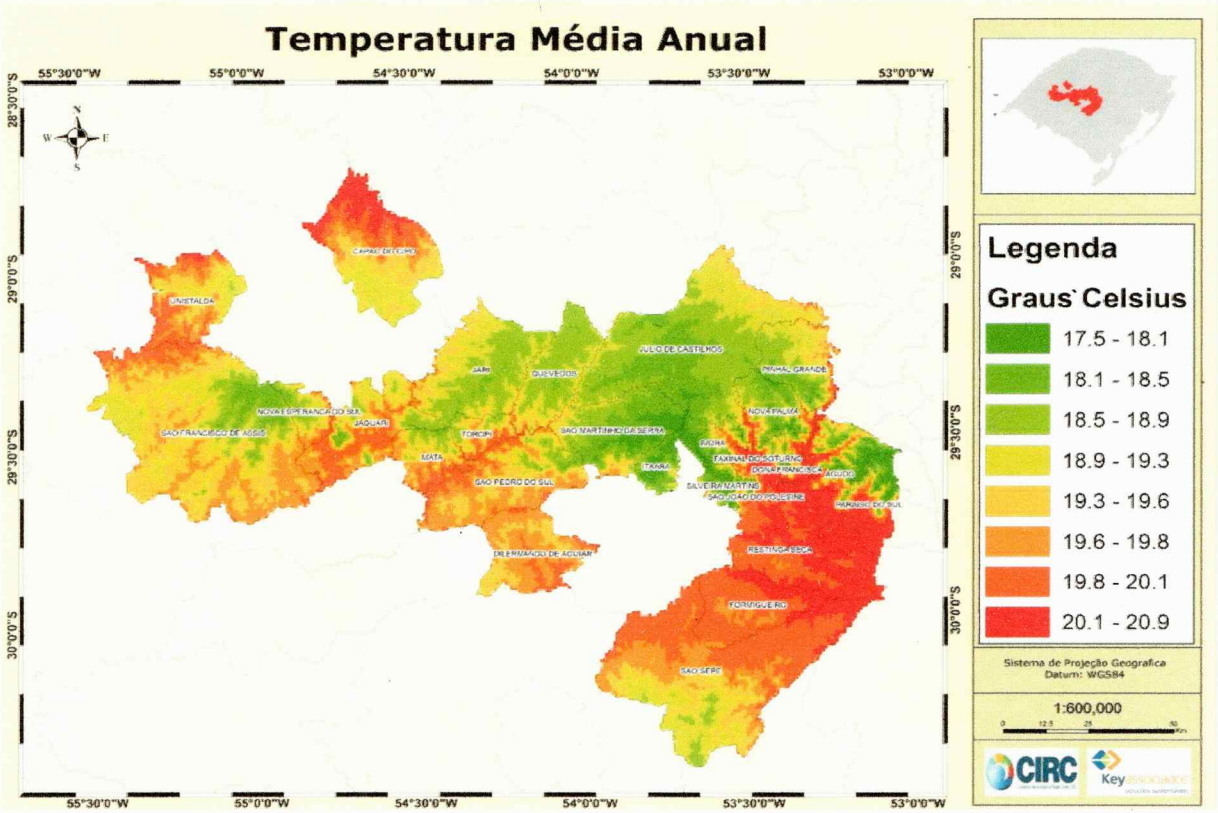


Figura 03 – Temperatura média anual

3 TOPOGRAFIA, RELEVO E GEOLOGIA

Dona Francisca localiza-se na região central do Rio Grande do Sul, nesta região destacam-se três principais tipos de relevo: a várzea, áreas onduladas e de alta declividade. A várzea costeia o rio Jacuí, o que faz com que a área seja própria para a cultura irrigada do arroz, principal produto agrícola de Dona Francisca. A várzea onde a sede do município foi instalada é cercada por uma cadeia de morros, área de alta declividade, que caracterizam a região da Depressão Central do Rio Grande do Sul. É nessas áreas altas onde a vegetação nativa mais se mantém e que o fumo, segunda maior cultura agrícola de Dona Francisca, predomina. O solo é composto por aluvião ao longo dos rios, e arenitos ao sul e norte do rio Jacuí, sendo, em termos de nutrientes trocáveis, materiais relativamente pobres. Na região de transição entre a Serra Geral e a Serra do Sudeste ocorrem arenitos, folhelhos e siltitos. Dados retirados do Plano municipal de Saneamento Básico de Dona Francisca.

4 DELIMITAÇÃO DA BACIA HIDROGRÁFICA LINHA DO MOINHO

A seguir encontram-se figuras com mapas de situação e localização, delimitação da bacia e ordem dos cursos d'água da Bacia Hidrográfica delimitada no trecho em que será construída a ponte na localidade da Linha do Moinho, interior da cidade de Dona Francisca-RS.

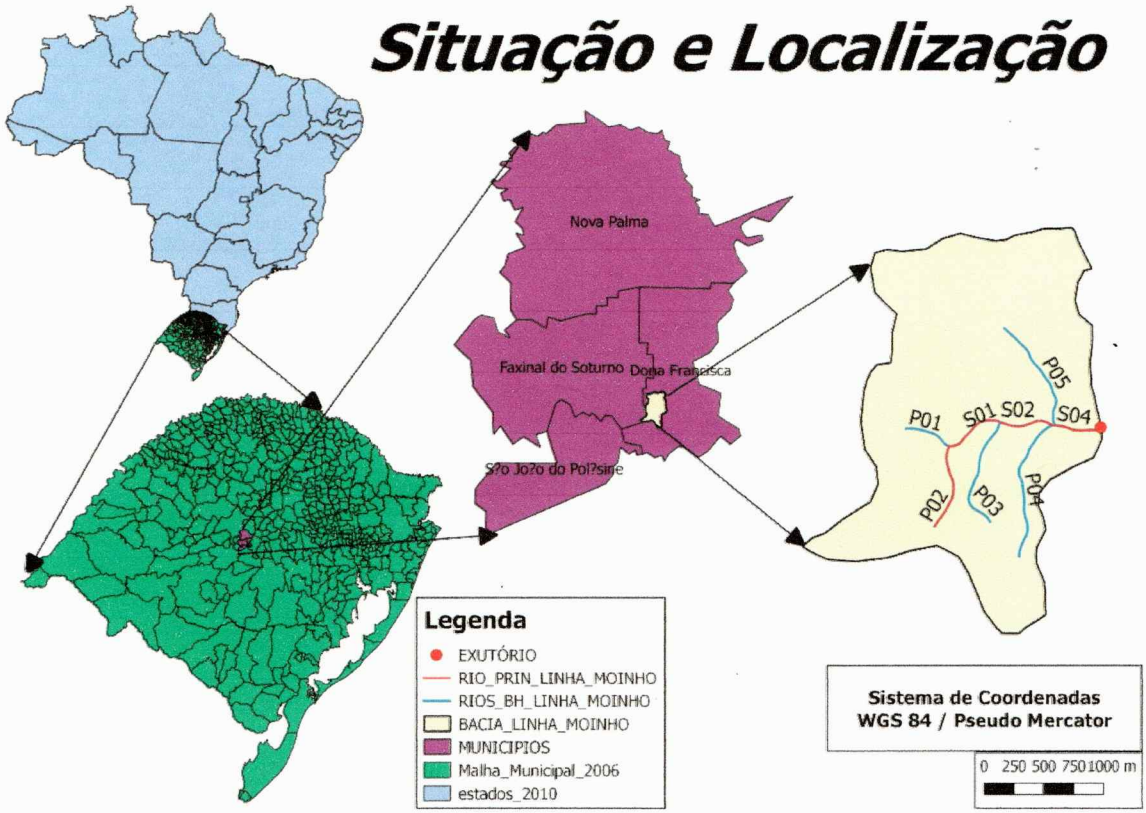


Figura 03 – Mapa situação e localização da delimitação da bacia.

O ponto definido como exutório da bacia é por onde converge todo o escoamento superficial gerado pela Bacia Hidrográfica da Linha do Moinho, este ponto, para fins de cálculo de vazão de projeto é onde se localiza o término da obra da ponte.

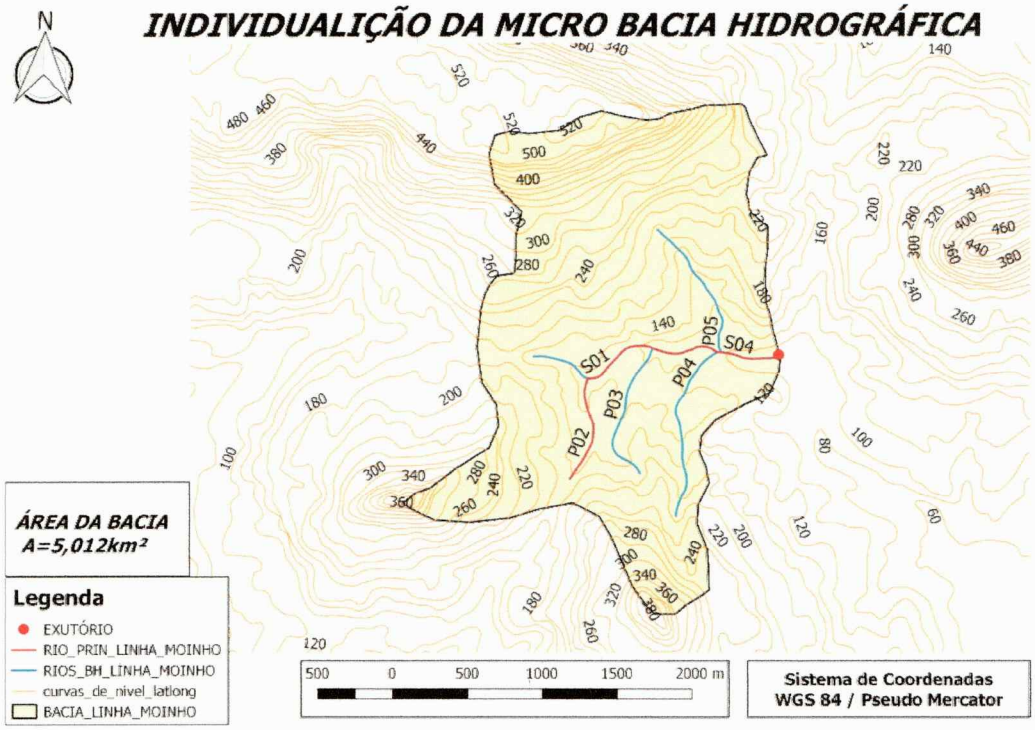


Figura 04 – Delimitação da bacia em torno do rio principal Linha do Moinho.

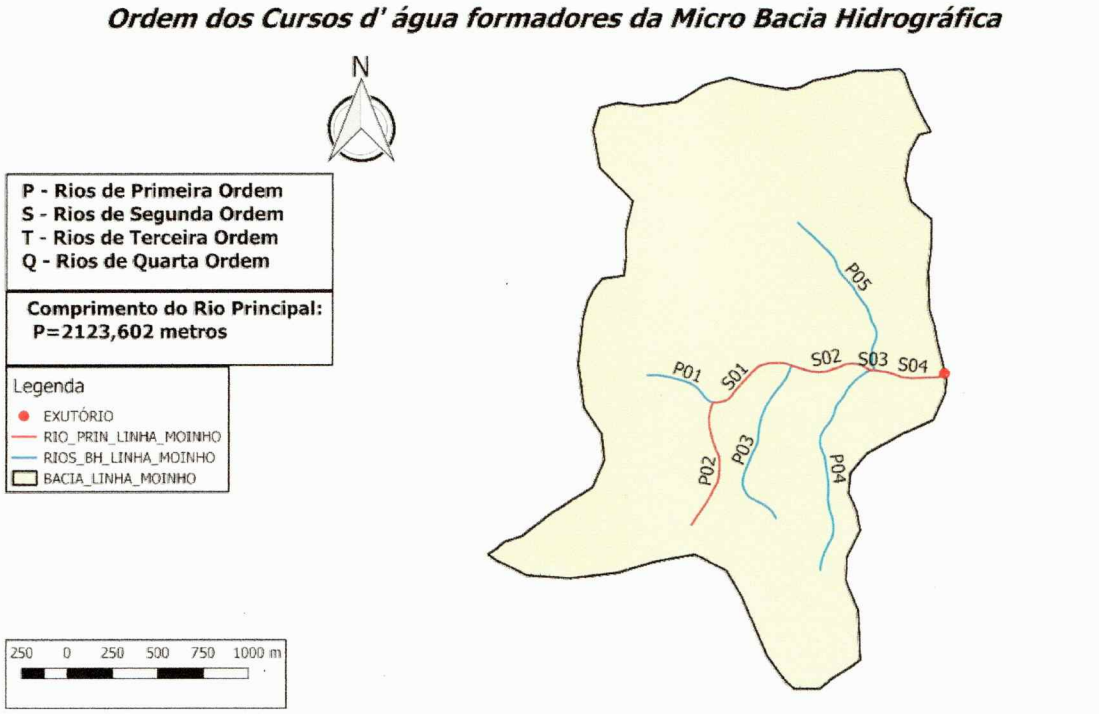


Figura 05 – Cursos d'água Bacia da Linha do Moinho.

Tempo de Retorno para obra de reconstrução da Ponte

Segundo o manual do DNIT, para obras de arte definem-se tempos de recorrência de 50 a 100 anos, conforme o tipo e importância da obra. Para a reconstrução da ponte na localidade de Linha do Moinho o período de retorno a ser utilizado será de 50 anos.

Tabela 3.3 - Periodos de retorno T
Fonte: DER-GO

T (ano)	Utilização
5	bueiros de grota e drenagem superficial
10	bueiros em bacias até 1 km²
25	bueiros em bacias entre 1 km² e 5 km²
25	bueiros em bacias até 1 km² calculados como orifício
50	bueiros em galerias em que 5 km² < A ≤ 10 km²
50	bueiros em bacias entre 1 km² e 5 km² calculados como orifício
50	pontes até 100 m
100	pontes maiores do que 100 m

Figura 06 – Período de retorno segundo DER-GO.

Tempo de Concentração

A determinação do tempo de concentração foi realizada pela equação de Kirpich (1940):

$$Tc = 57*(L^2/S)^{0,385}$$

Onde:

Tc:minutos;

L: comprimento do Talvegue (rio principal) em Km;

S: declividade média da bacia (m/m).

OBS: Dados retirados dos mapas vistos anteriormente.

Tempo de concentração (min):	
L (Km)	2,12
S (m/m)	0,1842
Tc (min)	**194,9921**

Tabela 01 – Valor de Tempo de Concentração.

Intensidade máxima, média da precipitação (I),,

A estimativa da intensidade máxima, média foi realizada pela equação:

$$i=(a*Tr^{n}) / (tc+b)^{m}$$

Onde:

i: Intensidade (mm/h);

Tr: tempo de retorno (anos);

Tc: tempo de concentração da chuva (min);

a, b, n, m são fatores locais retirados da estação pluviográfica mais próxima.

Intensidade (mm/h)	
a	870,38
n	0,24
b	15,2
m	0,73
Tr (anos)	50
Tc (min)	194,9921
I (mm/h)	**44,8696**

Tabela 02 – Valor de Intensidade Pluviométrica.

Vazão Máxima ou de (Qp)

De acordo com o manual do DNIT para bacias intermediárias cujas áreas se situam entre 1 e 10 Km², o cálculo de descarga de projeto será procedido pelo Método Racional, adotando-se no caso, um coeficiente de distribuição, que visa a correção da precipitação pontual para a precipitação uniformemente distribuída pela área.

$$Qp = 0,278 * C * i * A$$

Onde:

Qp: vazão superficial máxima (m³/s);

C: coeficiente de deflúvio;

i: intensidade de chuva (mm/h) referente ao tempo tc;

a: área da bacia (Km²);

L:comprimento do talvegue (Km).

Vazão Máxima	
C	0,1
I (mm/h)	44,8696
A (Km²)	5,012
Qp (m³/s)	**6,2518**

Tabela 03 – Resultante da vazão máxima calculada.

Tabela 14.7. Valor de C para áreas rurais (Williams, 1949)

Tipo de área	C'
1 Topografia	
terreno plano, declividade de 0,2-0,6 m/km	0,30
terreno, declividade de 3 - 4 m/km	0,20
morros, declividade de 30 -50 m/km	0,10
2 Solo	
argila impermeável	0,10
permeabilidade média	0,20
arenoso	0,40
3 Cobertura	
áreas cultivadas	0,10
árvores	0,20

Figura 07 – Valores de Escoamento Superficial "C" retirado da obra de Carlos E. M. Tucci.

5 DETERMINAÇÃO DA COTA MÁXIMA

Cálculo da máxima cheia utilizando a fórmula de Manning

No caso de córregos e pequenos rios, ou seja, aqueles que possuem pequenas vazões, é possível calcular a cota de máxima cheia equação de Manning muito utilizada na hidrálulica para cálculo de canais abertos. Para isso adimitiu-se um canal regular com seção transversal igual à seção de escoamento sob a ponte. Através de um processo de tentativas, calculou-se a área necessária para escoar a vazão máxima de projeto do curso d'água estimando diferentes alturas.

Fórmula de Manning:

$$V = 1/n * Rh^{2/3} * I^{1/2}$$

Onde:

V: velocidade média de escoamento (m/s);

n: rugosidade do canal;

R_H= A/P: raio hidráulico;

A: área da seção de escoamento (m^2);

P: perímetro molhado (m);

I : Declividade do leito do rio, determinada entre dois pontos distantes no mínimo a 200m, sendo um a montante e outro a jusante do eixo da rodovia do qual devem distar 100m cada um = 205 – 170 = 35% / 200 = 0,0018

A vazão de escoamento é dada por:

$$Q = V * A \ (m^3/s)$$

Na fórmula de Manning a área da seção de escoamento empregada é uma simplificação da seção real. A seguir encontra-se a tabela com o processo

de cálculo, onde pode se definir a altura crítica em função da vazão máxima anteriormente encontrada.

Cálculo da máxima cheia pela fórmula de Manning - Localidade Linha do Moinho							
ALTURA (m)	ÁREA (m^2)	PERIMETRO (m)	RH (m)	I	n	V (m/s)	Q (m^3/s)
0,4	4,4	8,3	0,5301	0,0018	0,0350	0,7829	3,4447
0,5	5,5	8,5	0,6471	0,0018	0,0350	0,8942	4,9179
0,55	6,05	8,6	0,7035	0,0018	0,0350	0,9454	5,7198
0,58	6,38	**8,66**	**0,7367**	**0,0018**	**0,0350**	**0,9750**	**6,2202**
0,59	**6,49**	**8,68**	**0,7477**	**0,0018**	**0,0350**	**0,9846**	**6,3902**
0,6	6,6	8,7	0,7586	0,0018	0,0350	0,9942	6,5616

Tabela 04 – Resultante da altura de máxima cheia calculada pela equação de Manning.

Como a vazão máxima calculada é 6,25 m^3/s, admite-se a altura máxima como a altura referente ao maior valor de vazão mais próxima da vazão máxima calculada. Logo a altura é de 0,58m.

Interpolação		
	Q (m^3/s)	Altura (m)
Lim Inf.	6,22	0,58
Lim Sup.	6,39	0,59
Vazão Máxima Real	6,2518	**0,58**

Tabela 05 – Interpolação para resultante de altura de vazão máxima.

O manual de hidrologia básica para estruturas de drenagem do DNIT preconiza que além da altura máxima de cheia provável deve-se de costume adotar uma folga mínima de 1,00m com a superestrutura da ponte, com isso a altura até a face inferior das longarinas principais que compõe o tabuleiro da ponte em questão deve ser de no mínimo de 1,58m.

6 CONCLUSÃO

O escoamento de canais naturais se estabelece em função de uma infinidade de fatores, e a reprodução exata do que acontece na natureza é tecnicamente impossível. No entanto, a solução para este tipo de problema é possível admitindo-se hipóteses simplificadas que não comprometam significativamente o resultado final, o qual deve ser analisado sempre com cuidado e sobre a ótica do bom senso.

Com base no estudo apresentado a cima, conclui-se que a altura mínima para construção do tabuleiro da estrutura da ponte deve ser de 1,58m. Conclui-se que altura especificada de no mínimo 3,00m para elaboração do Projeto Executivo satisfaz os níveis mínimos determinados nesse estudo.

Faxinal do Soturno (RS), 08 de abril de 2022.

Paulo Pio Soldera

Eng. Civil – Crea RS 81.383

Responsável Técnico

O setor de Engenharia da P.M. de Dona Francisca/RS, APROVA este projeto de Construção de Ponte em Concreto Armado por estar de acordo com a Legislação Federal, Estadual e Municipal.

Em 18 / 04 / 2022

Responsável Técnico