LUIZ PAULO MOURA COSTA:03229116135
Assinado de forma digital por LUIZ PAULO MOURA COSTA:03229116135
Dados: 2023.11.29 08:45:03 -03'00'

MARKUS TULIO FERRO DE BRITO:81931336172
Assinado de forma digital por MARKUS TULIO FERRO DE BRITO:81931336172
Dados: 2023.11.29 07:52:53 -03'00'

JANAILZA TAVEIRA LEITE:04935108428
Assinado de forma digital por JANAILZA TAVEIRA LEITE:04935108428
Dados: 2023.11.28 17:16:52 -03'00'

4. ESTUDOS HIDROLÓGICOS

4. ESTUDOS HIDROLÓGICOS

O presente estudo realizado na rodovia foi desenvolvido em acordo com as publicações em vigência disponibilizadas pela Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes – DNIT.

Realizou-se a coleta de elementos para a definição das dimensões da bacia utilizando-se imagens de satélites georreferenciadas (ASTER GDEM). A fase que consistiu no processamento dos dados pluviométricos para apresentação e conclusão do estudo hidrológico, possibilitou o cálculo da vazão hidrológica e a verificação da obra de arte mais adequada a este Projeto de Engenharia nesta rodovia.

Os dados utilizados para a realização do estudo hidrológico, seguem abaixo:

- Imagens de Satélite;
- Dados pluviométricos fornecidos pela Agência Nacional de Energia Elétrica - ANEEL e Agência Nacional de Águas - ANA, sendo a estação escolhida a mais representativa;
- Estação **Alô Brasil,** no Município de Bom Jesus do Araguaia, estado de Mato Grosso, com dados pluviométricos de 1984 a 2017 (30 anos de estudo consistido).

4.1. Objetivos

O seguinte estudo tem por objetivo o estudo hidrológico para embasar o dimensionamento de obras de arte corrente – OAC e dimensionamento hidráulico de obras de arte especiais.

O Estudo é feito seguindo todas as diretrizes e legislação vigente pelo Departamento Nacional de Infraestrutura dos Transportes – DNIT observando os seguintes documentos:

- Manual de Hidrologia Básica para Estruturas de Drenagem – IPR
- Manual de Drenagem de Rodovias – IPR

4.2. Características físicas da região

Para melhor dimensionamento das Obras de Arte Corrente – OAC, é importante o conhecimento das características físicas da região em estudo como por exemplo a vegetação e o solo que influenciam diretamente no coeficiente de escoamento, relevo que influencia na área de contribuição e outros fatores que influenciam na vazão de projeto.

4.2.1. Relevo

O relevo da região é composto principalmente por duas unidades geomorfológicas:

- Superfície Regional de Aplainamento IIIB com cotas entre 300 e 400 m.
- Superfície Regional de Aplainamento IVB com cotas entre 400 e 450 m.

4.2.2. Vegetação

A vegetação local possui grande diversidade de culturas, sendo destacadas as mais próximas e interessantes ao trecho de estudo:

- Cultura Anual – ou culturas de ciclos curtos como são chamadas, são vegetações de cultura que concluem seu ciclo de colheita em um ano.
- Pastagem – Regiões de pasto. Pasto é toda vegetação que serve de base alimentícia para o Gado. (Capim)
- Savana Parque Floresta-de-Galeria – São florestas que formam corredores ao longo de rios e áreas úmidas, se projetando na paisagem, tornando-se esparsas nas áreas de savanas.

4.2.3. Clima

O clima da região enquadra-se no tipo Aw - Wladimir Koppen, quente e úmido com chuvas de verão, cujas principais características são:

Clima tropical sub-úmido com estação seca bem acentuada coincidindo com o inverno e estação úmida correspondendo a primavera e verão; a temperatura média anual é 24ºC.

Clima do tipo Aw tem pelo menos um mês com altura de chuva inferior a 60,0mm. Corresponde as savanas tropicais.

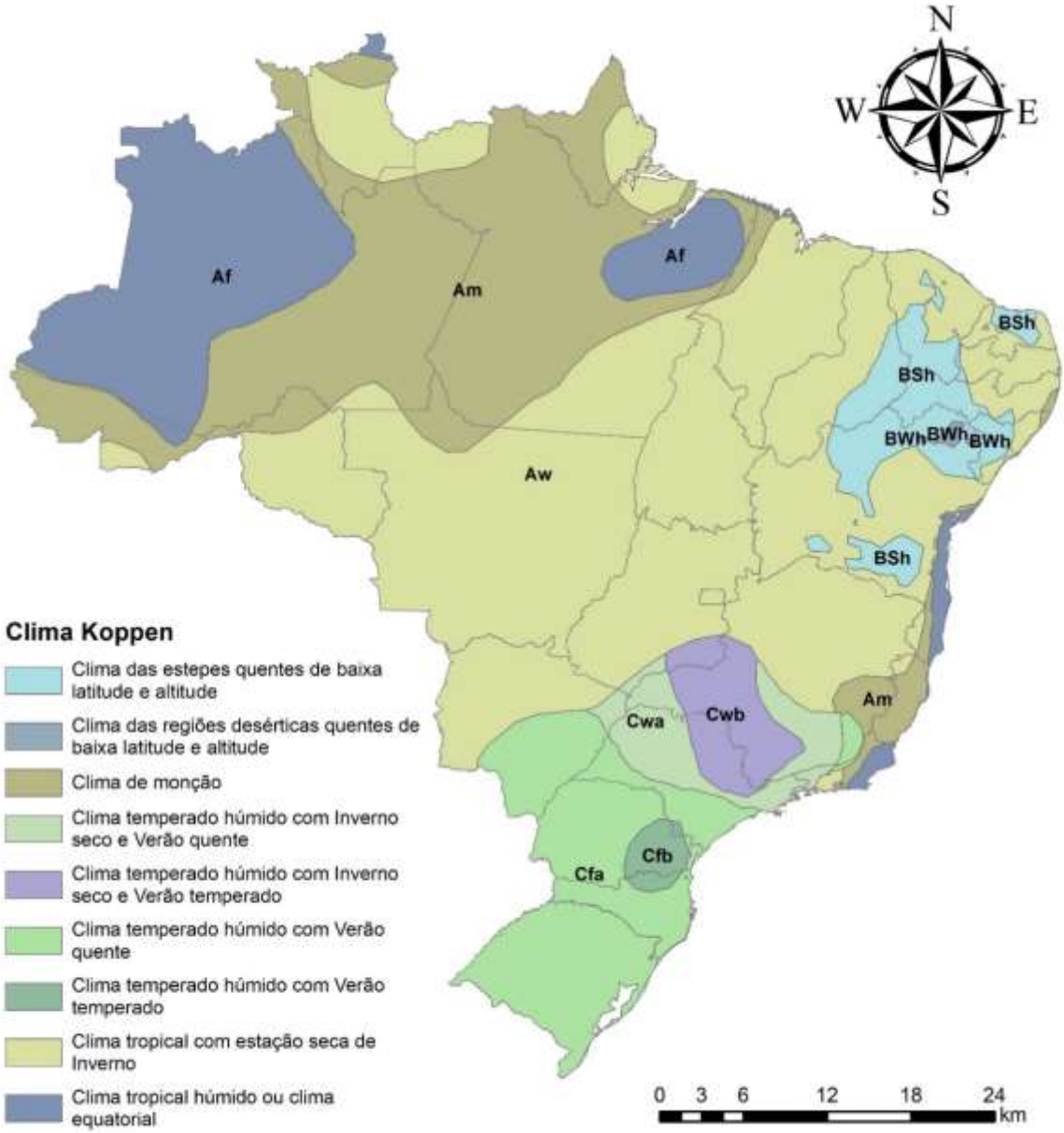
Na classificação extraída pelo IBGE, o trecho está em uma zona chamada de Tropical Brasil Central que é caracterizada pela estiagem ou pouca chuva no inverno e verões chuvosos. No inverno costuma fazer frio moderado e no verão calor. Tem sua distribuição de umidade classificada como semiúmida e distribuição com 4 ou 5 meses secos. Temperatura característica com variações no decorrer do ano, porém com temperatura média maior que 18° C no decorrer de todo o ano.

Na classificação extraída pelo IBGE, o trecho está em uma zona chamada de Tropical Brasil Central que é caracterizada pela estiagem ou pouca chuva no inverno e verões chuvosos. No inverno costuma fazer frio moderado e no verão calor. Tem sua distribuição de umidade classificada como semiúmida e distribuição com 4 ou 5 meses secos. Temperatura característica com variações no decorrer do ano, porém com temperatura média maior que 18° C no decorrer de todo o ano.

O histograma de precipitações médias mensais da Estação Meteorológica estrategicamente escolhida para a rodovia em projeto mostra que as chuvas iniciam no mês de agosto, geralmente intensificando-se em outubro, atingindo pluviosidade nos meses de novembro, dezembro, janeiro, fevereiro e março, declinando nos meses de abril e maio, atingindo valores de precipitações baixo no mês de junho e julho.

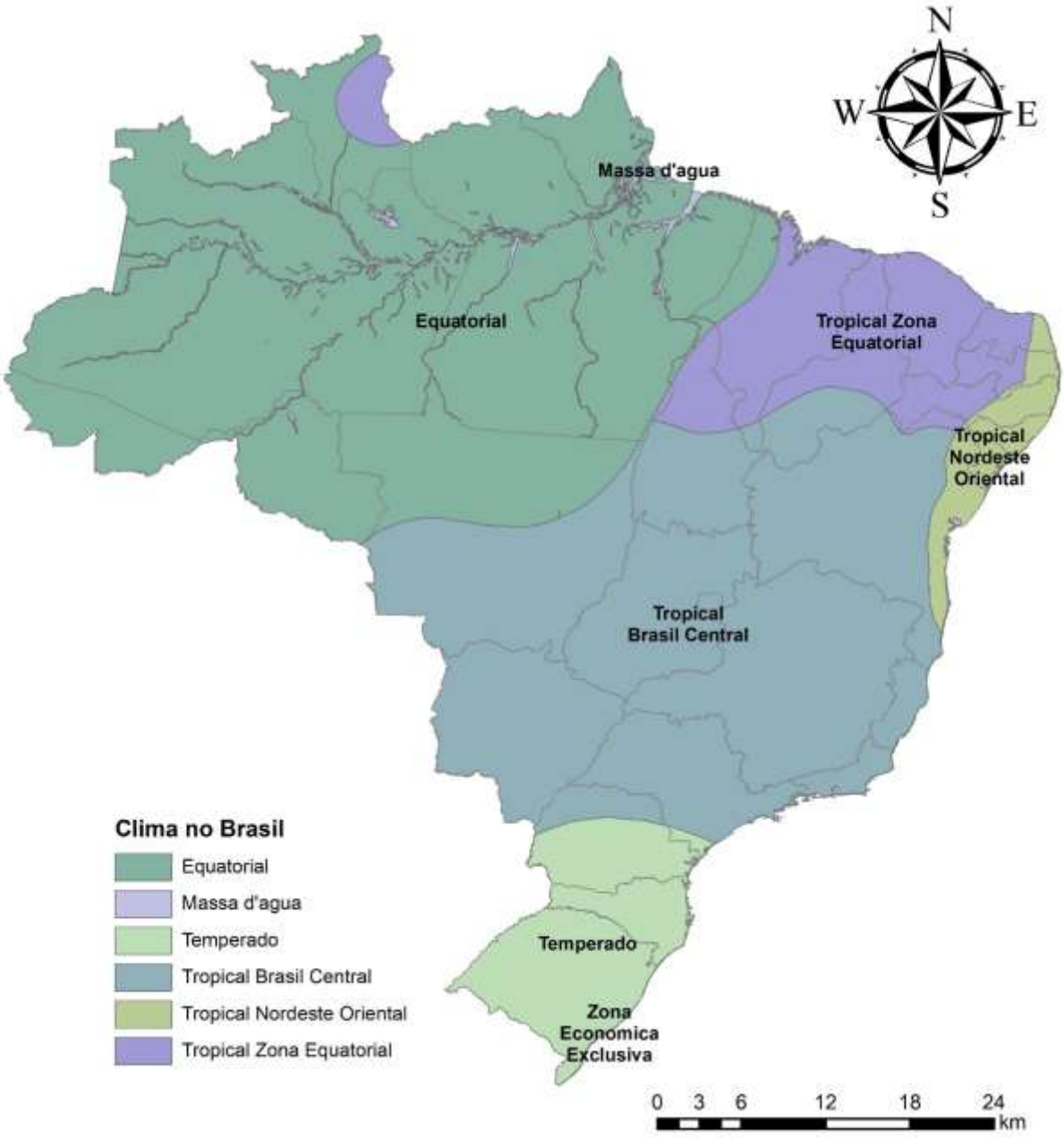
A seguir é representado em mapas a caracterização física:

Figura 1 – Caracterização física – climas koppen



Siglas da Classificação	
Sigla	**Classficação Climatica de Koppen**
Af	Clima tropical húmido ou clima equatorial
Am	Clima de monção
Aw	Clima tropical com estação seca de Inverno
BSh	Clima das estepes quentes de baixa latitude e altitude
BWh	Clima das regiões desérticas quentes de baixa latitude e altitude
Cfa	Clima temperado húmido com Verão quente
Cfb	Clima temperado húmido com Verão temperado
Cwa	Clima temperado húmido com Inverno seco e Verão quente
Cwb	Clima temperado húmido com Inverno seco e Verão temperado

Figura 2 – Caracterização física – clima no Brasil



CARACTERÍSTICAS DAS ZONAS	
Zona	**Característica**
Equatorial	Quente e úmido
Massa d'agua	Rios densos
Temperado	Pouca chuva, amplitude termica alta e quente
Tropical Brasil Central	Quente e seco
Tropical Nordeste Oriental	Pouca chuva no Inverno e Verão chuvoso. Temperatura média 20°C
Tropical Zona Equatorial	Verões chuvos, inverno seco e temperatura média de 25°
Zona Economica Exclusiva	Espaços Marítimos

4.3. Pluviométria e Pluviografia

Para o estudo das precipitações pluviométricas utilizamos os dados da Estação Meteorológica mais representativa da região, sendo que os dados foram coletados junto a ANEEL (Agência Nacional de Energia Elétrica) e ANA (Agência Nacional de Águas); e o posto de coleta é: Estação Alô Brasil, no Município de Bom Jesus do Araguaia, estado de Mato Grosso.

Os instrumentos utilizados para a coleta de dados pluviométricos e temperatura no posto de observação supramencionado foram: Pluviômetro e Termômetro de Máxima e Mínima, respectivamente. Apresentamos a seguir os valores das precipitações totais anuais, precipitações mensais e número de dias de chuva por ano, elaborados com os dados obtidos desta estação pluviométrica.

4.3.1. Procedimento

A seguir apresentamos os cálculos que fornecem as relações entre as precipitações máximas, períodos de retorno e as probabilidades de ocorrência, para o posto estudado.

Descrição dos índices usados nos cálculos, para análise pluviométrica:

P: Valor máximo de precipitação diária, no período de 1 ano;
Pm: Precipitação média;
m: Números de anos observados;
F: Freqüência de vazões de enchentes observadas;
Tr: Tempo de recorrência;
n: Número de ordem variável de 1 a “m”;
δ**:** Desvio padrão;
K: Coeficiente que depende do número de amostras tomadas e do Período de Recorrência. Valor tabelado por WEISE e REIDE;
Pr: Fórmula devida a Ven te Chow, onde Pr é a precipitação para um certo período de recorrência.
Pr = **Pm** + (δ x K).

Tabela 1 – Precipitações totais

ESTAÇÃO: ALÔ BRASIL							
Anos	Resultados			Anos	Resultados		
	P. (máx. diária no ano)	Total dias de chuva no ano	Precipitação total (mm)		P. (máx. diária no ano)	Total dias de chuva no ano	Precipitação total (mm)
1984	73	156	1404.5	**2004**	94	149	1815.2
1985	80.6	171	1743.6	**2005**	104	129	1851
1986	75	182	1691.2	**2006**	128.6	113	1814.6
1987	129.4	147	2123	**2007**	114.9	127	1667.3
1988	122	125	2249.7	**2008**	75.7	161	1355.4
1990	65.3	178	1557.5	**2010**	81.9	109	1362.1
1991	103	177	1795.8	**2011**	98	131	1578.7
1995	118	133	1632.5	**2015**	52	182	897.7
1996	64.4	136	1335.9	**2016**	92.1	142	1255.7
1997	111.6	217	1340.7	**2017**	106	130	1314.8
2003	125.5	111	1549.6				

Tabela 2 – Precipitações mensais

ESTAÇÃO: ALÔ BRASIL																		
Anos	Janeiro			Fevereiro			Março			Abril			Maio			Junho		
	P total (mm)	N (dias)	Máx. diária (mm)	P total (mm)	N (dias)	Máx. diária (mm)	P total (mm)	N (dias)	Máx. diária (mm)	P total (mm)	N (dias)	Máx. diária (mm)	P total (mm)	N (dias)	Máx. diária (mm)	P total (mm)	N (dias)	Máx. diária (mm)
1984	286.9	2	55.9	88.7	29	34	195.4	24	47	194.4	9	50.5	50.3	17	30	0	1	0
1985	468.5	5	52.3	115	18	30.7	254.2	19	80.6	145.9	29	59	43.2	5	21	0	1	0
1986	175.5	7	43	186.4	27	43	265	4	47	120	23	29	17	21	10	0	1	0
1987	183.6	20	35	241	18	76.6	302.6	22	75	341.8	27	129.4	43.4	1	19.2	0	1	0
1988	261	4	85.8	195.6	22	30.8	543.4	7	85	565.4	17	122	81.2	8	25.2	68.2	5	68.2
1990	142.4	27	30	415	15	61.3	172.2	17	46.2	140.9	14	65.3	38.6	5	20.3	0	1	0
1991	519.3	7	103	324.3	28	77.3	260.7	31	33.2	36.9	26	12.3	36.6	6	25.3	0	1	0
1995	155.4	5	59.3	246.1	3	97.1	208.8	24	45.8	208.9	3	46.2	215.8	4	118	0	1	0
1996	141.5	2	32.7	145.2	5	31.9	239.6	28	59.5	145.9	16	64.4	85.3	24	36.1	0	1	0
1997	364.5	23	111.6	113.1	21	28.6	274	30	39.9	97.4	22	25.1	8.1	12	8.1	33	7	27.7
2003	311.9	16	62	176.3	22	27.7	350.2	13	125.5	59.3	14	24.8	71.1	7	35.3	0	1	0
2004	436	19	46.5	304.2	22	41.3	262.8	4	42	100.8	11	29.2	15.2	19	12.4	0	1	0
2005	350.4	23	77	194.4	3	44.6	316.9	5	50.5	209.4	26	81.8	78.9	2	77.5	0	1	0
2006	281.6	8	83.8	129.8	15	17.7	430.5	8	128.6	257.5	16	75.4	1.9	20	1.9	0	1	0
2007	314.4	29	109.7	382	15	114.9	158.1	11	31.8	161.7	4	40.8	2.1	1	2.1	0	1	0
2008	290.1	29	52	297.5	2	75.7	221	13	70.3	65.4	24	28.5	0	1	0	0	1	0
2010	270.5	1	81.9	227.3	28	80.2	216.1	14	55.6	50.2	6	50.2	0	1	0	0	1	0
2011	271.3	12	55.3	195.8	18	37.6	134.9	2	48.7	30.5	5	25.6	0	1	0	0	1	0
2015	68.2	26	52	22.1	5	22.1	150	17	27	236	21	40	163	17	35	37	3	16
2016	413.7	21	82	130.1	14	40	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0
2017	260.5	23	43.7	244.7	14	60	107.2	8	20.9	113.3	25	46.2	0	1	0	0	1	0

Tabela 3 – Precipitações mensais (2)

ESTAÇÃO: ALÔ BRASIL																		
Anos	Julho			Agosto			Setembro			Outubro			Novembro			Dezembro		
	P total (mm)	N (dias)	Máx. diária (mm)	P total (mm)	N (dias)	Máx. diária (mm)	P total (mm)	N (dias)	Máx. diária (mm)	P total (mm)	N (dias)	Máx. diária (mm)	P total (mm)	N (dias)	Máx. diária (mm)	P total (mm)	N (dias)	Máx. diária (mm)
1984	0	1	0	0	1	0	40	7	19.8	283.6	26	73	102.6	19	50	162.6	20	39
1985	2	4	2	34	24	34	79.4	27	29	164	27	60	172	7	60	265.4	5	75
1986	0	1	0	169	28	56	28	26	12	191.1	16	45.9	188.4	15	64.4	350.8	13	75
1987	0	1	0	0	1	0	58	11	29	251.6	2	103	351.2	20	60.4	349.8	23	58.6
1988	0	1	0	0	1	0	54.2	16	25.4	162.5	22	40	169.8	19	50	148.4	3	50
1990	21	13	14	0	1	0	74.3	11	30	90.7	26	43	141.1	27	39	321.3	21	62.3
1991	0	1	0	0	1	0	50.3	29	22	150.2	3	47	185.1	30	61	232.4	14	65
1995	0	1	0	0	1	0	108.4	20	58.8	99.7	20	28.3	166.8	21	49.7	222.6	30	47.3
1996	0	1	0	7.7	15	5.9	27.7	2	26.4	199	14	43.2	176.7	1	36.4	167.3	27	32.5
1997	0	1	0	0	1	0	143.7	30	62	80.7	28	31	76.1	24	29.1	150.1	18	30.8
2003	0	1	0	0	1	0	16.5	2	15.2	144.9	22	31.4	214	2	52.4	205.4	10	36.4
2004	0	1	0	0	1	0	2.2	1	2.2	268.9	21	94	141.8	21	27.6	283.3	28	92.6
2005	0	1	0	0	1	0	187.4	30	104	81.9	30	57.4	231.3	2	57.7	200.4	5	34.1
2006	0	1	0	1.6	2	1.4	54.6	20	24.6	375.3	13	109	124.3	2	72.2	157.5	7	46
2007	2.6	26	2.6	0	1	0	0	1	0	175.9	13	60.5	269.7	23	64	200.8	2	42.1
2008	0	1	0	0	1	0	9.4	21	9.4	113	19	36.9	162.1	22	54.7	196.9	27	46.9
2010	0	1	0	0	1	0	18.5	30	7.7	101.1	3	32.8	258.1	14	59.4	220.3	9	61.9
2011	0	1	0	0	1	0	9.1	29	9.1	314.3	20	69.7	383.6	25	98	239.2	16	70.6
2015	0	1	0	0	1	0	7	19	7	56	23	34	51.6	24	16.7	106.8	25	23.3
2016	0	1	0	7.5	24	3	101.4	23	68	86	29	38.2	284.5	12	92.1	232.5	14	37.1
2017	0	1	0	0	1	0	0.5	21	0.5	106.2	2	54.2	303.1	21	106	179.3	12	36.7

Figura 3 – Máximas, mínimas e médias mensais

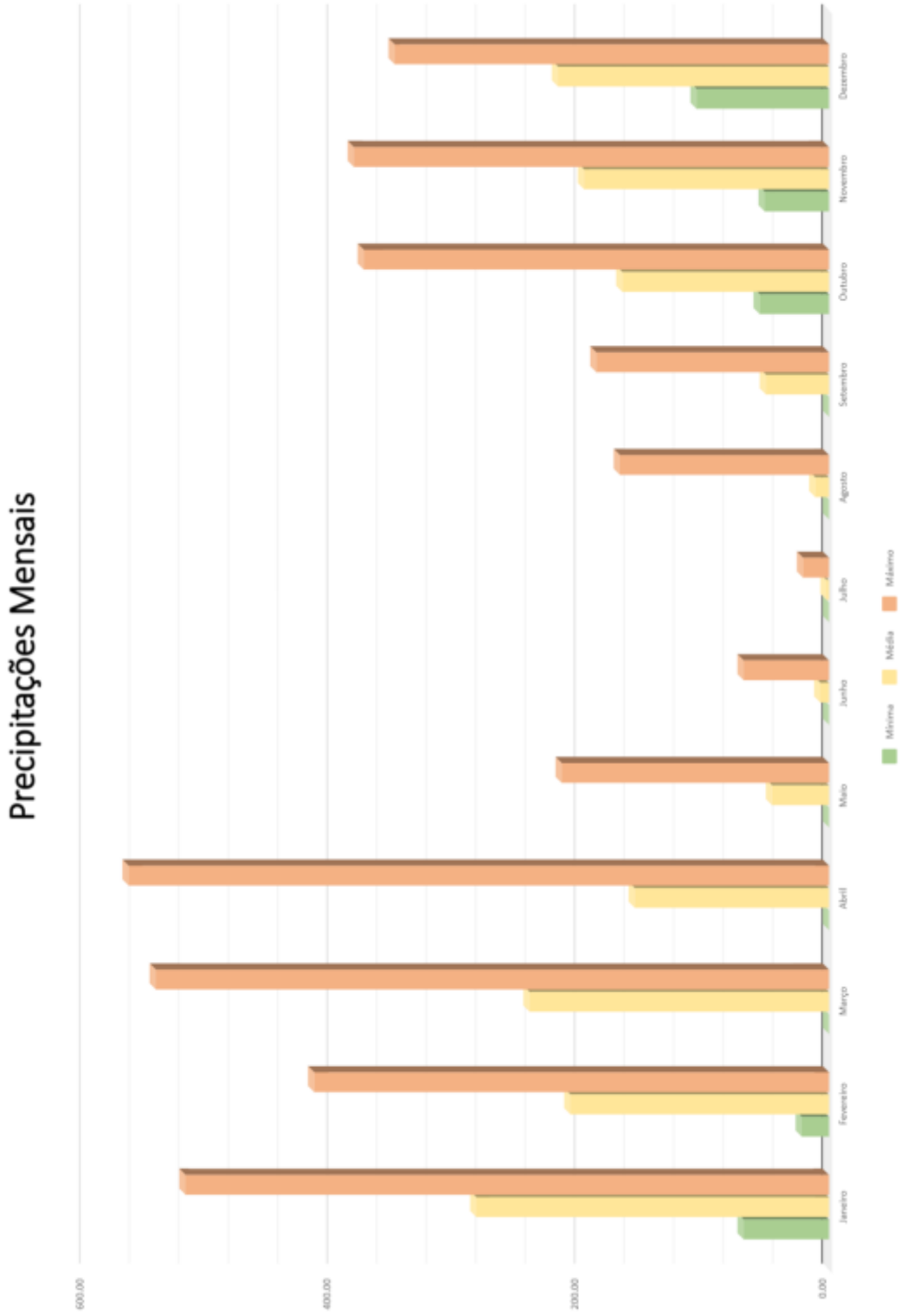


Figura 4 – Total Precipitado

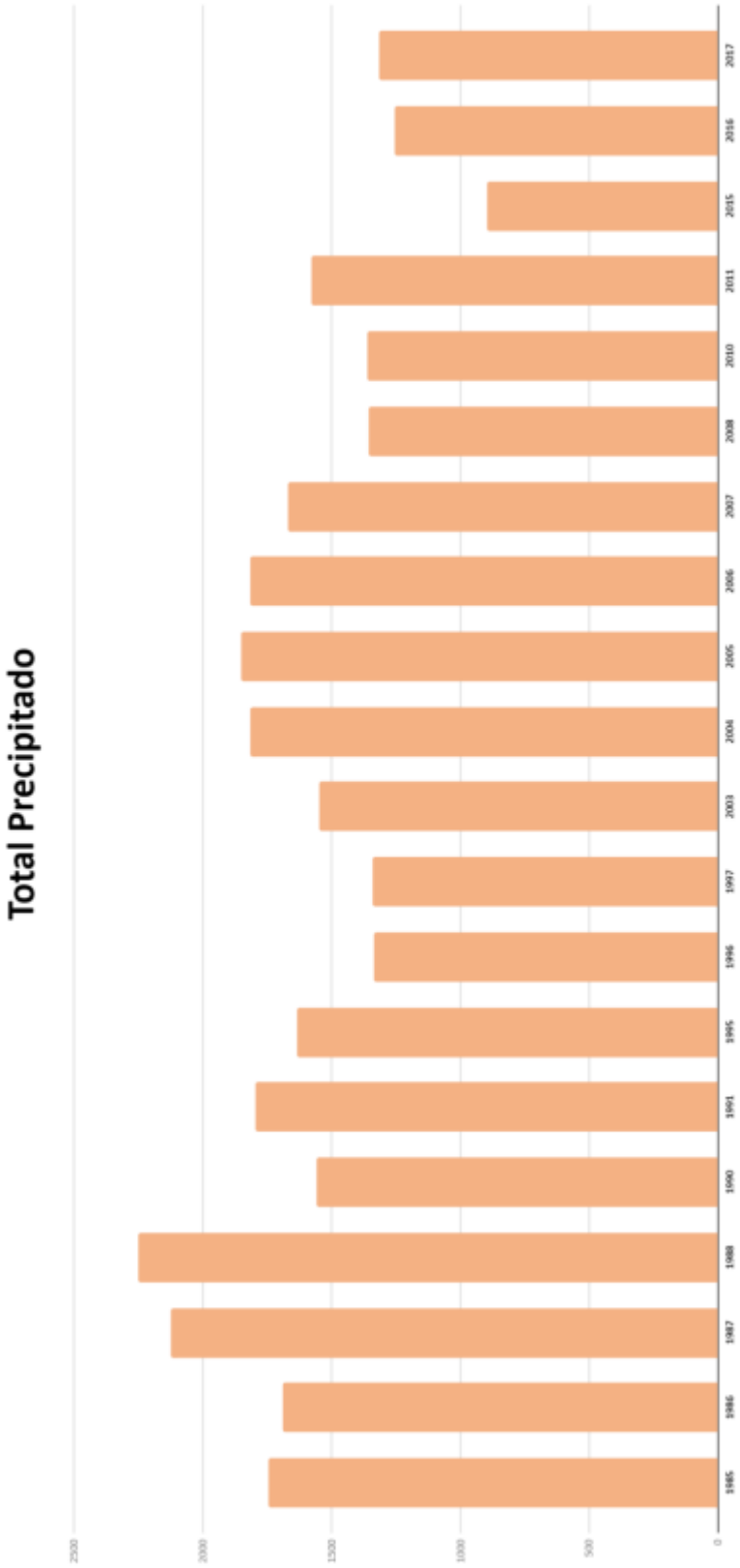


Figura 5 – Dias de chuva por ano

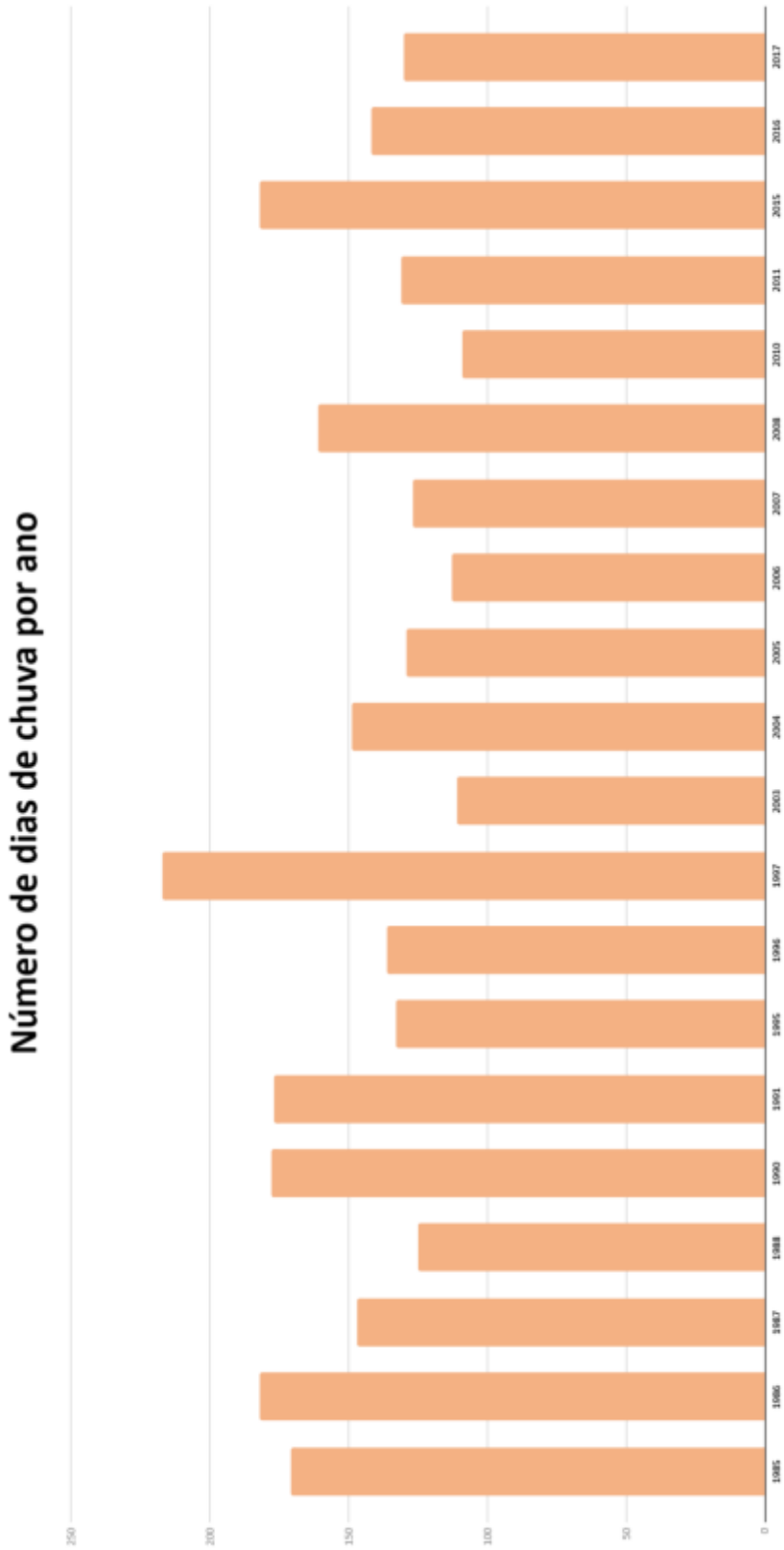


Tabela 4 – Cálculo de chuva

Análise Probabilística das Precipitações e seus períodos de retorno								
Anos	Precipitação máxima diária (Pmax.) mm	Sequência	Ordem	Precipitação máxima diária em ordem decrescente (mm)	P -Pm	$(P-Pm)^2$	F=(n/(m+1))(%)	Tr=1/F (anos)
1984	73	4	1	129.4	33.45	1,118.74	4.55	22.00
1985	80.6	14	2	128.6	32.65	1,065.87	9.09	11.00
1986	75	11	3	125.5	29.55	873.06	13.64	7.33
1987	129.4	5	4	122	26.05	678.48	18.18	5.50
1988	122	8	5	118	22.05	486.10	22.73	4.40
1990	65.3	15	6	114.9	18.95	359.01	27.27	3.67
1991	103	10	7	111.6	15.65	244.85	31.82	3.14
1995	118	21	8	106	10.05	100.95	36.36	2.75
1996	64.4	13	9	104	8.05	64.76	40.91	2.44
1997	111.6	7	10	103	7.05	49.67	45.45	2.20
2003	125.5	18	11	98	2.05	4.19	50.00	2.00
2004	94	12	12	94	-1.95	3.81	54.55	1.83
2005	104	20	13	92.1	-3.85	14.84	59.09	1.69
2006	128.6	17	14	81.9	-14.05	197.47	63.64	1.57
2007	114.9	2	15	80.6	-15.35	235.70	68.18	1.47
2008	75.7	16	16	75.7	-20.25	410.16	72.73	1.38
2010	81.9	3	17	75	-20.95	439.00	77.27	1.29
2011	98	1	18	73	-22.95	526.81	81.82	1.22
2015	52	6	19	65.3	-30.65	939.57	86.36	1.16
2016	92.1	9	20	64.4	-31.55	995.55	90.91	1.10
2017	106	19	21	52	-43.95	1,931.81	95.45	1.05

Cálculo da chuva de um dia, para períodos de retorno de 5, 10, 15, 20, 25, 50 e 100 anos

m= 21.00
Pm= 95.95
σ= 23.17

$Pm=\Sigma(Pmax.)/m$ (precipitação média)

$\sigma=\Sigma(Pm-Pmax)^2/(m-1)$ (Desvio Padrão)

$Pr=Pm+\sigma xK$

Pr= Precipitação máxima diária provável de se ocorrer no tempo de recorrência adotado

.

Tempo de Recorrência Anos	K	Pr
5	0.911	117.075
10	1.613	133.337
15	2.009	142.512
20	2.286	148.936
25	2.500	153.884
50	3.158	169.127
100	3.811	184.257

4.3.2. Metodologia utilizada na determinação dos valores de precipitação, duração e frequência de chuvas

Com os dados coletados de chuva diária, elaborou-se o presente estudo, visando a determinação das alturas para diferentes períodos de recorrência e diferentes durações.

A metodologia empregada foi o método de “Probabilidade Extrema de Gumbel”. Para este estudo escolheu-se a maior altura de chuva em cada ano durante todo o período para o posto. Para tempos de duração menores que um dia, foram feitas correções pelo Método das Isozonas.

4.3.3. Método das Isozonas

A necessidade de conhecimento das alturas de precipitação para tempos de duração inferiores a 24 horas, e a baixa densidade de postos pluviográficos que possam proporcionar estes dados, obrigam a extrapolação destes postos distantes até o local de projeto. O método utilizado para esta extrapolação é o das Isozonas. Esta correlação permite, de maneira simples, a dedução da precipitação para os tepos de concentração necessários inferiores à 24 horas.

A observação que para determinadas áreas geográficas ao se desenhar em um papel de probabilidade as precipitações de 24 horas e 1 hora de diferentes estações pluviográficas do Brasil, e prolongando-se as respectivas retas de altura de precipitação/duração, estas tendem a cortar o eixo das abcissas em um mesmo ponto. Esta tendência significa que, em cada área homóloga, a relação entre as precipitações de 1 e 24 horas, para um mesmo tempo de recorrência, é constante e independe de alturas de precipitação.

A estas áreas homólogas, o autor denominou de Isozonas e elaborou um mapa, relacionando as alturas de precipitações máximas com duração de 1 a 24 horas para tempo de recorrência de 5 a 10.000 anos e com duração de 6 minutos e 24 horas para tempo de recorrência de 5 a 100 anos.

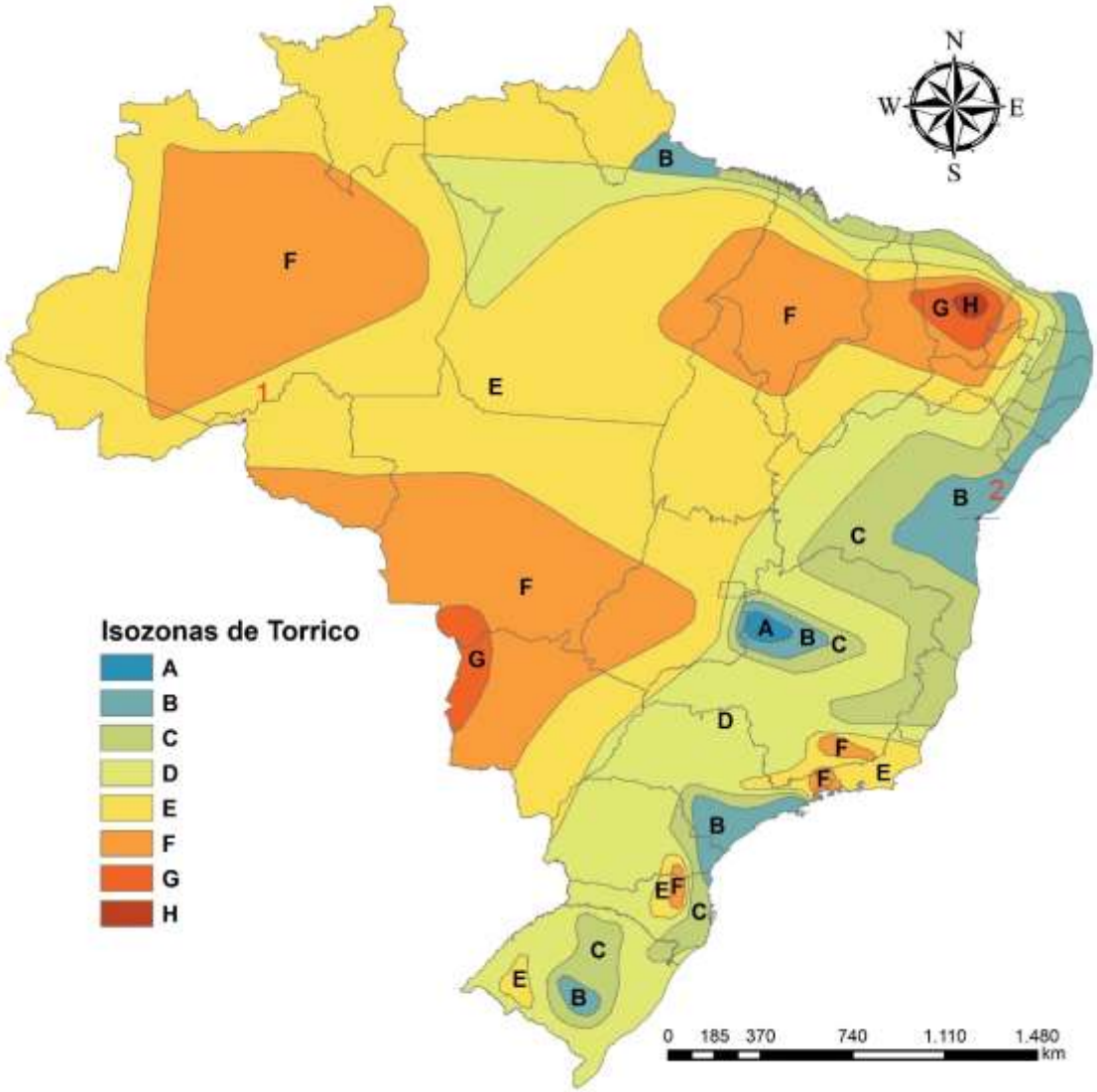
4.3.4. Procedimento

Descrição da metodologia adotada:

- A partir do estudo estatístico citado anteriormente, calculou-se para o posto em estudo a chuva de um dia no tempo de recorrência previsto;
- Converteu-se esta chuva de um dia em chuva de 24 horas, multiplicando- se esta pelo coeficiente 1,10, que é a relação 24 horas / 1 dia;
- Determinou-se no Mapa de Isozonas, a Isozona correspondente a região do projeto;
- Em nosso estudo a Isozona utilizada foi a Isozona “F”, com coeficientes de índices altos;
- Após ter-se determinado a Isozona, fixam-se para a mesma as porcentagens correspondentes a 6 minutos e 1 hora;
- Após a determinação das alturas de precipitação para duração de 24 horas, 1 hora e 6 minutos, para cada tempo de recorrência considerado, marcou- se estes valores no papel de probabilidade de Hershfield e Wilson, e ligando-se os pontos marcados, obtiveram-se as alturas de precipitação para qualquer duração entre 6 minutos e 24 horas.

Segue a apresentação dos mapas de Isozonas e do quadro com os valores característicos e na sequência os gráficos "Curva de Intensidade - Frequência - Duração" e "Altura de Chuva x Tempo de Duração" do trecho em estudo.

Figura 6 – Isozonas Brasil



TEMPO DE RECORRÊNCIA EM ANOS										
ZONA		1 hora / 24 horas de chuva							6 min - 24 horas	
		5	10	15	20	25	50	100	5 a 50	100
A		36,2	35,8	35,6	35,5	35,4	35	34,7	7	6,3
B		38,1	37,8	37,5	37,4	37,3	36,9	36,6	8,4	7,5
C		40,1	39,7	39,5	39,3	39,2	38,8	38,4	9,8	8,8
D		42	41,6	41,4	41,2	41,1	40,7	40,3	11,2	10
E		44	43,6	43,3	43,2	43	42,6	42,2	12,6	11,2
F		46	45,5	45,3	45,1	44,9	44,5	44,1	13,9	12,4
G		47,9	47,4	47,2	47	46,8	46,4	45,9	15,4	13,7
H		49,9	49,4	49,1	48,9	48,6	48,3	47,8	16,7	14,9

Fonte: MMA/SRH

Tabela 5 – Porcentagens de chuvas

PROBABILIDADE - ISOZONAS									
ISOZONA	**5**	**10**	**15**	**20**	**25**	**50**	**100**	**5 a 50**	**100**
A	36.2	35.8	35.6	35.5	35.4	35	34.7	7	6.3
B	38.1	37.8	37.5	37.4	37.3	36.9	36.6	8.4	7.5
C	40.1	39.7	39.5	39.3	39.2	38.8	38.4	9.8	8.8
D	42	41.6	41.4	41.2	41.1	40.7	40.3	11.2	10
E	44	43.6	43.3	43.2	43	42.6	42.2	12.6	11.2
F	46	45.5	45.3	45.1	44.9	44.5	44.1	13.9	12.4
G	47.9	47.4	47.2	47	46.8	46.4	45.9	15.4	13.7
H	49.9	49.4	49.1	48.9	48.6	48.3	47.8	16.7	14.9

ISOZONA E									
Tempo de Recorrência em anos	1 Hora / 24 Horas chuva (A)							6 min. / 24 horas (B)	
	5	10	15	20	25	50	100	5 a 50	100
Porcentagens	44.00	43.60	43.30	43.20	43.00	42.60	42.20	12.60	11.20

Fonte: "Práticas Hidrológicas" José Jaime Taborga Torrico, Rio, 1974, Método das Isozonas

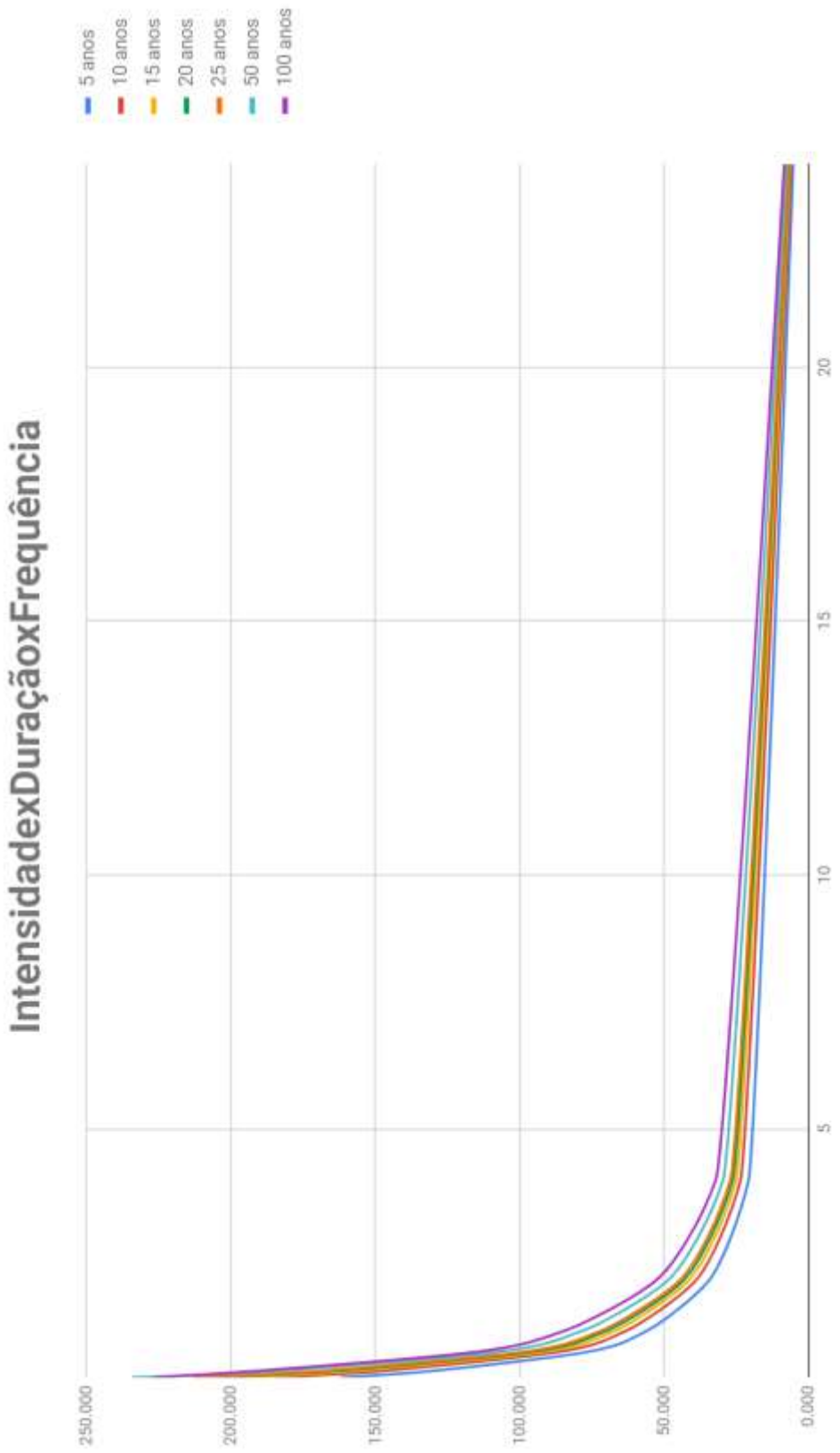
ESTAÇÃO: ALÔ BRASIL							
Duração	Tempo de Recorrência						
	5	10	15	20	25	50	100
24 Horas (C)	128.78	146.67	156.76	163.83	169.27	186.04	202.68
1 Hora (D)	56.66	63.95	67.88	70.77	72.79	79.25	85.53
6 Minutos (E)	16.23	18.48	19.75	20.64	21.33	23.44	22.70
Notas:	1 - C=Pr x 1,10 (Pr calculado pela fórmula de Vem Techow)						
	2- D=C x A						
	3- E=C x B						

Tabela 6 – Chuvas de Projeto

ESTAÇÃO: ALÔ BRASIL							
Tempo de Recorrência		5 anos		10 anos		15 anos	
Tempo de Duração de Chuva		P mm	I mm/h	P mm	I mm/h	P mm	I mm/h
6 min.	0.1	16.227	162.266	18.480	184.805	19.752	197.521
12 min.	0.2	27.162	135.808	30.776	153.878	32.766	163.831
36 min.	0.6	46.263	77.105	52.253	87.089	55.499	92.499
60 min	1	56.664	56.664	63.948	63.948	67.878	67.878
120 min.	2	69.392	34.696	78.547	39.274	83.565	41.782
240 min.	4	83.116	20.779	94.290	23.573	100.480	25.120
1440 min.	24	128.782	5.366	146.670	6.111	156.763	6.532
OBS.: As precipitações de 0,1 hora, 1 hora e 24 horas foram plotadas no papel de probabilidade de "Hershfild e Wilson", sendo as demais obtidas pela interpolação gráfica							

ESTAÇÃO: ALÔ BRASIL							
Tempo de Recorrência		25 anos		50 anos		100 anos	
Tempo de Duração de Chuva		P mm	I mm/h	P mm	I mm/h	P mm	I mm/h
6 min.	0.1	21.328	213.283	23.441	234.410	22.700	227.005
12 min.	0.2	35.244	176.218	38.533	192.667	39.691	198.456
36 min.	0.6	59.551	99.252	64.897	108.162	69.371	115.618
60 min	1	72.787	72.787	79.253	79.253	85.532	85.532
120 min.	2	89.815	44.908	98.099	49.049	106.207	53.104
240 min.	4	108.177	27.044	118.421	29.605	128.502	32.126
1440 min.	24	169.272	7.053	186.039	7.752	202.683	8.445
OBS.: As precipitações de 0,1 hora, 1 hora e 24 horas foram plotadas no papel de probabilidade de "Hershfild e Wilson", sendo as demais obtidas pela interpolação gráfica							

Figura 7 – IDF


IntensidadexDuraçãoxFrequência
5 anos
10 anos
15 anos
20 anos
25 anos
50 anos
100 anos
250.000
200.000
150.000
100.000
50.000
0.000
5
10
15
20

4.4. Tempo de retorno

O tempo de recorrência para o projeto dos dispositivos de drenagem foi fixado levando-se em consideração os seguintes fatores:

- Importância e segurança da obra;
- No caso de interrupção do tráfego, os prejuízos econômicos;
- Danos às obras de drenagem;
- Estimativa de custos de restauração, na hipótese de destruição;
- Periculosidade de subestimação das vazões pelos danos que as cheias possam ocasionar às populações ribeirinhas e às propriedades;
- Outros fatores de ordem econômica.

Em face desses fatores, foram usados os seguintes períodos de recorrência segundo o Tipo de Dispositivo, conforme Especificação de Serviço do DNIT:

a - Drenagem Superficial - 10 anos;
b - Bueiros Tubulares - 15 e 25 anos, sendo 15 para cálculo como canal e 25 para verificação como orifício;
c - Bueiros Celulares - 25 e 50 anos, sendo 25 para cálculo como canal e 50 para verificação como orifício;
d - Obras-de-Arte especiais (Pontes) - 100 anos.

4.5. Tempo de concentração

É definido como sendo o tempo necessário para que a área de drenagem passe a contribuir para a vazão na seção estudada. De uma maneira geral, o tempo de concentração de uma bacia qualquer depende de vários parâmetros, tais como:

- Área da bacia e sua forma;
- Comprimento e declividade do canal mais longo (principal);
- Tipo, recobrimento vegetal, uso da terra, etc.

Para o cálculo do tempo de concentração adotou-se a fórmula de Kirpich Modificada:

$$Tc = 1{,}425 * \left(\frac{L^3}{H}\right)^{0{,}385}$$

Onde:

Tc = tempo de concentração em horas;

L = comprimento do talvegue em km;

H = desnível do talvegue em m.

Para o cálculo do tempo de concentração, levou-se em consideração as diferenças de declividade existentes no talvegue, sendo calculados separadamente por sub-trecho e posteriormente somados.

4.6. Precipitação e Intensidade

Interpolando o tempo de concentração, na curvas do gráfico de **precipitaçãoxduraçãoxfrequência**, encontra-se o valor isolado da precipitação de projeto, e dividindo este valor pelo tempo de concentração, teremos a intensidade de projeto, podendo ser verificada no gráfico IDF

4.7. Coeficiente de escoamento

Segundo Jabor (2017) o coeficiente de escoamento ou coeficiente de deflúvio ou coeficiente de run-off é a relação entre o volume de água escoado superficialmente e o volume precipitado.

Para o DNIT (2006) representa essencialmente a relação entre a vazão e a precipitação que lhe deu origem, o que envolve além do volume da precipitação vertida, a avaliação do efeito de variação da intensidade da chuva e das perdas por retenção e infiltração do solo durante a tempestade de projeto.

Condições de superfície	Orografia	Plano		Ondulado		Montanhoso	
		C	CN	C	CN	C	CN
Áreas urbanizadas; Cerrados, pastagens	A	0,1	50	0.2	55	0.30	65
	B	0,2	55	0,3	60	0,4	70
	C	0,4	60	0,6	65	0,6	75
	D	0,60 - 0,80	70	0,60- 0,90	75	0,60 - 1,00	80
Cerrados, pastagens e matas ralas	A	0,2	45	0,3	50	0,4	60
	B	0,25	50	0,35	55	0,45	65
	C	0,3	60	0,4	60	0,5	70
	D	0,4	65	0,5	70	0,6	75
Culturas e pastagens terraceadas	A	0,1	35	0,3	45	0,4	50
	B	0,2	40	0,35	50	0,45	55
	C	0,3	50	0,4	60	0,5	60
	D	0,4	60	0,5	65	0,6	70
Culturas Terraceadas	A	0,1	30	0,2	40	0,3	50
	B	0,15	40	0,3	50	0,4	55
	C	0,2	50	0,4	55	0,5	60
	D	0,4	60	0,5	65	0,6	70

Onde:

A = Superfície muito permeável ("LOESS" em camadas espessas);

B = Superfície permeável ("LOESS" em camadas rasas e areias);

C = Superfície semipermeável (Solos Siltosos e Argilosos) e

D = Superfície pouco permeável (Solos com argilas expansivas e pavimentos).

4.8. Área de Contribuição

A seguir, é apresentado mapa da bacia com as informações necessárias para o cálculo da vazão

.



INFORMAÇÕES DA BACIA

LAT.: -11,815551
LON.: -51,251311

INFORMAÇÕES FÍSICAS
ÁREA: .: 2,83 km²
DESN.: 27 m
TALV: 2,2 km



INFORMAÇÕES DA BACIA

LAT.: -11,808049
LON.: -51,212391

INFORMAÇÕES FÍSICAS
ÁREA: .: 11 km²
DESN.: 30 m
TALV: 5,26 km



INFORMAÇÕES DA BACIA

LAT.: -11,781234
LON.: -51,225799

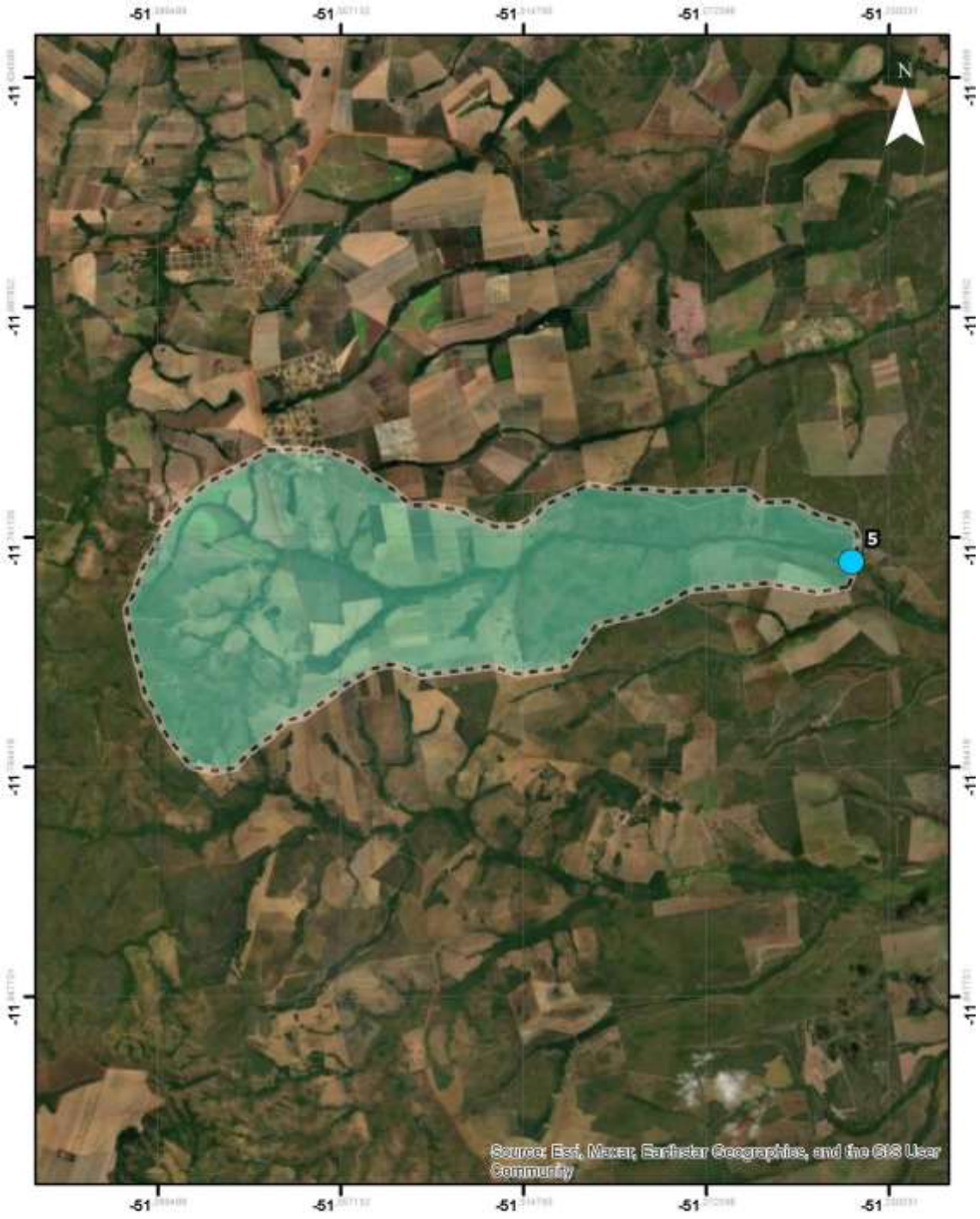
INFORMAÇÕES FÍSICAS
ÁREA: .: 7,8 km²
DESN.: 20 m
TALV: 6,32 km



INFORMAÇÕES DA BACIA

LAT.: -11,757394
LON.: -51,238243

INFORMAÇÕES FÍSICAS
ÁREA: .: 27,35 km²
DESN.: 47 m
TALV: 11,3 km



INFORMAÇÕES DA BACIA

LAT.: -11,746686
LON.: -51,238849

INFORMAÇÕES FÍSICAS
ÁREA: .: 78,18 km²
DESN.: 32 m
TALV: 23,1 km



INFORMAÇÕES DA BACIA

LAT.: -11,697566
LON.: -51,24479

INFORMAÇÕES FÍSICAS
ÁREA: .: 35,23 km²
DESN.: 49 m
TALV: 12,6 km



INFORMAÇÕES DA BACIA

LAT.: -11,671603
LON.: -51,233472

INFORMAÇÕES FÍSICAS
ÁREA: .: 13,08 km²
DESN.: 30 m
TALV: 4,95 km



INFORMAÇÕES DA BACIA

LAT.: -11,600049
LON.: -51,135694

INFORMAÇÕES FÍSICAS
ÁREA: .: 8,45 km²
DESN.: 5,7 m
TALV: 4,23 km

4.9. Dimensionamento de obras

Para o dimensionamento a seguir, é apresentado as pranchas de cálculo de cada uma das unidades de contribuição (bacias), que, na ocasião de cadastro, foram levantadas como pontes a substituir.

É importante salientar que para este dimensionamento foi considerado:

- Os nove locais dimensionados são pontes de madeira.
- A estação utilizada foi a estação estudada de Alô Brasil.
- Todas as obras foram dimensionadas utilizando 0,5% de declividade, justificada pela região plana dos exutórios.
- Todos os pontos que foram dimensionados, foram considerados como bueiros celulares e poderão ser construídos in loco ou em pré-moldado (Aduelas).
- Coeficiente de Curva (CN) par o local foi 60.
- O tempo de concentração foi calculado por Kirpich Modificada.
- O tempo de retorno das obras foi de 25 anos, obedecendo a legislação e normatização vigente para este tipo de obra.
- A solução só leva em consideração a imposição de vazão hidrológica, sendo necessário, em alguns casos, soluções secundárias ou primárias como elevação do greide, enrocamento ou mitigações ambientais.
- As mudanças de características do canal, em decorrência de locação, obra ou sinistros ambientais deverão ser comunicadas a projetista, afim adequação ao período ou evento ocorrido.
- A vazão hidrológica foi calculada pelo método de Hidrograma Unitário Triangular, método racional ou racional corrigido, conforme Instrução de Serviço 203 – IS-203 Estudos Hidrológicos.

A seguir, é apresentado as pranchas de dimensionamento e resumo de obras:

RELATÓRIO ESPECIAL DE INFORMAÇÕES PARA CÁLCULO DE VAZÃO E DIMENSIONAMENTO

ITEM	1	**TRECHO**	TRECHO 01		
ESTACA	-	**LAT**	-11.815551°	**FASE**	
RODOVIA	-	**LON**	-51.251311°	**MÉTODO**	CÁLCULO HIDRÁULICO

CÁLCULO DO TEMPO DE CONCENTRAÇÃO PELO MÉTODO: KIRPICH MODIFICADA

TALVEGUE 1:		DESNÍVEL 1:		TEMPO DE CON. 1:	
TALVEGUE 2:		DESNÍVEL 2:		TEMPO DE CON. 2:	
TALVEGUE 3:		DESNÍVEL 3:		TEMPO DE CON. 3:	
TALVEGUE 4:		DESNÍVEL 4:		TEMPO DE CON. 4:	
TALVEGUE TOTAL:	2,2 km	**DESNÍVEL TOTAL:**	27 m	**TC TOTAL:**	0,992 h

PONDERAÇÃO DA ÁREA PARA COEFICIENTE DE ESCOAMENTO OU CURVE NUMBER: NÃO FOI PONDERADO

ÁREA DE MATA:		COEFICIENTE:	
ÁREA URBANA:		COEFICIENTE:	
ÁREA DE PASTO/CULTIVO:		COEFICIENTE:	
ÁREA TOTAL:	2,826 km²	**COEFICIENTE DE PROJETO:**	0,400

ESTAÇÃO ALÔ BRASIL

TEMPO DE RETORNO	5	10	15	20	25	50	100
24 HORAS	128,78	146,67	156,76	163,83	169,27	186,04	202,68
1 HORA	56,66	63,95	67,88	70,77	72,79	79,25	85,53
6 MINUTOS	16,23	18,48	19,75	20,64	21,33	23,44	22,70

CALCULO DE VAZÃO DE PROJETO PELO MÉTODO RACIONAL

PRECIPITAÇÃO:	72,571	**TEMPO DE RECORRÊNCIA:**	25 Anos
INTENSIDADE:	73,123	**TEMPO DE CONCENTRAÇÃO:**	0,992
COEF. RETARDO:	NÃO SE APLICA	**COEFICIENTE DE ESCOAMENTO/CN**	0,000

VERIFICAÇÃO DO BUEIRO: BDCC - 2,50 X 2,50

TIPO DE SEÇÃO:	CELULAR
MÉTODO DE TRABALHO:	CANAL
VAZÃO DE PROJETO:	22,962

INFORMAÇÕES DA SEÇÃO CRÍTICA

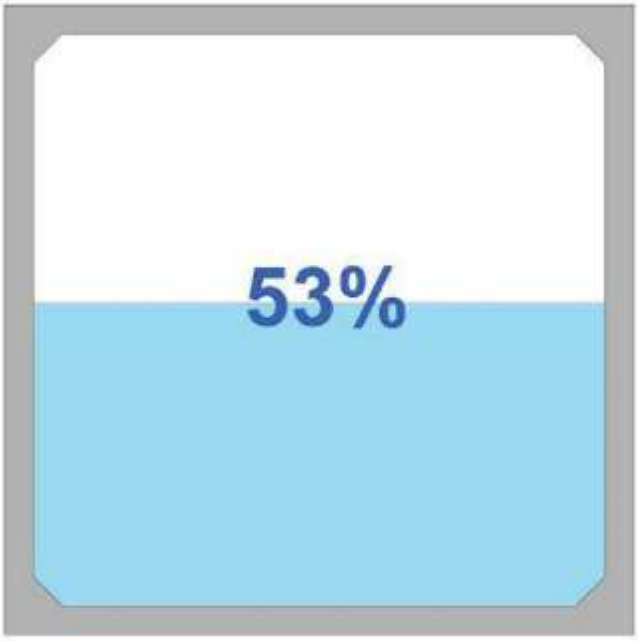
VAZÃO CRÍTICA:	33,696 m³/s
VELOCIDADE CRÍTICA:	4,044 m/s
DECLIVIDADE CRÍTICA:	0,577%

ALTURA DE ATERRO:	0 m
DECLIVIDADE:	0,50%
VELOCIDADE:	3,491 m/s
(y/D) ou (Hw/D):	52,50%
ENCHIMENTO:	53,00%
ESCONSIDADE:	0,00%
VAZÃO ESGOTADA:	22,962 m³/s
VAZÃO RESTANTE:	Vazão esgotada completamente

OBSERVAÇÃO FINAL

OBRA PROJETADA = BDCC - 2,50 X 2,50

ENCHIMENTO DA SEÇÃO BRUTA



RELATÓRIO ESPECIAL DE INFORMAÇÕES PARA CÁLCULO DE VAZÃO E DIMENSIONAMENTO

ITEM	2	**TRECHO**	TRECHO 01		
ESTACA	-	**LAT**	-11.808049°	**FASE**	
RODOVIA	-	**LON**	-51.212391°	**MÉTODO**	CÁLCULO HIDRÁULICO

CÁLCULO DO TEMPO DE CONCENTRAÇÃO PELO MÉTODO: KIRPICH MODIFICADA

TALVEGUE 1:		DESNÍVEL 1:		TEMPO DE CON. 1:	
TALVEGUE 2:		DESNÍVEL 2:		TEMPO DE CON. 2:	
TALVEGUE 3:		DESNÍVEL 3:		TEMPO DE CON. 3:	
TALVEGUE 4:		DESNÍVEL 4:		TEMPO DE CON. 4:	
TALVEGUE TOTAL:	5,26 km	**DESNÍVEL TOTAL:**	30 m	**TC TOTAL:**	2,608 h

PONDERAÇÃO DA ÁREA PARA COEFICIENTE DE ESCOAMENTO OU CURVE NUMBER: NÃO FOI PONDERADO

ÁREA DE MATA:		COEFICIENTE:	
ÁREA URBANA:		COEFICIENTE:	
ÁREA DE PASTO/CULTIVO:		COEFICIENTE:	
ÁREA TOTAL:	11,005 km²	**COEFICIENTE DE PROJETO:**	

ESTAÇÃO ALÔ BRASIL

TEMPO DE RETORNO	5	10	15	20	25	50	100
24 HORAS	128,78	146,67	156,76	163,83	169,27	186,04	202,68
1 HORA	56,66	63,95	67,88	70,77	72,79	79,25	85,53
6 MINUTOS	16,23	18,48	19,75	20,64	21,33	23,44	22,70

CALCULO DE VAZÃO DE PROJETO PELO H.U.T

PRECIPITAÇÃO:	96,282	**TEMPO DE RECORRÊNCIA:**	25 Anos
INTENSIDADE:	36,916	**TEMPO DE CONCENTRAÇÃO:**	2,608
COEF. RETARDO:	NÃO SE APLICA	**COEFICIENTE DE ESCOAMENTO/CN**	60,000

VERIFICAÇÃO DO BUEIRO: BTCC - 2,50 X 2,50

TIPO DE SEÇÃO:	CELULAR
MÉTODO DE TRABALHO:	CANAL
VAZÃO DE PROJETO:	40,832

INFORMAÇÕES DA SEÇÃO CRÍTICA

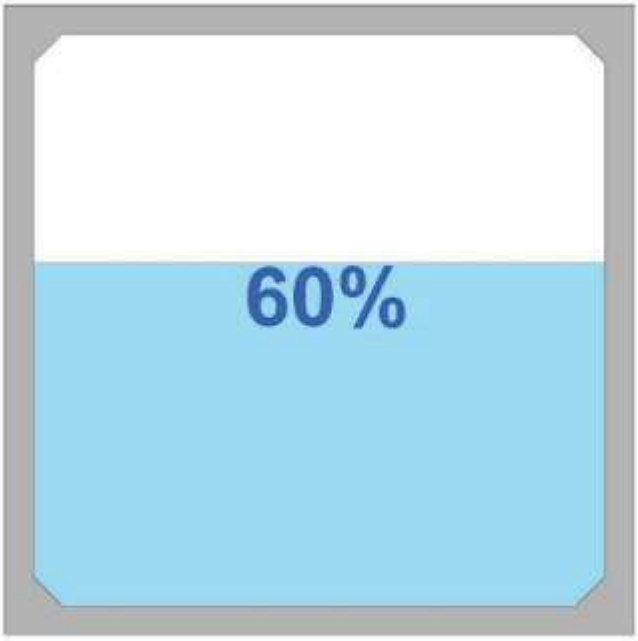
VAZÃO CRÍTICA:	50,544 m³/s
VELOCIDADE CRÍTICA:	4,044 m/s
DECLIVIDADE CRÍTICA:	0,577%

ALTURA DE ATERRO:	0 m
DECLIVIDADE:	0,50%
VELOCIDADE:	3,652 m/s
(y/D) ou (Hw/D):	59,70%
ENCHIMENTO:	60,00%
ESCONSIDADE:	0,00%
VAZÃO ESGOTADA:	40,832 m³/s
VAZÃO RESTANTE:	Vazão esgotada completamente

OBSERVAÇÃO FINAL

OBRA PROJETADA = BTCC - 2,50 X 2,50

ENCHIMENTO DA SEÇÃO BRUTA



Estação:	**ALÔ BRASIL**	**CN:**	60
Estaca:	2	**Coeficiente de redução:**	1,00
		Tempo de Concentração - Tc (h):	2,61
Área de Contribuição (km²)=	11,004530	**Tempo Unitário -ΔT (h):**	0,52
Comprimento do Talvegue - L (km)=	5,26	**Tempo de Pico - Tp (h):**	1,83
Desnível - ΔH (m)=	30	**Tempo de Retorno - Tr (h):**	3,05
Declividade do Talvegue (%)=	0,57%	**Tempo de Base -Tb(h):**	4,87
Condições da Superfície:		**Tempo de Recorrência - TR (anos):**	25,00
		Descarga unitária - ϕ(Tp) (m³/s*cm):	12,54

Ti (h)	Pi (cm)	Pm (cm)	Pei (cm)	Δpei (cm)	HUTi	Q1	Q2	Q3	Q4	Q5	Q6	Q7	Q8	Q9	Q10	Qc
0,522	5,672	5,672	0,272	0,272	3,582	0,974										0,974
1,043	7,362	7,362	0,756	0,484	7,164	1,947	1,734									3,681
1,565	8,336	8,336	1,120	0,364	10,746	2,921	3,467	1,303								7,691
2,087	9,077	9,077	1,431	0,312	11,465	3,116	5,201	2,606	1,116							12,039
2,608	9,628	9,628	1,681	0,250	9,320	2,533	5,549	3,909	2,232	0,895						15,118
3,130	10,086	10,086	1,899	0,218	7,175	1,950	4,510	4,170	3,348	1,790	0,782					16,552
3,651	10,525	10,525	2,117	0,217	5,030	1,367	3,472	3,390	3,572	2,685	1,564	0,779				16,830
4,173	10,917	10,917	2,318	0,201	2,885	0,784	2,434	2,610	2,904	2,865	2,346	1,558	0,721			16,222
4,695	17,000	17,000	6,067	3,749	0,740	0,201	1,396	1,830	2,235	2,329	2,503	2,336	1,442	13,428		27,702
4,875	18,000	18,000	6,769	0,702	0,000	0,000	0,358	1,049	1,567	1,793	2,035	2,493	2,164	26,857	2,516	40,832

VAZÃO	**40,83161972**

RELATÓRIO ESPECIAL DE INFORMAÇÕES PARA CÁLCULO DE VAZÃO E DIMENSIONAMENTO

ITEM	3	**TRECHO**	TRECHO 01		
ESTACA	-	**LAT**	-11.781234°	**FASE**	
RODOVIA	-	**LON**	-51.225799°	**MÉTODO**	CÁLCULO HIDRÁULICO

CÁLCULO DO TEMPO DE CONCENTRAÇÃO PELO MÉTODO: KIRPICH MODIFICADA

TALVEGUE 1:		DESNÍVEL 1:		TEMPO DE CON. 1:	
TALVEGUE 2:		DESNÍVEL 2:		TEMPO DE CON. 2:	
TALVEGUE 3:		DESNÍVEL 3:		TEMPO DE CON. 3:	
TALVEGUE 4:		DESNÍVEL 4:		TEMPO DE CON. 4:	
TALVEGUE TOTAL:	6,32 km	**DESNÍVEL TOTAL:**	20 m	**TC TOTAL:**	3,769 h

PONDERAÇÃO DA ÁREA PARA COEFICIENTE DE ESCOAMENTO OU CURVE NUMBER: NÃO FOI PONDERADO

ÁREA DE MATA:		COEFICIENTE:	
ÁREA URBANA:		COEFICIENTE:	
ÁREA DE PASTO/CULTIVO:		COEFICIENTE:	
ÁREA TOTAL:	7,801 km²	**COEFICIENTE DE PROJETO:**	0,400

ESTAÇÃO ALÔ BRASIL

TEMPO DE RETORNO	5	10	15	20	25	50	100
24 HORAS	128,78	146,67	156,76	163,83	169,27	186,04	202,68
1 HORA	56,66	63,95	67,88	70,77	72,79	79,25	85,53
6 MINUTOS	16,23	18,48	19,75	20,64	21,33	23,44	22,70

CALCULO DE VAZÃO DE PROJETO PELO MÉTODO RACIONAL CORRIGIDO

PRECIPITAÇÃO:	106,235	**TEMPO DE RECORRÊNCIA:**	25 Anos
INTENSIDADE:	28,187	**TEMPO DE CONCENTRAÇÃO:**	3,769
COEF. RETARDO:	0,814	**COEFICIENTE DE ESCOAMENTO/CN**	0,000

VERIFICAÇÃO DO BUEIRO: BSCC - 3,00 X 3,00

TIPO DE SEÇÃO:	CELULAR
MÉTODO DE TRABALHO:	CANAL
VAZÃO DE PROJETO:	19,896

INFORMAÇÕES DA SEÇÃO CRÍTICA

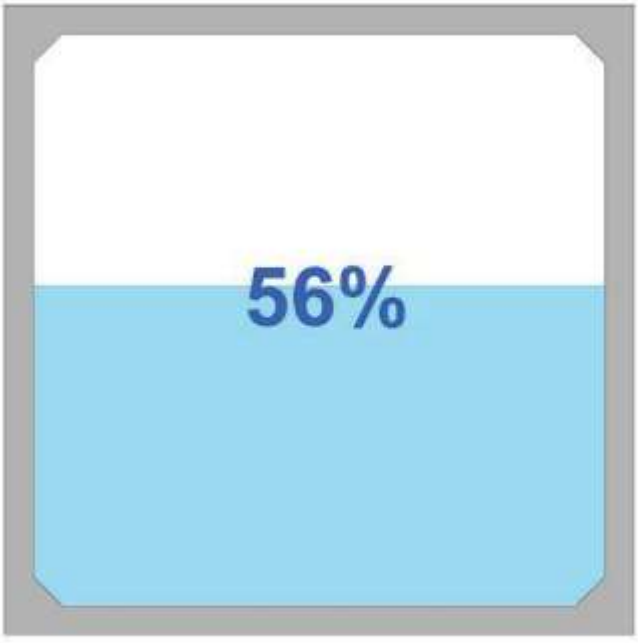
VAZÃO CRÍTICA:	26,577 m³/s
VELOCIDADE CRÍTICA:	4,429 m/s
DECLIVIDADE CRÍTICA:	0,543%

ALTURA DE ATERRO:	0 m
DECLIVIDADE:	0,50%
VELOCIDADE:	4,014 m/s
(y/D) ou (Hw/D):	55,10%
ENCHIMENTO:	56,00%
ESCONSIDADE:	0,00%
VAZÃO ESGOTADA:	19,896 m³/s
VAZÃO RESTANTE:	Vazão esgotada completamente

OBSERVAÇÃO FINAL

OBRA PROJETADA = BSCC - 3,00 X 3,00

ENCHIMENTO DA SEÇÃO BRUTA



RELATÓRIO ESPECIAL DE INFORMAÇÕES PARA CÁLCULO DE VAZÃO E DIMENSIONAMENTO

ITEM	4	**TRECHO**	TRECHO 01		
ESTACA	-	**LAT**	-11.757394°	**FASE**	
RODOVIA	-	**LON**	-51.238243°	**MÉTODO**	CÁLCULO HIDRÁULICO

CÁLCULO DO TEMPO DE CONCENTRAÇÃO PELO MÉTODO: KIRPICH MODIFICADA

TALVEGUE 1:		DESNÍVEL 1:		TEMPO DE CON. 1:	
TALVEGUE 2:		DESNÍVEL 2:		TEMPO DE CON. 2:	
TALVEGUE 3:		DESNÍVEL 3:		TEMPO DE CON. 3:	
TALVEGUE 4:		DESNÍVEL 4:		TEMPO DE CON. 4:	
TALVEGUE TOTAL:	11,3 km	**DESNÍVEL TOTAL:**	47 m	**TC TOTAL:**	5,307 h

PONDERAÇÃO DA ÁREA PARA COEFICIENTE DE ESCOAMENTO OU CURVE NUMBER: NÃO FOI PONDERADO

ÁREA DE MATA:		COEFICIENTE:	
ÁREA URBANA:		COEFICIENTE:	
ÁREA DE PASTO/CULTIVO:		COEFICIENTE:	
ÁREA TOTAL:	27,35 km²	**COEFICIENTE DE PROJETO:**	

ESTAÇÃO ALÔ BRASIL

TEMPO DE RETORNO	5	10	15	20	25	50	100
24 HORAS	128,78	146,67	156,76	163,83	169,27	186,04	202,68
1 HORA	56,66	63,95	67,88	70,77	72,79	79,25	85,53
6 MINUTOS	16,23	18,48	19,75	20,64	21,33	23,44	22,70

CALCULO DE VAZÃO DE PROJETO PELO H.U.T

PRECIPITAÇÃO:	116,003	**TEMPO DE RECORRÊNCIA:**	25 Anos
INTENSIDADE:	21,859	**TEMPO DE CONCENTRAÇÃO:**	5,307
COEF. RETARDO:	NÃO SE APLICA	**COEFICIENTE DE ESCOAMENTO/CN**	60,000

VERIFICAÇÃO DO BUEIRO: BTCC - 2,50 X 2,50

TIPO DE SEÇÃO:	CELULAR
MÉTODO DE TRABALHO:	CANAL
VAZÃO DE PROJETO:	43,664

INFORMAÇÕES DA SEÇÃO CRÍTICA

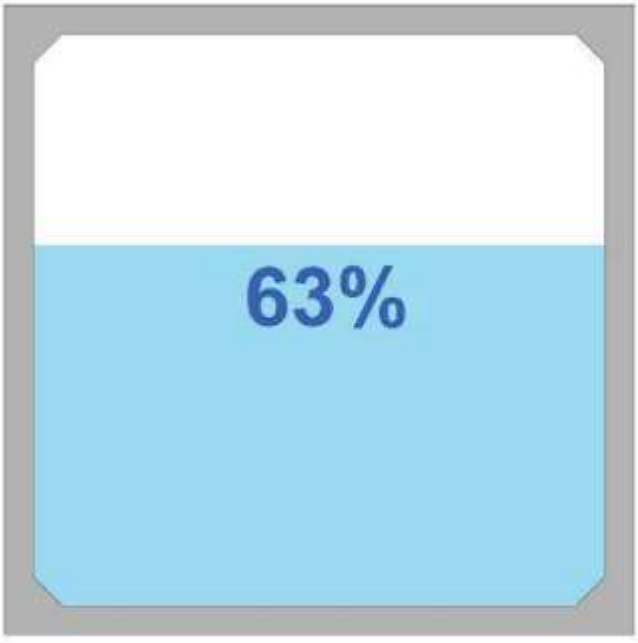
VAZÃO CRÍTICA:	50,544 m³/s
VELOCIDADE CRÍTICA:	4,044 m/s
DECLIVIDADE CRÍTICA:	0,577%

ALTURA DE ATERRO:	0 m
DECLIVIDADE:	0,50%
VELOCIDADE:	3,705 m/s
(y/D) ou (Hw/D):	62,90%
ENCHIMENTO:	63,00%
ESCONSIDADE:	0,00%
VAZÃO ESGOTADA:	43,664 m³/s
VAZÃO RESTANTE:	Vazão esgotada completamente

OBSERVAÇÃO FINAL

OBRA PROJETADA = BTCC - 2,50 X 2,50

ENCHIMENTO DA SEÇÃO BRUTA



Estação:	ALÔ BRASIL	CN:	60
Estaca:	4	Coeficiente de redução:	1,00
		Tempo de Concentração - Tc (h):	5,31
Área de Contribuição (km²)=	27,350467	Tempo Unitário -ΔT (h):	1,06
Comprimento do Talvegue - L (km)=	11,30	Tempo de Pico - Tp (h):	3,71
Desnível - ΔH (m)=	47	Tempo de Retorno - Tr (h):	6,20
Declividade do Talvegue (%)=	0,42%	Tempo de Base -Tb(h):	9,92
Condições da Superfície:		Tempo de Recorrência - TR (anos):	25,00
		Descarga unitária - ϕ(Tp) (m³/s*cm):	15,31

Ti (h)	Pi (cm)	Pm (cm)	Pei (cm)	Δpei (cm)	HUTi	Q1	Q2	Q3	Q4	Q5	Q6	Q7	Q8	Q9	Q10	Qc
1,061	7,397	7,368	0,758	0,758	4,375	3,316										3,316
2,123	9,117	9,081	1,433	0,675	8,751	6,632	2,954									9,586
3,184	10,132	10,093	1,902	0,469	13,126	9,948	5,908	2,053								17,909
4,245	10,959	10,916	2,317	0,415	14,004	10,613	8,863	4,107	1,817							25,399
5,307	11,600	11,555	2,658	0,341	11,384	8,627	9,455	6,160	3,633	1,490						29,366
6,368	12,225	12,177	3,004	0,346	8,764	6,642	7,686	6,572	5,450	2,981	1,513					30,843
7,430	12,672	12,622	3,259	0,256	6,144	4,656	5,917	5,342	5,814	4,471	3,025	1,119				30,345
8,491	13,111	13,060	3,517	0,257	3,524	2,671	4,148	4,113	4,727	4,770	4,538	2,237	1,127			28,330
9,552	17,000	16,934	6,021	2,504	0,904	0,685	2,379	2,883	3,639	3,878	4,842	3,356	2,253	10,956		34,871
9,918	18,000	17,930	6,719	0,698	0,000	0,000	0,610	1,654	2,551	2,985	3,936	3,580	3,380	21,913	3,056	43,664

VAZÃO	43,66429708

RELATÓRIO ESPECIAL DE INFORMAÇÕES PARA CÁLCULO DE VAZÃO E DIMENSIONAMENTO

ITEM	5	**TRECHO**	TRECHO 01		
ESTACA	-	**LAT**	-11.746686°	**FASE**	
RODOVIA	-	**LON**	-51.238849°	**MÉTODO**	CÁLCULO HIDRÁULICO

CÁLCULO DO TEMPO DE CONCENTRAÇÃO PELO MÉTODO: KIRPICH MODIFICADA

TALVEGUE 1:		DESNÍVEL 1:		TEMPO DE CON. 1:	
TALVEGUE 2:		DESNÍVEL 2:		TEMPO DE CON. 2:	
TALVEGUE 3:		DESNÍVEL 3:		TEMPO DE CON. 3:	
TALVEGUE 4:		DESNÍVEL 4:		TEMPO DE CON. 4:	
TALVEGUE TOTAL:	23,1 km	**DESNÍVEL TOTAL:**	32 m	**TC TOTAL:**	14,053 h

PONDERAÇÃO DA ÁREA PARA COEFICIENTE DE ESCOAMENTO OU CURVE NUMBER: NÃO FOI PONDERADO

ÁREA DE MATA:		COEFICIENTE:	
ÁREA URBANA:		COEFICIENTE:	
ÁREA DE PASTO/CULTIVO:		COEFICIENTE:	
ÁREA TOTAL:	78,185 km²	**COEFICIENTE DE PROJETO:**	

ESTAÇÃO ALÔ BRASIL

TEMPO DE RETORNO	5	10	15	20	25	50	100
24 HORAS	128,78	146,67	156,76	163,83	169,27	186,04	202,68
1 HORA	56,66	63,95	67,88	70,77	72,79	79,25	85,53
6 MINUTOS	16,23	18,48	19,75	20,64	21,33	23,44	22,70

CALCULO DE VAZÃO DE PROJETO PELO H.U.T

PRECIPITAÇÃO:	148,556	**TEMPO DE RECORRÊNCIA:**	25 Anos
INTENSIDADE:	10,571	**TEMPO DE CONCENTRAÇÃO:**	14,053
COEF. RETARDO:	NÃO SE APLICA	**COEFICIENTE DE ESCOAMENTO/CN**	60,000

VERIFICAÇÃO DO BUEIRO: BDCC - 3,00 X 3,00

TIPO DE SEÇÃO:	CELULAR
MÉTODO DE TRABALHO:	CANAL
VAZÃO DE PROJETO:	50,588

INFORMAÇÕES DA SEÇÃO CRÍTICA

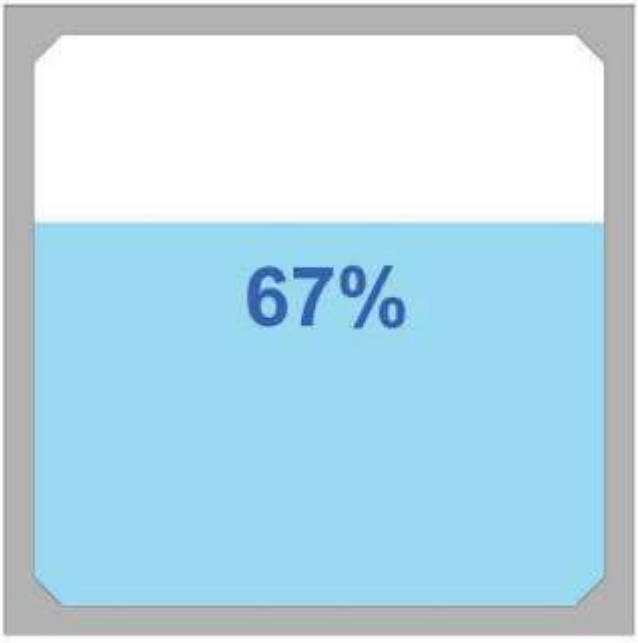
VAZÃO CRÍTICA:	53,153 m³/s
VELOCIDADE CRÍTICA:	4,429 m/s
DECLIVIDADE CRÍTICA:	0,543%

ALTURA DE ATERRO:	0 m
DECLIVIDADE:	0,50%
VELOCIDADE:	4,241 m/s
(y/D) ou (Hw/D):	66,20%
ENCHIMENTO:	67,00%
ESCONSIDADE:	0,00%
VAZÃO ESGOTADA:	50,588 m³/s
VAZÃO RESTANTE:	Vazão esgotada completamente

OBSERVAÇÃO FINAL

OBRA PROJETADA = BDCC - 3,00 X 3,00

ENCHIMENTO DA SEÇÃO BRUTA



Estação:	**ALÔ BRASIL**	**CN:**	60
Estaca:	5	**Coeficiente de redução:**	0,95
		Tempo de Concentração - Tc (h):	14,05
Área de Contribuição (km²)=	78,184973	**Tempo Unitário -ΔT (h):**	2,81
Comprimento do Talvegue - L (km)=	23,10	**Tempo de Pico - Tp (h):**	9,84
Desnível - ΔH (m)=	32	**Tempo de Retorno - Tr (h):**	16,43
Declividade do Talvegue (%)=	0,14%	**Tempo de Base -Tb(h):**	26,27
Condições da Superfície:		**Tempo de Recorrência - TR (anos):**	25,00
		Descarga unitária - ϕ(Tp) (m³/s*cm):	16,53

Ti (h)	Pi (cm)	Pm (cm)	Pei (cm)	Δpei (cm)	HUTi	Q1	Q2	Q3	Q4	Q5	Q6	Q7	Q8	Q9	Q10	Qc
2,811	9,809	9,323	1,541	1,541	4,723	7,278										7,278
5,621	11,813	11,228	2,482	0,941	9,447	14,556	4,445									19,001
8,432	13,087	12,439	3,154	0,672	14,170	21,834	8,890	3,172								33,896
11,243	14,077	13,380	3,709	0,555	15,117	23,294	13,335	6,345	2,623							45,596
14,053	14,856	14,120	4,164	0,455	12,289	18,936	14,227	9,517	5,246	2,149						50,075
16,864	15,601	14,829	4,614	0,450	9,461	14,578	11,565	10,153	7,869	4,299	2,124					50,588
19,675	16,168	15,368	4,965	0,351	6,632	10,220	8,903	8,254	8,395	6,448	4,249	1,657				48,125
22,485	16,665	15,840	5,277	0,313	3,804	5,862	6,242	6,354	6,825	6,879	6,373	3,313	1,477			43,325
25,296	17,000	16,158	5,491	0,214	0,976	1,504	3,580	4,455	5,254	5,592	6,799	4,970	2,954	1,010		36,118
26,266	18,000	17,109	6,142	0,651	0,000	0,000	0,918	2,555	3,683	4,305	5,527	5,302	4,432	2,020	3,076	31,819

VAZÃO	**50,58821975**

RELATÓRIO ESPECIAL DE INFORMAÇÕES PARA CÁLCULO DE VAZÃO E DIMENSIONAMENTO

ITEM	**6**	**TRECHO**	TRECHO 03		
ESTACA	-	**LAT**	-11.697566°	**FASE**	
RODOVIA	-	**LON**	-51.244790°	**MÉTODO**	CÁLCULO HIDRÁULICO

CÁLCULO DO TEMPO DE CONCENTRAÇÃO PELO MÉTODO: KIRPICH MODIFICADA

TALVEGUE 1:		DESNÍVEL 1:		TEMPO DE CON. 1:	
TALVEGUE 2:		DESNÍVEL 2:		TEMPO DE CON. 2:	
TALVEGUE 3:		DESNÍVEL 3:		TEMPO DE CON. 3:	
TALVEGUE 4:		DESNÍVEL 4:		TEMPO DE CON. 4:	
TALVEGUE TOTAL:	12,6 km	**DESNÍVEL TOTAL:**	49 m	**TC TOTAL:**	5,922 h

PONDERAÇÃO DA ÁREA PARA COEFICIENTE DE ESCOAMENTO OU CURVE NUMBER: NÃO FOI PONDERADO

ÁREA DE MATA:		COEFICIENTE:	
ÁREA URBANA:		COEFICIENTE:	
ÁREA DE PASTO/CULTIVO:		COEFICIENTE:	
ÁREA TOTAL:	35,226 km²	**COEFICIENTE DE PROJETO:**	

ESTAÇÃO ALÔ BRASIL

TEMPO DE RETORNO	5	10	15	20	25	50	100
24 HORAS	128,78	146,67	156,76	163,83	169,27	186,04	202,68
1 HORA	56,66	63,95	67,88	70,77	72,79	79,25	85,53
6 MINUTOS	16,23	18,48	19,75	20,64	21,33	23,44	22,70

CALCULO DE VAZÃO DE PROJETO PELO H.U.T

PRECIPITAÇÃO:	120,169	**TEMPO DE RECORRÊNCIA:**	25 Anos
INTENSIDADE:	20,291	**TEMPO DE CONCENTRAÇÃO:**	5,922
COEF. RETARDO:	NÃO SE APLICA	**COEFICIENTE DE ESCOAMENTO/CN**	60,000

VERIFICAÇÃO DO BUEIRO: BTCC - 2,50 X 2,50

TIPO DE SEÇÃO:	CELULAR
MÉTODO DE TRABALHO:	CANAL
VAZÃO DE PROJETO:	48,330

INFORMAÇÕES DA SEÇÃO CRÍTICA

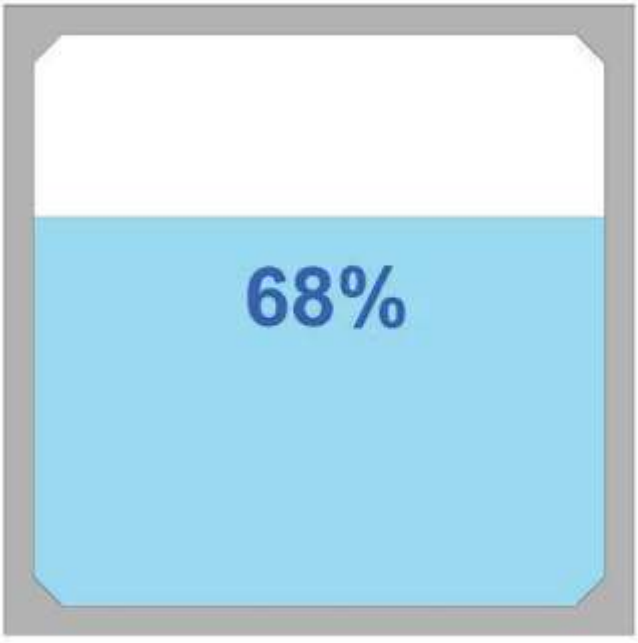
VAZÃO CRÍTICA:	50,544 m³/s
VELOCIDADE CRÍTICA:	4,044 m/s
DECLIVIDADE CRÍTICA:	0,577%

ALTURA DE ATERRO:	0 m
DECLIVIDADE:	0,50%
VELOCIDADE:	3,788 m/s
(y/D) ou (Hw/D):	68,00%
ENCHIMENTO:	68,00%
ESCONSIDADE:	0,00%
VAZÃO ESGOTADA:	48,33 m³/s
VAZÃO RESTANTE:	Vazão esgotada completamente

OBSERVAÇÃO FINAL

OBRA PROJETADA = BTCC - 2,50 X 2,50

ENCHIMENTO DA SEÇÃO BRUTA



Estação:	**ALÔ BRASIL**	**CN:**	60
Estaca:	6	**Coeficiente de redução:**	0,99
		Tempo de Concentração - Tc (h):	5,92
Área de Contribuição (km²)=	35,225835	**Tempo Unitário -ΔT (h):**	1,18
Comprimento do Talvegue - L (km)=	12,60	**Tempo de Pico - Tp (h):**	4,15
Desnível - ΔH (m)=	49	**Tempo de Retorno - Tr (h):**	6,92
Declividade do Talvegue (%)=	0,39%	**Tempo de Base -Tb(h):**	11,07
Condições da Superfície:		**Tempo de Recorrência - TR (anos):**	25,00
		Descarga unitária - ϕ(Tp) (m³/s*cm):	17,67

Ti (h)	Pi (cm)	Pm (cm)	Pei (cm)	Δpei (cm)	HUTi	Q1	Q2	Q3	Q4	Q5	Q6	Q7	Q8	Q9	Q10	Qc
1,184	7,633	7,520	0,811	0,811	5,050	4,095										4,095
2,369	9,388	9,248	1,507	0,696	10,099	8,189	3,516									11,705
3,553	10,442	10,287	1,998	0,491	15,149	12,284	7,031	2,478								21,793
4,738	11,242	11,074	2,400	0,403	16,162	13,105	10,547	4,956	2,034							30,641
5,922	12,017	11,838	2,814	0,413	13,138	10,653	11,252	7,433	4,068	2,087						35,493
7,107	12,536	12,349	3,102	0,288	10,115	8,202	9,147	7,930	6,101	4,173	1,455					37,008
8,291	13,030	12,836	3,384	0,283	7,091	5,750	7,042	6,447	6,509	6,260	2,910	1,427				36,345
9,476	13,511	13,310	3,666	0,282	4,067	3,298	4,936	4,963	5,291	6,679	4,365	2,855	1,423			33,810
10,660	17,000	16,747	5,892	2,226	1,043	0,846	2,831	3,479	4,074	5,429	4,657	4,282	2,846	11,240		39,684
11,069	18,000	17,732	6,579	0,687	0,000	0,000	0,726	1,996	2,856	4,180	3,786	4,568	4,270	22,480	3,469	48,330

VAZÃO	**48,3296112**

RELATÓRIO ESPECIAL DE INFORMAÇÕES PARA CÁLCULO DE VAZÃO E DIMENSIONAMENTO

ITEM	7	**TRECHO**	TRECHO 03		
ESTACA	-	**LAT**	-11.671603°	**FASE**	
RODOVIA	-	**LON**	-51.233472°	**MÉTODO**	CÁLCULO HIDRÁULICO

CÁLCULO DO TEMPO DE CONCENTRAÇÃO PELO MÉTODO: KIRPICH MODIFICADA

TALVEGUE 1:		DESNÍVEL 1:		TEMPO DE CON. 1:	
TALVEGUE 2:		DESNÍVEL 2:		TEMPO DE CON. 2:	
TALVEGUE 3:		DESNÍVEL 3:		TEMPO DE CON. 3:	
TALVEGUE 4:		DESNÍVEL 4:		TEMPO DE CON. 4:	
TALVEGUE TOTAL:	4,95 km	**DESNÍVEL TOTAL:**	30 m	**TC TOTAL:**	2,431 h

PONDERAÇÃO DA ÁREA PARA COEFICIENTE DE ESCOAMENTO OU CURVE NUMBER: NÃO FOI PONDERADO

ÁREA DE MATA:		COEFICIENTE:	
ÁREA URBANA:		COEFICIENTE:	
ÁREA DE PASTO/CULTIVO:		COEFICIENTE:	
ÁREA TOTAL:	13,079 km²	**COEFICIENTE DE PROJETO:**	

ESTAÇÃO ALÔ BRASIL

TEMPO DE RETORNO	5	10	15	20	25	50	100
24 HORAS	128,78	146,67	156,76	163,83	169,27	186,04	202,68
1 HORA	56,66	63,95	67,88	70,77	72,79	79,25	85,53
6 MINUTOS	16,23	18,48	19,75	20,64	21,33	23,44	22,70

CALCULO DE VAZÃO DE PROJETO PELO H.U.T

PRECIPITAÇÃO:	94,564	**TEMPO DE RECORRÊNCIA:**	25 Anos
INTENSIDADE:	38,892	**TEMPO DE CONCENTRAÇÃO:**	2,431
COEF. RETARDO:	NÃO SE APLICA	**COEFICIENTE DE ESCOAMENTO/CN**	60,000

VERIFICAÇÃO DO BUEIRO: BTCC - 2,50 X 2,50

TIPO DE SEÇÃO:	CELULAR
MÉTODO DE TRABALHO:	CANAL
VAZÃO DE PROJETO:	52,546

INFORMAÇÕES DA SEÇÃO CRÍTICA

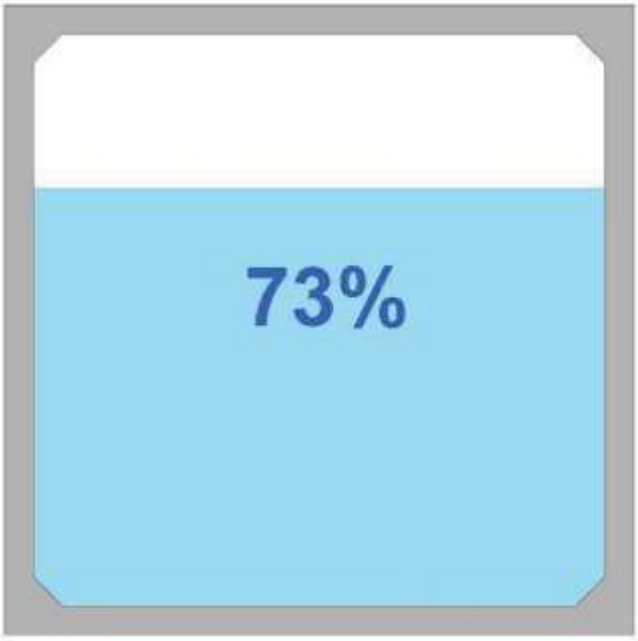
VAZÃO CRÍTICA:	50,544 m³/s
VELOCIDADE CRÍTICA:	4,044 m/s
DECLIVIDADE CRÍTICA:	0,577%

ALTURA DE ATERRO:	0 m
DECLIVIDADE:	0,50%
VELOCIDADE:	3,863 m/s
(y/D) ou (Hw/D):	72,60%
ENCHIMENTO:	73,00%
ESCONSIDADE:	0,00%
VAZÃO ESGOTADA:	52,546 m³/s
VAZÃO RESTANTE:	Vazão esgotada completamente

OBSERVAÇÃO FINAL

OBRA PROJETADA = BTCC - 2,50 X 2,50

ENCHIMENTO DA SEÇÃO BRUTA



Estação:	**ALÔ BRASIL**	**CN:**	60
Estaca:	7	**Coeficiente de redução:**	1,00
		Tempo de Concentração - Tc (h):	2,43
Área de Contribuição (km²)=	13,078974	**Tempo Unitário -ΔT (h):**	0,49
Comprimento do Talvegue - L (km)=	4,95	**Tempo de Pico - Tp (h):**	1,70
Desnível - ΔH (m)=	30	**Tempo de Retorno - Tr (h):**	2,84
Declividade do Talvegue (%)=	0,61%	**Tempo de Base -Tb(h):**	4,54
Condições da Superfície:		**Tempo de Recorrência - TR (anos):**	25,00
		Descarga unitária - ϕ(Tp) (m³/s*cm):	15,98

Ti (h)	Pi (cm)	Pm (cm)	Pei (cm)	Δpei (cm)	HUTi	Q1	Q2	Q3	Q4	Q5	Q6	Q7	Q8	Q9	Q10	Qc
0,486	5,522	5,522	0,239	0,239	4,567	1,092										1,092
0,973	7,200	7,200	0,701	0,462	9,133	2,184	2,110									4,293
1,459	8,161	8,161	1,050	0,349	13,700	3,275	4,219	1,594								9,088
1,945	8,900	8,900	1,354	0,304	14,616	3,494	6,329	3,188	1,389							14,400
2,431	9,456	9,456	1,602	0,247	11,882	2,841	6,752	4,782	2,778	1,129						18,282
2,918	9,904	9,904	1,811	0,210	9,147	2,187	5,489	5,102	4,168	2,259	0,958					20,161
3,404	10,317	10,317	2,013	0,201	6,413	1,533	4,225	4,147	4,446	3,388	1,915	0,919				20,575
3,890	10,726	10,726	2,219	0,206	3,678	0,879	2,962	3,193	3,614	3,615	2,873	1,839	0,942			19,918
4,377	17,000	17,000	6,067	3,848	0,943	0,226	1,699	2,238	2,783	2,939	3,065	2,758	1,885	17,572		35,164
4,544	18,000	18,000	6,769	0,702	0,000	0,000	0,436	1,284	1,951	2,262	2,492	2,942	2,827	35,145	3,208	52,546

VAZÃO	**52,54644259**

RELATÓRIO ESPECIAL DE INFORMAÇÕES PARA CÁLCULO DE VAZÃO E DIMENSIONAMENTO

ITEM	8	**TRECHO**	TRECHO 03		
ESTACA	-	**LAT**	-11.600049°	**FASE**	
RODOVIA	-	**LON**	-51.135694°	**MÉTODO**	CÁLCULO HIDRÁULICO

CÁLCULO DO TEMPO DE CONCENTRAÇÃO PELO MÉTODO: KIRPICH MODIFICADA

TALVEGUE 1:		DESNÍVEL 1:		TEMPO DE CON. 1:	
TALVEGUE 2:		DESNÍVEL 2:		TEMPO DE CON. 2:	
TALVEGUE 3:		DESNÍVEL 3:		TEMPO DE CON. 3:	
TALVEGUE 4:		DESNÍVEL 4:		TEMPO DE CON. 4:	
TALVEGUE TOTAL:	4,23 km	**DESNÍVEL TOTAL:**	5,7 m	**TC TOTAL:**	3,843 h

PONDERAÇÃO DA ÁREA PARA COEFICIENTE DE ESCOAMENTO OU CURVE NUMBER: NÃO FOI PONDERADO

ÁREA DE MATA:		COEFICIENTE:	
ÁREA URBANA:		COEFICIENTE:	
ÁREA DE PASTO/CULTIVO:		COEFICIENTE:	
ÁREA TOTAL:	8,452 km²	**COEFICIENTE DE PROJETO:**	0,400

ESTAÇÃO ALÔ BRASIL

TEMPO DE RETORNO	5	10	15	20	25	50	100
24 HORAS	128,78	146,67	156,76	163,83	169,27	186,04	202,68
1 HORA	56,66	63,95	67,88	70,77	72,79	79,25	85,53
6 MINUTOS	16,23	18,48	19,75	20,64	21,33	23,44	22,70

CALCULO DE VAZÃO DE PROJETO PELO MÉTODO RACIONAL CORRIGIDO

PRECIPITAÇÃO:	106,860	**TEMPO DE RECORRÊNCIA:**	25 Anos
INTENSIDADE:	27,804	**TEMPO DE CONCENTRAÇÃO:**	3,843
COEF. RETARDO:	0,808	**COEFICIENTE DE ESCOAMENTO/CN**	0,000

VERIFICAÇÃO DO BUEIRO: BSCC - 3,00 X 3,00

TIPO DE SEÇÃO:	CELULAR
MÉTODO DE TRABALHO:	CANAL
VAZÃO DE PROJETO:	21,094

INFORMAÇÕES DA SEÇÃO CRÍTICA

VAZÃO CRÍTICA:	26,577 m³/s
VELOCIDADE CRÍTICA:	4,429 m/s
DECLIVIDADE CRÍTICA:	0,543%

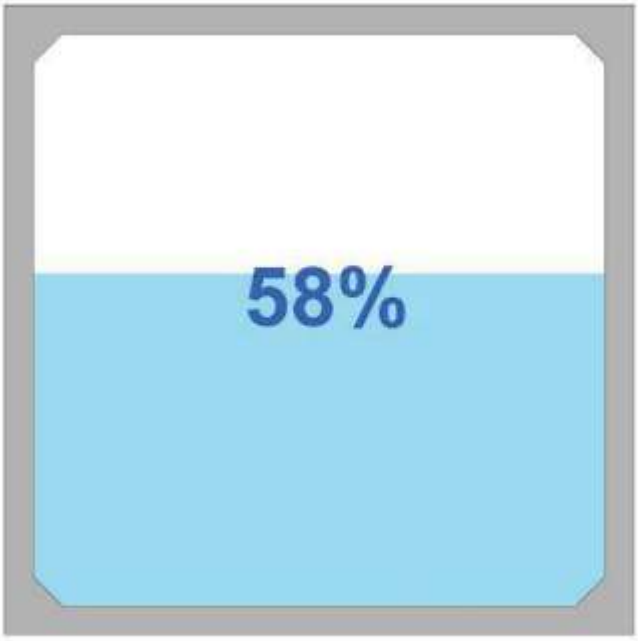
ALTURA DE ATERRO:	0 m
DECLIVIDADE:	0,50%
VELOCIDADE:	4,081 m/s
(y/D) ou (Hw/D):	57,60%
ENCHIMENTO:	58,00%
ESCONSIDADE:	0,00%

VAZÃO ESGOTADA:	21,094 m³/s
VAZÃO RESTANTE:	Vazão esgotada completamente

OBSERVAÇÃO FINAL

OBRA PROJETADA = BSCC - 3,00 X 3,00

ENCHIMENTO DA SEÇÃO BRUTA



RESUMO DE BUEIROS																
VINCULO	LAT	LON	ÁREA	DESN	COM	TC	P	I	C	TR	Q	E	ATERRO	COMP BUEIRO	DECLIVIDADE	OBRA PROJETADA
1	-11,8156	-51,2513	2,826119	27	2,2	0,992	72,571	73,123	0,4	25 Anos	22,962	52,50%			0,50%	BDCC - 2,50 X 2,50
2	-11,808	-51,2124	11,00453	30	5,26	2,608	96,282	36,916	0,4	25 Anos	40,832	59,70%			0,50%	BTCC - 2,50 X 2,50
3	-11,7812	-51,2258	7,801378	20	6,32	3,769	106,235	28,187	0,4	25 Anos	19,896	55,10%			0,50%	BSCC - 3,00 X 3,00
4	-11,7574	-51,2382	27,35047	47	11,3	5,307	116,003	21,859	0,4	25 Anos	43,664	62,90%			0,50%	BTCC - 2,50 X 2,50
5	-11,7467	-51,2388	78,18497	32	23,1	14,053	148,556	10,571	0,4	25 Anos	50,588	66,20%			0,50%	BDCC - 3,00 X 3,00
6	-11,6976	-51,2448	35,22584	49	12,6	5,922	120,169	20,291	0,4	25 Anos	48,33	68,00%			0,50%	BTCC - 2,50 X 2,50
7	-11,6716	-51,2335	13,07897	30	4,95	2,431	94,564	38,892	0,4	25 Anos	52,546	72,60%			0,50%	BTCC - 2,50 X 2,50
8	-11,6	-51,1357	8,452387	5,7	4,23	3,843	106,86	27,804	0,4	25 Anos	21,094	57,60%			0,50%	BSCC - 3,00 X 3,00

4.10. Conclusão

Para o presente projeto, foi apresentado a metodologia de dimensionamento para obras de arte corrente e indicação de possíveis obras de arte especiais.

Constatou-se que existe a necessidade de implantação de um bueiro duplo celular com dimensões em 2,50 m de base e 2,50 de altura e quatro bueiros triplos celulares com as mesmas dimensões. Um bueiro simples celular de concreto com 3,00 m de base e 3,00 m de altura e dois bueiros duplos com as mesmas dimensões.

Entende-se, através de visitas técnicas que somente as obras presentes neste capitulo não configuram solução absoluta, devendo ser complementada com dispositivos e soluções adicionais (elevação de greide).

LUIZ PAULO MOURA COSTA:03229116135
Assinado de forma digital por LUIZ PAULO MOURA COSTA:03229116135
Dados: 2023.11.29 07:55:40 -03'00'

MARKUS TULIO FERRO DE BRITO:81931336172
Assinado de forma digital por MARKUS TULIO FERRO DE BRITO:81931336172
Dados: 2023.11.29 07:53:29 -03'00'

JANAILZA TAVEIRA LEITE:04935108428
Assinado de forma digital por JANAILZA TAVEIRA LEITE:04935108428
Dados: 2023.11.28 17:17:02 -03'00'