



ESTADO DE RONDÔNIA
PREFEITURA MUNICIPAL DE NOVA BRASILÂNDIA D'OESTE
GABINETE DO PREFEITO
SECRETARIA MUNICIPAL DE PLANEJAMENTO



ESTUDO HIDROLÓGICO

Implantação de ponte de madeira do tipo bate-estaca na linha 114 lado sul,
km 7,20

ALEXANDRE PAULINO
SEABRA:03163998259

Alexandre P. Seabra
Engº. Civil – CREA 15061 D/RO


Assinado eletronicamente por ALEXANDRE PAULINO SEABRA:03163998259
DN: C=BR, O=ICP-Brasil, OU=AC DIGITAL MULTIPLA G1,
OU=29056741000176, OU=presencial, OU=Certificado PF A1,
CN=ALEXANDRE PAULINO SEABRA:03163998259
Razão: Eu estou aprovando este documento com minha assinatura de
vinculação legal
Localização: Novo Horizonte d'Oeste
Foxit Reader Versão: 9.3.0

Abril de 2024.



ESTADO DE RONDÔNIA
PREFEITURA MUNICIPAL DE NOVA BRASILÂNDIA D'OESTE
GABINETE DO PREFEITO
SECRETARIA MUNICIPAL DE PLANEJAMENTO



Sumário

1. OBJETIVO	3
2. ESTUDO PRELIMINAR.....	3
3. ESTUDO HIDROLÓGICO	4
3.1. BACIA CONTRIBUINTE	5
3.1.1. Caracterização	5
3.2. TEMPO DE RETORNO OU DE RECORRÊNCIA	7
3.3. TEMPO DE CONCENTRAÇÃO	7
3.4. CHUVA DE PROJETO	8
3.5. VAZÃO DE PROJETO	11
4. DIMENSIONAMENTO HIDRÁULICO E VERIFICAÇÃO DA SEÇÃO DA CALHA DO RIO	12
5. CONCLUSÃO	15
6. REFERÊNCIAS.....	16



1. OBJETIVO

O presente estudo tem por objetivo o levantamento dos parâmetros hidrológicos e determinação da vazão máxima de cheia para o dimensionamento hidráulico e verificação da cota máxima para implantação do nível admissível da ponte, prevendo cenário de precipitação intensa.

O local de estudo está situado nas coordenadas LAT: 11° 47.045'S / LONG: 62° 25.770'O.

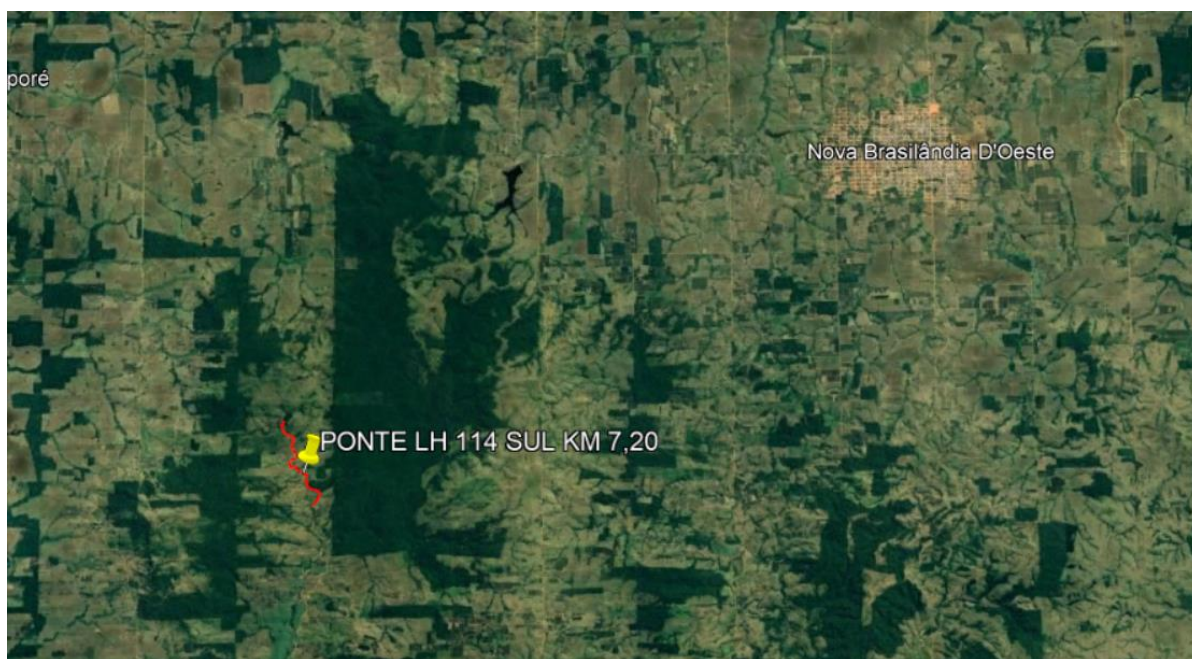
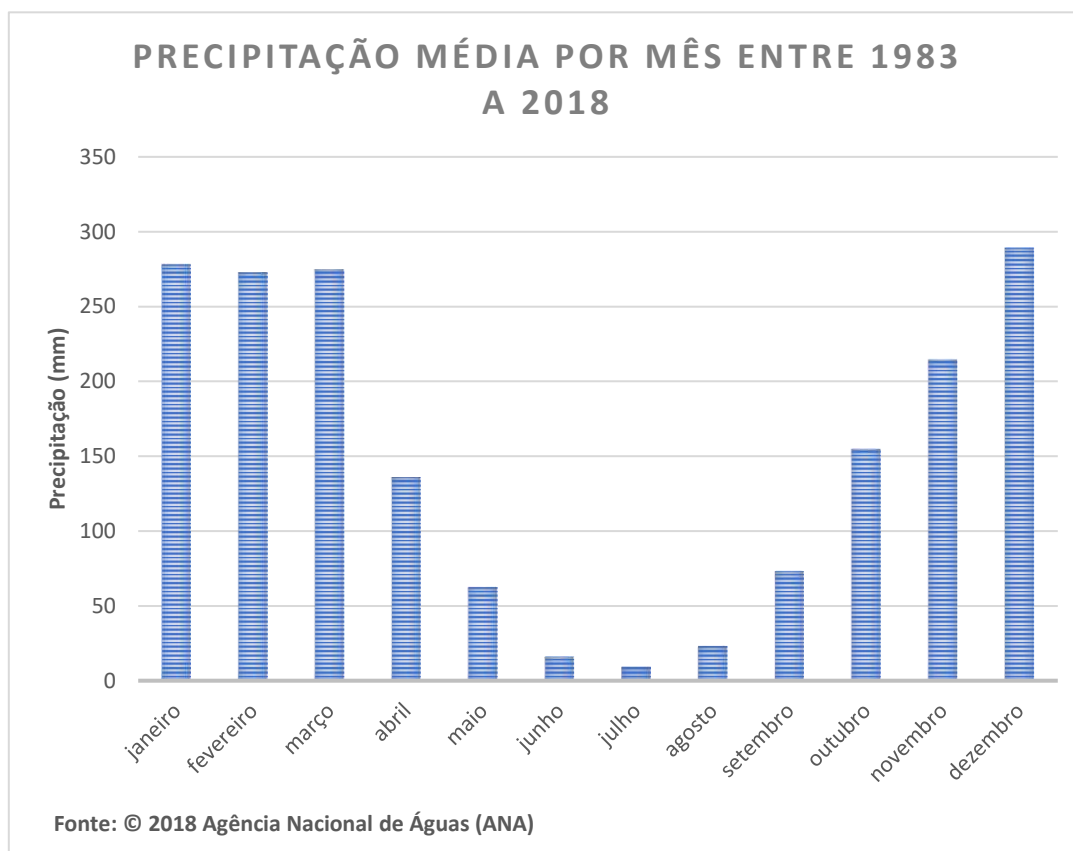


Imagem 01: Localização do ponto de estudo.

2. ESTUDO PRELIMINAR

O clima predominante no estado é o Tropical Chuvoso, com média de temperatura anual de 26°C e índice de precipitação elevado, principalmente entre os meses de Dezembro a Março:



A economia é predominantemente movimentada pelo setor agropecuária, com forte cultivo de café e pecuária, e atividades de comerciais e prestação de serviços que atendem o setor.

O município encontra-se em altitude média de 320m, e possui relevo acidentado, com forte contraste de níveis.

3. ESTUDO HIDROLÓGICO

Tem por objetivo levantar as informações necessárias correspondentes ao regime de chuvas e sua intensidade na região e sua abrangência em determinada área, denominadas aqui de bacias de contribuição de pequenas dimensões e limitada por divisores topográficos, que culminam em ponto comum, chamado de exutório. Este estudo tem como documentos orientativos



as publicações do Instituto de Pesquisas Rodoviárias (IPR), números 715 e 724 publicado pelo DNIT e o número 707 publicado pelo DNER.

3.1. BACIA CONTRIBUINTE

Trata-se de uma área com declividade e delimitada topograficamente de forma que toda a vazão afluente pode ser medida ou descarregada em um ponto do curso de água. É uma área receptora de chuvas necessária para o dimensionamento dos dispositivos de drenagem ou obras de arte especiais, no presente estudo, ponte.

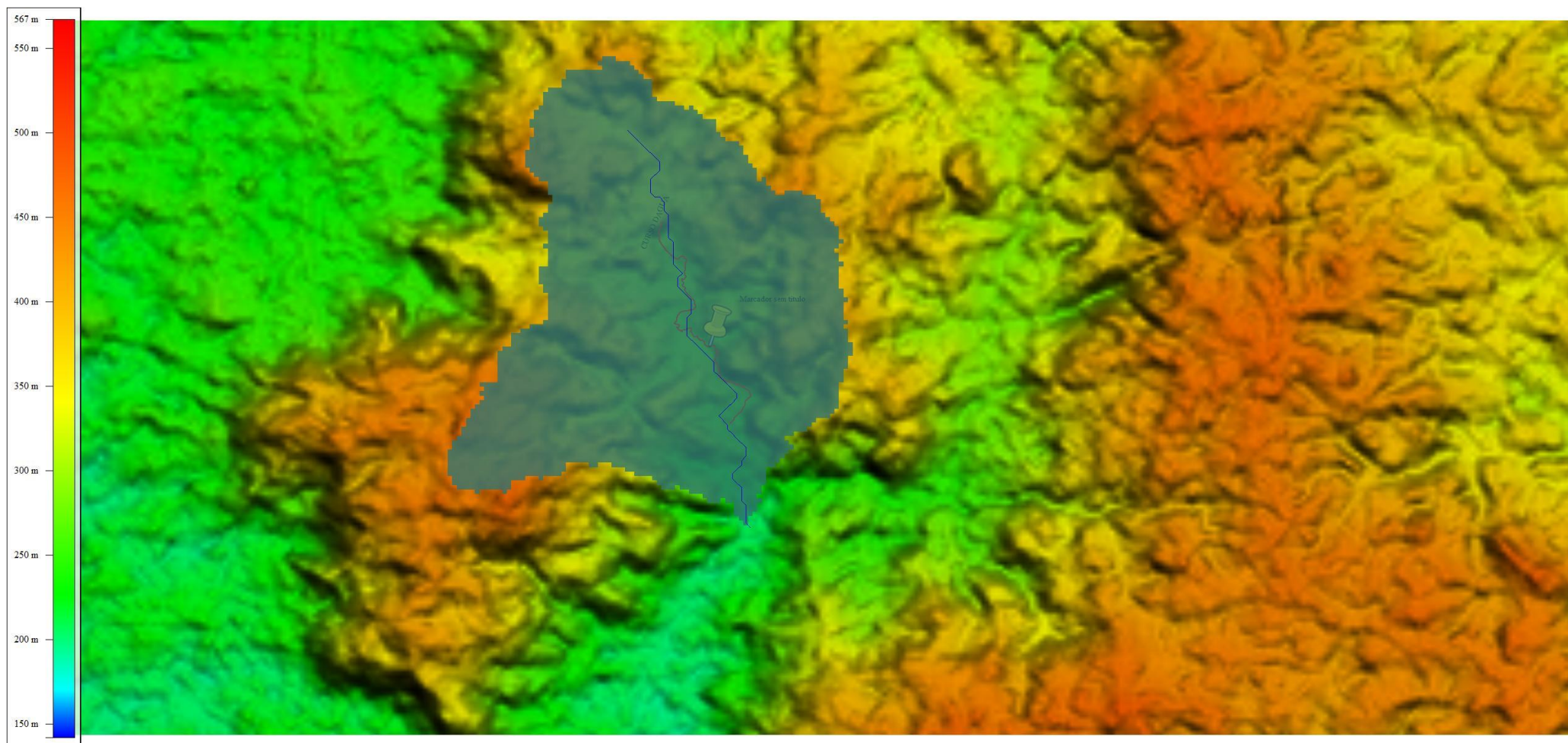
3.1.1. Caracterização

A caracterização da bacia é feita delimitando-se o seu “contorno” ou separação, que divide as precipitações em bacias vizinhas, encaminhando o escoamento superficial para um ou outro sistema fluvial. Neste estudo, procedeu-se com a limitação da área de drenagem total que contribui no exutório (imagem 3) a partir da análise topográfica, conforme IMAGEM 2. A região possui depressões extensas que funcionam como reservatórios retendo parte da precipitação incidente, portanto foram desconsideradas em partes nesse estudo.

Informações coligidas	
Área da bacia:	8,27 km ²
Comprimento:	2,75 km
Cota máx.:	318,44 m
Cota mín.:	252,74 m
Inclinação média:	0,02389090 m/m



ESTADO DE RONDÔNIA
PREFEITURA MUNICIPAL DE NOVA BRASILÂNDIA D'OESTE
GABINETE DO PREFEITO
SECRETARIA MUNICIPAL DE PLANEJAMENTO





3.2. TEMPO DE RETORNO OU DE RECORRÊNCIA

Significa o espaço de tempo em anos, onde provavelmente ocorrerá chuva de grande magnitude, pelo menos uma vez. No caso de dispositivos de drenagem, este tempo diz respeito a enchentes de projeto que orientarão o dimensionamento, de modo que a estrutura indicada resista a essas enchentes sem risco de superação, resultando dessa forma a designação usual de descarga de projeto (IPR – 715, 2005).

Na seção “Instruções de serviço para estudos hidrológicos” do DNER (IPR – 707, 1999), orienta a fixação de períodos de recorrência para determinadas obras hidráulicas.

Espécie	Período de recorrência (anos)
Drenagem superficial	5 a 10
Drenagem subsuperficial	1
Bueiro	10 a 25 e 50 (como orifício)
Pontilhão	50
Ponte	100

IMAGEM 1: Tempo de recorrência
Fonte: DNER IPR-707 (1999)

Para o dimensionamento da ponte foi adotado tempo de recorrência igual a 100 anos, promovendo o pior cenário, em que a lâmina d'água do córrego irá se aproximar ou superar o limite de sua altura.

3.3. TEMPO DE CONCENTRAÇÃO

O tempo de concentração de uma bacia hidrográfica (T_c) é definido como o tempo gasto pela gota da chuva para deslocar-se do ponto mais afastado da bacia até ao ponto mais inferior para onde converge toda a descarga hídrica desta bacia (exutório) (FUNASA, 2015).

A bacia hidrográfica é a área de captação da chuva que converge em um ponto comum e é definida por divisores topográficos, ou seja, pontos de maior



altitude. Para a determinação do T_c foram comparadas as seguintes fórmulas, e utilizadas, para cada caso, o maior valor.

- Kirpich

$$T_c = 57,00. \left(\frac{L^3}{\Delta h} \right)^{0,385}$$

T_c: Tempo de concentração em minutos

L: Comprimento da bacia contribuinte em Km

Δh: Diferença geométrica entre cota máxima e mínima, em metros

$$T_c = 57,00. \left(\frac{2,75^3}{65,70} \right)^{0,385} = 36,60 \text{ min}$$

3.4. CHUVA DE PROJETO

A principal forma de caracterização de chuvas intensas é por meio das relações de intensidade, duração e frequência da precipitação obtida por meio de uma série de dados de chuvas intensas, suficientemente longa e representativa do local de interesse (FUNASA, 2015). Para tanto, lançou-se mão de estudo realizado por Souza et. Al (2016), publicado na Revista brasileira de Climatologia, que compila as informações necessárias para se calcular a intensidade máxima média, utilizando os dados fornecidos por estações do município de Rolim de Moura e municípios circunvizinhos



ESTADO DE RONDÔNIA
PREFEITURA MUNICIPAL DE NOVA BRASILÂNDIA D'OESTE
GABINETE DO PREFEITO
SECRETARIA MUNICIPAL DE PLANEJAMENTO

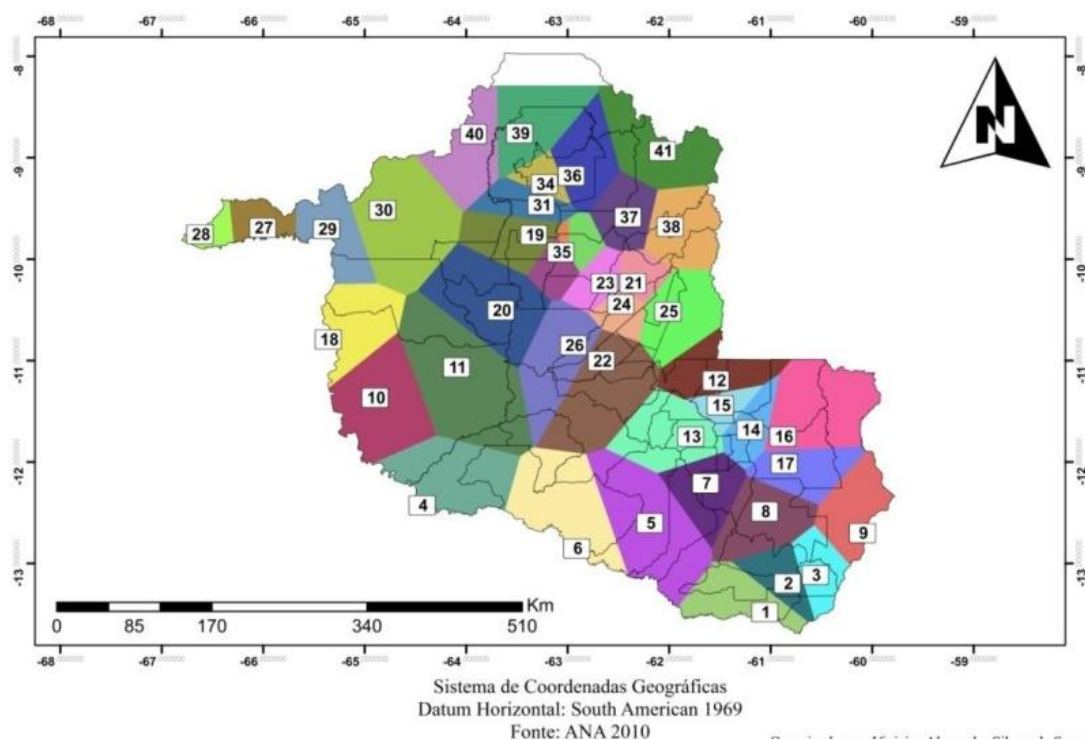


IMAGEM 3: Áreas de influência da equação IDF, para diferentes estações de leitura

Fonte: Souza et. Al (2016)

Equation	Code	K	a	B	c
13	1161002	895,658	0,204	13,868	0,714

IMAGEM 4: Parâmetros de cálculo IDF município Nova Brasilândia d'Oeste

Fonte: Souza et. Al (2016)

$$im = \frac{K \times Tr^a}{(Tc + B)^c}$$

im: Intensidade máxima média (mm/h);

Tr: Tempo de retorno em anos igual a 100;

Tc: Tempo de concentração em minutos;

K, B, a, c: Parâmetros relacionados com a região.

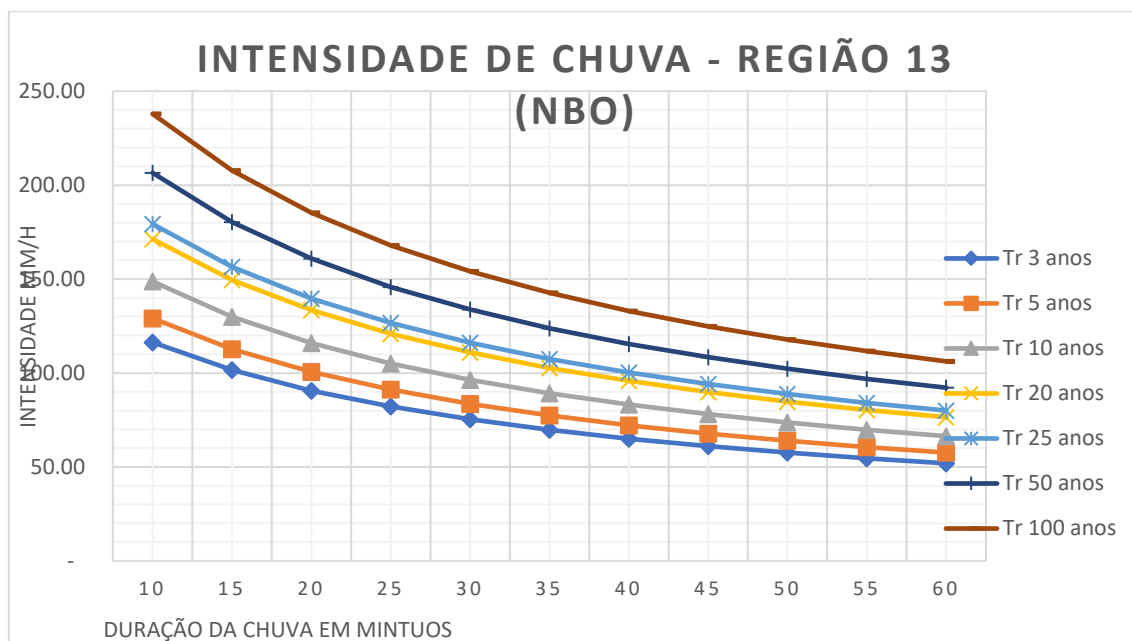


ESTADO DE RONDÔNIA
PREFEITURA MUNICIPAL DE NOVA BRASILÂNDIA D'OESTE
GABINETE DO PREFEITO
SECRETARIA MUNICIPAL DE PLANEJAMENTO



$$im = \frac{895,568 \times 100^{0,204}}{(36,60 + 13,868)^{0,714}} = 139,38 \text{ mm/h}$$

Os dados podem ser convenientemente plotados em gráfico, para uma sucessão de durações e tempos de retorno, no entanto, os dados efetivamente utilizados para determinar Im de projeto foram utilizados os respectivos Tc calculados e expostos no ANEXO I com Tempo de retorno (Tr) de 100 anos, como orientado no IPR – 707.



Intensidade máxima média (mm/h) para diferentes tempos de retorno e duração de chuva							
TR \ Duração	3	5	10	20	25	50	100
10	116,34	129,12	148,73	171,32	179,30	206,53	237,90
15	101,57	112,72	129,84	149,56	156,53	180,30	207,69
20	90,62	100,57	115,85	133,44	139,66	160,87	185,30
25	82,13	91,15	105,00	120,95	126,58	145,81	167,95
30	75,33	83,61	96,31	110,94	116,10	133,74	154,05
35	69,75	77,41	89,16	102,71	107,49	123,82	142,62
40	65,06	72,21	83,17	95,81	100,27	115,50	133,04
45	61,06	67,77	78,07	89,92	94,11	108,40	124,87
50	57,61	63,94	73,65	84,84	88,79	102,28	117,81
55	54,59	60,59	69,79	80,39	84,14	96,92	111,64
60	51,93	57,63	66,39	76,47	80,03	92,19	106,19

Gráfico 1: Intensidade de chuvas para a microrregião 13



3.5. VAZÃO DE PROJETO

Na determinação da vazão de projeto, nos interessa conhecer características do escoamento na bacia, considerando que nem toda a precipitação contribui para o deflúvio direto, ou seja, uma porção desta é infiltrado no solo, retida em depressões, absorvida pela vegetação ou evaporada.

Para bacias menores do que 10 km² o cálculo da descarga de projeto será calculado por meio do método Racional, adotando-se um coeficiente de distribuição que visa a correção da precipitação pontual.

Método Racional:

$$Q = \frac{C \times im \times A}{3,6}$$

Q: Vazão de projeto em m³/s ;

C: Coeficiente de Runoff adimensional;

im: intensidade máxima média em mm/h;

A: área da bacia contribuinte em km²

Considerado o coeficiente de Runoff “C”, igual a 0,30, típico de regiões de campos e pastos com declividade média menor do que 5%.

$$Q = \frac{0,30 \times 139,38 \times 8,27}{3,6} = 96,05 \text{ m}^3/\text{s}$$

Coeficiente de distribuição:

$$n = A^{-0,1}$$

n: Coeficiente de distribuição;

A: área da bacia de contribuição;



$$n = 8,27^{-0,1} = 0,81$$

$$Q_f = 96,05 \times 0,81 = 96,05 \times 0,81 = 77,80 \text{ m}^3/\text{s}$$

4. DIMENSIONAMENTO HIDRÁULICO E VERIFICAÇÃO DA SEÇÃO DA CALHA DO RIO

Se faz necessário a determinação do Nível d'água Máximo Provável (NAMP) para a cota de implantação da ponte ou a sua permanência no estado atual, cuja superfície inferior da superestrutura deverá distar em pelo menos 1m do nível máximo do rio, conforme oriente o manual de hidrologia do DNIT (2005). Através dos procedimentos de cálculos hidráulicos em DNIT (2006), podemos determinar o NAMP utilizando a equação de *Manning*.

$$AR^{\frac{2}{3}} = \frac{Q \cdot n}{I^{0,5}}$$

$AR^{\frac{2}{3}}$: Produto que envolve características geométricas da seção transversal do curso d'água

Q : vazão medida no ponto de interesse $\left[\frac{\text{m}^3}{\text{s}} \right]$;

n : coeficiente de manning que traduz a rugosidade superficial do curso;

I : inclinação do leito no sentido do fluxo.



ESTADO DE RONDÔNIA
PREFEITURA MUNICIPAL DE NOVA BRASILÂNDIA D'OESTE
GABINETE DO PREFEITO
SECRETARIA MUNICIPAL DE PLANEJAMENTO



Arroios Menores (largura à superfície no estágio de inundação menor que 30,00 m)	
Curso d'água natural	
Cursos d'água em região plana	n
Limpo, regular, cheio e de fundo regular	0,025 a 0,030
Idem, mas com pedras e vegetação	0,030 a 0,035
Limpo, sinuoso, algumas piscinas e bancos de areia	0,033 a 0,040
Idem, alguma vegetação e pedras	0,035 a 0,045
Alguma vegetação, plantas livres nas margens	0,040 a 0,048
Alguma vegetação, plantas pesadas nas margens	0,050 a 0,070
Correntes muito lentas, cheias de plantas e piscinas profundas	0,050 a 0,070
Alguma vegetação, densos salgueiros nas margens	0,060 a 0,080
Para árvores dentro do canal com ramos submersos no estágio alto todos os valores acima devem ser acrescidos de	0,010 e 0,020
Para seção irregular, com charcos, meandros suaves, aumente os valores acima de	0,010 e 0,020
Correntes montanhosas, sem vegetação no canal, margens íngremes, árvores e plantas ao longo das margens submersas no alto estágio	n
Fundo de cascalho, seixo rolado e poucos matacões	0,040 a 0,050
Fundo de seixos com grandes matacões	0,050 a 0,070

IMAGEM 9: Valores coeficientes de rugosidade n
Fonte: DNIT (2006) Adaptado

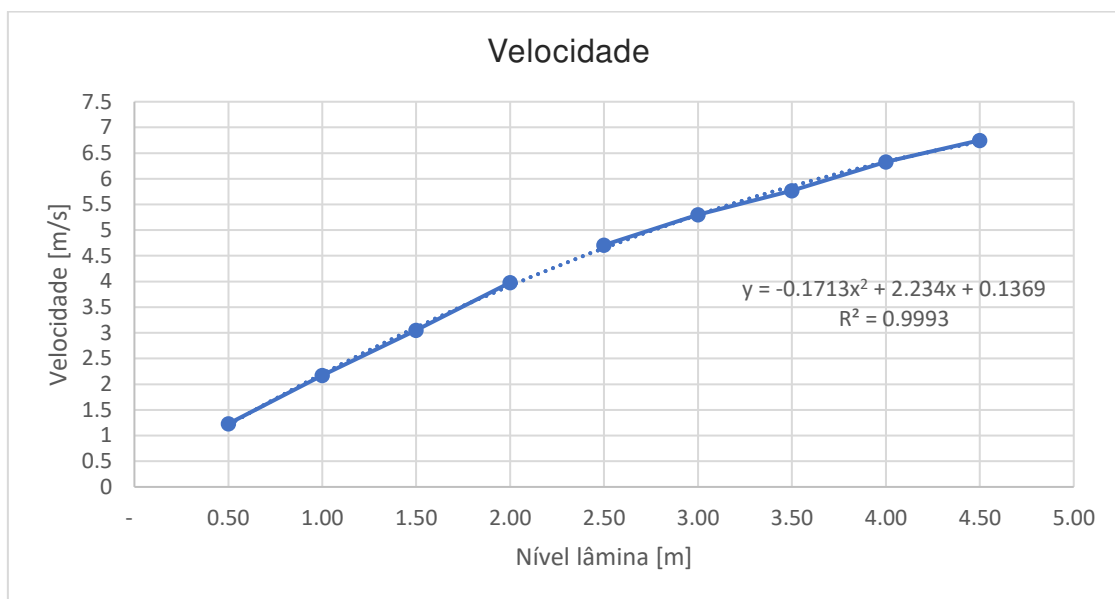
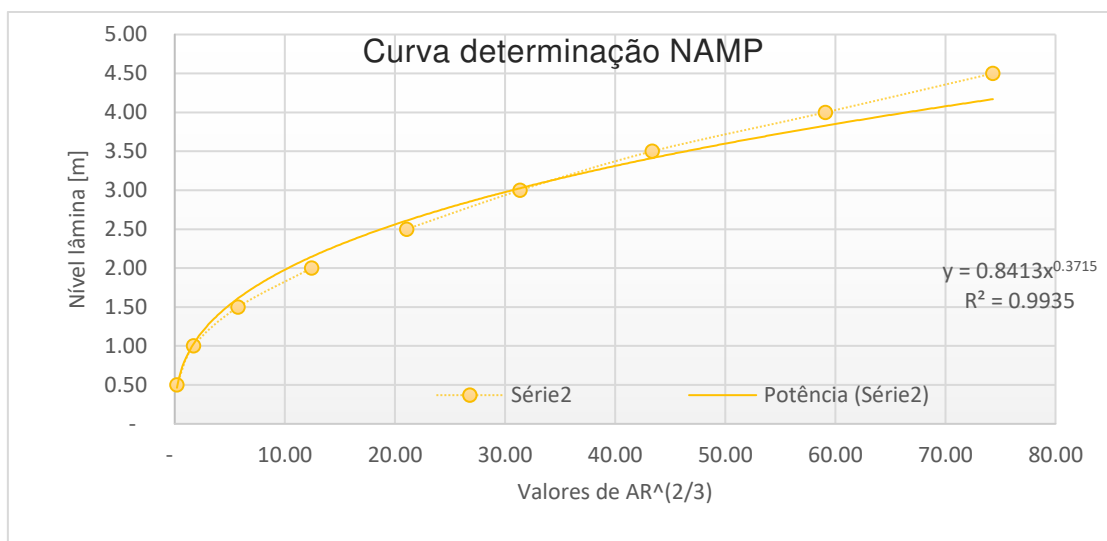
Considerando a inclinação média do talvegue igual a 0,024 m/m, e, dada a vazão máxima calculada, temos a seguinte relação:

$$AR^{\frac{2}{3}} = \frac{77,80 \cdot 0,040}{0,024^{0,5}} = 20,09$$

	i =	0,024 m/m	inclinação					
	n =	0,04	coef. de manning					
	CARACTERÍSTICA DA SEÇÃO BATIMÉTRICA							
Cota	y [m]	Am [m²]	Pm [m]	Rh [m]	v [m/s]	Q [m³/s]	AmRh^(2/3)	
200 fundo	fundo	-	-	-	-	-	-	
200,50	y0	0,50	0,63	3,42	0,18	1,23	0,78	0,20
201,00	y1	1,00	3,05	7,22	0,42	2,17	6,62	1,71
201,50	y2	1,50	7,3	10,37	0,70	3,05	22,29	5,76
202,00	y3	2,00	12,13	11,61	1,04	3,98	48,22	12,45
	y cota cheia	2,24						
202,50	y4	2,50	17,33	12,94	1,34	4,71	81,58	21,06
203,00	y5	3,00	22,94	14,31	1,60	5,3	121,54	31,38
203,50	y6	3,50	29,09	16,01	1,82	5,77	167,95	43,36
204,00	y7	4,00	36,16	17,33	2,09	6,33	228,93	59,11
204,50	y8	4,50	42,65	18,53	2,30	6,75	287,82	74,31



ESTADO DE RONDÔNIA
PREFEITURA MUNICIPAL DE NOVA BRASILÂNDIA D'OESTE
GABINETE DO PREFEITO
SECRETARIA MUNICIPAL DE PLANEJAMENTO





5. CONCLUSÃO

Por meio Capítulo 4 deste estudo chegamos à conclusão de que a seção livre após a implantação da ponte de madeira com 15,00m de extensão, terá condição suficiente para escoar toda a vazão de projeto de maneira satisfatória. Vimos que a cota máxima de cheia em relação ao fundo do canal na seção do eixo da ponte é de aproximadamente 2,38m, e a ponte será posicionada a partir do mesmo referência, na cota 3,50, aproximadamente.



6. REFERÊNCIAS

Diretrizes básicas para elaboração de estudos e projetos rodoviários (escopos básicos/instruções de serviço). - Rio de Janeiro, 1999. 375p. (IPR. Publ., 707).

Manual de drenagem de Rodovias. - 2. ed. - Rio de Janeiro, 2006. 333p. (IPR. Publ., 724).

Manual de Hidrologia básica para estruturas de drenagem. - 2. ed. - Rio de Janeiro, 2005. 133p. (IPR. Publ., 715).

Brasil. Ministério da Saúde. Fundação Nacional de Saúde. Manual de Saneamento / Ministério da Saúde, Fundação Nacional de Saúde. – 4. ed. – Brasília : Funasa, 2015. 642 p. il.

REVISTA BRASILEIRA DE CLIMATOLOGIA. Curitiba: Ufpr, v. 18, n. 15, 2016

BRASIL. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Ibge (Org.). Novo Horizonte do Oeste. 2017. Disponível em:
<<https://cidades.ibge.gov.br/brasil/ro/novo-horizonte-do-oeste/panorama>>.
Acesso em: 24 fev. 2020.