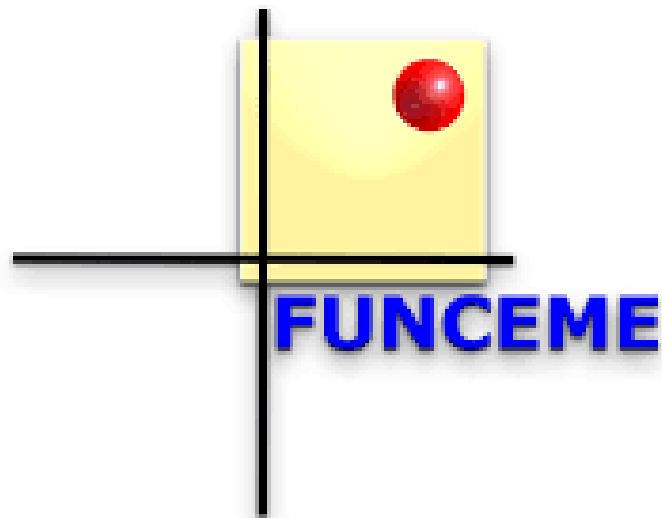


FUNDAÇÃO CEARENSE DE METEOROLOGIA  
E RECURSOS HÍDRICOS  
*Governo do Estado do Ceará*



**FUNCEME - FUNDAÇÃO CEARENSE DE  
METEOROLOGIA E RECURSOS HÍDRICOS**

**ANEXO – ESTUDOS HIDROLÓGICOS DA BARRAGEM BERÉ**

# **ESTUDOS HIDROLÓGICOS DA BARRAGEM BERE**

## Sumário

1	Introdução.....	4
2	Caracterização da bacia hidrográfica .....	5
2.1	Localização e acesso .....	5
2.2	Características Físicas .....	7
2.3	Geologia.....	10
2.4	Tipos de Solo, usos da terra e cobertura vegetal.....	10
2.5	Climatologia .....	12
2.5.1	Evaporação.....	14
2.5.2	Balço hídrico climatológico .....	14
3	Pluviometria .....	16
3.1	Estações analisadas.....	16
3.2	Regime pluviométrico .....	17
3.3	Chuvas intensas .....	19
4	Regime de Vazões.....	22
4.1	Considerações iniciais .....	22
4.2	Aplicação do modelo chuva-vazão MODHAC .....	22
4.3	Configuração do modelo: parâmetros e dados de entrada .....	24
4.4	Volumes Mensais Afluentes.....	27
5	Dimensionamento do Reservatório.....	30
5.1	Considerações iniciais .....	30
5.2	Metodologia.....	30
5.3	Resultados.....	32
6	Dimensionamento do Vertedouro .....	37
6.1	Considerações iniciais .....	37
6.2	Metodologia.....	37
6.2.1	Chuva de projeto .....	37
6.2.2	Precipitação efetiva e hidrograma de projeto .....	37
6.2.3	Propagação da cheia no reservatório.....	39
6.3	Resultados.....	40
7	Referências .....	44
8	Apêndices .....	46

## ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 1- Caracterização morfométrica da bacia hidrográfica do Açude Berê.....	8
Tabela 2-Climatologia da bacia do açude Berê: variáveis principais.....	13
Tabela 3 – Climatologia da evaporação máxima sobre a bacia hidrográfica.....	14
Tabela 4 – Climatologia da evaporação sobre a superfície livre do açude Berê.....	14
Tabela 5 – Balanço hídrico climatológico segundo Thorntwaite & Matter.....	15
Tabela 6 - Estações Pluviométricas.....	17
Tabela 7 - Pluviometria sobre a bacia hidrográfica do Açude Bere (mm).....	17
Tabela 8 - Resultados da análise de frequência da série de chuvas máximas diárias anuais.....	20
Tabela 9 - Chuvas intensas (mm) - valores para determinação das curvas altura-duração-frequência.....	20
Tabela 10 - Chuvas intensa para cálculo do hietograma de projeto.....	21
Tabela 11 - Valores adotados para aplicação do MODHAC na bacia hidrográfica do açude Bere.....	25
Tabela 12 - Valores médios diários de evapotranspiração potencial utilizados no modelo chuva-vazão...	25
Tabela 13 – Precipitações mensais (mm) -.....	27
Tabela 14 - Estatísticas dos deflúvios (mm/mês) calculados com o modelo chuva-vazão MODHAC.....	27
Tabela 15 – Vazões médias mensais (m <sup>3</sup> /s) no riacho Jardim, à montante da barragem Berê.....	28
Tabela 16- Estatísticas dos volumes afluentes (hm <sup>3</sup> /mês).....	28
Tabela 17 – Resultados da operação simulada do reservatório para estudo o estudo incremental de regularização.....	32
Tabela 18 – Dimensionamento do sangradouro: alternativas.....	41

## ÍNDICE DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 – Localização da bacia hidrográfica do Açude Bere .....	6
Figura 2 - Bacia hidrográfica do Açude Bere .....	7
Figura 3 - Classes de relevo da bacia hidrográfica do açude Berê .....	8
Figura 4 – Curva hipsométrica da bacia hidrográfica do açude Berê.....	9
Figura 5 – Declividade média da bacia hidrográfica (em graus).....	9
Figura 6- Domínios litológicos da bacia hidrográfica da barragem Bere.....	10
Figura 7 – Solos da bacia hidrográfica do açude Berê .....	11
Figura 8 – Vegetação e usos da terra .....	12
Figura 9 - Variação sazonal da temperatura .....	13
Figura 10 – Balanço hídrico climatológico.....	15
Figura 11 – Estações pluviométricas .....	16
Figura 12 – Disponibilidade de dados e totais anuais (1913-2019) .....	18
Figura 13 – Série pluviométrica diária sobre a bacia hidrográfica (1913-2019).....	18
Figura 14 - Análise de frequência de máximas diárias - séries anuais.....	19
Figura 15 - Funcionamento do MODHAC .....	23
Figura 16 – Comparação entre as séries de deflúvios observados e calculados para calibração do MODHAC .....	26
Figura 17 – Comparação entre os valores calculados e observados na calibração do MODHAC .....	27
Figura 18 – Série de vazões calculadas para dimensionamento da barragem Berê .....	29
Figura 19 - Variação da vazão regularizada com a capacidade máxima.....	35
Figura 20 - Subbacias consideradas no estudo de cheias.....	40
Figura 21 – Hietograma de projeto (Tempo de retorno: 1000 anos) .....	42
Figura 22 – Hidrogramas afluentes e defluentes (Tempo de retorno: 1000 anos) .....	42
Figura 23 – Hietograma de verificação (Tempo de retorno: 10000 anos).....	43
Figura 24 - Hidrogramas afluentes e defluentes (Tempo de retorno: 10000 anos).....	43

# 1 Introdução

Este Relatório contém os estudos referentes à hidrologia da Barragem Beré, para atender não somente às exigências da ANA quanto à formação de elementos técnicos necessários à emissão do CERTOH por aquele Órgão, mas também para dirimir dúvidas quanto a resultados conflitantes com informações anteriormente disponíveis no desenvolvimento dos Estudos de Viabilidade Técnica, Ambiental, Econômica e Financeira da Barragem Beré.

Então, estes Estudos Hidrológicos contém, sobretudo, os elementos necessários à tomada de decisão sobre o porte da barragem e suas obras complementares, no processo de elaboração do Projeto, abordando os seguintes tópicos:

- Localização e acesso;
- Caracterização Física e Climática da Bacia Hidrográfica;
- Regime Pluviométrico;
- Estudo do Regime de Vazões;
- Dimensionamento do Reservatório; e
- Dimensionamento do Vertedouro.

O Açude Beré deverá contribuir no desenvolvimento de pesca, irrigação difusa e abastecimento humano da zona urbana do município e do povoado de Bom Sucesso, no sertão cearense. Com o projeto, estima-se que aproximadamente 15 mil pessoas de Jardim e de Bom Sucesso serão beneficiadas.

## 2 Caracterização da bacia hidrográfica

### 2.1 Localização e acesso

A barragem Beré situa-se no município de Jardim, na micro região Cariri. O município de Jardim localiza-se na região Sul do Estado do Ceará com latitude 07°34'57" S e longitude 39°17'53" W, ocupa uma área de 500,9 Km<sup>2</sup>, com altitude média da sede em torno de 652 m acima do nível do mar. Limita-se ao Norte com os municípios de Porteiras, Missão Velha e Barbalha, ao Sul com Penaforte e o Estado de Pernambuco, ao Leste com Penaforte, Jati e Porteiras e a Oeste com Barbalha e Pernambuco.

O acesso à cidade de Jardim pode ser feito, a partir de Fortaleza, da seguinte forma:

Partindo-se de Fortaleza, segue-se pela BR-116 no sentido Norte-Sul até a cidade de Milagres (563 Km). Daí, segue-se na direção Oeste, pela CE-293, percorrendo uma distância de 47 Km até a cidade de Barbalha. Desta, segue-se na direção sul pela CE-060 por uma distância de 37 Km chega-se à cidade de Jardim. O percurso total estimado é de aproximadamente 647 Km.

Para deslocar-se até o eixo barrável do açude Beré, o acesso pode ser feito, a partir da cidade de Jardim, da seguinte forma:

Segue-se pela CE-390 no sentido Penaforte por uma distância de 18 Km. Daí segue-se a pé, por uma distância de 0,50 Km, chegando ao barramento estudado pela hierarquização. Deste, segue-se pelo leito do rio percorrendo-se 1,00 Km até chegar a uma 2ª alternativa de eixo barrável.

As figuras apresentadas a seguir, mostram o mapa de localização e acessos no contexto estadual e o mapa do município de Jardim.

#### **Localização do exutório da Bacia do Riacho Jardim:**

Latitude: 07° 39' 14" S (9.153.939,0 m N)

Longitude: 39° 10' 41" WGr (480354,0 m E)

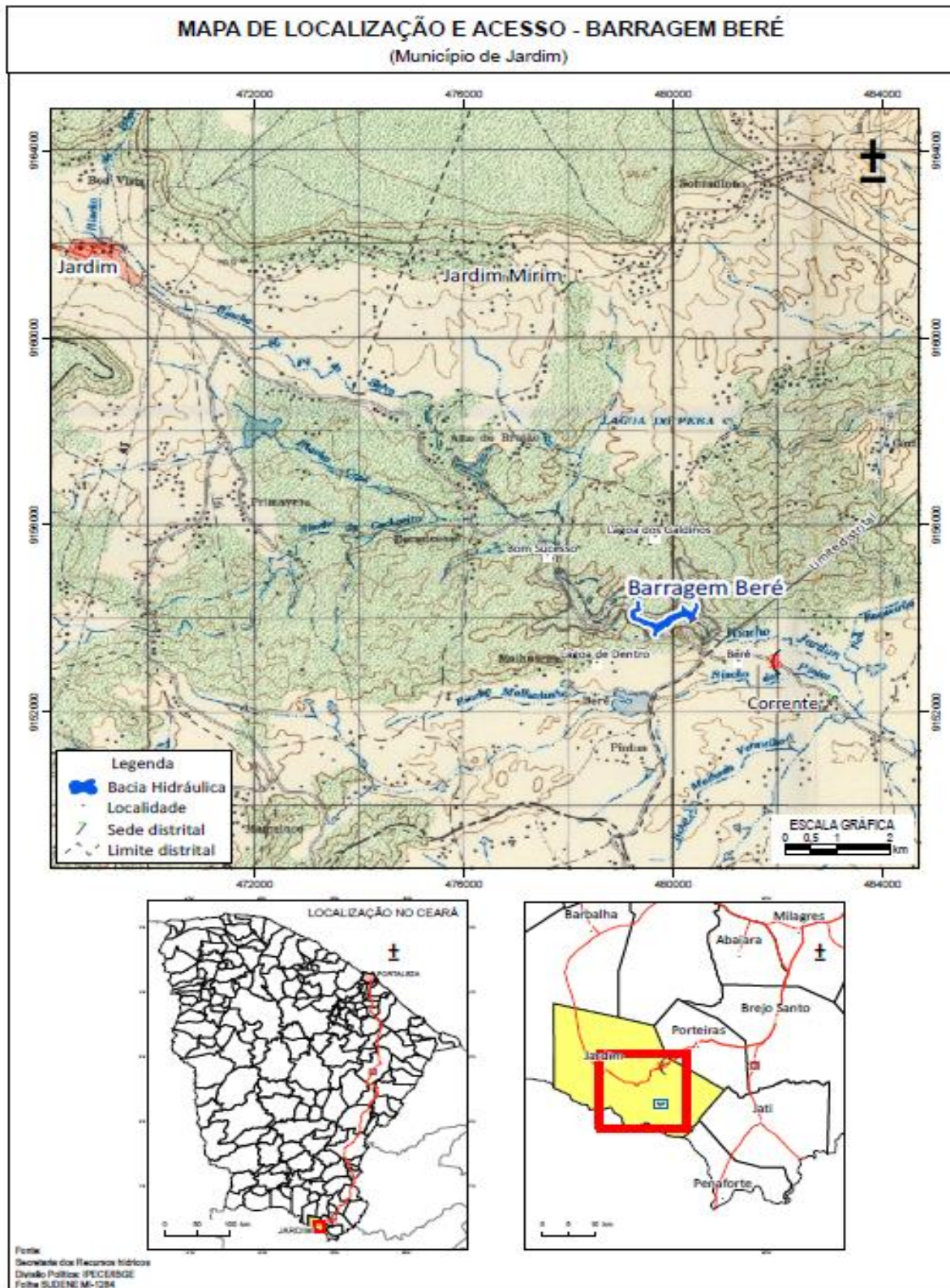
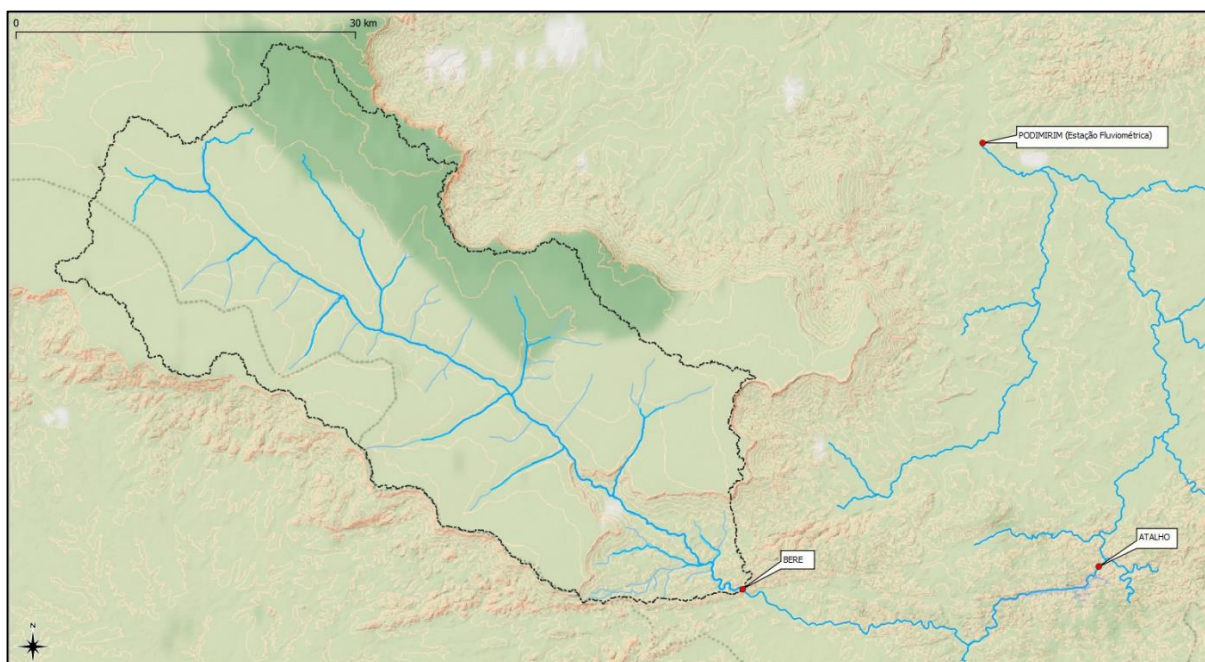


Figura 1 – Localização da bacia hidrográfica do Açude Bere





*Figura 2 - Bacia hidrográfica do Açude Bere*

## 2.2 Características Físicas

A disposição espacial da rede de drenagem da bacia contribuinte do açude Bere, georreferenciada ao datum SIRGAS 2000, é mostrada no mapa da Figura 1.

A bacia hidrográfica do Açude Beré, se encontra totalmente inserida no município de Jardim, CE. A sua bacia de contribuição consiste numa área de 1.435,5 km<sup>2</sup>.

As características físicas de uma bacia hidrográfica constituem elementos de grande importância para avaliação de seu comportamento hidrológico, pois, ao estabelecerem-se relações e comparações entre eles e dados hidrológicos conhecidos, pode-se determinar indiretamente os valores hidrológicos em locais nos quais falem dados (VILLELA & MATTOS, 1975).

As principais características físicas de uma bacia hidrográfica são:

- área de drenagem (A);
- perímetro (P);
- comprimento do curso d'água principal (L);
- coeficiente de compactidade (Kc);
- fator de forma (Kf);
- declividade média da bacia (Dm) e curva hipsométrica.

As características morfológicas de uma bacia hidrográfica afetam diretamente seu comportamento hidrológico, portanto, o seu conhecimento torna-se necessário à adequada gestão dos recursos hídricos. A seguir apresenta-se a caracterização morfométrica da bacia hidrográfica do Açude Beré.

Tabela 1- Caracterização morfométrica da bacia hidrográfica do Açude Berê

<b>Área da Bacia de Contribuição da Barragem (km<sup>2</sup>)</b>	1433,5
<b>Perímetro da Bacia (km)</b>	324.6
<b>Comprimento do Curso d'Água Principal (km)</b>	78.3
<b>Coeficiente de Compacidade:</b> $K_c = 0.28 \frac{P}{\sqrt{A}}$	2,392
<b>Fator de Forma:</b> $K_f = \frac{A}{L^2}$	0,235
<b>Declividade do rio principal (m/m):</b>	0,005268 m/m Trecho sobre a chapada do Araripe: 0,00176 Trecho próximo ao exutório: 0,01197
<b>Altitude mínima:</b>	523.0 m
<b>Altitude média:</b>	892.5 m
<b>Altitude média:</b>	911.3 m
<b>Altitude máxima:</b>	993.0 m

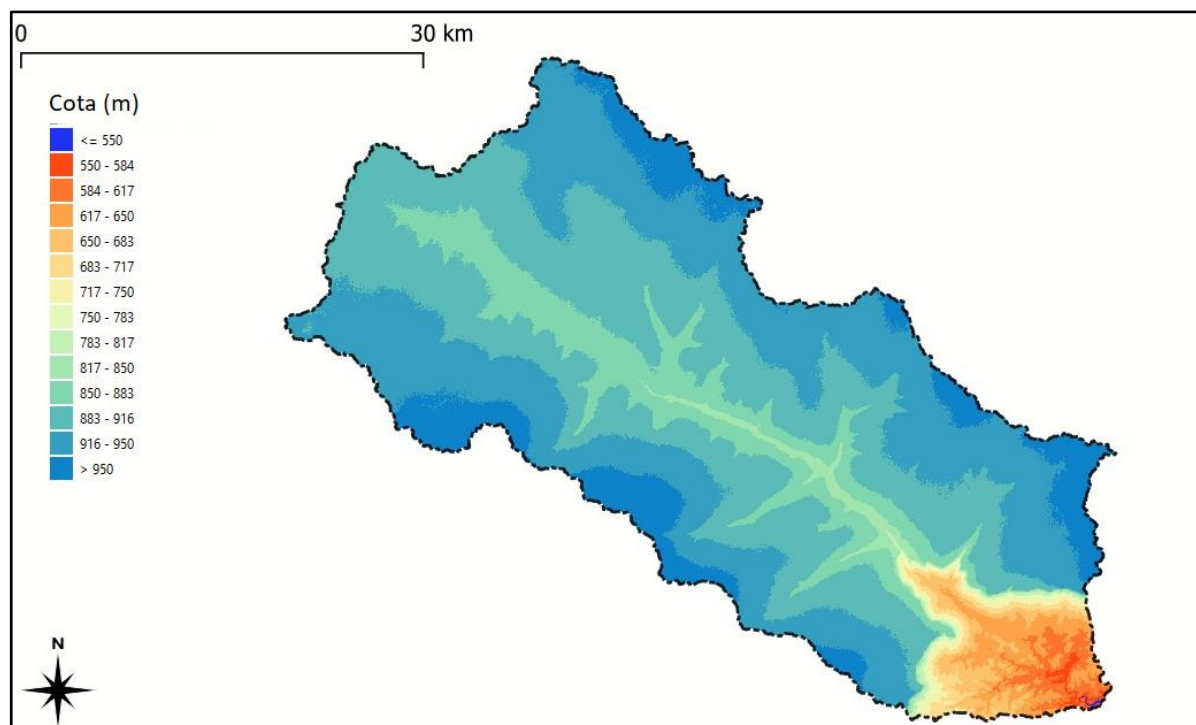


Figura 3 - Classes de relevo da bacia hidrográfica do açude Berê

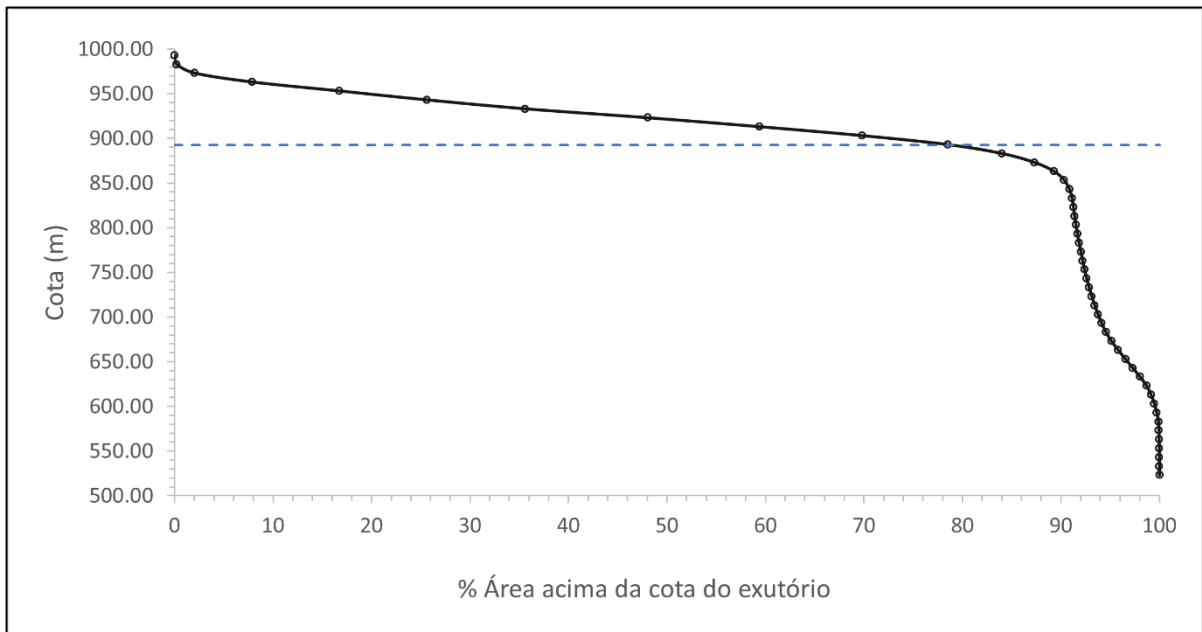


Figura 4 – Curva hipsométrica da bacia hidrográfica do açude Berê

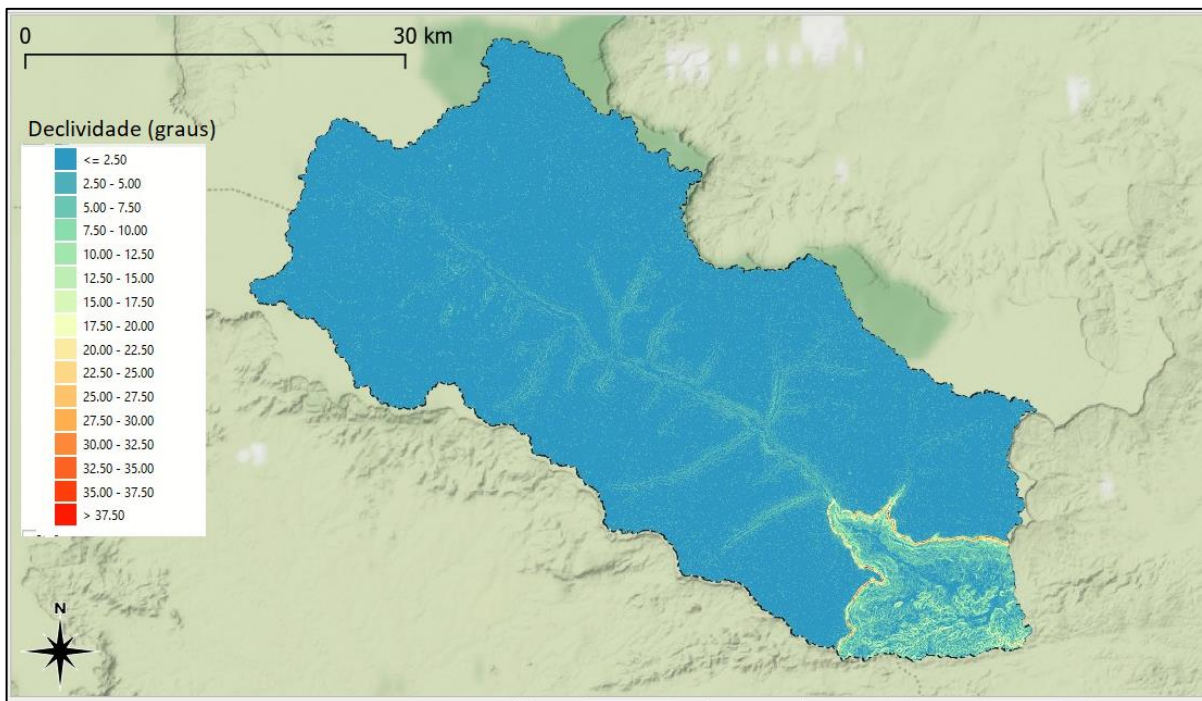


Figura 5 – Declividade média da bacia hidrográfica (em graus)

## 2.3 Geologia

A bacia hidrográfica da barragem BERÉ, está contida em área com predominância de rochas sedimentares, seguido por terrenos constituídos predominantemente por rochas metamórficas, além de ocorrências menores de áreas onde predominam rochas ígneas intrusivas e por fim, em menor escala, áreas com coberturas sedimentares recentes, conforme pesquisa realizada pela Companhia de Pesquisas de Recursos Naturais que contou com a colaboração do IPECE, do Governo do Ceará, na elaboração de mapas.

Ainda conforme informações contidas nos “Estudos de Viabilidade Técnica, Ambiental, Econômica e Financeira da Barragem Beré”, desenvolvidos na abrangência da Secretaria dos Recursos Hídricos, a geologia local é identificada por rochas sedimentares pertencentes à bacia sedimentar do Araripe contendo também com sedimentos recentes caracterizados por coberturas terciário-quadernárias.

Estes estudos destacam ainda que os afloramentos de rocha observados são representados por filito cinza escuro, com veios de quartzo, extremamente a muito pouco fraturado. As superfícies das fraturas e dos acamamentos são onduladas e irregulares.

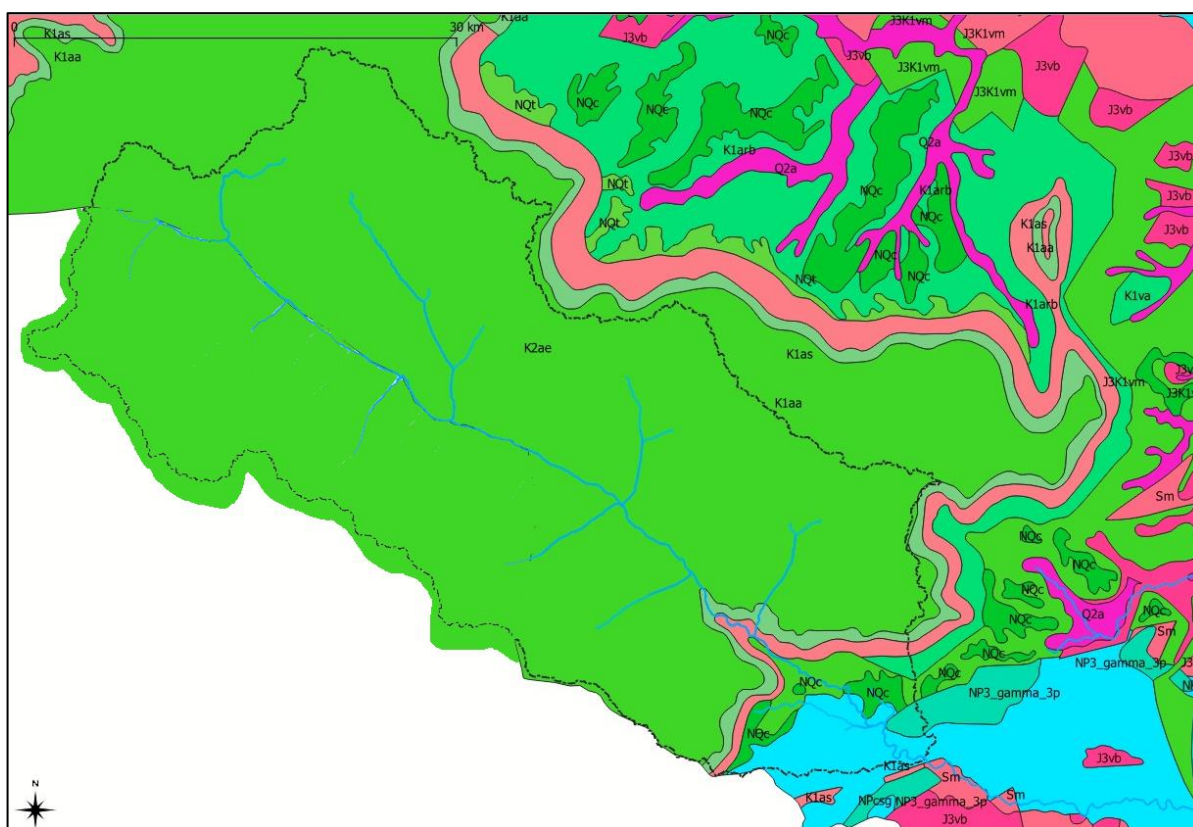
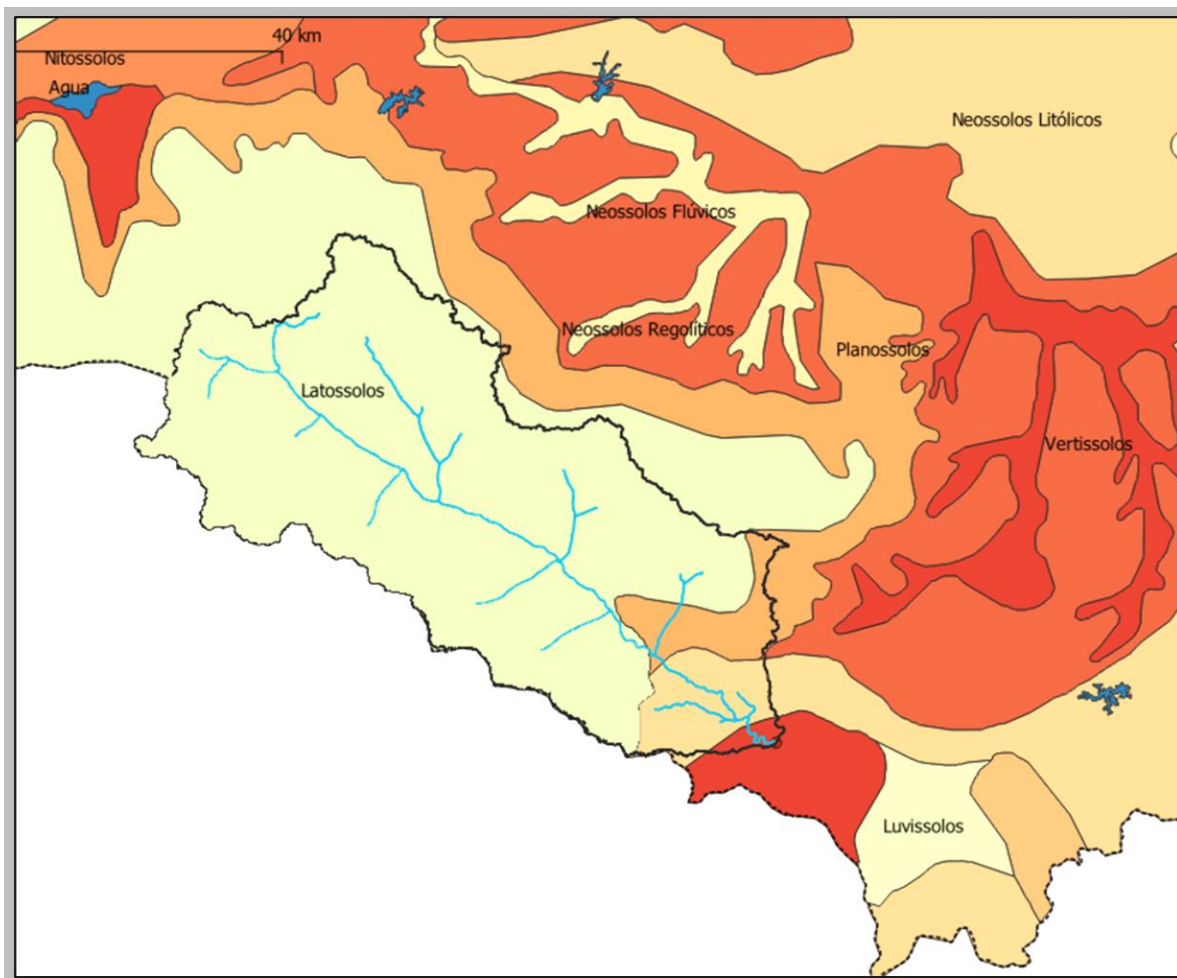


Figura 6- Domínios litológicos da bacia hidrográfica da barragem Beré

## 2.4 Tipos de Solo, usos da terra e cobertura vegetal

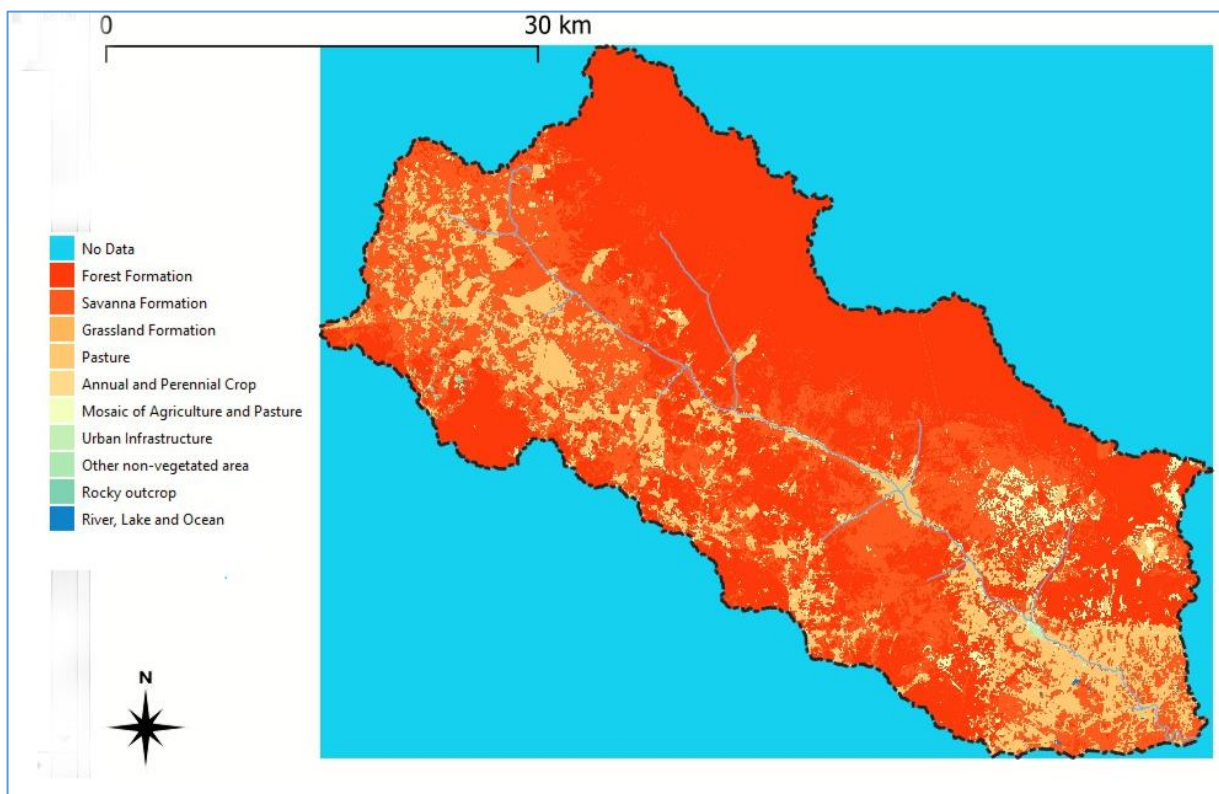
A bacia hidrográfica da barragem Beré, está contida em área com predominância de solo Bruno não cálcico, Litólico, Eutrófico, Latossolo vermelho-amarelo, distrófico e Vertissolo. De uso potencial em culturas diversificadas, fruticultura, algodão e pecuária extensiva.

A distribuição espacial dos tipos de solos na bacia hidrográfica do Açude Beré está ilustrada abaixo, a seguir, na Figura 7.



*Figura 7 – Solos da bacia hidrográfica do açude Beré*

A Figura 8, a seguir, apresenta as classes de uso da terra e de cobertura vegetal na bacia hidrográfica em estudo.



*Figura 8 – Vegetação e usos da terra*

## 2.5 Climatologia

Com base na Estação Climatológica de Barbalha, a bacia do Riacho Jardim está caracterizada pelos seguintes dados climáticos: alta incidência de radiação solar, variação de temperatura com amplitude entre 35,1° e 19,7°C e com umidade relativa do ar com média mensal na estação seca de 55,95% e 75,27% na estação chuvosa. A temperatura média máxima de 34,9°C é registrada em novembro, enquanto que a média mínima de 19,7°C é registrada em julho. A precipitação com uma média anual somando 1059 mm, apresenta um coeficiente de variação de aproximadamente de 0,97. Por outro lado, cerca de 76,72% deste total anual precipitado concentra-se na quadra de janeiro a abril, com eventos produzidos, em sua maioria, por sistemas influenciados pela ZCIT, que são tipicamente torrenciais. A Figura 9, a seguir, apresenta a variação sazonal da temperatura na bacia hidrográfica em estudo.

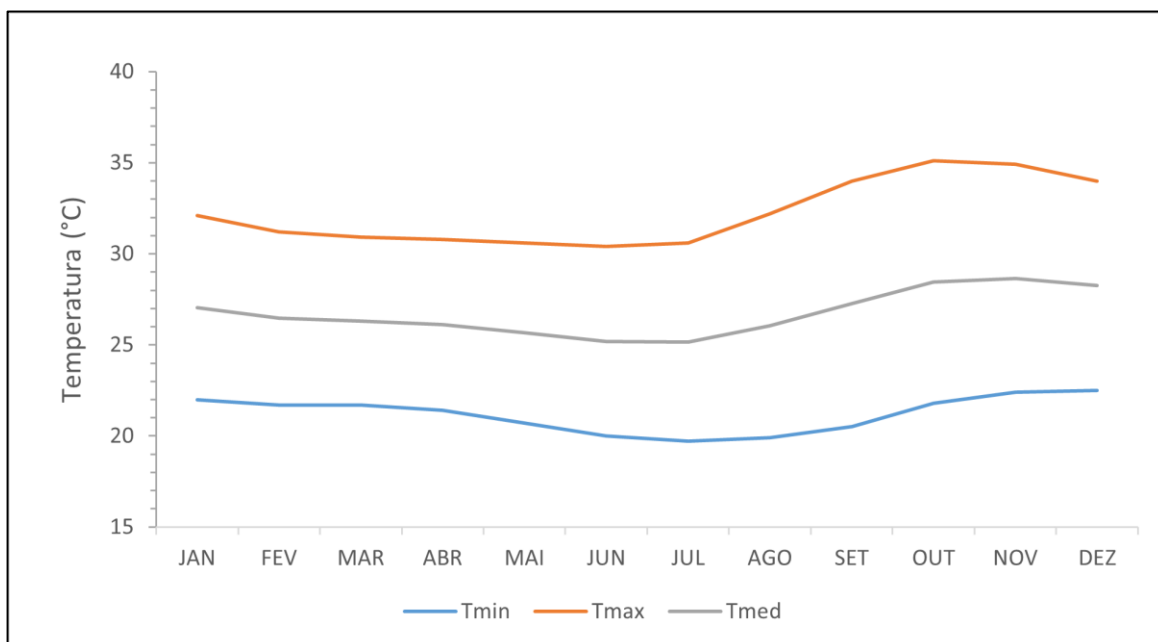


Figura 9 - Variação sazonal da temperatura

Tabela 2-Climatologia da bacia do açude Berê: variáveis principais

Mês	Temperatura (°C)			Umidade Relativa (%)	Veloc. do Vento (m/s)	Precipitação (mm)	Insolação (h/mês)
	Máximas	Mínimas	Média				
Jan	32.1	22.0	27.1	71.3	1.60	190.9	212.0
Fev	31.2	21.7	26.5	77.9	1.60	202.1	193.5
Mar	30.9	21.7	26.3	80.7	1.50	231.7	205.8
Abr	30.8	21.4	26.1	79.5	1.60	188.5	223.1
Mai	30.6	20.7	25.7	74.9	1.90	64.6	231.6
Jun	30.4	20.0	25.2	67.3	2.30	12.1	240.7
Jul	30.6	19.7	25.2	62.3	2.70	20.6	254.8
Ago	32.2	19.9	26.1	56.5	2.80	2.9	282.7
Set	34.0	20.5	27.3	49.7	2.70	2.9	285.1
Out	35.1	21.8	28.5	51.6	2.30	15.1	285.6
Nov	34.9	22.4	28.7	55.6	2.10	29.5	267.9
Dez	34.0	22.5	28.3	60.0	2.00	99.0	244.6
	34.0	21.2	26.7	65.6		1059.9	2927.4

### 2.5.1 Evaporação

A evaporação esperada numa superfície inundada (EVP, evaporação livre) e a evaporação potencial média na superfície da bacia hidrográfica (ETP ou ET0) foram calculadas a partir dos dados climatológicos da estação Barbalha do INMET (normais 1981-2010). Foram utilizados os modelos conceituais de Penman (1948)<sup>1</sup> e Penman-Monteith (1965)<sup>2</sup>, com simplificações e padronizações e recomendadas pela FAO.

Tabela 3 – Climatologia da evaporação máxima sobre a bacia hidrográfica

	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ	TOTAL
ET0 (mm)*	151.5	131.5	135.4	128.8	128.8	132.7	152.9	181.6	201.2	205.6	189.9	179.5	1919.5

(\*) Penman-Monteith (1965)

Tabela 4 – Climatologia da evaporação sobre a superfície livre do açude Berê

	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ	TOTAL
E(mm)**	153.17	134.49	138.31	132.61	133.94	139.85	163.20	193.17	210.61	210.63	193.16	182.17	1985.3

(\*\*) Penman (1948)

### 2.5.2 Balanço hídrico climatológico

O princípio da conservação da massa aplicado à água em uma determinada área, nos fornece a diferença entre a entrada (precipitação) e a saída (escoamento superficial e profundo, evaporação ou evapotranspiração). Este princípio, que é a base do balanço hídrico concebido por Thornthwaite & Mather em 1955, tem sido amplamente utilizado quando não se dispõe de dados suficientes para um estudo mais apurado.

Aplicando-se a metodologia do balanço hídrico para a bacia em questão, segundo o princípio de Thornthwaite & Mather, com o cuidado de utilizar a média pluviométrica sobre a bacia, obtém-se a Tabela 5, apresentada a seguir.

---

<sup>1</sup> PENMAN, H.L. *Natural evaporation for open water, bare soil and grass*. Proc. Soc. London Ser. A193:120-145, 1948.

<sup>2</sup> MONTEITH, J.L. *Evaporation and environment*. Symp. Soc. Exp. Biol. 19: 205-234. 1965.



Tabela 5 – Balanço hídrico climatológico segundo Thornthwaite & Matter

Mês	P*	ETP	P-ETP	Neg	ARM	ALT	ETR	DEF	EXC
	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm
Jan	190.9	151.5	39.4	-1125.5	0.0	0.0	151.5	0.0	0.0
Fev	202.1	131.5	70.6	-34.9	70.6	70.6	131.5	0.0	41.1
Mar	231.7	135.4	96.3	0.0	100.0	29.4	135.4	0.0	96.3
Abr	188.5	128.8	59.7	0.0	100.0	0.0	128.8	0.0	59.7
Mai	64.6	128.8	-64.2	-64.2	52.6	-47.4	112.0	16.8	0.0
Jun	12.1	132.7	-120.6	-184.8	15.8	-36.9	49.0	83.8	0.0
Jul	20.6	152.9	-132.3	-317.1	4.2	-11.6	32.2	120.8	0.0
Ago	2.9	181.6	-178.7	-495.8	0.7	-3.5	6.4	175.2	0.0
Set	2.9	201.2	-198.3	-694.1	0.1	-0.6	3.5	197.7	0.0
Out	15.1	205.6	-190.5	-884.7	0.0	-0.1	15.2	190.4	0.0
Nov	29.5	189.9	-160.4	-1045.0	0.0	0.0	29.5	160.4	0.0
Dez	99.0	179.5	-80.5	-1125.5	0.0	0.0	99.0	80.5	0.0
<b>ANO</b>	<b>1059.9</b>	<b>1919.5</b>	<b>-859.6</b>		<b>343.9</b>	<b>0.00</b>	<b>893.9</b>	<b>1025.5</b>	<b>197.1</b>

(\*) Precipitação média das Normais Climatológicas

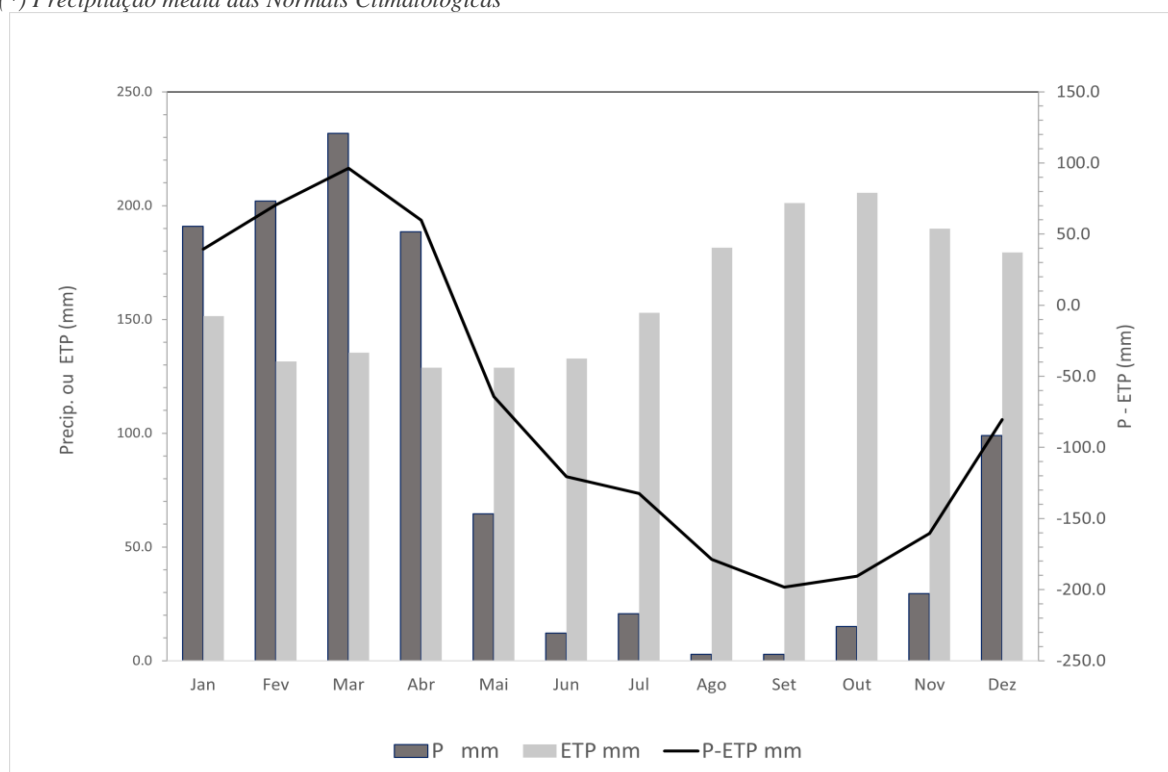


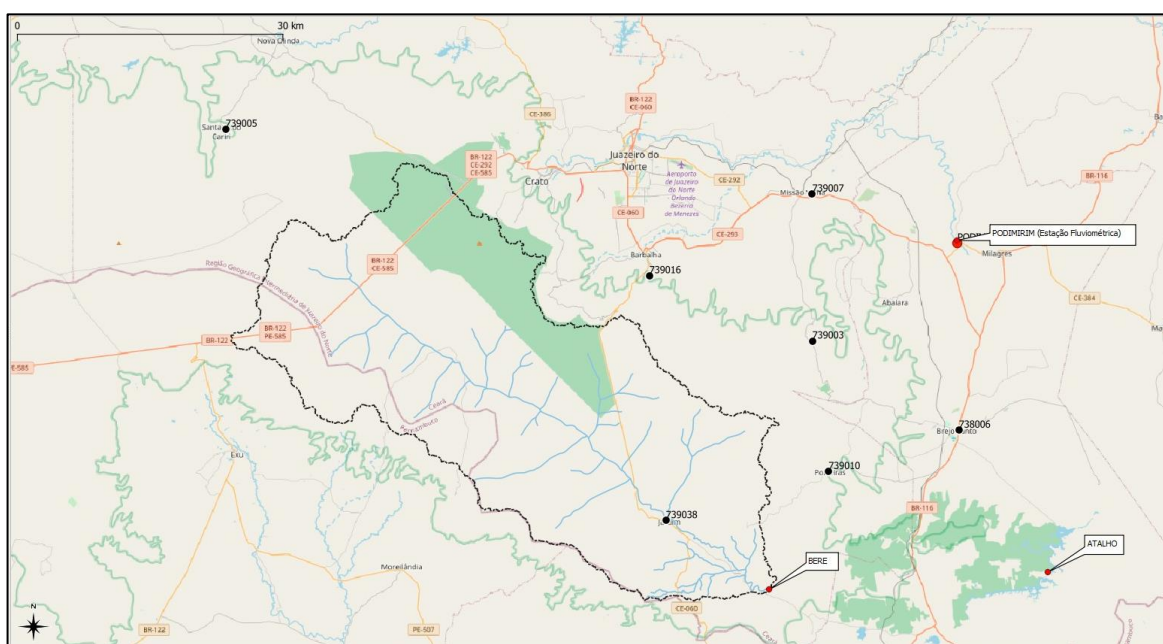
Figura 10 – Balanço hídrico climatológico

### 3 Pluviometria

#### 3.1 Estações analisadas

Foram obtidos dados pluviométricos diários da ANA e consistidos para análises posteriores nos estudos de chuvas intensas e de cheias, bem como nas simulações dos estudos de deflúvios. As principais determinações foram:

- Estatísticas das séries mensais e anuais;
- Hietogramas mensais típicos;
- Análise da pluviometria diária máxima anual e ajuste de distribuições de frequência para suprir os dados sobre a chuva de projeto;
- Pluviometria média mensal;



*Figura 11 – Estações pluviométricas*

Mais de 14 estações foram analisadas, selecionando-se as estações com qualidade e extensão adequadas para o desenvolvimento dos estudos (Tabela 6). A Figura 11 apresenta a localização dos postos pluviométricos utilizados e a Figura 12 apresenta o diagrama com totais pluviométricos anuais e disponibilidade de dados.

O objetivo desta etapa é conhecer o comportamento da pluviometria local e gerar informações suficientes para o estudo de deflúvios. Por outro lado, estas informações estabelecem as bases para os estudos de chuvas intensas (curva IDF: Intensidade-Duração-Frequência), os quais produzirão os hietogramas de projeto.

Tabela 6 - Estações Pluviométricas

Codigo	Nome	Lat (graus)	Long (graus)	Alt (m)	Município	Início	Fim
739016	BARBALHA	-7.3333	-39.3000	405	BARBALHA	1-Dec-1910	1-Feb-2020
738006	BREJO SANTO	-7.4911	-38.9833	490	BREJO SANTO	1-Dec-1910	1-Feb-2020
739003	JAMACARU	-7.4000	-39.1333	680	MISSÃO VELHA	1-Jan-1961	1-Feb-2020
739005	SANTANA DO CARIRI	-7.1833	-39.7333	480	SANTANA DO CARIRI	1-Jan-1912	1-Feb-2020
739038	JARDIM	-7.5833	-39.2833	630	JARDIM	1-Dec-1910	1-Feb-2020
739007	MISSÃO VELHA	-7.2500	-39.1333	352	MISSÃO VELHA	1-Jan-1912	1-Feb-2020
739010	PORTEIRAS	-7.5333	-39.1167	520	PORTEIRAS	1-Dec-1910	1-Feb-2020
739011	CARIRIAÇU	-7.0333	-39.2833	710	CARIRIAÇU	1-Nov-1933	1-Feb-2020
739016	BARBALHA	-7.3333	-39.3000	405	BARBALHA	1-Dec-1910	1-Feb-2020

### 3.2 Regime pluviométrico

Das estações analisadas, foram selecionados criteriosamente as que representavam o comportamento das precipitações sobre a bacia hidrográfica estudada. Após o cálculo da média pluviométrica sobre toda a bacia, produziu-se uma série contínua de pluviometria diária desde 1913 até 2019. O peso relativo de cada estação foi definido pela proximidade da bacia hidrográfica, de modo estimar a contribuição de cada posto na proporção inversa da distância ao centroide da projeção da área. A Tabela 7 mostra as estatísticas obtidas para a bacia hidrográfica como um todo, sendo que a série pluviométrica completa encontra-se no apêndice deste relatório.

Tabela 7 - Pluviometria sobre a bacia hidrográfica do Açude Bere (mm)

	PERÍODO: 1920-2019												ΣAno
	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	
MÉDIA	128.5	176.2	226.0	158.0	60.6	25.2	14.8	5.6	6.3	19.7	34.8	67.3	923.0
DPAD	77.4	95.0	95.7	97.1	46.7	23.7	15.0	8.6	11.2	24.9	39.3	51.8	279.9
CV	0.60	0.54	0.42	0.61	0.77	0.94	1.01	1.53	1.78	1.27	1.13	0.77	0.30

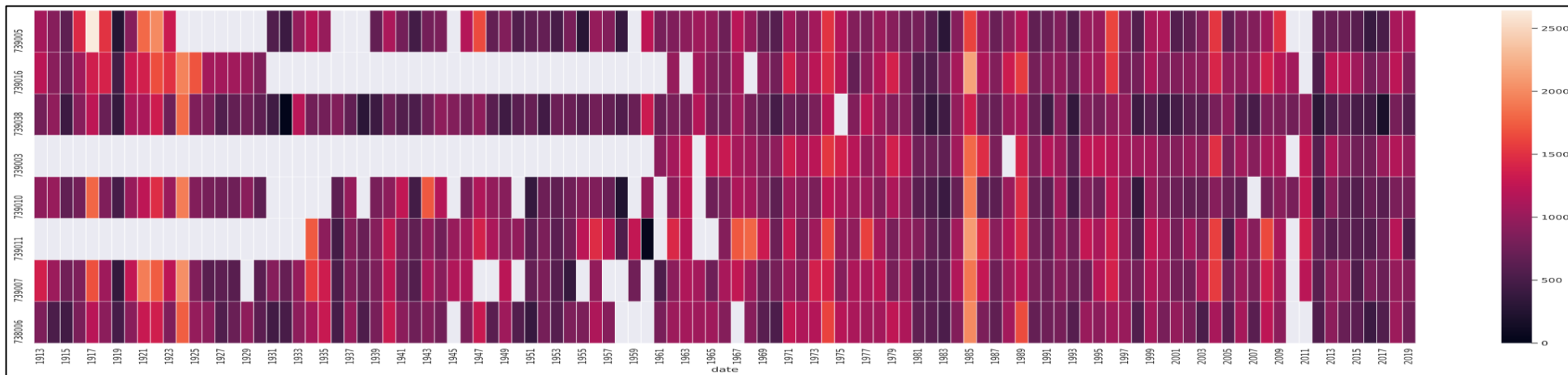


Figura 12 – Disponibilidade de dados e totais anuais (1913-2019)

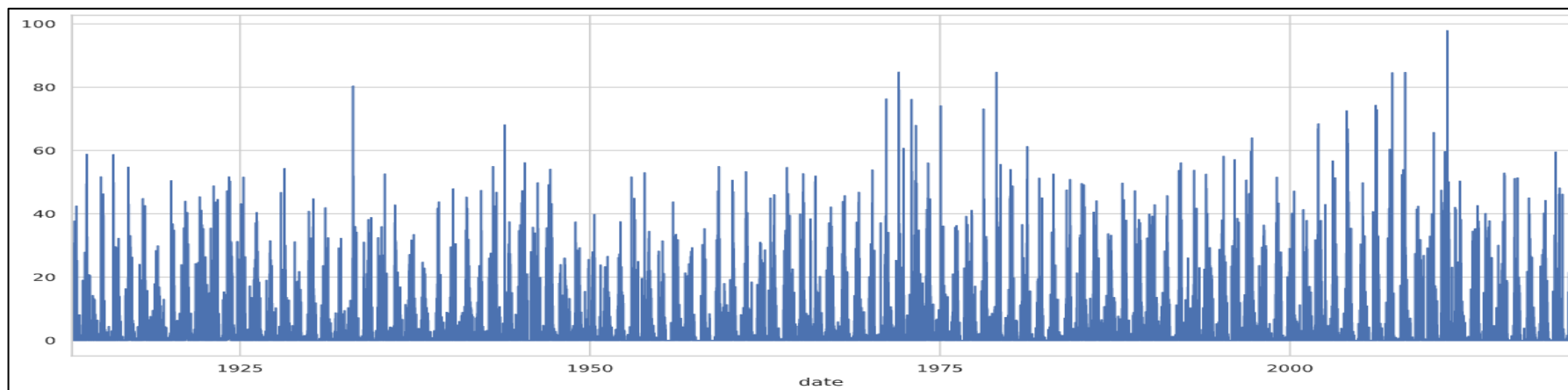


Figura 13 – Série pluviométrica diária sobre a bacia hidrográfica (1913-2019)

### 3.3 Chuvas intensas

A distribuição LogPearsonIII ajustou-se muito bem aos dados de chuva máxima diária dos postos selecionados (Figura 12). O ajuste foi realizado utilizando o software HEC-SSP, versão 2.2, sendo os principais resultados mostrados na Tabela 11. A saída detalhada da série contendo os dados de entrada, as estimativas das posições de plotagem e os respectivos ajustes analíticos estão no apêndice. A aplicação dessa distribuição aos dados da estação Jardim resultou nas chuvas máximas diárias, considerando os períodos de retorno em uma ampla faixa de probabilidades de não excedência.

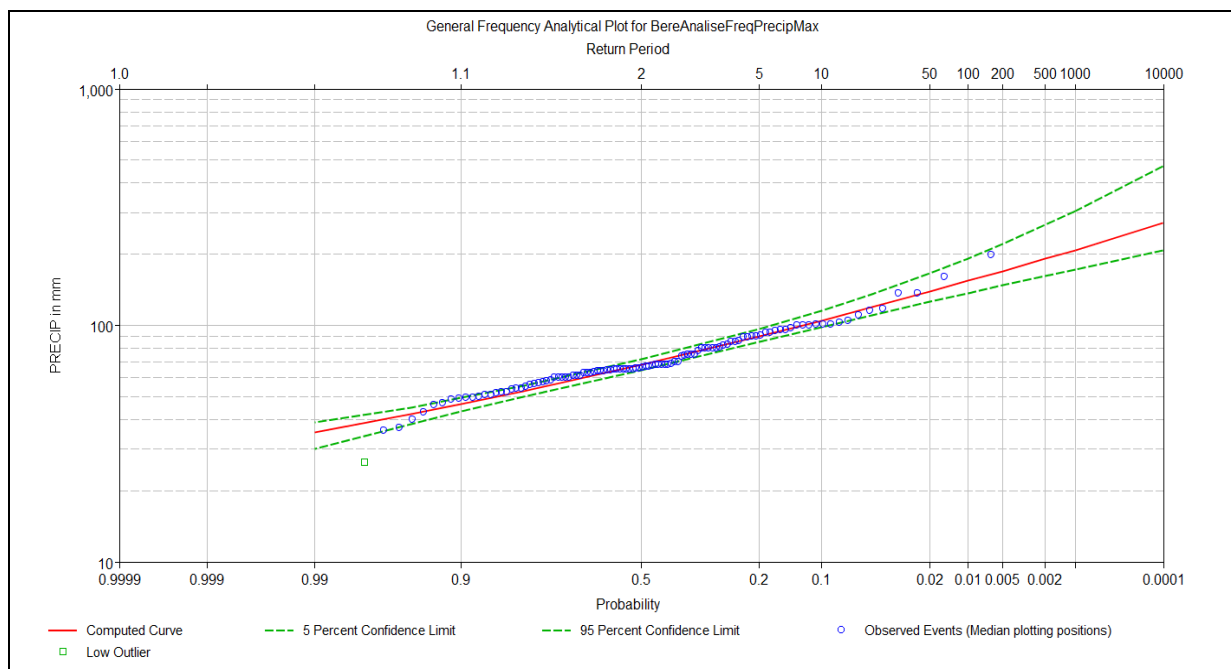


Figura 14 - Análise de frequência de máximas diárias - séries anuais

Tabela 8 - Resultados da análise de frequência da série de chuvas máximas diárias anuais

Percentual de excedência (%)	Tempo de Retorno (Anos)	Pluviometria Máxima (mm)	Intervalos de Confiança	
			5%	95%
99.0	1.01	36.46	40.36	32.16
95.0	1.05	44.82	48.74	40.51
90.0	1.11	50.23	54.16	45.95
80.0	1.25	57.88	61.87	53.64
50.0	2	76.76	81.58	72.21
20.0	5	103.38	111.49	96.73
10.0	10	121.52	133.03	112.60
5.0	20	139.34	154.81	127.76
2.0	50	163.11	184.61	147.52
1.0	100	181.54	208.23	162.58
0.5	200	200.53	232.94	177.88
0.2	500	226.65	267.52	198.64
0.1	1000	247.29	295.25	214.83
0.01	10000	322.14	398.55	272.36

Após a obtenção das chuvas máximas diárias no local da estação selecionada (Jardim), determinou-se a chuva máxima diária média na bacia hidrográfica através da multiplicação por um fator redutor dependente do valor da área da bacia hidrográfica.

A partir daí, a chuva intensa com duração de 24h decorre da multiplicação da chuva diária máxima pelo fator 1.1, de acordo com a metodologia de Taborga-Torrico. A desagregação do total majorado de 24h para chuva de 1h e seguiu a tabela deste autor para a isozona C, onde está localizada a bacia estudada.

$$P_{1h} = K \times P_{24h},$$

Em que:

K = coeficiente tabelado por Taborga-Torrico em função da isozona da bacia estudada.

Finalmente, obtiveram-se as chuvas intensas para outras durações por intermédio da construção de uma curva mono-logarítmica, onde na ordenada são colocadas as chuvas intensas e na abcissa as durações. Posicionando-se as chuvas intensas de 1h e de 24h, interpolando-se linearmente na escala monologarítmica citada., obtendo finalmente as chuvas intensas de outras durações.

Os resultados obtidos neste estudo constam da Tabela 9 e da Tabela 10.

Tabela 9 - Chuvas intensas (mm) - valores para determinação das curvas altura-duração-frequência

DURAÇÃO (h)	Tempo de Retorno			
	25	100	1000	10000
0.1	21.36	23.24	31.41	40.78
1	64.90	77.85	102.01	128.28
24	138.67	169.61	229.24	297.64
DIÁRIA	126.06	154.19	208.40	270.58

Tabela 10 - Chuvas intensa para cálculo do hietograma de projeto

Duração do evento		Tempo de retorno (anos)							
horas	minutos	Chuva Reduzida				Chuva Pontual			
		25	100	1000	10000	25	100	1000	10000
<b>0.08</b>	5	10.9	11.9	16.0	20.8	17.8	19.4	26.2	34.0
<b>0.17</b>	10	18.9	21.9	29.0	36.9	30.9	35.7	47.3	60.3
<b>0.25</b>	15	23.7	27.7	36.6	46.3	38.6	45.2	59.7	75.7
<b>0.50</b>	30	31.7	37.7	49.5	62.5	51.8	61.5	80.9	102.0
<b>1.00</b>	60	39.7	47.7	62.5	78.6	64.9	77.9	102.0	128.3
<b>2.00</b>	120	49.6	59.9	79.5	101.2	81.0	97.9	129.8	165.2
<b>3.00</b>	180	55.4	67.1	89.4	114.4	90.4	109.6	146.0	186.8
<b>4.00</b>	240	59.5	72.2	96.5	123.8	97.1	117.9	157.5	202.2
<b>6.00</b>	360	65.2	79.4	106.4	137.0	106.5	129.6	173.7	223.8
<b>12.00</b>	720	75.1	91.6	123.4	159.7	122.6	149.6	201.5	260.7
<b>24.00</b>	1440	84.9	103.9	140.4	182.3	138.7	169.6	229.2	297.6
<b>Diária:</b>		125.4	94.4	127.6	165.7	126.1	154.2	208.4	270.6

## 4 Regime de Vazões

### 4.1 Considerações iniciais

Com o objetivo de tornar possível a obtenção das vazões mensais para o período de 1920 a 2019, possibilitando, dessa forma, o estudo de regularização da capacidade de acumulação do açude Bere, resolveu-se fazer uso do modelo matemático chuva-deflúvio, desenvolvido por LANNA e SCHWARZBACH<sup>3</sup>, MODHAC - Modelo Hidrológico Auto-Calibrável.

O modelo MODHAC vem sendo utilizado com razoável sucesso no Nordeste brasileiro desde o final da década de 80, principalmente no estado do Ceará, onde foi utilizado em todas as suas bacias hidrográficas, quando da realização de seu PERH (Plano Estadual de Recursos Hídricos). Também foi o modelo adotado para gerar séries de vazões pseudo-históricas no projeto de integração do rio São Francisco (PISF), com o objetivo simular a afluência natural das bacias incrementais dos reservatórios que receberão as águas da transposição.

### 4.2 Aplicação do modelo chuva-vazão MODHAC

O modelo MODHAC, com intervalo de computação diário, tem como característica mais notável, segundo seus próprios autores, a “possibilidade de ter seus parâmetros ajustados automaticamente, produzindo ajustes nas vazões mensais calculadas às vazões mensais observadas”. A Figura 15 mostra o esquema de funcionamento do modelo MODHAC.

---

3 LANNA, A. E. e SCHWARZBACH, M. MODHAC - Modelo Hidrológico Auto-Calibrável. Porto Alegre-RS:

54p. Recursos Hídricos - Publicação 21. IPH/UFRS. 1989.



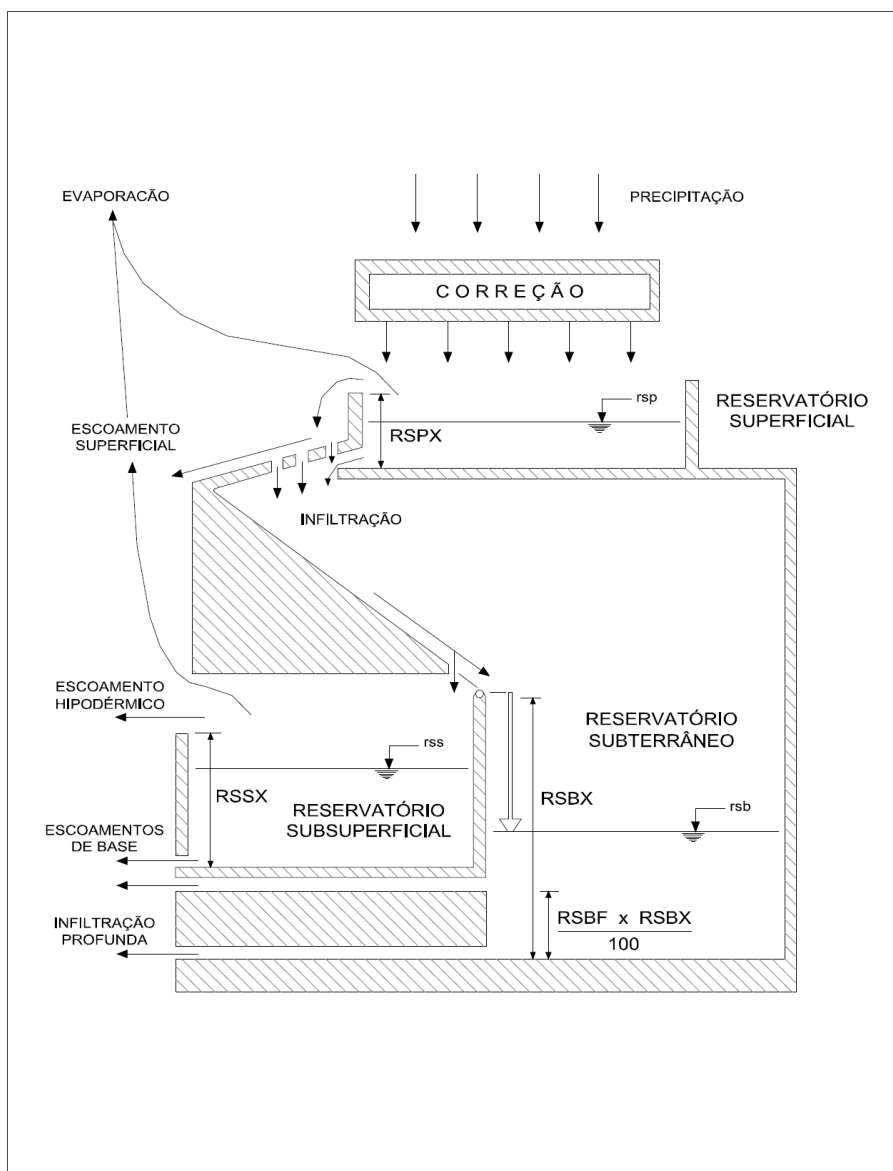


Figura 15 - Funcionamento do MODHAC

Em sua concepção original, o modelo MODHAC possui 14 parâmetros. Esses parâmetros e respectivos significados são os seguintes:

RSPX é a capacidade máxima do reservatório superficial, sendo função desta o retardo na resposta do escoamento superficial à ocorrência de chuva; representa todas as retenções, inclusive a açudagem difusa;

RSSX é a capacidade máxima do reservatório sub-superficial. Em consequência de estar relacionada com a retenção na zona de atividade radicular dos vegetais, atua sobre as perdas por evapotranspiração e alimentação do escoamento em curtos períodos de estiagem;

RSBX é a capacidade máxima do reservatório subterrâneo. Tomado como nulo no caso de bacias da região semi-árida do Brasil (Formação Cristalina); valores elevados encontram-se nas bacias sedimentares;

IMIN é a infiltração mínima. É utilizado fundamentalmente para transladar os escoamentos no tempo, e seu efeito é semelhante ao parâmetro RSPX;

IMAX é a permeabilidade do solo. Seu valor é proporcional à permeabilidade, em função da heterogeneidade dos solos que compõem a área drenada e das chuvas que ocorrem, esse parâmetro poderá perder o efeito na calibração;

IDEC é o coeficiente de infiltração. Influencia a inter-relação entre os parâmetros IMIN e IMAX;

ASB é o expoente da lei de esvaziamento do reservatório subterrâneo. Entra na calibração apenas no caso de RSBX ser diferente de zero;

CEVA é um parâmetro da lei de evapotranspiração do solo, variando entre 0 e 1. Sua elevação determina maiores perdas por evapotranspiração;

ASP é o expoente da lei de esvaziamento do reservatório superficial;

ASS é o expoente da lei de esvaziamento do reservatório sub-superficial;

TS é o tempo de trânsito do escoamento superficial. Seu valor deverá ser fixado na dependência do tempo de concentração estimado na bacia. Em geral, afeta muito pouco os resultados da simulação quando o intervalo de computação é o diário e o de simulação o mensal;

TB é o tempo de trânsito do escoamento subterrâneo. Os mesmos comentários relativos a TS se aplicam. Normalmente,  $TB \geq TS$ ;

PRED é a correção da precipitação. Nos casos em que existe uma boa densidade de pluviômetros na bacia esse parâmetro deverá ser fixado com o valor 999 e não haverá correção da precipitação. Nos outros casos deverá ser verificado se as precipitações medidas sub ou superestimam os valores reais. No caso de superestimativa PRED deverá ser positivo. No outro caso, negativo. Seu ajuste deverá ser conduzido após os parâmetros mais sensíveis, listados previamente, terem sido pré-ajustados e quando for confirmada a hipótese de inconsistência das precipitações medidas; e

RSBF é o armazenamento mínimo para que ocorra contribuição do reservatório subterrâneo no escoamento na base. Esse parâmetro é dado em percentagem da capacidade do reservatório subterrâneo. Logo, seu valor varia entre 0 e 100. Ele influencia as simulações de forma idêntica ao parâmetro PRED, de ajuste de chuva, quando este último for positivo. Ou seja, ele diminui os escoamentos da bacia. Seu uso deverá ser cogitado quando houver um excesso de escoamento calculado em conjunto com boa consistência dos dados pluviométricos. O uso efetivo, porém, deve ocorrer quando houver evidências de que a bacia é assentada em subsolo cristalino com relevante sistema de fraturas ou no Karst.

#### 4.3 Configuração do modelo: parâmetros e dados de entrada

A calibração do modelo foi realizada tomando como referência o posto fluviométrico Podimirim, com dados observado de vazões desde 1973. Também foi realizado uma análise das variações de nível observadas no

reservatório Atalho, cujo eixo está no mesmo rio e localiza-se aproximadamente 36 km à jusante do eixo do projeto da barragem Bere. Com base nestes dados, os valores ótimos dos parâmetros, quando utilizados como dados de entrada para o MODHAC, devem representar adequadamente o regime hidrológico da bacia hidrográfica do açude Berê (Tabela 11). Na comparação com os valores observados, as vazões simuladas neste estudo, aferidos pelo índice de eficiência de Nash-Sutcliffe de 0.78 reforçam esta afirmação.

*Tabela 11 - Valores adotados para aplicação do MODHAC na bacia hidrográfica do açude Bere*

<b>PARÂMETROS DO MODELO</b>	<b>VALORES ADOTADOS</b>
RSPX	107.5
RSSX	340,0
RSBX	40,0
RSBF	20,0
IMAX	78,70
IMIN	2,0680
IDEC	0,2980
ASP	0,0115
ASS	0,0677
ASB	0,06770
PRED	999,0
CEVA	0,9898

Além dos parâmetros, os dados da série de pluviometria média diária é requisito para executar o modelo. A evaporação pode ser simulada com a série climatológica de evaporações ou com a série completa concomitante com a pluviometria. Neste estudo utilizou-se a série climatológica estimada na caracterização da bacia hidrográfica, por questão de uniformidade.

*Tabela 12 - Valores médios diários de evapotranspiração potencial utilizados no modelo chuva-vazão*

VARIÁVEL	Jan	Fev	Mar	abr	mai	jun	Jul	ago	Set	Out	nov	Dez
ETP (mm)	4.89	4.66	4.37	4.29	4.15	4.43	4.93	5.86	6.71	6.63	6.33	5.79

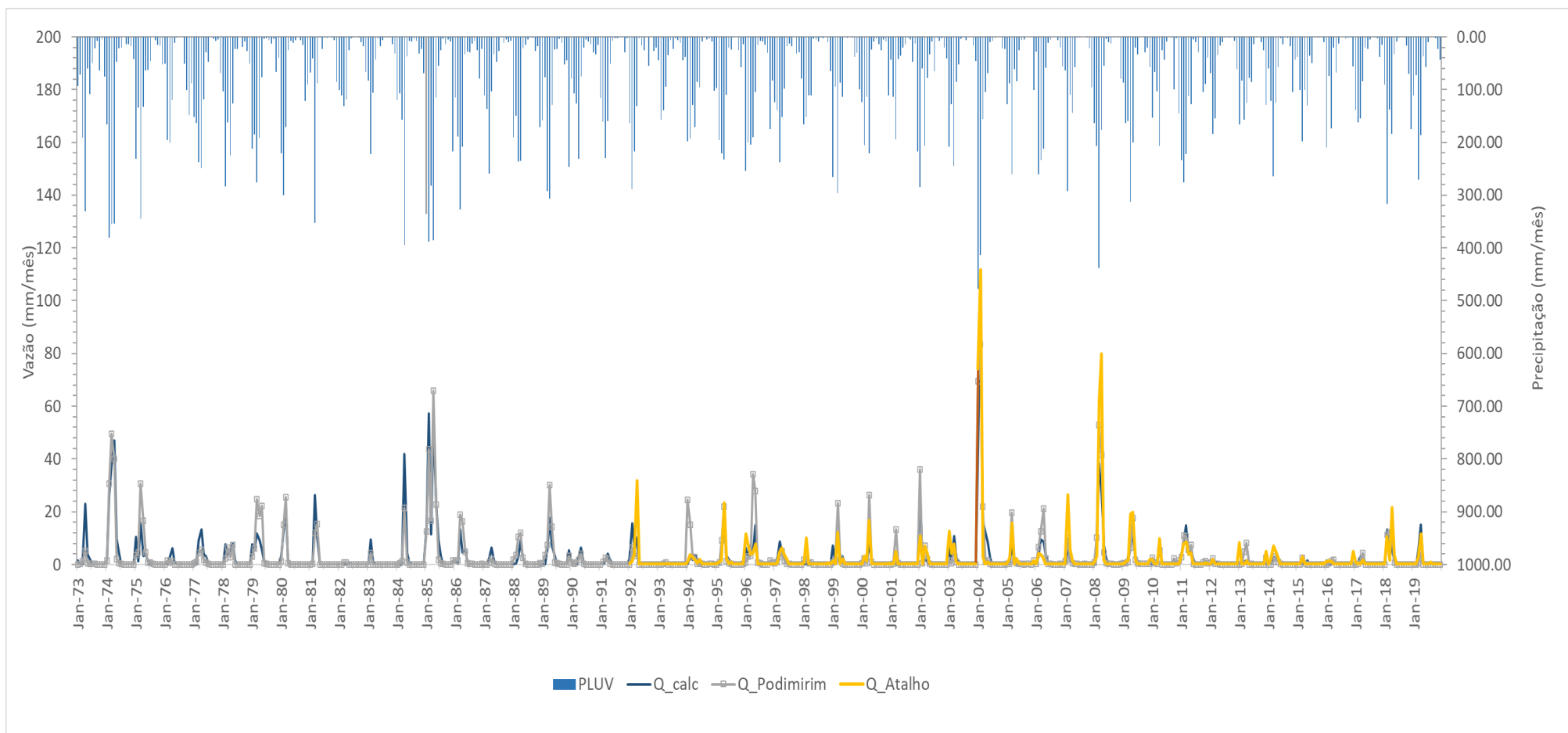


Figura 16 – Comparação entre as séries de deflúvios observados e calculados para calibração do MODHAC

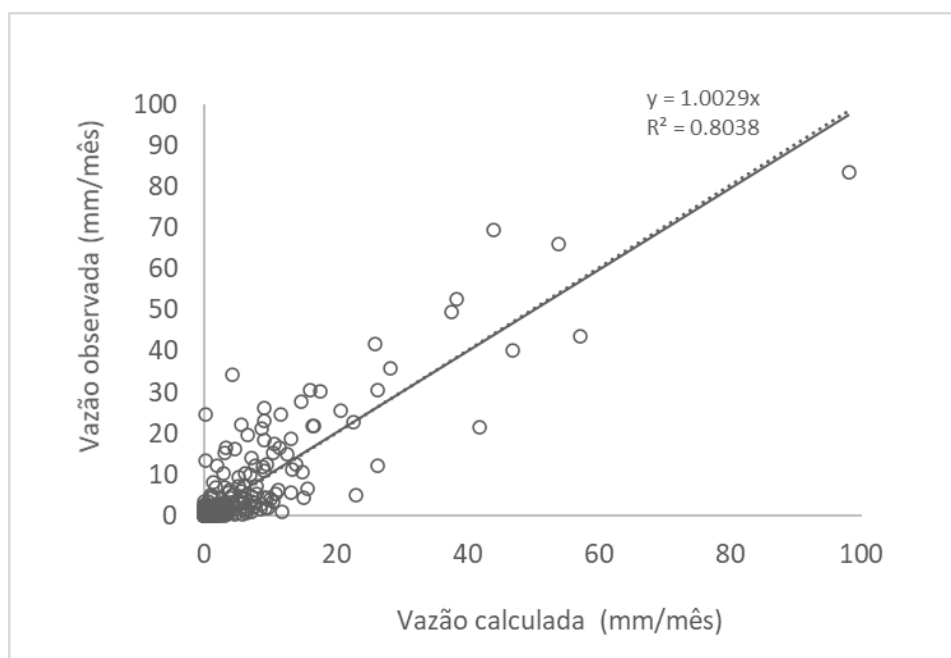


Figura 17 – Comparação entre os valores calculados e observados na calibração do MODHAC

#### 4.4 Volumes Mensais Afluentes

Os resultados da simulação, a série de deflúvios afluentes ao sítio da barragem Berê, serviu de entrada para a etapa de dimensionamento da capacidade máxima do reservatório. A caracterização do regime hidrológico para o dimensionamento da capacidade do reservatório foi parametrizado através das estatísticas do volume afluente anual. A simulação considerou todos os dados disponíveis, isto é, o período entre 01/01/1913 até 31/12/2019. Entretanto, para a estimativa das estatísticas dos deflúvios, foi utilizado o período entre 01/01/1920 até 31/01/2020, com o principal objetivo de mitigar um eventual tendência provocada pelas condições iniciais.

Tabela 13 – Precipitações mensais (mm) -

	PERÍODO: 1920-2019												ΣAno
	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	
MÉDIA	128.5	176.2	226.0	158.0	60.6	25.2	14.8	5.6	6.3	19.7	34.8	67.3	923.0
DPAD	77.4	95.0	95.7	97.1	46.7	23.7	15.0	8.6	11.2	24.9	39.3	51.8	279.9
CV	0.60	0.54	0.42	0.61	0.77	0.94	1.01	1.53	1.78	1.27	1.13	0.77	0.30

Tabela 14 - Estatísticas dos deflúvios (mm/mês) calculados com o modelo chuva-vazão MODHAC

	PERÍODO: 1920-2019												ΣAno
	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	
MÉDIA	1.96	5.38	9.59	10.15	3.19	0.67	0.15	0.02	0.00	0.00	0.00	0.15	31.25
DPAD	5.80	12.47	13.25	18.31	5.13	2.08	1.27	0.19	0.00	0.01	0.01	0.70	41.10
CV	2.97	2.32	1.38	1.81	1.61	3.10	8.60	10.00		6.59	3.10	4.67	1.31

Tabela 15 – Vazões médias mensais (m<sup>3</sup>/s) no riacho Jardim, à montante da barragem Berê

	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ	MÉDIA
MÉDIA	1.054	3.182	5.168	5.651	1.718	0.374	0.080	0.010	0.0	0.001	0.002	0.081	1.443
DPAD	3.125	7.375	7.139	10.199	2.764	1.161	0.686	0.103	0.0	0.003	0.006	0.378	1.910
CV	2.966	2.318	1.381	1.805	1.608	3.101	8.603	10.000		6.590	3.098	4.672	1.323

A Tabela 16 tabela mostra a descrição estatística dos volumes afluentes mensais e anuais gerados pelo modelo MODHAC, onde se observa que o volume anual médio afluente do açude Bere foi de 45.12 hm<sup>3</sup>, representando uma lâmina escoada de 35.2 mm, o que dá um rendimento da bacia de aproximadamente 3.8%. Tanto o valor do deflúvio médio anual como o seu coeficiente variação são condizentes com a influência das áreas sedimentares, em especial da chapada do Araripe, que controlam a bacia hidrográfica do rio Jardim. As vazões afluentes médias mensais calculadas, em metros cúbicos, são apresentadas na Figura 18. Para maiores detalhes, a listagem completa dos resultados da simulação pode ser consultada no apêndice.

Tabela 16- Estatísticas dos volumes afluentes (hm<sup>3</sup>/mês)

	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ	ΣANO
MÉDIA	2.82	7.77	13.84	14.65	4.60	0.97	0.21	0.03	0.00	0.00	0.01	0.22	45.12
DPAD	8.37	18.00	19.12	26.44	7.40	3.01	1.84	0.28	0.00	0.01	0.02	1.01	59.33
CV	2.97	2.32	1.38	1.81	1.61	3.10	8.60	10.00		6.59	3.10	4.67	1.31

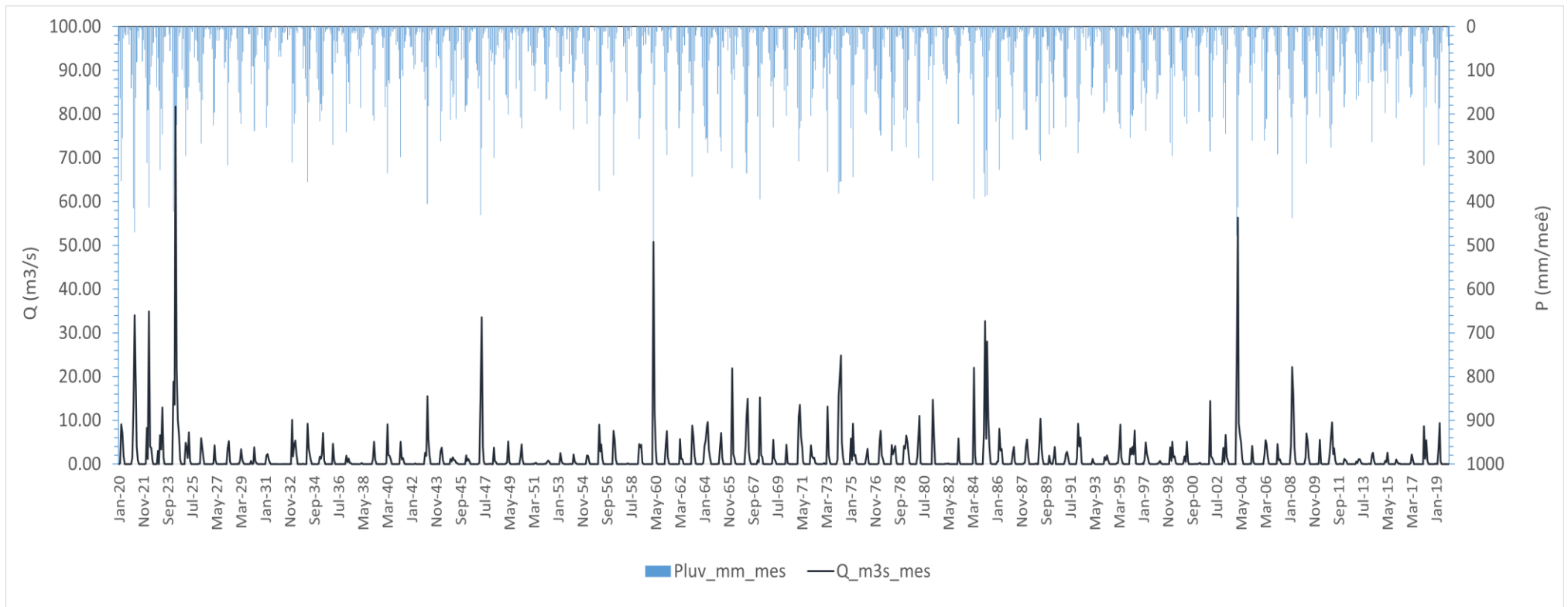


Figura 18 – Série de vazões calculadas para dimensionamento da barragem Berê

## 5 Dimensionamento do Reservatório

### 5.1 Considerações iniciais

O dimensionamento da capacidade de regularização do açude Bere foi realizado através da solução direta do balanço hídrico anual do reservatório, utilizando o modelo de simulação paramétrico baseado na teoria do diagrama triangular de regularização. As premissas utilizadas cumprem os requisitos e etapas para o estudo hidrológico de um açude interanual, segundo o CAMPOS (1990)<sup>4</sup>:

1. Estimar as estatísticas do regime do curso d'água afluente ao reservatório;
2. Elaborar um estudo incremental do tamanho do açude, analisando ganhos e perdas ao variar a capacidade projetada do reservatório;
3. Selecionar a capacidade do reservatório que melhor atende aos objetivos da barragem;

### 5.2 Metodologia

As curvas de regularização do reservatório foram obtidas pela solução direta da equação do balanço hídrico. A implementação computacional utilizada neste estudo é baseada no trabalho original de CAMPOS (1990), empregando o sistema REDERES 2.01, codificado por NILO DE CARVALHO JÚNIOR (1998, 2006)<sup>5</sup>.

A equação do balanço hídrico de um reservatório pode ser dada por

$$Z_{t+1} = Z_t + I_t - \frac{A_{t+1} + A_t}{2} E - M - S_t$$

sendo:

$$S_t = \max(B - K; 0)$$

$$B = Z_t + I_t - \frac{A_{t+1} + A_t}{2} E - M$$

Em que:

$Z_t$  = volume armazenado no início do ano  $t$ ;

$I_t$  = volume afluente ao reservatório durante o ano  $t$ ;

$A_t$  = área do espelho d'água no início do ano  $t$ ;

---

<sup>4</sup> CAMPOS, J.N.B., 1990. *Regularização de Vazões em Rios Intermitentes*: Tese para Concurso de Professor Titular. UFC.

<sup>5</sup> NILO DE CARVALHO JUNIOR, V. *Sistema Rederes V2.01 - Simulação de Rede de Reservatórios Para Avaliação da Influência da Pequena Açudagem Na Regularização de Vazões Em Bacias do Semi-Árido*. Software. 2006.



E = lâmina evaporada durante o ano t, suposta constante ao longo dos anos;

K = capacidade do reservatório;

St = volume perdido por sangria durante o ano t.

Parametrizando a geometria da bacia hidráulica por:

$$Z(h) = \alpha \cdot h^3 \quad \text{e} \quad A(h) = 3 \cdot \alpha \cdot h^2,$$

h - altura d'água

$\alpha$  - fator de forma (obtido por regressão entre z e h<sup>3</sup>)

Supondo um modelo mutuamente exclusivo, com volume contínuo e uma série de vazões afluentes com uma extensão de 5000 anos, seguindo uma distribuição Gama de 2 parâmetros, pode-se resolver a equação de balanço hídrico:

1. estabelece-se um valor inicial para a retirada M;
2. considera-se um volume inicial igual  $\text{MIN}(0,5.K; 0,5.\mu)$ ;
3. Calcula-se
  - i.  $ZU = Z_t + I_t$  p/  $Z_t + I_t - K$
  - ii.  $ZU = K$  caso contrário
  - iii.  $DS = \text{MAX}(Z_t + I_t - K; 0)$ ,

em que ZU é o volume armazenado no final da estação e DS o volume sangrado no ano t;

4. Calcula-se o volume no fim da estação seca (início do próximo ano) por:
  - a) divide-se M e E em L partes;
  - b) retirada da reserva, se disponível, de M/L

*ATUALIZAÇÃO DO VOLUME ARMAZENADO*

$$Z_2 = Z_1 - M / L \quad \text{se } Z_1 - M / L > Z_{MIN}$$

$$Z_2 = Z_{MIN} \quad \text{caso contrário (ANO FALHO)}$$

$$Z_{MIN} = \text{MAX}(0,05.K; 0,20.\mu)$$

*VOLUME UTILIZADO*

$$D_M = Z_1 - Z_2$$

*ATUALIZAÇÃO DO NÍVEL DO RESERVATÓRIO*

$$h_2 = \left( \frac{Z_2}{\alpha} \right)^{1/3}$$

- c) retirada da reserva, se disponível, de E/L

*ATUALIZAÇÃO DO NÍVEL DO RESERVATÓRIO*

$$h_3 = h_2 - E / L \quad \text{se } h_2 - E / L \geq 0$$

$$h_3 = 0 \quad \text{caso contrário}$$

#### ATUALIZAÇÃO DO VOLUME ARMAZENADO

$$Z_3 = \alpha \cdot h_3^3$$

#### VOLUME UTILIZADO

$$D_E = Z_3 - Z_2$$

d) retorna-se a b) até completar as L fases da integração.

5. Prossegue-se com os passos 3 e 4 até que se complete os 5000 anos da série gerada, totalizando os volumes evaporado, sangrado e liberado;
6. Concluído os 5000 anos, verifica-se se a frequência de falha está entre 9,95 e 10,05 %, ou se o erro em retirada é menor do que 0,5 unidades. Caso afirmativo aceita-se o valor de M, caso contrário atribui-se novo valor de M e retorna-se a 1.

### 5.3 Resultados

O dimensionamento hidrológico do reservatório tem o objetivo de fornecer as alternativas de capacidade útil associadas à uma garantia anual definida para a regularização de vazões (90%, no caso). Os resultados obtidos servem de base para uma análise dos custos prospectivos do empreendimento face aos seus benefícios esperados. Adiante são apresentados os valores básicos dos parâmetros adotados neste projeto, derivados da climatologia, do estudo do regime de vazões e da análise da geometria da bacia hidráulica do açude.

#### Dados e parâmetros para o modelo de balanço hídrico:

Área da bacia hidrográfica:	1443.5 km <sup>2</sup>
Deflúvio médio ( $\mu$ ):	31.254 mm
Volume afluente médio:	45.115 hm <sup>3</sup> /ano
Coefficiente de variação dos deflúvios anuais:	1,315
Evaporação na estação seca:	1,116 m
Fator adimensional de evaporação (fE):	0,043
Fator de forma da bacia hidráulica ( $\alpha$ ):	97.6

Tabela 17 – Resultados da operação simulada do reservatório para estudo o estudo incremental de regularização

<i>Cota</i>	<i>K</i> ( <i>hm</i> <sup>3</sup> )	<i>f<sub>k</sub></i>	<i>%LIB</i>	<i>LIB</i> ( <i>hm</i> <sup>3</sup> <i>ano</i> <sup>-1</sup> )	<i>%EV</i>	<i>EV</i> ( <i>hm</i> <sup>3</sup> <i>ano</i> <sup>-1</sup> )	<i>%SG</i>	<i>SG</i> ( <i>hm</i> <sup>3</sup> <i>ano</i> <sup>-1</sup> )	<i>dM/dK</i>	<b><i>Q90</i></b> ( <b><i>m</i><sup>3</sup>/<b>s</b>)</b>	<b><i>M90</i></b> ( <b><i>hm</i><sup>3</sup><b>ano</b><sup>-1</sup>)</b>
518.0	1.091	0.02	1.96	0.884	0.19	0.086	44.14	19.912	-----	0.030	0.944
519.0	1.201	0.03	2.16	0.974	0.21	0.095	44.04	19.870	0.875	0.033	1.042
520.0	1.318	0.03	2.36	1.065	0.22	0.099	43.95	19.827	0.628	0.036	1.142
521.0	1.444	0.03	2.47	1.114	0.24	0.108	43.89	19.799	0.395	0.038	1.194
522.0	1.579	0.03	2.59	1.168	0.27	0.122	43.82	19.771	0.382	0.039	1.245
523.0	1.724	0.04	2.71	1.223	0.29	0.131	43.76	19.740	0.397	0.041	1.301
524.0	1.878	0.04	2.85	1.286	0.32	0.144	43.68	19.707	0.382	0.043	1.364
525.0	2.042	0.05	2.98	1.344	0.34	0.153	43.61	19.674	0.371	0.045	1.423
526.0	2.218	0.05	3.13	1.412	0.37	0.167	43.53	19.638	0.385	0.047	1.490
527.0	2.406	0.05	3.29	1.484	0.40	0.180	43.44	19.600	0.396	0.050	1.563
528.0	2.606	0.06	3.47	1.565	0.42	0.189	43.35	19.558	0.391	0.052	1.644
529.0	2.820	0.06	3.65	1.647	0.45	0.203	43.26	19.517	0.403	0.055	1.725
530.0	3.047	0.07	3.85	1.737	0.48	0.217	43.15	19.468	0.421	0.058	1.822
531.0	3.289	0.07	4.07	1.836	0.51	0.230	43.04	19.416	0.404	0.061	1.922
532.0	3.547	0.08	4.30	1.940	0.54	0.244	42.92	19.365	0.412	0.064	2.024
533.0	3.821	0.08	4.55	2.053	0.57	0.257	42.79	19.306	0.410	0.068	2.142
534.0	4.112	0.09	4.79	2.161	0.60	0.271	42.67	19.250	0.389	0.072	2.255
535.0	4.422	0.10	5.06	2.283	0.64	0.289	42.53	19.188	0.390	0.075	2.375
536.0	4.750	0.11	5.34	2.409	0.67	0.302	42.39	19.124	0.413	0.079	2.504
537.0	5.098	0.11	5.66	2.554	0.71	0.320	42.23	19.051	0.411	0.084	2.654
538.0	5.467	0.12	5.98	2.698	0.74	0.334	42.07	18.979	0.387	0.089	2.799
539.0	5.858	0.13	6.30	2.842	0.78	0.352	41.90	18.905	0.380	0.093	2.948
540.0	6.272	0.14	6.64	2.996	0.82	0.370	41.73	18.828	0.390	0.098	3.105
541.0	6.710	0.15	7.02	3.167	0.86	0.388	41.54	18.743	0.389	0.104	3.280
542.0	7.172	0.16	7.40	3.339	0.90	0.406	41.35	18.656	0.403	0.110	3.454
543.0	7.661	0.17	7.84	3.537	0.94	0.424	41.13	18.558	0.414	0.116	3.663
544.0	8.177	0.18	8.28	3.736	0.99	0.447	40.92	18.459	0.407	0.123	3.870
545.0	8.721	0.19	8.75	3.948	1.03	0.465	40.68	18.353	0.417	0.130	4.095
546.0	9.294	0.21	9.27	4.182	1.07	0.483	40.43	18.239	0.408	0.137	4.336
547.0	9.899	0.22	9.78	4.412	1.12	0.505	40.18	18.126	0.407	0.145	4.575
548.0	10.535	0.23	10.33	4.660	1.16	0.523	39.91	18.004	0.412	0.154	4.841
549.0	11.204	0.25	10.90	4.918	1.21	0.546	39.62	17.877	0.410	0.162	5.113
550.0	11.908	0.26	11.51	5.193	1.26	0.568	39.33	17.743	0.420	0.171	5.404

Lib - VOLUME LIBERADO

Sng - VOLUME SANGRADO

Evp - VOLUME EVAPORADO

K = capacidade do reservatório

dM/dK = ganho de regularização com o aumento de capacidade do reservatório

Q90 = vazão regularizada com 90% de garantia

## Resultados e considerações sobre o dimensionamento hidrológico

A faixa de valores escolhida para análise da regularização do reservatório Bere e dimensionamento da sua capacidade útil foi realizada com incrementos do fator de capacidade  $f_K$  correspondente à razão entre a capacidade  $K$  e o volume afluente médio anual esperado ( $\mu$ ). Assim, o  $f_K$  variou de 2% e 26%, com o limitante topográfico superior do boqueirão na cota 550, englobando uma ampla faixa viável de cotas da área inundável. Os valores obtidos em todas as alternativas simuladas são resumidos na Tabela 17. Como descrito anteriormente, a repartição dos volumes afluentes esperados para o reservatório entre a liberação, a evaporação e a sangria permitem compreender sinteticamente o impacto do dimensionamento (aumento do volume útil) com relação ao rendimento do reservatório. O valor de  $dM/dK$  (aumento de regularização/aumento de capacidade) do reservatório decresce acentuadamente até a cota 522, de onde se estabiliza em aproximadamente em  $0.4 \text{ hm}^3/\text{ano}/\text{hm}^3$ .

Devido à geomorfologia do riacho Jardim na seção barrada, com uma incisão do vale em **V**, muito encaixado, refletida nos parâmetros  $\alpha$  e  $f_E$ , as perdas evaporativas são muito baixas, quando considera-se os valores proporcionais em volume. Quando analisa-se a regularização, seguindo o gráfico da Figura 19 e os valores da Tabela 17, observa-se que o volume liberado aumenta muito lentamente com o incremento relativo de volume útil em cada alternativa computada. Como o volume máximo armazenável é bem menor do que o deflúvio anual médio afluente, a percentagem da sangria é preponderante sobre as outras parcelas do balanço hídrico de longo período.

Quando isso ocorre, considerar o peso de outros aspectos, principalmente fatores construtivos e sócio-econômicos, é determinante para selecionar a capacidade máxima do reservatório. Os fatores que devem ser levados em conta são, dentre outros, os investimentos na construção, os custos de operação e manutenção, a demanda hídrica a ser atendida, bem como o valor estratégico do empreendimento para o sistema de recursos hídricos do estado. Sob o ponto de vista puramente hidrológico, tanto em relação à regularização, como também para a segurança das estruturas de extravasamento, as cotas viáveis situam-se entre 523 e 550. Entretanto, partindo de uma análise preliminar do arranjo geral da obra, com especial atenção à geometria dos vertedouros central e auxiliar (ver apêndice A3), há indícios de que valores adequados para a cota da soleira do vertedouro abrangem a faixa entre 525 e 535m ( $K= 2.042 - 4.442 \text{ hm}^3$ ).

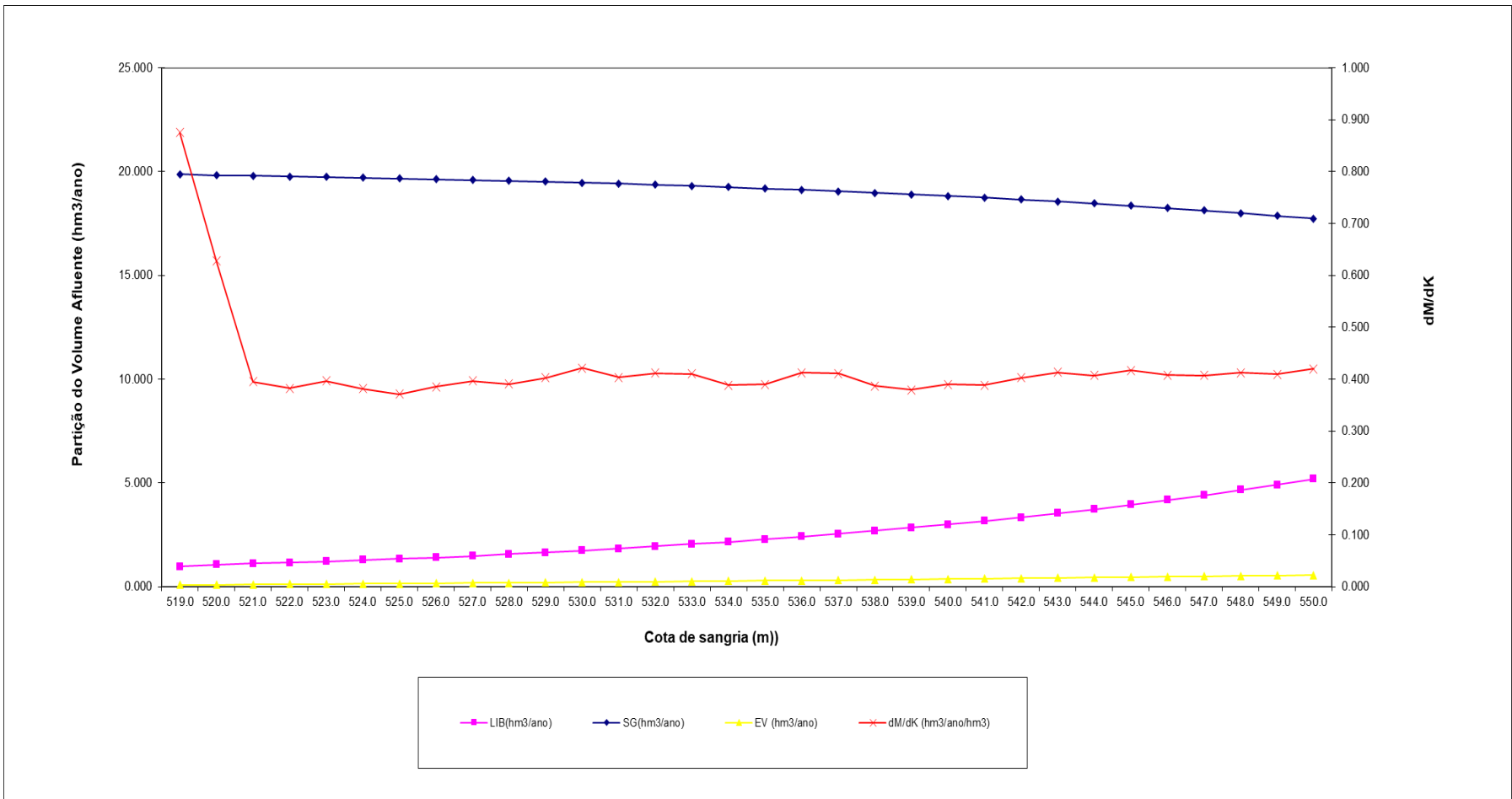


Figura 19 - Variação da vazão regularizada com a capacidade máxima

----- xxx -----

## 6 Dimensionamento do Vertedouro

### 6.1 Considerações iniciais

A análise que segue trata dos cenários prováveis de cheias na bacia hidrográfica do Riacho Jardim na seção do Açude Bere. Para análise dos extremos hidrológicos é necessário predefinir os tempos de retorno adequados para computar os hidrogramas afluentes de projeto. Teoricamente, a quantificação destes eventos pode ser realizada com base em dados históricos de vazão (métodos diretos) ou com base na precipitação (métodos indiretos). No caso do presente trabalho foi adotada uma abordagem baseada na série de precipitações devido à incerteza da estimativa de vazões máximas com séries de observações com período limitado.

Nas análises do dimensionamento do sangradouro foi adotada a cheia associada ao tempo de retorno de 1.000 anos, calculando-se a laminação correspondente para cada alternativa de sangradouro, fornecendo, finalmente, elementos suficientes para a determinação da cota de coroamento da barragem. A cheia decamilenar servirá apenas para verificar condições extremas, isto é, não considerando folga para esta frequência de cheia. A partir destes princípios, apresentam-se neste capítulo as alternativas para o dimensionamento do sangradouro.

### 6.2 Metodologia

#### 6.2.1 Chuva de projeto

O HEC-HMS, permite a entrada de tormentas históricas ou sintéticas, sendo as últimas frequentemente utilizadas para planejamento e estudos de projetos. No capítulo que trata da pluviometria, foram calculadas as chuvas intensas esperadas para a bacia hidrográfica. Utilizou-se o método de Torga para calcular a chuva de projeto. O método dos blocos alternados (Chow, Maidment, Mays, 1988) foi utilizado para posicionar os blocos com máxima altura de chuva incremental no meio da duração do evento, deixando os blocos restantes em ordem decrescente de intensidade. Os hietogramas de projeto têm duração de 24 horas e foram determinados para os tempos de retorno de 1000 e 10000 anos.

#### 6.2.2 Precipitação efetiva e hidrograma de projeto

O modelo HEC-HMS refere-se à interceptação superficial, armazenamento em depressões e infiltração como "perdas" de precipitação, ou seja, a parcela da precipitação que não contribui para gerar escoamento é considerada perda, sendo o restante, considerado precipitação efetiva. O cálculo das perdas de precipitação pode ser usado nos outros componentes do modelo HEC-HMS, em especial, na determinação do hidrograma unitário.

O hidrograma de projeto foi determinado através da aplicação do método CN (Curva – Número) do SCS, derivado dos estudos do USDA (USA). O CN é um coeficiente que varia de 1 a 100, sendo função das propriedades que caracterizam o escoamento superficial na bacia: a) tipo de solo hidrológico; b) uso do solo e tratamento ou técnica de conservação; c) condição da subsuperfície; e d) condição da umidade antecedente.

A equação de escoamento do SCS é dada por

$$Q = \frac{(P - I_a)^2}{(P - I_a) + S} \quad (1)$$

Em que:

P = precipitação

Q = escoamento

S = capacidade máxima de armazenamento do solo

I<sub>a</sub> = perdas antes do início do escoamento.

As perdas antes do início do escoamento (I<sub>a</sub>) incluem água retida em depressões superficiais, água interceptada pela vegetação, evaporação, e infiltração. I<sub>a</sub> é altamente variado, mas a partir de dados de pequenas bacias I<sub>a</sub> é determinado pela seguinte relação empírica:

$$I_a = 0,20.S \quad (2)$$

Substituindo (2) em (1) elimina-se I<sub>a</sub>, resultando em:

$$Q = \frac{(P - 0,20.S)^2}{P + 0,80.S}$$

Em que S está relacionado às condições de solo e cobertura através do parâmetro CN por

$$S = \frac{25400}{CN} - 254 \quad (\text{unidades métricas})$$

Em que CN varia de 0 a 100. CN foi tabelado para diferentes tipos de solos e cobertura, sendo estes valores tabelados apresentados para condições de umidade antecedente normal (AMC II). Para condições secas (AMC I) e úmidas (AMC III), CNs equivalentes podem ser calculados pelas seguintes fórmulas:

CONDIÇÕES SECAS	CONDIÇÕES ÚMIDAS
$CN (I) = \frac{4,2.CN(II)}{10 - 0,058.CN(II)}$	$CN (III) = \frac{2,3.CN(II)}{10 + 0,13.CN(II)}$

Alternativamente, os CNs para estas condições podem ser obtidos, a partir da condição normal (AMC II), utilizando-se tabelas<sup>6</sup>.

Como já mencionado, o CN foi tabelado para diferentes tipos de solos, os quais foram classificados pelo SCS em quatro grupos de solos hidrológicos (A, B, C e D) de acordo com sua taxa de infiltração. Estes quatro grupos são descritos a seguir:

A - solos que produzem baixo escoamento superficial e alta infiltração, solos arenosos profundos com pouco silte e argila.

---

<sup>6</sup> PONCE, V.M., 1989. ENGINEERING HYDROLOGY: PRINCIPLES AND PRACTICES. PRENTICE HALL, NEW JERSEY, 640 p.



B - solos menos permeáveis que o anterior, solos arenosos menos profundos que o do tipo A e com permeabilidade superior à média.

C - solos que geram escoamento superficial acima da média e com capacidade de infiltração abaixo da média, contendo percentagem considerável de argila e pouco profundo.

D - solos contendo argilas expansivas e pouco profundos com muito baixa capacidade de infiltração, gerando a maior proporção de escoamento superficial.

### 6.2.3 Propagação da cheia no reservatório

Foi empregado o método de Puls para propagação de cheias em reservatórios. Este método consiste em uma expressão discretizada da equação da continuidade concentrada, e na relação entre vazão e armazenamento.

Discretização em diferenças finitas da equação da continuidade:

$$\frac{S_{t+1} - S_t}{\Delta t} = \frac{I_t + I_{t+1}}{2} - \frac{Q_t + Q_{t+1}}{2}$$

Como temos  $Q=f(S)$  representado pela curva de descarga do vertedouro e, usando os valores de  $I$  (hidrograma afluente), o esquema numérico produz o hidrograma de saída após o espraiamento da onda de cheia no reservatório.

A equação do vertedouro toma a seguinte forma:

$$Q = C.L.(Z - Z_w)^{\frac{3}{2}}$$

Em que:

$Z$  = cota (m);

$Z_w$  = cota da soleira (m);

$S$  = armazenamento ( $m^3$ );

$Q$  = vazão ( $m^3/s$ );

$C$  = coeficiente do sangradouro ( $m^{1/2}/s$ );

$L$  = largura do sangradouro (m);

A bacia hidrográfica do açude Beré foi dividida em 18 subbacias, cujos escoamentos foram propagados através de 9 trechos de canal natural. Finalmente, a propagação da cheia de projeto foi computada para o reservatório projetado como o objetivo de determinar as vazões máximas sobre o vertedouro. Esta abordagem foi necessária devido à complexidade do processo de geração de deflúvio influenciado pela geomorfologia e geologia complexa da chapada. O relevo da chapada é muito plano, os solos tem alta capacidade de infiltração, condicionando uma densidade de drenagem muito baixa. Este sistema é completamente distinto do ambiente que prevalece na depressão sertaneja, merecendo assim, um tratamento específico. A transição para o local da barragem é íngreme, levando a uma rápida aceleração do fluxo no trecho de riacho que precede a cidade de Jardim. Como foi descrito no início, o hidrograma afluente ao sítio barrado corresponde à composição dos hidrogramas nas subbacias, incluindo a propagação nos trechos de rio. A Figura 20 apresenta o desenho esquemático da rede de fluxo considerada na concepção do sistema construído especificamente para o projeto.

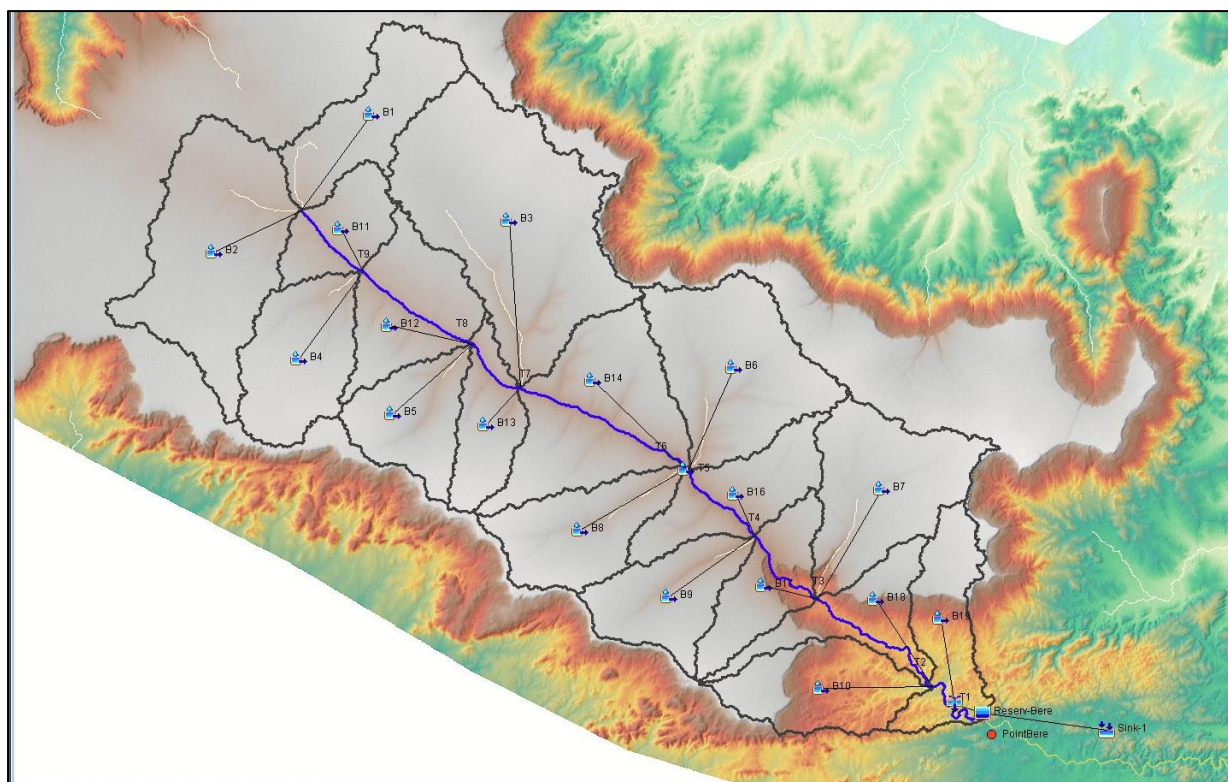


Figura 20 - Subbacias consideradas no estudo de cheias

### 6.3 Resultados

A implementação da metodologia de transformação chuva-vazão de acordo com o método SCS foi realizada com a utilização do programa HEC-HMS 4.7. Os parâmetros referentes à topografia da bacia para o cálculo dos tempos de concentração foram derivados do modelo numérico de terreno SRTM, com resolução espacial de 30m. O tempo de concentração da bacia calculado foi de 16 horas, aproximadamente. A estimativa do CN utilizou como dados de entrada a classificação dos usos da terra do projeto MAPBIOMAS versão 5.0 e os dados pedológicos da FUNCEME. Os tipos de solo hidrológicos predominantes (A, B e D) foram ponderados de acordo com as áreas de influência de interseção dos usos do solo com o mapa pedológico resultando em valores de CN individualizados por subbacia.

#### Hidrogramas de projeto

Para o dimensionamento do vertedouro, as cheias de projeto foram calculadas com os respectivos hidrogramas determinados para os tempos de recorrência de 1000 anos e 10000 anos. Os picos dos hidrogramas afluentes ao Açude Bere, associados aos tempos de retorno 1000 e 10000 anos foram, respectivamente, de 1080,5 m<sup>3</sup>/s e 1848,0 m<sup>3</sup>/s (Figura 22; Figura 24).

O vertedouro do projeto é um do tipo perfil Creager ( $C=2,1 \text{ m}^{1/2}/\text{s}$ ). As alternativas para o dimensionamento do vertedouro foram simuladas considerando a largura máxima do topo da barragem, cuja concepção indicou um arranjo com um vertedouro central no topo da crista de uma barragem CCR (Concreto Compactado a Rolo). São mostradas alternativas para o projeto do sangradouro em várias cotas, com respectivos valores dos picos de vazão (e lâminas máximas) amortecidas. Um sangradouro lateral, auxiliar, foi simulado de trabalhará de forma a aumentar a capacidade de descarga em cheias extremas, dando mais segurança à obra.

No apêndice são mostrados os dados intermediários e o detalhamento dos hidrogramas dos componentes. Os hidrogramas exemplo mostrados abaixo são os afluentes e defluentes na seção de projeto na cota 535.

Adicionalmente é apresentado o resultado da simulação onde se observa a variação do nível da barragem ao longo de um evento de cheia milenar e outro para um evento decamilenar.

As alternativas de cota e largura dos sangradouros (principal e auxiliar lateral) são mostradas na tabela a seguir. Os valores das cotas, vazões de pico e larguras constam como resultados das simulações realizadas para fornecer subsídios ao projetista da estrutura.

*Tabela 18 – Dimensionamento do sangradouro: alternativas*

Cota do sangradouro (estudo existente)	Cota aproximada SRTM	Volume na cota de sangria	Largura Vertedor central	Largura Vertedor auxiliar	Vazão de pico milenar	Lâmina de sangria	Q90
(m)	(m)	(hm <sup>3</sup> )	(m)	(m)	(m <sup>3</sup> /s)	(m)	(l/s)
520	535	1.318	80	120	1080.40	1.84	36
521	536	1.444	80	120	1080.36	1.84	38
522	537	1.579	80	120	1080.32	1.84	39
523	538	1.724	90	120	1080.28	1.78	41
524	539	1.878	90	120	1080.24	1.78	43
525	540	2.042	90	120	1080.20	1.78	45
526	541	2.218	90	120	1080.14	1.78	47
527	542	2.406	90	120	1080.08	1.78	50
528	543	2.606	100	120	1080.02	1.73	52
529	544	2.820	100	120	1079.96	1.73	55
530	545	3.047	100	120	1079.90	1.73	58
531	546	3.289	100	120	1079.82	1.73	61
532	547	3.547	100	120	1079.74	1.73	64
533	548	3.821	130	120	1079.66	1.59	68
534	549	4.112	130	120	1079.58	1.59	72
535	550	4.422	130	120	1079.50	1.59	75
536	551	4.750	130	120	1079.46	1.59	79
537	552	5.098	130	120	1079.42	1.59	84
538	553	5.467	150	120	1079.38	1.51	89
539	554	5.858	150	120	1079.34	1.51	93
540	555	6.272	150	120	1079.30	1.51	98
541	556	6.710	150	120	1078.78	1.51	104
542	557	7.172	150	120	1078.26	1.51	110
543	558	7.661	180	120	1077.74	1.40	116
544	559	8.177	180	120	1077.22	1.40	123
545	560	8.721	180	120	1076.70	1.40	130
546	561	9.294	180	120	1069.40	1.40	137
547	562	9.899	180	120	1062.10	1.39	145
548	563	10.535	190	120	1054.80	1.35	154
549	564	11.204	190	120	1047.50	1.35	162
550	565	11.908	190	120	1040.20	1.34	171

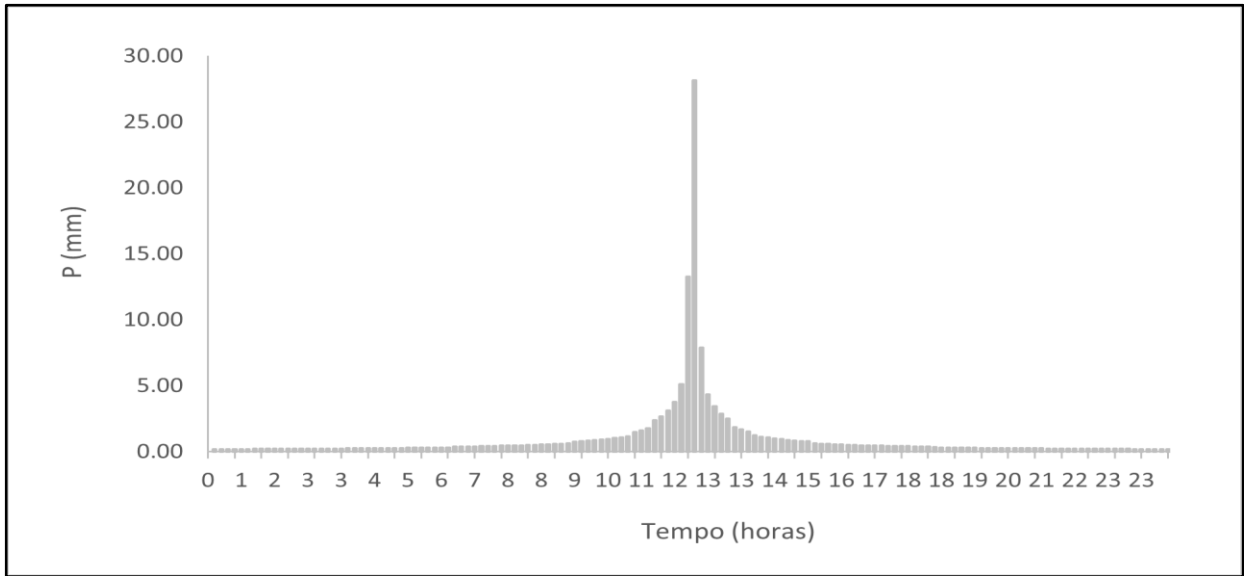


Figura 21 – Hietograma de projeto (Tempo de retorno: 1000 anos)

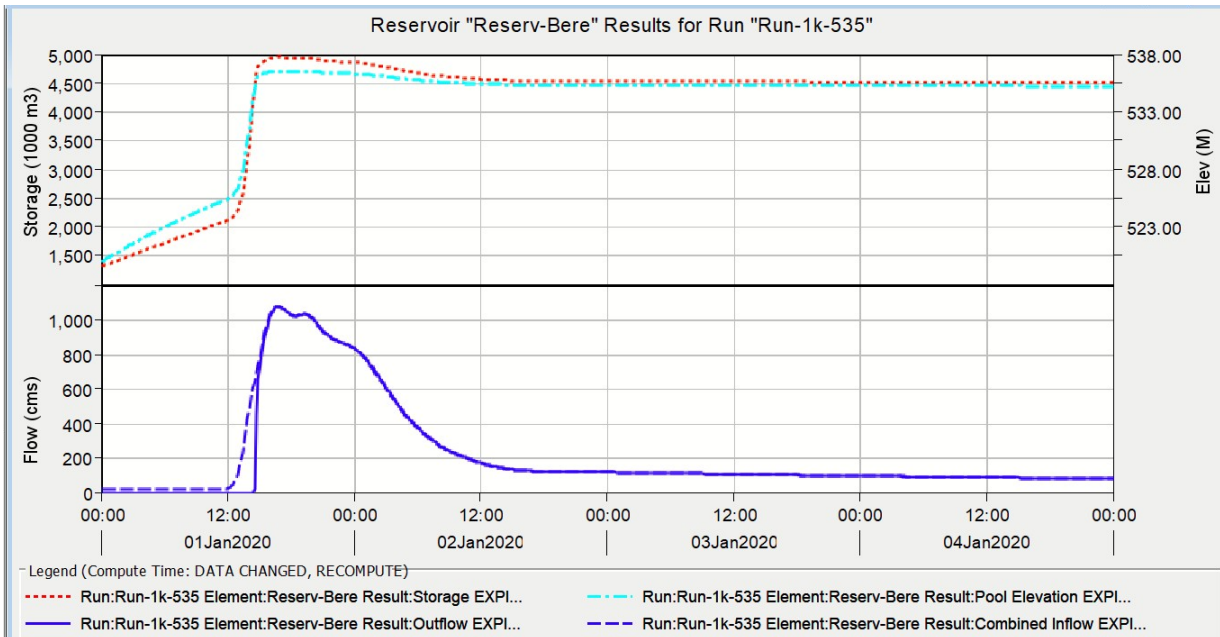


Figura 22 – Hidrogramas afluentes e defluentes (Tempo de retorno: 1000 anos)

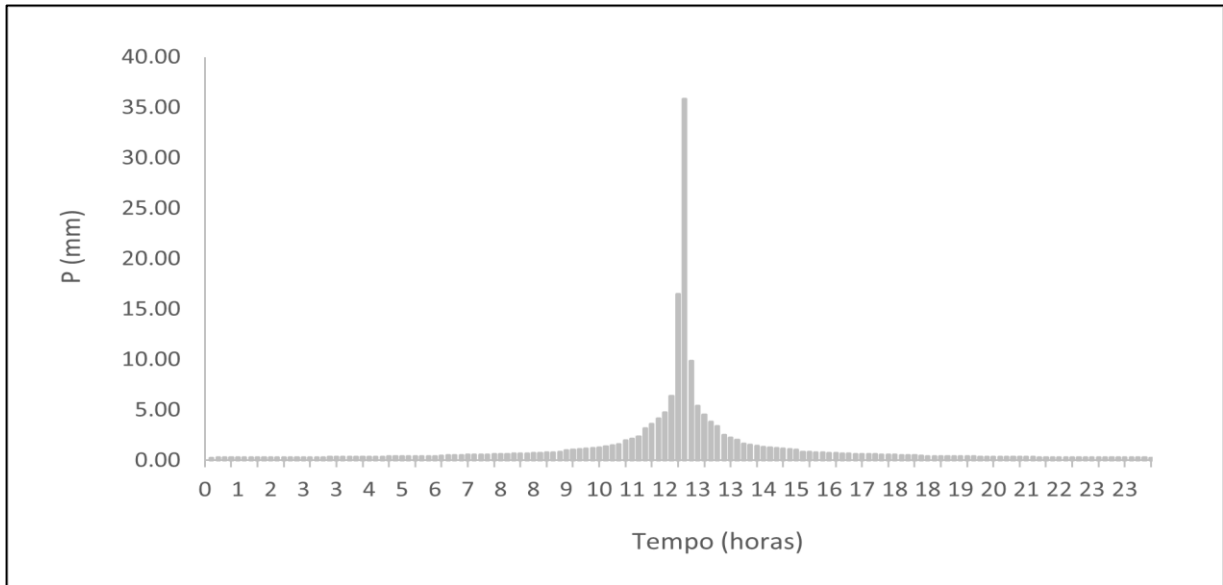


Figura 23 – Hietograma de verificação (Tempo de retorno: 10000 anos)

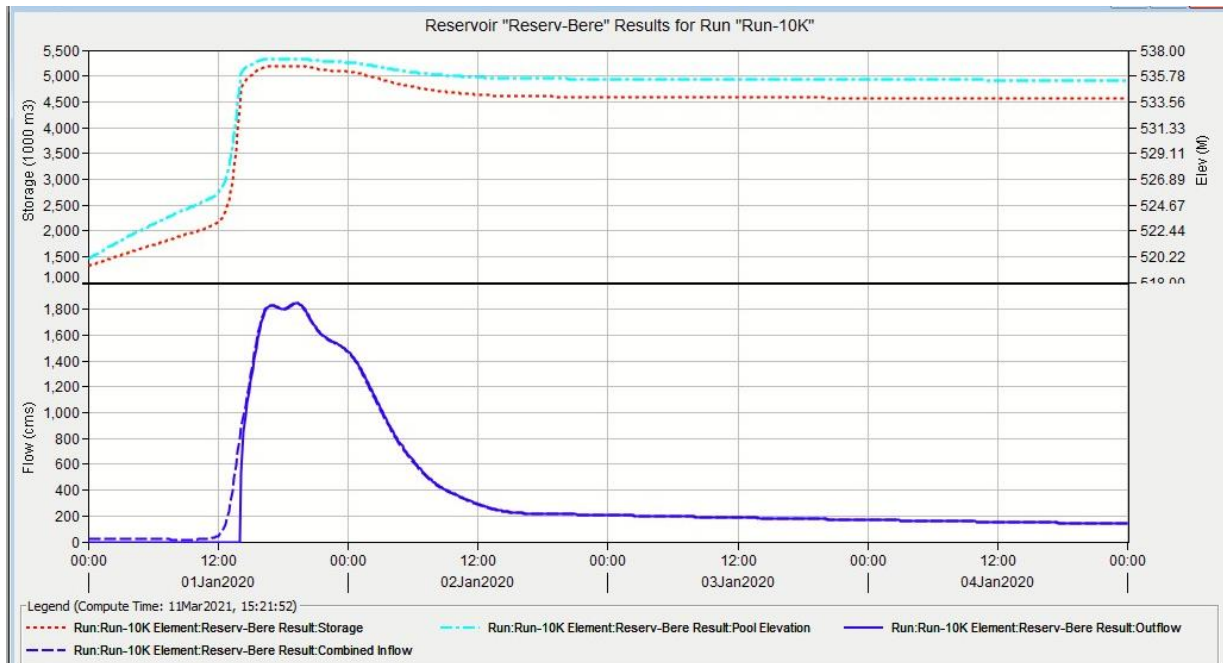


Figura 24 - Hidrogramas afluentes e defluentes (Tempo de retorno: 10000 anos)

## 7 Referências

*HEC-HMS TECHNICAL REFERENCE MANUAL. [s. d.]. DISPONÍVEL EM:*

*[HTTPS://WWW.HEC.USACE.ARMY.MIL/CONFLUENCE/HMSDOCS/HMSTRM](https://www.hec.usace.army.mil/confluence/hmsdocs/hmstrm). ACESSO EM: 26 JUN. 2020.*

*HEC-HMS USERS MANUAL. [s. d.]. DISPONÍVEL EM:*

*[HTTPS://WWW.HEC.USACE.ARMY.MIL/CONFLUENCE/HMSDOCS/HMSUM/4.5](https://www.hec.usace.army.mil/confluence/hmsdocs/hmsum/4.5). ACESSO EM: 26 JUN. 2020.*

*HEC-SSP USER'S MANUAL.PDF. [s. d.]. .*



## 8 Apêndices

### AI – ANÁLISE DE FREQUÊNCIA DE CHUVAS DIÁRIAS

-----  
General Frequency Analysis

28 Dec 2020 08:23 PM  
-----

--- Input Data ---

Analysis Name: BereAnaliseFreqPrecipMax

Description:

Data Set Name: jardim-precip-max-anual-739038

DSS File Name: D:\OneDrive\Documentos\HEC\Bere\Bere.dss

DSS Pathname: /BERE/739038/PRECIP/17Dec1910 - 01Jan2020/IR-Century/PRECIP-FUNCEME-CE-OBS/

Start Date:

End Date:

Project Path: D:\OneDrive\Documentos\HEC\Bere

Report File Name:

D:\OneDrive\Documentos\HEC\Bere\GeneralFrequencyResults\BereAnaliseFreqPrecipMax\BereAnaliseFreqPrecipMax.rpt

Result File Name:

D:\OneDrive\Documentos\HEC\Bere\GeneralFrequencyResults\BereAnaliseFreqPrecipMax\BereAnaliseFreqPrecipMax.xml

Plotting Position Type: Median

Probability Distribution Type: Pearson Type III 17C EMA

Use Log Transform

Upper Confidence Level: 0.05

Lower Confidence Level: 0.95

User-Specified Frequencies

Frequency: 0.01

Frequency: 0.1

Frequency: 0.2

Frequency: 0.5

Frequency: 1.0

Frequency: 2.0

Frequency: 5.0

Frequency: 10.0

Frequency: 20.0

Frequency: 50.0

Frequency: 80.0

Frequency: 90.0

Frequency: 95.0

Frequency: 99.0

Display ordinate values using 2 digits in fraction part of value

--- End of Input Data ---

Warning: Zero or missing data in systematic record for year 1932.

Warning: Zero or missing data in systematic record for year 2020.



Year	Peak	Value		Threshold		Type
		Low	High	Low	High	
1911	49.00	49.00	49.00	36.00	1.0E99	Syst
1912	57.60	57.60	57.60	36.00	1.0E99	Syst
1913	63.50	63.50	63.50	36.00	1.0E99	Syst
1914	67.00	67.00	67.00	36.00	1.0E99	Syst
1915	63.80	63.80	63.80	36.00	1.0E99	Syst
1916	53.50	53.50	53.50	36.00	1.0E99	Syst
1917	60.00	60.00	60.00	36.00	1.0E99	Syst
1918	48.60	48.60	48.60	36.00	1.0E99	Syst
1919	51.50	51.50	51.50	36.00	1.0E99	Syst
1920	93.00	93.00	93.00	36.00	1.0E99	Syst
1921	67.20	67.20	67.20	36.00	1.0E99	Syst
1922	65.00	65.00	65.00	36.00	1.0E99	Syst
1923	60.00	60.00	60.00	36.00	1.0E99	Syst
1924	97.50	97.50	97.50	36.00	1.0E99	Syst
1925	80.00	80.00	80.00	36.00	1.0E99	Syst
1926	80.00	80.00	80.00	36.00	1.0E99	Syst
1927	65.00	65.00	65.00	36.00	1.0E99	Syst
1928	66.00	66.00	66.00	36.00	1.0E99	Syst
1929	60.00	60.00	60.00	36.00	1.0E99	Syst
1930	80.50	80.50	80.50	36.00	1.0E99	Syst
1931	49.50	49.50	49.50	36.00	1.0E99	Syst
1932	0.00	1.0E-6	36.00	36.00	1.0E99	Syst
1933	198.00	198.00	198.00	36.00	1.0E99	Syst
1934	65.00	65.00	65.00	36.00	1.0E99	Syst
1935	64.50	64.50	64.50	36.00	1.0E99	Syst
1936	66.40	66.40	66.40	36.00	1.0E99	Syst
1937	63.00	63.00	63.00	36.00	1.0E99	Syst
1938	26.30	1.0E-6	36.00	36.00	1.0E99	Syst
1939	60.00	60.00	60.00	36.00	1.0E99	Syst
1940	61.00	61.00	61.00	36.00	1.0E99	Syst
1941	58.00	58.00	58.00	36.00	1.0E99	Syst
1942	65.00	65.00	65.00	36.00	1.0E99	Syst
1943	137.00	137.00	137.00	36.00	1.0E99	Syst
1944	100.00	100.00	100.00	36.00	1.0E99	Syst
1945	64.00	64.00	64.00	36.00	1.0E99	Syst
1946	77.70	77.70	77.70	36.00	1.0E99	Syst
1947	66.00	66.00	66.00	36.00	1.0E99	Syst
1948	56.00	56.00	56.00	36.00	1.0E99	Syst
1949	57.00	57.00	57.00	36.00	1.0E99	Syst
1950	52.00	52.00	52.00	36.00	1.0E99	Syst
1951	61.00	61.00	61.00	36.00	1.0E99	Syst
1952	50.60	50.60	50.60	36.00	1.0E99	Syst
1953	160.00	160.00	160.00	36.00	1.0E99	Syst
1954	54.00	54.00	54.00	36.00	1.0E99	Syst
1955	40.00	40.00	40.00	36.00	1.0E99	Syst
1956	46.00	46.00	46.00	36.00	1.0E99	Syst
1957	65.00	65.00	65.00	36.00	1.0E99	Syst
1958	60.00	60.00	60.00	36.00	1.0E99	Syst
1959	52.00	52.00	52.00	36.00	1.0E99	Syst
1960	96.00	96.00	96.00	36.00	1.0E99	Syst
1961	65.00	65.00	65.00	36.00	1.0E99	Syst
1962	103.00	103.00	103.00	36.00	1.0E99	Syst
1963	50.60	50.60	50.60	36.00	1.0E99	Syst
1964	89.80	89.80	89.80	36.00	1.0E99	Syst
1965	74.80	74.80	74.80	36.00	1.0E99	Syst
1966	68.40	68.40	68.40	36.00	1.0E99	Syst
1967	90.20	90.20	90.20	36.00	1.0E99	Syst
1968	56.40	56.40	56.40	36.00	1.0E99	Syst
1969	58.40	58.40	58.40	36.00	1.0E99	Syst
1970	68.00	68.00	68.00	36.00	1.0E99	Syst
1971	67.40	67.40	67.40	36.00	1.0E99	Syst
1972	64.40	64.40	64.40	36.00	1.0E99	Syst

1973	100.20	100.20	100.20	36.00	1.0E99	Syst
1974	82.40	82.40	82.40	36.00	1.0E99	Syst
1975	85.20	85.20	85.20	36.00	1.0E99	Syst
1976	86.20	86.20	86.20	36.00	1.0E99	Syst
1977	101.00	101.00	101.00	36.00	1.0E99	Syst
1978	95.60	95.60	95.60	36.00	1.0E99	Syst
1979	94.40	94.40	94.40	36.00	1.0E99	Syst
1980	90.40	90.40	90.40	36.00	1.0E99	Syst
1981	63.80	63.80	63.80	36.00	1.0E99	Syst
1982	49.60	49.60	49.60	36.00	1.0E99	Syst
1983	50.00	50.00	50.00	36.00	1.0E99	Syst
1984	68.20	68.20	68.20	36.00	1.0E99	Syst
1985	89.40	89.40	89.40	36.00	1.0E99	Syst
1986	63.00	63.00	63.00	36.00	1.0E99	Syst
1987	42.80	42.80	42.80	36.00	1.0E99	Syst
1988	93.00	93.00	93.00	36.00	1.0E99	Syst
1989	55.00	55.00	55.00	36.00	1.0E99	Syst
1990	74.00	74.00	74.00	36.00	1.0E99	Syst
1991	37.00	37.00	37.00	36.00	1.0E99	Syst
1992	69.00	69.00	69.00	36.00	1.0E99	Syst
1993	54.00	54.00	54.00	36.00	1.0E99	Syst
1994	75.00	75.00	75.00	36.00	1.0E99	Syst
1995	61.00	61.00	61.00	36.00	1.0E99	Syst
1996	89.40	89.40	89.40	36.00	1.0E99	Syst
1997	115.00	115.00	115.00	36.00	1.0E99	Syst
1998	105.00	105.00	105.00	36.00	1.0E99	Syst
1999	117.00	117.00	117.00	36.00	1.0E99	Syst
2000	47.10	47.10	47.10	36.00	1.0E99	Syst
2001	110.00	110.00	110.00	36.00	1.0E99	Syst
2002	75.00	75.00	75.00	36.00	1.0E99	Syst
2003	80.00	80.00	80.00	36.00	1.0E99	Syst
2004	68.00	68.00	68.00	36.00	1.0E99	Syst
2005	83.00	83.00	83.00	36.00	1.0E99	Syst
2006	80.00	80.00	80.00	36.00	1.0E99	Syst
2007	101.00	101.00	101.00	36.00	1.0E99	Syst
2008	80.00	80.00	80.00	36.00	1.0E99	Syst
2009	101.00	101.00	101.00	36.00	1.0E99	Syst
2010	70.00	70.00	70.00	36.00	1.0E99	Syst
2011	100.00	100.00	100.00	36.00	1.0E99	Syst
2012	65.00	65.00	65.00	36.00	1.0E99	Syst
2013	137.00	137.00	137.00	36.00	1.0E99	Syst
2014	68.00	68.00	68.00	36.00	1.0E99	Syst
2015	75.00	75.00	75.00	36.00	1.0E99	Syst
2016	85.00	85.00	85.00	36.00	1.0E99	Syst
2017	36.00	36.00	36.00	36.00	1.0E99	Syst
2018	70.00	70.00	70.00	36.00	1.0E99	Syst
2019	63.00	63.00	63.00	36.00	1.0E99	Syst
2020	0.00	1.0E-6	36.00	36.00	1.0E99	Syst

Fitted log10 Moments	Mean	Variance	Std Dev	Skew
EMA at-site data w/o regional info	1.840831	0.019055	0.138040	0.259732
EMA w/ regional info and B17b MSE(G)	1.840831	0.019055	0.138040	0.259732
EMA w/ regional info and specified MSE(G)	1.840831	0.019055	0.138040	0.259732

EMA Estimate of MSE[G at-site] 0.060561  
MSE[G at-site systematic] 0.060561  
Equivalent Record Length [G at-site] 110.000000  
Equivalent Record Length [Syst+Hist-LowOutl] 107.000000  
Grubbs-Beck Critical Value 36.000000

<< Plotting Positions >>

jardim-precip-max-anual-739038

Events Analyzed				Ordered Events			
Day	Mon	Year	PRECIP mm	Rank	Water Year	PRECIP mm	Median Plot Pos
17	Mar	1911	49.00	1	1933	198.00	0.63
16	Jan	1912	57.60	2	1953	160.00	1.54
10	Mar	1913	63.50	3	2013	137.00	2.45
19	Jan	1914	67.00	4	1943	137.00	3.35
16	Dec	1915	63.80	5	1999	117.00	4.26
26	Apr	1916	53.50	6	1997	115.00	5.16
20	Feb	1917	60.00	7	2001	110.00	6.07
13	Mar	1918	48.60	8	1998	105.00	6.97
18	Feb	1919	51.50	9	1962	103.00	7.88
01	Feb	1920	93.00	10	2009	101.00	8.79
16	Feb	1921	67.20	11	2007	101.00	9.69
28	Nov	1922	65.00	12	1977	101.00	10.60
29	May	1923	60.00	13	1973	100.20	11.50
18	May	1924	97.50	14	2011	100.00	12.41
13	Jan	1925	80.00	15	1944	100.00	13.32
07	Apr	1926	80.00	16	1924	97.50	14.22
24	Feb	1927	65.00	17	1960	96.00	15.13
06	Mar	1928	66.00	18	1978	95.60	16.03
04	Dec	1929	60.00	19	1979	94.40	16.94
30	Jan	1930	80.50	20	1988	93.00	17.84
07	Feb	1931	49.50	21	1920	93.00	18.75
01	Jan	1932	0.00	22	1980	90.40	19.66
29	Jan	1933	198.00	23	1967	90.20	20.56
28	Apr	1934	65.00	24	1964	89.80	21.47
06	May	1935	64.50	25	1996	89.40	22.37
15	Jan	1936	66.40	26	1985	89.40	23.28
30	Mar	1937	63.00	27	1976	86.20	24.18
18	Jan	1938	26.30	28	1975	85.20	25.09
09	Apr	1939	60.00	29	2016	85.00	26.00
24	Mar	1940	61.00	30	2005	83.00	26.90
29	Mar	1941	58.00	31	1974	82.40	27.81
18	Oct	1942	65.00	32	1930	80.50	28.71
27	Nov	1943	137.00	33	2008	80.00	29.62
06	Mar	1944	100.00	34	2006	80.00	30.53
03	Mar	1945	64.00	35	2003	80.00	31.43
10	Apr	1946	77.70	36	1926	80.00	32.34
23	Oct	1947	66.00	37	1925	80.00	33.24
10	Mar	1948	56.00	38	1946	77.70	34.15
17	Mar	1949	57.00	39	2015	75.00	35.05
03	Oct	1950	52.00	40	2002	75.00	35.96
30	Jan	1951	61.00	41	1994	75.00	36.87
16	May	1952	50.60	42	1965	74.80	37.77
18	Mar	1953	160.00	43	1990	74.00	38.68
06	Mar	1954	54.00	44	2018	70.00	39.58
07	Apr	1955	40.00	45	2010	70.00	40.49
01	Dec	1956	46.00	46	1992	69.00	41.39
28	Jan	1957	65.00	47	1966	68.40	42.30
15	Jan	1958	60.00	48	1984	68.20	43.21
20	Jan	1959	52.00	49	2014	68.00	44.11
11	Apr	1960	96.00	50	2004	68.00	45.02
18	Feb	1961	65.00	51	1970	68.00	45.92
01	Jul	1962	103.00	52	1971	67.40	46.83
27	Feb	1963	50.60	53	1921	67.20	47.74
27	Jan	1964	89.80	54	1914	67.00	48.64
11	Apr	1965	74.80	55	1936	66.40	49.55
10	Feb	1966	68.40	56	1947	66.00	50.45
03	Mar	1967	90.20	57	1928	66.00	51.36
27	Dec	1968	56.40	58	2012	65.00	52.26
15	Mar	1969	58.40	59	1961	65.00	53.17
03	Mar	1970	68.00	60	1957	65.00	54.08
22	Apr	1971	67.40	61	1942	65.00	54.98

06 Nov 1972	64.40	62	1934	65.00	55.89
10 Apr 1973	100.20	63	1927	65.00	56.79
23 Feb 1974	82.40	64	1922	65.00	57.70
21 Jan 1975	85.20	65	1935	64.50	58.61
30 Nov 1976	86.20	66	1972	64.40	59.51
26 Feb 1977	101.00	67	1945	64.00	60.42
25 Feb 1978	95.60	68	1981	63.80	61.32
15 Jan 1979	94.40	69	1915	63.80	62.23
14 Jan 1980	90.40	70	1913	63.50	63.13
24 Mar 1981	63.80	71	2019	63.00	64.04
01 Feb 1982	49.60	72	1986	63.00	64.95
28 Nov 1983	50.00	73	1937	63.00	65.85
20 Jan 1984	68.20	74	1995	61.00	66.76
04 Jan 1985	89.40	75	1951	61.00	67.66
08 Mar 1986	63.00	76	1940	61.00	68.57
14 Feb 1987	42.80	77	1958	60.00	69.47
11 Jan 1988	93.00	78	1939	60.00	70.38
13 Jan 1989	55.00	79	1929	60.00	71.29
04 Apr 1990	74.00	80	1923	60.00	72.19
25 Mar 1991	37.00	81	1917	60.00	73.10
30 Jan 1992	69.00	82	1969	58.40	74.00
04 Dec 1993	54.00	83	1941	58.00	74.91
20 Dec 1994	75.00	84	1912	57.60	75.82
06 Apr 1995	61.00	85	1949	57.00	76.72
06 May 1996	89.40	86	1968	56.40	77.63
15 Apr 1997	115.00	87	1948	56.00	78.53
18 Feb 1998	105.00	88	1989	55.00	79.44
14 May 1999	117.00	89	1993	54.00	80.34
16 Apr 2000	47.10	90	1954	54.00	81.25
27 Oct 2001	110.00	91	1916	53.50	82.16
13 Jan 2002	75.00	92	1959	52.00	83.06
20 Jan 2003	80.00	93	1950	52.00	83.97
17 Jan 2004	68.00	94	1919	51.50	84.87
18 Mar 2005	83.00	95	1963	50.60	85.78
07 May 2006	80.00	96	1952	50.60	86.68
22 Apr 2007	101.00	97	1983	50.00	87.59
27 Feb 2008	80.00	98	1982	49.60	88.50
02 May 2009	101.00	99	1931	49.50	89.40
09 Apr 2010	70.00	100	1911	49.00	90.31
03 Nov 2011	100.00	101	1918	48.60	91.21
19 Feb 2012	65.00	102	2000	47.10	92.12
14 Jan 2013	137.00	103	1956	46.00	93.03
19 Nov 2014	68.00	104	1987	42.80	93.93
04 May 2015	75.00	105	1955	40.00	94.84
08 Jan 2016	85.00	106	1991	37.00	95.74
29 Jan 2017	36.00	107	2017	36.00	96.65
07 Feb 2018	70.00	108	1938	26.30*	97.55
10 Apr 2019	63.00	109	2020	0.00*	98.46
01 Jan 2020	0.00	110	1932	0.00*	99.37

\* Outlier

<< Frequency Curve >>  
jardim-precip-max-anual-739038

Computed Curve PRECIP, mm	Variance Log(EMA)	Percent Chance Exceedance	Confidence Limits	
			0.05 PRECIP, mm	0.95
270.58	0.00882	0.010	469.38	207.86
208.40	0.00440	0.100	304.99	172.50
191.34	0.00340	0.200	266.52	161.83
169.81	0.00231	0.500	221.93	147.60
154.19	0.00165	1.000	192.35	136.68
139.05	0.00113	2.000	165.90	125.54
119.57	0.00064	5.000	135.22	110.25
104.99	0.00040	10.000	114.87	98.05

90.14	0.00027	20.000	96.46	84.93
68.37	0.00020	50.000	72.22	64.73
52.88	0.00020	80.000	55.78	49.96
46.58	0.00026	90.000	49.31	43.36
42.11	0.00040	95.000	44.92	38.29
35.18	0.00101	99.000	38.81	30.08

<< Multiple Grubbs-Beck Test P-Values >>  
jardim-precip-max-anual-739038

Number Of Low Outliers	P-Values
1	0.000E0*
2	0.000E0*
3	3.011E-4
4	1.240E-1
5	7.456E-2
6	2.142E-1
7	4.952E-1
8	8.858E-1
9	9.211E-1
10	9.720E-1
11	9.628E-1
12	9.581E-1
13	9.243E-1
14	9.080E-1
15	9.125E-1
16	8.451E-1
17	8.927E-1
18	8.906E-1
19	8.173E-1
20	9.388E-1
21	9.413E-1
22	8.964E-1
23	9.467E-1
24	9.767E-1
25	9.760E-1
26	9.823E-1
27	9.874E-1
28	9.874E-1
29	9.876E-1
30	9.990E-1
31	9.977E-1
32	9.952E-1
33	9.901E-1
34	9.809E-1
35	9.936E-1
36	9.873E-1
37	9.760E-1
38	9.989E-1
39	9.977E-1
40	9.952E-1
41	9.963E-1
42	9.958E-1
43	9.916E-1
44	9.885E-1
45	9.887E-1
46	9.820E-1
47	9.847E-1
48	9.721E-1
49	9.514E-1
50	9.191E-1
51	8.719E-1
52	8.068E-1
53	7.230E-1
54	8.087E-1

55	7.253E-1
----	----------

\* = p-value corresponds to a zero flow value.

jardim-precip-max-anual-739038

Log Transform: PRECIP, mm		Number of Events	
Mean	1.841	Historic Events	0
Standard Dev	0.138	High Outliers	0
Station Skew	0.260	Low Outliers	3
Regional Skew	---	Zero Events	0
Weighted Skew	---	Missing Events	0
Adopted Skew	0.260	Systematic Events	110

--- End of Analytical Frequency Curve ---

## A2 – SÉRIES HIDROLÓGICAS CALCULADAS

### A2.1 - Pluviometria média na bacia do açude Bere

ANO	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ	TOTAL
1913	83.9	202.7	224.4	163.6	81.6	18.4	23	5.5	6.6	65.4	13	146.4	1034.5
1914	331.9	93.5	114.4	102.6	14.2	71.1	44.4	83.2	1.2	23.8	2	6.9	889.2
1915	104.5	17.8	131.1	103.9	10.6	5.2	2.9	5	1.3	0.5	12.3	219.9	615.0
1916	104.5	149.8	268.9	218.2	85.8	36	5	2.7	0	5.1	47.4	58.2	981.6
1917	460.9	511.5	281.8	116.4	43	17.9	2.9	0.8	7.6	29.3	84.1	104.4	1660.6
1918	236.2	86.9	352.1	105.9	109.7	28.5	8.7	33.9	5.7	20.5	34.9	53.6	1076.6
1919	45	123.3	68.9	55.4	20.1	20.9	36.5	10.8	8.5	6.7	3.7	5.9	405.7
1920	33.5	164.9	354.3	254.4	26.9	14.1	19.7	1.5	18.1	41.3	7.8	141.2	1077.7
1921	109.5	415.7	470.1	163.2	80.7	9.7	25.6	2.7	6.8	79.7	30.5	53.2	1447.4
1922	117.3	311.5	190.6	414	132.7	91.3	66	37	2.2	24.4	137.8	71.5	1596.3
1923	146.1	328.2	187.2	246.9	81.5	23.9	21.9	1.6	1.4	17.5	55.8	1.9	1113.9
1924	106	422.7	366.6	625.6	224.8	115.2	21.1	13.9	2.1	98.9	27.7	140	2164.6
1925	296	164.3	190	137.9	56.1	4.7	11.7	1.1	70.3	30.3	32.6	79	1074.0
1926	127.7	148.4	267.6	167.7	62.2	24	6.6	5	0.6	5.8	28	17.6	861.2
1927	51.3	225.6	196.2	72.7	32.5	7.6	31.9	7.3	2	5.3	7.6	95.8	735.8
1928	80.8	29.9	316.8	128	50.1	34.1	18.8	3.7	5.5	1.9	27.3	76.4	773.3
1929	150.4	197	222.3	79.5	58	3.2	3.5	3.8	3.3	17.3	16.8	132	887.1
1930	90.4	90.4	238.8	70.4	64.7	19.1	0.1	0	0.6	28.8	1.2	80.6	685.1
1931	44.1	231.3	181.3	97.9	32.3	12.4	4.7	0.8	0	26.1	1.3	2.8	635.0
1932	68.9	55	68.6	37.2	12.7	15.2	11.4	0	30.2	2	19.3	4.9	325.4
1933	310.7	129.5	221.3	199.4	10.3	14.4	1.3	0.4	1.8	5.7	95.8	43.8	1034.4
1934	119.1	158.2	354.9	173.6	97.6	29.9	1.2	0.3	9.4	0.5	59.3	119.1	1123.1
1935	144.5	216.4	176.8	192.4	158.2	32.9	12.7	6.2	6.2	3.5	8	16.4	974.2
1936	107.5	270.5	32.5	81.3	33.7	60.9	9.7	10.1	0	20	14.1	35.1	675.4
1937	67.7	241.5	85.1	127.3	176.1	58.1	14.5	14.6	9.4	15.8	11.1	29.8	851.0
1938	67	50.9	186	44.1	24.8	16.1	0	2.8	0.3	0.8	6.8	5.1	404.7
1939	41.4	202.6	215.1	97.8	16	7.4	12.1	3.1	6.2	21	48.8	25.9	697.4
1940	183.5	136.7	335.2	122.3	129.6	22.6	9.8	12.3	5.1	5.7	41.6	34.3	1038.7
1941	53.2	119.9	298.3	99.7	113.5	48.6	33.7	18.8	1.7	4.6	21.5	46.9	860.4
1942	44.7	65.5	97	86.8	17.9	11.6	3.6	12.5	2.5	81.3	13.2	103.1	539.7
1943	166.5	92.5	405.5	181.4	32.2	10.2	17.3	7.6	3.6	6.5	94	39.6	1056.9
1944	67.1	73.4	262.5	193.4	34.8	21.8	10.2	7.4	8.2	5.5	33	213.6	930.9
1945	123.2	161.6	154.9	54	211.3	40	34	0	0	76.2	7.9	72.3	935.4
1946	194.8	181	178	118.3	35.7	30.8	6.8	10.9	4.9	4.9	83.9	99.2	949.2
1947	141.6	113	431.2	277.4	26.2	16.7	9.8	3.9	3.7	26.7	168.9	53.3	1272.4
1948	79.6	60.2	300	87.1	64.7	42	48.1	9.8	4.2	14	7.9	73.4	791.0
1949	31.7	155.7	163.6	201.1	52.2	12.1	14.7	30.7	6.1	12.8	141.6	4.9	827.2
1950	20.6	122.3	207.3	232.1	16	9.7	3.6	4.8	11.2	56.3	10.3	43.9	738.1
1951	88.7	59.3	89	147.5	82.8	48	13.6	3.6	0	3.6	9.4	25.7	571.2
1952	85.9	166.4	163.4	127	45.9	8	0	0	3.8	4.6	9.5	70.4	684.9
1953	13.8	92.3	192.1	102.8	21.4	66.8	1.9	0	28.2	5.9	85.6	10.9	621.7

<b>1954</b>	64.8	127.5	234.5	102.5	76.3	26.2	8.2	2.3	1	0	61.9	26	<b>731.2</b>
<b>1955</b>	88.3	170.3	222.8	125.2	31.9	0	0	0	0	9.8	0.6	87.5	<b>736.4</b>
<b>1956</b>	4.5	375	203.8	150.9	41.8	11.6	11.4	10.4	0	50	23.2	81.6	<b>964.2</b>
<b>1957</b>	104.2	78.9	339.6	199.7	27.9	13.5	1.2	0	0	0	0	45.4	<b>810.4</b>
<b>1958</b>	37.6	104.4	171.5	9.6	28.1	2.2	21.8	0	0	0	0	45.6	<b>420.8</b>
<b>1959</b>	148.5	257.4	209.5	107.2	22.3	42.4	13.3	40.6	0	18.1	21.3	0.3	<b>880.9</b>
<b>1960</b>	84.3	59.7	640.5	133.6	44.8	11.6	1.5	1.5	0	10.4	8	45.1	<b>1041.0</b>
<b>1961</b>	103.3	235.6	293.6	59.7	7.4	25.3	32.3	4.3	0	3.1	0	58.3	<b>822.9</b>
<b>1962</b>	86.7	231.6	192.8	147.3	61.3	23.3	42.8	2.6	0.1	16.1	106.2	79.9	<b>990.7</b>
<b>1963</b>	134.6	342.6	198.1	78.9	20.5	8.5	1.2	0	1.2	23.6	93.9	181.4	<b>1084.5</b>
<b>1964</b>	228.1	258	254.1	288.9	77.8	39.6	25.6	24.9	6.7	6.2	12.3	20	<b>1242.2</b>
<b>1965</b>	154.4	90.1	252.9	284.8	32.6	48	2.2	12.5	5.1	55.1	4.1	25.9	<b>967.7</b>
<b>1966</b>	107.5	323.6	96.5	121.8	20.8	63.8	25	0	3.2	7.5	47	91.4	<b>908.1</b>
<b>1967</b>	154.4	288.2	335.4	220.3	89.7	12.9	7.5	2.4	14.3	4.5	9	43.7	<b>1182.3</b>
<b>1968</b>	205.4	116.3	395	83	86.6	11.2	6.1	0.9	0	5.1	60.5	76.4	<b>1046.5</b>
<b>1969</b>	136.4	124.5	230.5	116.8	56.6	42.9	48.8	5.2	4.7	3.6	4.7	52.9	<b>827.6</b>
<b>1970</b>	146.4	96.7	203.9	135	2.6	3.6	1.7	2.4	2.2	52.4	29.6	12.8	<b>689.3</b>
<b>1971</b>	185.2	307.9	232.7	216	47.7	31.2	16.3	0	3.7	20	29.2	51.4	<b>1141.3</b>
<b>1972</b>	204.5	162.6	142.7	78.8	99.3	24.2	1.6	36	0.6	16.4	11.2	141.6	<b>919.5</b>
<b>1973</b>	93.5	71.1	192.1	331.4	60.3	108.3	49.7	21.2	7.8	64.3	5.4	75.4	<b>1080.5</b>
<b>1974</b>	166.1	381	354.7	354	47.7	21.3	20.2	0	13.8	13.5	17.7	42.1	<b>1432.1</b>
<b>1975</b>	231.5	134.2	344.1	132.8	64.4	63.1	46.8	0	6.5	14.8	17.3	51.9	<b>1107.4</b>
<b>1976</b>	50.8	195.4	199.9	120.2	11.6	1.6	0	0	51	100.8	148.7	88.3	<b>968.3</b>
<b>1977</b>	152.5	163.3	237.9	248.7	119.5	29	46.9	0	3.6	7.8	4.8	69.4	<b>1083.4</b>
<b>1978</b>	103.3	284.1	161.9	225.5	127	22.6	23.6	0	19.4	9.1	26.8	51	<b>1054.3</b>
<b>1979</b>	212	185	275.5	191.2	76.8	3.3	2.6	6.3	13.3	3.4	67	39.7	<b>1076.1</b>
<b>1980</b>	220.7	300.5	170.7	25.7	8.4	12.1	7	0	6.4	15.7	122	90.9	<b>980.1</b>
<b>1981</b>	67.6	40.6	352.8	87.9	2	22.9	0.3	2.1	0	1.6	6	85.7	<b>669.5</b>
<b>1982</b>	101.4	111.7	131.4	119.3	25.7	2.5	0.4	0	0.7	9.9	17.9	66.6	<b>587.5</b>
<b>1983</b>	83	222.5	105.9	43.8	3.9	18.4	7.2	1	0.1	1.7	14	32.6	<b>534.1</b>
<b>1984</b>	120.2	107.2	157.2	394.5	37.4	8.2	9.2	3.3	7.4	32	22.9	68.6	<b>968.1</b>
<b>1985</b>	334.7	388.6	282.8	385.9	114.6	54.6	25.8	4.2	13.7	5.3	9.5	217.2	<b>1836.9</b>
<b>1986</b>	115	188.9	327.6	207.9	33.3	28.5	30	12.8	7.4	25.5	79.2	23.2	<b>1079.3</b>
<b>1987</b>	110.5	136.9	258.8	103.6	33.8	47.6	27.6	0.9	12	4.7	10.4	8.3	<b>755.1</b>
<b>1988</b>	190.5	148.9	236.4	235.4	22	15.3	5.2	0.3	2.8	26.5	18.5	171.5	<b>1073.3</b>
<b>1989</b>	158.7	77.2	292.8	306.9	128.8	24.2	23.6	3.6	11.8	52.6	44.4	246	<b>1370.6</b>
<b>1990</b>	79.6	107.6	126.1	232	76	21.1	5.5	9.3	13.7	29.7	33	15.8	<b>749.4</b>
<b>1991</b>	116.1	161.6	229.7	159.5	51	7.6	2	2.4	0.8	0.5	30.2	3.1	<b>764.5</b>
<b>1992</b>	163.9	289.2	217.6	132	3	16.4	25.2	0	55.4	0	26.8	20.8	<b>950.3</b>
<b>1993</b>	44.8	156.5	138.7	95.1	34.6	6.6	23.4	2.9	6.8	11.6	44.4	38.7	<b>604.1</b>
<b>1994</b>	197.9	192.8	128.8	171.9	85.7	95.9	8.7	0	5.2	3.5	9.7	102.5	<b>1002.6</b>
<b>1995</b>	97.2	195.3	221.2	233.3	109.3	20.1	23.9	1.2	0	25.7	57.4	14.7	<b>999.3</b>
<b>1996</b>	254	200.5	204.7	190.4	104.3	15.8	7.5	8.7	14.9	30.7	175.6	82.8	<b>1289.9</b>
<b>1997</b>	123.6	139.3	238	152.9	98.6	18.4	12.6	18	0	32.1	29	78.8	<b>941.3</b>
<b>1998</b>	166.5	152.5	110.8	111	3.8	5.1	8.5	1.8	2.8	0	9.7	64.6	<b>637.1</b>
<b>1999</b>	265.9	94.3	296	86.1	113.4	0.7	2.4	0	1.1	37.9	31	100	<b>1028.8</b>
<b>2000</b>	124.2	206	114.1	221.2	24.5	9.7	4.3	14.6	25.5	4.6	9.2	110.6	<b>868.5</b>



<b>2001</b>	43.7	113.3	194.6	42	36.2	20.7	14	2	4.6	48	13.1	216.6	<b>748.8</b>
<b>2002</b>	285	60.4	207.7	77.6	33.2	8.6	65.6	1.2	7.9	2.1	20.3	41.1	<b>810.7</b>
<b>2003</b>	208.8	128.2	245.2	85.6	52.8	4.3	1.8	6.4	0	0	17.2	46.6	<b>796.9</b>
<b>2004</b>	477.5	413.5	156.2	105.3	68.6	9.7	8	1.7	0	0	21.9	23.1	<b>1285.5</b>
<b>2005</b>	127.9	87.6	260.7	61.3	84.2	25	6.5	4.9	0	0	0.8	101.4	<b>760.3</b>
<b>2006</b>	28.5	260.9	233.3	211.4	59.3	11.4	5.3	1.3	0	6.7	20.3	56.5	<b>894.9</b>
<b>2007</b>	64.3	291.9	109.7	144.3	57.6	1.2	1.2	0	0	0.6	21.9	96.5	<b>789.2</b>
<b>2008</b>	163.1	207.1	437.8	176.2	55.4	3.8	9.8	13	1.1	0	0.4	78.8	<b>1146.5</b>
<b>2009</b>	86.8	163.3	159.7	312.8	201.3	21.1	33.7	0.9	0	29.7	20.6	57	<b>1086.9</b>
<b>2010</b>	153.8	66.7	104.1	207	25.3	43.9	8.9	0	0.6	99.2	3.2	146.3	<b>859.0</b>
<b>2011</b>	233.6	276.4	222.8	112.8	127.7	5.2	10.6	29.6	0	104.3	89.4	39.4	<b>1251.8</b>
<b>2012</b>	68.8	183.9	154.6	34.2	16.1	10.6	1.8	0.9	1.3	0	8.3	62	<b>542.5</b>
<b>2013</b>	166.4	83.2	157.8	125.5	77.7	86.3	13.6	0.3	0	10.3	25.9	129.2	<b>876.2</b>
<b>2014</b>	59.5	121.9	264.4	125.5	57.7	2.8	13.4	0.7	2.8	17.3	104.2	43.3	<b>813.5</b>
<b>2015</b>	37.8	101.2	197.7	100.7	129.9	35.6	49.7	0.3	0.1	1.5	0.9	9.9	<b>665.3</b>
<b>2016</b>	209.2	73.6	173.9	20.7	67.2	12.9	0	0	4.1	0.1	0.5	56.1	<b>618.3</b>
<b>2017</b>	139	161.7	155	84.8	21.2	23	5.5	0	0.3	2.8	38.5	14.8	<b>646.6</b>
<b>2018</b>	90.4	316.9	138.3	184.1	33.7	8.4	0.6	0	0.2	17.3	69.6	174.8	<b>1034.3</b>
<b>2019</b>	111	73.3	271	187.5	37.4	58.1	9.8	0	0	3	23.1	43.6	<b>817.8</b>
<b>PERÍODO: 1913-2019</b>													
	<b>Jan</b>	<b>Fev</b>	<b>Mar</b>	<b>Abr</b>	<b>Mai</b>	<b>Jun</b>	<b>Jul</b>	<b>Ago</b>	<b>Set</b>	<b>Out</b>	<b>Nov</b>	<b>Dez</b>	<b>Total</b>
<b>MÉDIA</b>	132.9	175.8	224.7	155.8	60.0	25.4	15.0	6.6	6.6	19.8	34.3	68.4	<b>924.9</b>
<b>DESVPAD</b>	85.0	99.5	95.8	95.0	46.1	23.5	15.1	11.5	10.9	24.7	38.7	53.6	<b>286.5</b>
<b>CV</b>	0.64	0.57	0.43	0.61	0.77	0.92	1.01	1.75	1.65	1.25	1.13	0.78	<b>0.31</b>

<b>PERÍODO: 1920-2019</b>													
	<b>Jan</b>	<b>Fev</b>	<b>Mar</b>	<b>Abr</b>	<b>Mai</b>	<b>Jun</b>	<b>Jul</b>	<b>Ago</b>	<b>Set</b>	<b>Out</b>	<b>Nov</b>	<b>Dez</b>	<b>Total</b>
<b>MÉDIA</b>	128.5	176.2	226.0	158.0	60.6	25.2	14.8	5.6	6.3	19.7	34.8	67.3	<b>923.0</b>
<b>DESVPAD</b>	77.4	95.0	95.7	97.1	46.7	23.7	15.0	8.6	11.2	24.9	39.3	51.8	<b>279.9</b>
<b>CV</b>	0.60	0.54	0.42	0.61	0.77	0.94	1.01	1.53	1.78	1.27	1.13	0.77	<b>0.30</b>

#### A2.2 - Deflúvios médios mensais (mm) calculados com o MODHAC – Açude Bere

<b>ANO</b>	<b>JAN</b>	<b>FEV</b>	<b>MAR</b>	<b>ABR</b>	<b>MAI</b>	<b>JUN</b>	<b>JUL</b>	<b>AGO</b>	<b>SET</b>	<b>OUT</b>	<b>NOV</b>	<b>DEZ</b>	<b>TOTAL</b>
<b>1913</b>	0.1	1.3	9.3	3.2	2.7	0.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.8	<b>18.1</b>
<b>1914</b>	13.8	2.5	0.8	0.3	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	<b>17.6</b>
<b>1915</b>	0.0	0.1	0.6	5.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	9.2	<b>15.3</b>

1916	0.2	0.1	8.4	4.5	6.3	0.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	20.3
1917	36.6	83.7	94.7	11.7	9.1	1.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	237.1
1918	3.5	0.8	14.5	5.4	3.0	0.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	27.8
1919	0.0	0.1	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.2
1920	0.0	0.3	16.8	12.9	3.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	33.5
1921	2.6	22.3	63.0	31.7	7.5	1.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	128.7
1922	0.1	13.9	2.2	62.6	7.4	6.6	1.6	0.0	0.0	0.0	0.0	5.6	99.9
1923	0.0	11.1	6.3	23.2	2.8	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	43.6
1924	0.0	31.9	25.2	146.6	40.7	18.1	12.6	1.9	0.0	0.0	0.0	0.0	277.2
1925	9.0	6.1	2.5	12.9	1.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	31.8
1926	0.1	0.3	10.9	6.4	2.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	20.1
1927	0.0	0.2	8.0	1.7	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	10.0
1928	0.0	0.0	6.8	9.4	0.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	17.1
1929	0.0	1.1	6.3	2.0	0.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.4	11.6
1930	0.0	0.2	7.1	1.1	0.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	8.8
1931	0.0	3.4	4.2	1.9	0.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	9.9
1932	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1933	18.8	3.0	8.0	9.6	4.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	43.5
1934	0.0	0.0	17.2	6.4	3.7	1.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	29.0
1935	0.1	2.8	2.3	4.0	13.2	1.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	23.8
1936	0.0	7.8	1.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	9.5
1937	0.0	3.3	0.7	2.2	0.6	0.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	7.3
1938	0.0	0.0	0.1	0.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.5
1939	0.0	1.8	9.4	1.9	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	13.2
1940	0.0	0.5	16.9	3.7	3.5	2.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	26.6
1941	0.0	0.1	9.4	2.0	2.6	0.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	14.7
1942	0.0	0.0	0.0	0.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.3
1943	4.7	3.2	28.8	10.5	4.0	0.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	51.4
1944	0.0	0.0	5.5	6.7	1.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2.2	15.9
1945	1.0	2.6	1.8	1.5	0.6	0.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	8.0
1946	0.0	3.4	1.4	2.2	1.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	8.2
1947	0.0	0.4	29.7	60.2	7.5	1.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	98.9
1948	0.0	0.0	7.0	1.3	0.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	9.1
1949	0.0	0.3	0.8	9.3	0.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	11.3
1950	0.0	0.0	3.1	8.1	2.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	13.1
1951	0.0	0.0	0.0	0.2	0.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.8
1952	0.1	0.1	0.8	1.4	1.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	3.4
1953	0.0	0.0	4.7	1.2	0.4	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	6.4
1954	0.0	0.1	4.1	1.1	0.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	5.6
1955	0.0	0.0	3.6	3.3	0.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	7.8
1956	0.0	15.3	5.4	8.1	2.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	30.8
1957	0.0	0.0	14.2	10.0	2.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	26.1
1958	0.0	0.0	0.2	0.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.4
1959	0.1	7.7	7.2	7.9	0.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	23.4
1960	0.0	0.0	94.2	21.1	6.1	0.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	122.0
1961	0.0	7.1	14.0	3.1	0.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	24.5
1962	0.0	0.1	10.5	2.1	2.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	14.9

1963	0.0	14.8	11.5	3.4	0.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.6	30.7
1964	7.6	9.3	15.7	17.3	6.1	2.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	58.5
1965	0.1	0.1	6.8	12.8	2.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	22.4
1966	0.0	37.0	4.2	2.4	0.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	44.1
1967	0.0	7.4	19.6	26.8	5.4	1.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	60.5
1968	1.7	0.7	28.3	3.6	3.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	37.3
1969	0.0	0.4	10.3	2.3	1.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	14.3
1970	0.0	0.1	8.2	0.5	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	9.0
1971	0.1	18.2	25.1	11.1	7.1	0.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	62.6
1972	8.0	3.0	2.4	2.7	0.6	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	16.7
1973	0.4	0.0	0.1	23.6	3.8	0.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	28.8
1974	1.8	26.4	37.3	44.6	9.2	2.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	122.0
1975	10.9	1.4	17.2	3.5	3.9	0.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	37.3
1976	0.0	0.2	3.0	6.2	0.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	9.9
1977	0.0	0.3	10.4	13.7	3.7	2.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	30.1
1978	0.0	7.4	4.1	5.7	7.6	1.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	25.9
1979	7.7	6.0	12.1	8.8	5.3	0.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	40.4
1980	3.3	11.6	20.5	0.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	36.0
1981	0.0	0.0	27.3	11.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	38.4
1982	0.0	0.1	0.1	0.1	0.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.6
1983	0.0	9.9	1.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	11.1
1984	0.0	0.0	0.3	39.6	3.9	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	43.9
1985	13.0	55.2	10.8	50.3	19.8	6.8	0.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	156.4
1986	1.1	1.0	15.0	5.5	6.4	0.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	29.4
1987	0.1	0.1	4.7	7.0	1.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	12.9
1988	0.3	0.9	7.3	10.0	3.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.2	22.0
1989	0.0	0.0	8.5	18.6	6.5	2.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	3.6	39.5
1990	0.7	0.0	0.2	3.1	7.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	11.2
1991	0.0	1.3	4.0	5.0	2.7	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	13.0
1992	2.3	15.6	7.5	10.9	0.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	37.2
1993	0.0	0.0	2.2	0.8	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	3.1
1994	0.2	2.7	1.6	3.6	1.8	0.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	10.1
1995	0.4	0.5	6.7	16.2	3.0	0.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	27.5
1996	6.6	3.7	7.2	3.9	14.2	0.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.2	36.2
1997	0.0	1.6	9.1	4.2	2.4	0.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	17.9
1998	0.1	0.1	0.8	1.4	0.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2.5
1999	7.2	1.2	9.4	2.8	3.2	0.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	24.3
2000	0.4	2.9	0.9	9.1	1.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	14.8
2001	0.0	0.1	0.2	0.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.8
2002	26.7	2.9	2.6	1.1	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	33.5
2003	6.9	0.9	12.4	2.8	1.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	24.7
2004	43.3	95.2	17.3	12.1	9.0	2.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	178.9
2005	0.1	0.1	7.7	0.9	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	9.0
2006	0.0	3.5	10.1	8.4	3.4	0.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	25.6
2007	0.1	7.7	1.6	1.9	0.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	11.8
2008	0.1	7.2	41.2	28.3	7.3	1.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	85.6
2009	0.0	0.2	2.7	12.6	9.8	2.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	27.8

<b>2010</b>	0.1	0.0	0.1	9.9	0.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	<b>10.7</b>
<b>2011</b>	4.5	10.2	17.6	4.1	6.8	1.5	0.0	0.0	0.0	0.1	0.1	0.0	<b>44.9</b>
<b>2012</b>	0.0	2.0	1.7	1.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	<b>4.9</b>
<b>2013</b>	1.1	0.4	2.0	2.0	0.8	0.1	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	<b>6.5</b>
<b>2014</b>	0.1	0.0	4.0	4.6	1.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.0	<b>10.2</b>
<b>2015</b>	0.0	0.0	1.3	0.8	4.8	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	<b>7.1</b>
<b>2016</b>	1.9	0.7	0.1	0.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	<b>3.0</b>
<b>2017</b>	0.0	0.6	4.1	1.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	<b>6.5</b>
<b>2018</b>	0.0	14.6	2.3	9.8	1.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	<b>28.2</b>
<b>2019</b>	0.1	0.0	6.6	16.8	1.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	<b>24.7</b>

**PERÍODO: 1913-2019**

	<b>Jan</b>	<b>Fev</b>	<b>Mar</b>	<b>Abr</b>	<b>Mai</b>	<b>Jun</b>	<b>Jul</b>	<b>Ago</b>	<b>Set</b>	<b>Out</b>	<b>Nov</b>	<b>Dez</b>	<b>Total</b>
<b>MÉDIA</b>	2.33	5.86	10.16	9.77	3.18	0.66	0.14	0.02	0.00	0.00	0.00	0.23	<b>32.35</b>
<b>DESVPAD</b>	6.66	14.53	15.55	18.08	5.10	2.06	1.25	0.19	0.00	0.01	0.01	0.69	<b>45.41</b>
<b>CV</b>	2.85	2.48	1.53	1.85	1.60	3.12	9.07	10.54		6.95	3.27	2.96	<b>1.40</b>

**PERÍODO: 1920-2019**

	<b>Jan</b>	<b>Fev</b>	<b>Mar</b>	<b>Abr</b>	<b>Mai</b>	<b>Jun</b>	<b>Jul</b>	<b>Ago</b>	<b>Set</b>	<b>Out</b>	<b>Nov</b>	<b>Dez</b>	<b>Total</b>
<b>MÉDIA</b>	1.96	5.38	9.59	10.15	3.19	0.67	0.15	0.02	0.00	0.00	0.00	0.15	<b>31.25</b>
<b>DESVPAD</b>	5.80	12.47	13.25	18.31	5.13	2.08	1.27	0.19	0.00	0.01	0.01	0.70	<b>41.10</b>
<b>CV</b>	2.97	2.32	1.38	1.81	1.61	3.10	8.60	10.00		6.59	3.10	4.67	<b>1.31</b>

**A2.3 – Vazões médias mensais (m<sup>3</sup>/s) calculados com o MODHAC – Açude Bere**

<b>ANO</b>	<b>JAN</b>	<b>FEV</b>	<b>MAR</b>	<b>ABR</b>	<b>MAI</b>	<b>JUN</b>	<b>JUL</b>	<b>AGO</b>	<b>SET</b>	<b>OUT</b>	<b>NOV</b>	<b>DEZ</b>	<b>MÉDIA</b>
1913	0.08	0.75	5.03	1.77	1.44	0.4	0	0	0	0	0	0.41	0.82
1914	7.44	1.5	0.45	0.19	0.04	0	0	0	0	0	0	0	0.80
1915	0.01	0.08	0.33	2.97	0.02	0	0	0	0	0	0	4.96	0.70
1916	0.1	0.07	4.52	2.5	3.39	0.47	0	0	0	0	0	0	0.92
1917	19.71	49.51	51.06	6.54	4.89	0.7	0	0	0	0	0	0	11.03
1918	1.86	0.5	7.79	3.03	1.62	0.31	0	0	0	0	0	0	1.26
1919	0.02	0.03	0.05	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.01
1920	0	0.17	9.08	7.17	1.84	0.02	0	0	0	0	0	0	1.52
1921	1.41	13.18	33.97	17.67	4.05	0.83	0	0	0	0	0.01	0	5.93
1922	0.03	8.25	1.16	34.85	3.97	3.68	0.86	0	0	0	0	3.01	4.65
1923	0.02	6.57	3.42	12.92	1.52	0.06	0	0	0	0	0	0	2.04
1924	0	18.88	13.6	81.67	21.95	10.07	6.81	1.03	0	0.01	0.01	0.01	12.84
1925	4.83	3.58	1.36	7.2	0.7	0	0	0	0	0	0	0	1.47
1926	0.05	0.16	5.88	3.59	1.26	0.01	0	0	0	0	0	0	0.91
1927	0	0.12	4.29	0.93	0.07	0	0	0	0	0	0	0.04	0.45
1928	0	0.01	3.68	5.22	0.47	0	0	0	0	0	0	0.02	0.78
1929	0	0.68	3.37	1.1	0.46	0	0	0	0	0	0	0.74	0.53
1930	0	0.12	3.83	0.64	0.17	0	0	0	0	0	0	0	0.40
1931	0	2	2.27	1.04	0.26	0	0	0	0	0	0	0	0.46
1932	0	0	0.01	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
1933	10.12	1.75	4.33	5.36	2.17	0.01	0	0	0	0	0.02	0	1.98
1934	0	0.02	9.26	3.57	2	0.9	0	0	0	0	0	0.02	1.31
1935	0.04	1.66	1.24	2.2	7.11	0.81	0	0	0	0	0	0	1.09
1936	0	4.61	0.93	0.01	0	0	0	0	0	0	0	0	0.46
1937	0	1.94	0.4	1.25	0.33	0.23	0	0	0	0	0	0	0.35
1938	0	0	0.06	0.22	0	0	0	0	0	0	0	0	0.02
1939	0	1.08	5.06	1.04	0.08	0	0	0	0	0	0	0	0.61
1940	0.01	0.31	9.1	2.04	1.9	1.11	0	0	0	0	0	0	1.21
1941	0	0.03	5.09	1.13	1.39	0.34	0	0	0	0	0	0	0.67
1942	0	0.01	0.01	0.11	0	0	0	0	0	0.01	0	0	0.01
1943	2.54	1.9	15.5	5.82	2.15	0.09	0	0	0	0	0	0.04	2.34
1944	0	0	2.94	3.72	0.89	0	0	0	0	0	0	1.16	0.73
1945	0.56	1.54	0.97	0.82	0.35	0.23	0	0	0	0	0	0.02	0.37
1946	0.02	1.99	0.75	1.2	0.68	0	0	0	0	0	0.01	0.01	0.39
1947	0	0.26	16.02	33.52	4.04	0.54	0	0	0	0	0.02	0.04	4.54
1948	0	0	3.76	0.73	0.41	0	0	0	0	0	0	0.01	0.41
1949	0	0.16	0.45	5.18	0.45	0	0	0	0	0	0	0.04	0.52
1950	0	0	1.65	4.5	1.07	0	0	0	0	0	0	0	0.60
1951	0	0.02	0	0.12	0.3	0	0	0	0	0	0	0	0.04
1952	0.03	0.06	0.43	0.77	0.53	0	0	0	0	0	0	0.02	0.15
1953	0	0	2.51	0.69	0.21	0.03	0	0	0	0	0	0.03	0.29
1954	0	0.04	2.21	0.59	0.22	0	0	0	0	0	0	0	0.26

1955	0	0.02	1.95	1.82	0.45	0	0	0	0	0	0	0.02	0.36
1956	0	9.03	2.9	4.49	1.12	0	0	0	0	0	0	0	1.46
1957	0.01	0	7.63	5.56	1.06	0	0	0	0	0	0	0	1.19
1958	0	0.01	0.09	0.13	0	0	0	0	0	0	0	0	0.02
1959	0.04	4.54	3.86	4.41	0.33	0	0	0	0	0	0	0	1.10
1960	0.01	0	50.79	11.74	3.3	0.29	0	0	0	0	0	0	5.51
1961	0.01	4.17	7.53	1.7	0.23	0	0	0	0	0	0	0	1.14
1962	0	0.04	5.64	1.16	1.18	0.02	0	0	0	0	0	0.03	0.67
1963	0.02	8.77	6.18	1.9	0.16	0	0	0	0	0	0	0.33	1.45
1964	4.09	5.49	8.46	9.62	3.31	1.4	0	0	0	0	0	0	2.70
1965	0.06	0.05	3.66	7.11	1.41	0	0	0	0	0	0	0	1.02
1966	0	21.9	2.27	1.35	0.23	0.01	0	0	0	0	0	0	2.15
1967	0.02	4.38	10.55	14.95	2.89	0.71	0	0	0	0	0	0	2.79
1968	0.9	0.41	15.25	2.02	1.6	0.03	0	0	0	0	0	0	1.68
1969	0.02	0.23	5.54	1.3	0.7	0	0	0	0	0	0	0	0.65
1970	0.01	0.07	4.44	0.3	0.06	0	0	0	0	0	0	0	0.41
1971	0.05	10.78	13.54	6.19	3.84	0.52	0	0	0	0	0	0	2.91
1972	4.3	1.75	1.31	1.48	0.3	0.06	0	0	0	0	0	0.02	0.77
1973	0.22	0	0.04	13.13	2.06	0.49	0.01	0	0	0	0	0	1.33
1974	0.95	15.59	20.09	24.83	4.95	1.57	0	0	0	0	0	0	5.67
1975	5.86	0.84	9.26	1.93	2.11	0.27	0	0	0	0	0	0	1.69
1976	0	0.1	1.59	3.48	0.29	0	0	0	0	0	0.01	0.01	0.46
1977	0	0.19	5.59	7.61	2.01	1.11	0	0	0	0	0	0	1.38
1978	0	4.38	2.23	3.19	4.12	0.53	0	0	0	0	0	0	1.20
1979	4.13	3.55	6.52	4.92	2.84	0.28	0	0	0	0	0	0	1.85
1980	1.8	6.86	11.03	0.28	0	0	0	0	0	0	0.02	0.02	1.67
1981	0.01	0	14.71	6.13	0.04	0	0	0	0	0	0	0	1.74
1982	0.01	0.04	0.08	0.07	0.11	0	0	0	0	0	0	0	0.03
1983	0.01	5.85	0.63	0.01	0	0	0	0	0	0	0	0	0.54
1984	0.02	0.01	0.14	22.03	2.12	0.04	0	0	0	0	0	0	2.03
1985	7.01	32.66	5.82	27.99	10.66	3.81	0.24	0	0	0	0	0.02	7.35
1986	0.57	0.61	8.07	3.08	3.45	0.2	0	0	0	0	0	0	1.33
1987	0.04	0.06	2.51	3.9	0.57	0	0	0	0	0	0	0	0.59
1988	0.15	0.53	3.96	5.59	1.74	0	0	0	0	0	0	0.1	1.01
1989	0	0.02	4.56	10.35	3.53	1.31	0	0	0	0	0	1.92	1.81
1990	0.39	0.01	0.09	1.74	3.89	0	0	0	0	0	0	0	0.51
1991	0.01	0.74	2.17	2.79	1.43	0.03	0	0	0	0	0	0	0.60
1992	1.25	9.22	4.05	6.07	0.45	0	0	0	0	0	0	0	1.75
1993	0	0	1.2	0.44	0.05	0	0	0	0	0	0	0	0.14
1994	0.1	1.59	0.86	2	0.95	0.12	0	0	0	0	0	0.01	0.47
1995	0.19	0.3	3.61	9.01	1.63	0.39	0	0	0	0	0	0	1.26
1996	3.57	2.18	3.88	2.19	7.64	0.22	0	0	0	0	0.02	0.1	1.65
1997	0.01	0.93	4.92	2.34	1.29	0.31	0	0	0	0	0	0	0.82
1998	0.03	0.05	0.42	0.76	0.12	0	0	0	0	0	0	0	0.12
1999	3.86	0.73	5.09	1.57	1.73	0.25	0	0	0	0	0	0.01	1.10
2000	0.19	1.74	0.48	5.07	0.74	0	0	0	0	0	0	0.06	0.69
2001	0	0.07	0.1	0.26	0	0	0	0	0	0	0	0	0.04

2002	14.41	1.74	1.41	0.62	0.04	0	0.01	0	0	0	0	0	1.52
2003	3.71	0.54	6.67	1.55	0.95	0	0	0	0	0	0	0	1.12
2004	23.33	56.31	9.3	6.73	4.83	1.16	0	0	0	0	0	0	8.47
2005	0.03	0.08	4.15	0.51	0.05	0	0	0	0	0	0	0.03	0.40
2006	0	2.08	5.43	4.66	1.85	0.12	0	0	0	0	0	0	1.18
2007	0.05	4.56	0.85	1.07	0.25	0	0	0	0	0	0	0	0.57
2008	0.05	4.23	22.19	15.76	3.93	0.89	0	0	0	0	0	0.01	3.92
2009	0.01	0.12	1.47	6.99	5.29	1.39	0	0	0	0	0	0	1.27
2010	0.08	0.01	0.03	5.52	0.21	0	0	0	0	0	0.02	0.07	0.50
2011	2.43	6.04	9.5	2.31	3.65	0.83	0	0	0	0.03	0.03	0	2.07
2012	0	1.17	0.91	0.66	0	0	0	0	0	0	0	0	0.23
2013	0.58	0.25	1.1	1.12	0.42	0.03	0.04	0	0	0	0	0.03	0.30
2014	0.05	0.02	2.16	2.54	0.75	0	0	0	0	0	0.03	0.02	0.46
2015	0	0	0.71	0.44	2.61	0.07	0	0	0	0	0	0	0.32
2016	1.03	0.44	0.04	0.16	0	0	0	0	0	0	0	0	0.14
2017	0	0.34	2.22	1.01	0.01	0	0	0	0	0	0	0	0.30
2018	0.01	8.65	1.25	5.46	0.71	0	0	0	0	0	0	0.07	1.35
2019	0.04	0.02	3.57	9.37	0.59	0.02	0	0	0	0	0	0	1.13

**PERÍODO: 1913-2019**

	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Total
<b>MÉDIA</b>	1.258	3.464	5.477	5.440	1.712	0.367	0.074	0.010	0.000	0.000	0.002	0.126	1.494
<b>DESVPAD</b>	3.577	8.450	8.253	9.903	2.709	1.124	0.663	0.100	0.000	0.003	0.006	0.598	2.075
<b>CV</b>	2.843	2.439	1.507	1.820	1.582	3.060	8.900	10.344				4.752	1.389

**PERÍODO: 1920-2019**

	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Total
<b>MÉDIA</b>	1.054	3.182	5.168	5.651	1.718	0.374	0.080	0.010	0.000	0.001	0.002	0.081	1.443
<b>DESVPAD</b>	3.125	7.375	7.139	10.199	2.764	1.161	0.686	0.103	0.000	0.003	0.006	0.378	1.910
<b>CV</b>	2.966	2.318	1.381	1.805	1.608	3.101	8.603	10.000		6.590	3.098	4.672	1.323

**A2.3 – Volumes afluentes médios (hm<sup>3</sup>/mês) – Açude Bere**

<b>ANO</b>	<b>JAN</b>	<b>FEV</b>	<b>MAR</b>	<b>ABR</b>	<b>MAI</b>	<b>JUN</b>	<b>JUL</b>	<b>AGO</b>	<b>SET</b>	<b>OUT</b>	<b>NOV</b>	<b>DEZ</b>	<b>MÉDIA</b>
1913	0.2	1.8	13.5	4.6	3.9	1.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.1	26.1
1914	19.9	3.7	1.2	0.5	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	25.4
1915	0.0	0.2	0.9	7.7	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	13.3	22.1
1916	0.3	0.2	12.1	6.5	9.1	1.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	29.3
1917	52.8	120.8	136.8	17.0	13.1	1.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	342.3
1918	5.0	1.2	20.9	7.9	4.3	0.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	40.1
1919	0.1	0.1	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.3
1920	0.0	0.4	24.3	18.6	4.9	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	48.3
1921	3.8	32.2	91.0	45.8	10.8	2.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	185.8
1922	0.1	20.1	3.1	90.3	10.6	9.5	2.3	0.0	0.0	0.0	0.0	8.1	144.2
1923	0.1	16.0	9.2	33.5	4.1	0.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	63.0
1924	0.0	46.1	36.4	211.7	58.8	26.1	18.2	2.8	0.0	0.0	0.0	0.0	400.2
1925	12.9	8.7	3.6	18.7	1.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	45.9
1926	0.1	0.4	15.7	9.3	3.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	29.0
1927	0.0	0.3	11.5	2.4	0.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	14.5
1928	0.0	0.0	9.9	13.5	1.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	24.7
1929	0.0	1.7	9.0	2.9	1.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2.0	16.8
1930	0.0	0.3	10.3	1.7	0.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	12.7
1931	0.0	4.9	6.1	2.7	0.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	14.4
1932	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1933	27.1	4.3	11.6	13.9	5.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.0	62.8
1934	0.0	0.0	24.8	9.3	5.4	2.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	41.8
1935	0.1	4.1	3.3	5.7	19.0	2.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	34.3
1936	0.0	11.3	2.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	13.8
1937	0.0	4.7	1.1	3.2	0.9	0.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	10.5
1938	0.0	0.0	0.2	0.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.7
1939	0.0	2.6	13.6	2.7	0.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	19.1
1940	0.0	0.8	24.4	5.3	5.1	2.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	38.4
1941	0.0	0.1	13.6	2.9	3.7	0.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	21.2
1942	0.0	0.0	0.0	0.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.4
1943	6.8	4.6	41.5	15.1	5.8	0.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	74.1
1944	0.0	0.0	7.9	9.6	2.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	3.1	23.0
1945	1.5	3.8	2.6	2.1	0.9	0.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	11.6
1946	0.1	4.9	2.0	3.1	1.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	11.9
1947	0.0	0.6	42.9	86.9	10.8	1.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.1	142.8
1948	0.0	0.0	10.1	1.9	1.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	13.1
1949	0.0	0.4	1.2	13.4	1.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	16.3
1950	0.0	0.0	4.4	11.7	2.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	18.9
1951	0.0	0.0	0.0	0.3	0.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.2
1952	0.1	0.1	1.2	2.0	1.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	4.8
1953	0.0	0.0	6.7	1.8	0.6	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	9.2
1954	0.0	0.1	5.9	1.5	0.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	8.1
1955	0.0	0.0	5.2	4.7	1.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	11.2



1956	0.0	22.0	7.8	11.6	3.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	44.4
1957	0.0	0.0	20.4	14.4	2.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	37.7
1958	0.0	0.0	0.2	0.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.6
1959	0.1	11.1	10.3	11.4	0.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	33.8
1960	0.0	0.0	136.0	30.4	8.8	0.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	176.1
1961	0.0	10.2	20.2	4.4	0.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	35.4
1962	0.0	0.1	15.1	3.0	3.2	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	21.5
1963	0.1	21.4	16.6	4.9	0.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.9	44.2
1964	11.0	13.4	22.7	24.9	8.9	3.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	84.4
1965	0.2	0.1	9.8	18.4	3.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	32.3
1966	0.0	53.5	6.1	3.5	0.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	63.7
1967	0.1	10.7	28.3	38.8	7.7	1.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	87.3
1968	2.4	1.0	40.8	5.2	4.3	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	53.9
1969	0.1	0.6	14.8	3.4	1.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	20.7
1970	0.0	0.2	11.9	0.8	0.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	13.0
1971	0.1	26.3	36.3	16.0	10.3	1.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	90.4
1972	11.5	4.3	3.5	3.8	0.8	0.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	24.1
1973	0.6	0.0	0.1	34.0	5.5	1.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	41.5
1974	2.5	38.1	53.8	64.4	13.3	4.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	176.1
1975	15.7	2.1	24.8	5.0	5.7	0.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	53.9
1976	0.0	0.2	4.3	9.0	0.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	14.4
1977	0.0	0.5	15.0	19.7	5.4	2.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	43.4
1978	0.0	10.7	6.0	8.3	11.0	1.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	37.3
1979	11.1	8.7	17.5	12.8	7.6	0.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	58.3
1980	4.8	16.7	29.5	0.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.1	51.9
1981	0.0	0.0	39.4	15.9	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	55.4
1982	0.0	0.1	0.2	0.2	0.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.8
1983	0.0	14.3	1.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	16.0
1984	0.1	0.0	0.4	57.1	5.7	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	63.3
1985	18.8	79.7	15.6	72.6	28.6	9.9	0.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	225.8
1986	1.5	1.5	21.6	8.0	9.2	0.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	42.4
1987	0.1	0.1	6.7	10.1	1.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	18.6
1988	0.4	1.3	10.6	14.5	4.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.3	31.7
1989	0.0	0.0	12.2	26.8	9.5	3.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	5.1	57.1
1990	1.0	0.0	0.2	4.5	10.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	16.2
1991	0.0	1.8	5.8	7.2	3.8	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	18.8
1992	3.3	22.5	10.8	15.7	1.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	53.6
1993	0.0	0.0	3.2	1.1	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	4.5
1994	0.3	3.9	2.3	5.2	2.5	0.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	14.5
1995	0.5	0.7	9.7	23.4	4.4	1.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	39.6
1996	9.6	5.3	10.4	5.7	20.5	0.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.3	52.3
1997	0.0	2.3	13.2	6.1	3.5	0.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	25.8
1998	0.1	0.1	1.1	2.0	0.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	3.6
1999	10.3	1.8	13.6	4.1	4.6	0.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	35.1
2000	0.5	4.2	1.3	13.1	2.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.2	21.3
2001	0.0	0.2	0.3	0.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.1
2002	38.6	4.2	3.8	1.6	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	48.4

2003	9.9	1.3	17.9	4.0	2.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	35.7
2004	62.5	137.4	24.9	17.4	12.9	3.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	258.2
2005	0.1	0.2	11.1	1.3	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	12.9
2006	0.0	5.1	14.5	12.1	5.0	0.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	37.0
2007	0.1	11.1	2.3	2.8	0.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	17.0
2008	0.1	10.3	59.4	40.8	10.5	2.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	123.6
2009	0.0	0.3	3.9	18.1	14.2	3.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	40.1
2010	0.2	0.0	0.1	14.3	0.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.2	15.4
2011	6.5	14.7	25.4	6.0	9.8	2.2	0.0	0.0	0.0	0.1	0.1	0.0	64.8
2012	0.0	2.9	2.4	1.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	7.0
2013	1.6	0.6	2.9	2.9	1.1	0.1	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	9.4
2014	0.1	0.0	5.8	6.6	2.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.1	14.7
2015	0.0	0.0	1.9	1.1	7.0	0.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	10.2
2016	2.8	1.1	0.1	0.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	4.4
2017	0.0	0.8	5.9	2.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	9.4
2018	0.0	21.1	3.3	14.2	1.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.2	40.7
2019	0.1	0.0	9.6	24.3	1.6	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	35.6

**PERÍODO: 1913-2019**

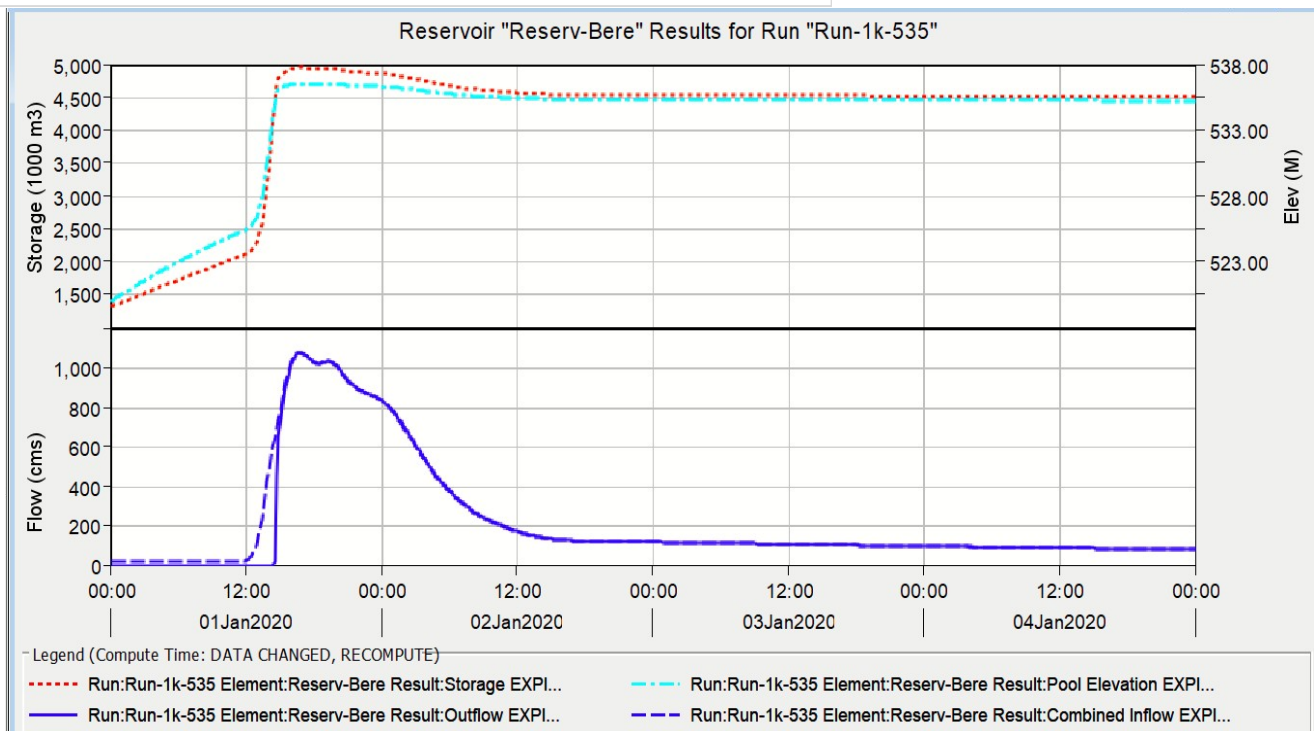
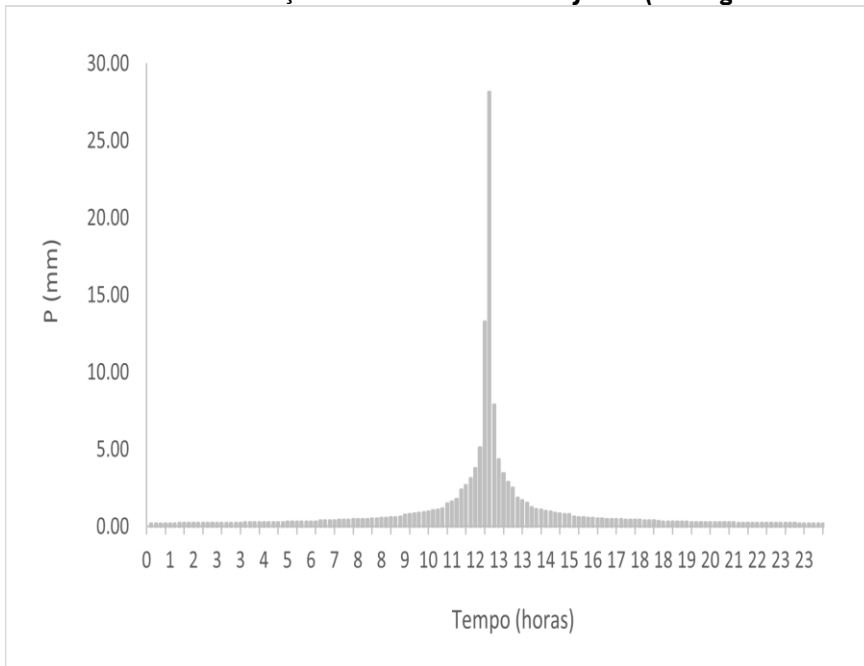
	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Total
<b>MÉDIA</b>	3.37	8.45	14.67	14.10	4.59	0.95	0.20	0.03	0.00	0.00	0.00	0.34	46.70
<b>DESVPAD</b>	9.61	20.98	22.45	26.09	7.36	2.97	1.81	0.27	0.00	0.01	0.02	1.00	65.54
<b>CV</b>	2.85	2.48	1.53	1.85	1.60	3.12	9.07	10.54		6.95	3.27	2.96	1.40

**PERÍODO: 1920-2019**

	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Total
<b>MÉDIA</b>	2.82	7.77	13.84	14.65	4.60	0.97	0.21	0.03	0.00	0.00	0.01	0.22	45.12
<b>DESVPAD</b>	8.37	18.00	19.12	26.44	7.40	3.01	1.84	0.28	0.00	0.01	0.02	1.01	59.33
<b>CV</b>	2.97	2.32	1.38	1.81	1.61	3.10	8.60	10.00		6.59	3.10	4.67	1.31

**A3 – Resumo da propagação da cheia de projeto do açude Berê (Tr= 1000anos)**

**PROPAGAÇÃO DA CHEIA DE PROJETO (Hietograma e Hidrogramas afluentes e defluentes)**



**CHEIA DE PROJETO (Tr = 1000 anos), simulação da alternativa na cota 535 (Vmax = 4.422 hm<sup>3</sup>)**

**Project: Barragem Bere**

**Simulation Run: Run-1K**

**Simulation Start: 31 December 2019, 24:00**

**Simulation End: 4 January 2020, 24:00**

**HMS Version: 4.7**

**Executed: 29 December 2020, 17:04**

**Global Results Summary**

<b>Hydrologic Element</b>	<b>Drainage Area (KM2)</b>	<b>Peak Discharge (M3/S)</b>	<b>Time of Peak</b>
<b>B2</b>	140.5300	158.2	01Jan2020, 17:20
<b>B1</b>	69.2390	66.6	01Jan2020, 16:50
<b>T9</b>	209.7690	223.9	01Jan2020, 18:00
<b>B4</b>	75.2810	98.5	01Jan2020, 16:00
<b>B11</b>	42.9910	75.6	01Jan2020, 14:40
<b>T8</b>	328.0410	333.4	01Jan2020, 19:20
<b>B12</b>	70.4430	109.5	01Jan2020, 15:10
<b>B5</b>	55.8290	100.5	01Jan2020, 14:40
<b>T7</b>	454.3130	401.0	01Jan2020, 19:20
<b>B3</b>	195.2600	141.1	01Jan2020, 18:30
<b>B13</b>	44.2050	76.9	01Jan2020, 14:30
<b>T6</b>	693.7780	557.7	01Jan2020, 20:30
<b>B14</b>	115.6700	129.6	01Jan2020, 16:20
<b>B8</b>	68.0540	100.3	01Jan2020, 15:10
<b>T5</b>	877.5020	646.7	01Jan2020, 20:00
<b>B6</b>	112.8100	137.8	01Jan2020, 15:30
<b>T4</b>	990.3822	697.0	01Jan2020, 20:30
<b>B16</b>	61.9740	121.1	01Jan2020, 14:30
<b>B9</b>	60.0110	101.3	01Jan2020, 14:40
<b>T3</b>	1112.3672	761.3	01Jan2020, 17:40
<b>B7</b>	98.7760	272.9	01Jan2020, 14:30
<b>B17</b>	51.8180	185.2	01Jan2020, 13:50
<b>T2</b>	1262.9612	895.1	01Jan2020, 19:00
<b>B10</b>	67.4480	242.9	01Jan2020, 14:20
<b>B18</b>	52.3470	177.7	01Jan2020, 14:40
<b>T1</b>	1382.7562	988.3	01Jan2020, 19:20
<b>B19</b>	60.7660	223.0	01Jan2020, 14:40
<b>Junction-1</b>	1443.5222	1080.5	01Jan2020, 16:40
<b>Reserv-Bere</b>	1443.5222	1079.5	01Jan2020, 16:50

**CHEIA DE PROJETO (Tempo de retorno: 1000 anos)**

Date	Time	Precip (mm)	Inflow (m3/s)	Volume (1000 m3)	Level (m)	Outflow (m3/s)
01-Jan-20	0:00		19.0	1318.4	520.00	0.0
01-Jan-20	0:10	0.18	19.0	1329.8	520.09	0.0
01-Jan-20	0:20	0.18	19.0	1341.2	520.18	0.0
01-Jan-20	0:30	0.19	19.0	1352.6	520.27	0.0
01-Jan-20	0:40	0.19	19.0	1364.0	520.36	0.0
01-Jan-20	0:50	0.19	19.0	1375.4	520.45	0.0
01-Jan-20	1:00	0.19	19.0	1386.8	520.54	0.0
01-Jan-20	1:10	0.20	19.0	1398.2	520.63	0.0
01-Jan-20	1:20	0.20	19.0	1409.6	520.72	0.0
01-Jan-20	1:30	0.20	19.0	1420.9	520.81	0.0
01-Jan-20	1:40	0.20	19.0	1432.3	520.90	0.0
01-Jan-20	1:50	0.21	19.0	1443.7	520.99	0.0
01-Jan-20	2:00	0.21	19.0	1455.1	521.08	0.0
01-Jan-20	2:10	0.21	19.0	1466.5	521.16	0.0
01-Jan-20	2:20	0.21	18.9	1477.8	521.25	0.0
01-Jan-20	2:30	0.22	18.9	1489.2	521.33	0.0
01-Jan-20	2:40	0.22	18.9	1500.5	521.42	0.0
01-Jan-20	2:50	0.22	18.9	1511.9	521.50	0.0
01-Jan-20	3:00	0.23	18.9	1523.3	521.58	0.0
01-Jan-20	3:10	0.23	18.9	1534.6	521.67	0.0
01-Jan-20	3:20	0.23	18.9	1545.9	521.75	0.0
01-Jan-20	3:30	0.24	18.9	1557.3	521.84	0.0
01-Jan-20	3:40	0.24	18.9	1568.6	521.92	0.0
01-Jan-20	3:50	0.25	18.9	1579.9	522.00	0.0
01-Jan-20	4:00	0.25	18.8	1591.2	522.08	0.0
01-Jan-20	4:10	0.25	18.8	1602.5	522.16	0.0
01-Jan-20	4:20	0.26	18.8	1613.8	522.24	0.0
01-Jan-20	4:30	0.26	18.8	1625.1	522.32	0.0
01-Jan-20	4:40	0.27	18.8	1636.4	522.40	0.0
01-Jan-20	4:50	0.27	18.8	1647.6	522.47	0.0
01-Jan-20	5:00	0.28	18.7	1658.9	522.55	0.0
01-Jan-20	5:10	0.28	18.7	1670.1	522.63	0.0
01-Jan-20	5:20	0.29	18.7	1681.4	522.71	0.0
01-Jan-20	5:30	0.29	18.7	1692.6	522.79	0.0
01-Jan-20	5:40	0.30	18.7	1703.8	522.86	0.0
01-Jan-20	5:50	0.31	18.6	1715.0	522.94	0.0
01-Jan-20	6:00	0.31	18.6	1726.2	523.02	0.0
01-Jan-20	6:10	0.37	18.6	1737.3	523.09	0.0
01-Jan-20	6:20	0.38	18.6	1748.5	523.16	0.0
01-Jan-20	6:30	0.39	18.6	1759.6	523.23	0.0
01-Jan-20	6:40	0.39	18.5	1770.8	523.31	0.0
01-Jan-20	6:50	0.40	18.5	1781.9	523.38	0.0
01-Jan-20	7:00	0.41	18.5	1793.0	523.45	0.0
01-Jan-20	7:10	0.43	18.5	1804.1	523.52	0.0
01-Jan-20	7:20	0.44	18.5	1815.2	523.59	0.0
01-Jan-20	7:30	0.45	18.4	1826.2	523.67	0.0
01-Jan-20	7:40	0.46	18.4	1837.3	523.74	0.0
01-Jan-20	7:50	0.48	18.4	1848.3	523.81	0.0
01-Jan-20	8:00	0.49	18.4	1859.4	523.88	0.0
01-Jan-20	8:10	0.51	18.3	1870.4	523.95	0.0
01-Jan-20	8:20	0.53	18.3	1881.4	524.02	0.0
01-Jan-20	8:30	0.54	18.3	1892.3	524.09	0.0
01-Jan-20	8:40	0.57	18.3	1903.3	524.16	0.0
01-Jan-20	8:50	0.59	18.2	1914.3	524.22	0.0
01-Jan-20	9:00	0.61	18.2	1925.2	524.29	0.0
01-Jan-20	9:10	0.75	18.2	1936.1	524.35	0.0
01-Jan-20	9:20	0.78	18.2	1947.0	524.42	0.0

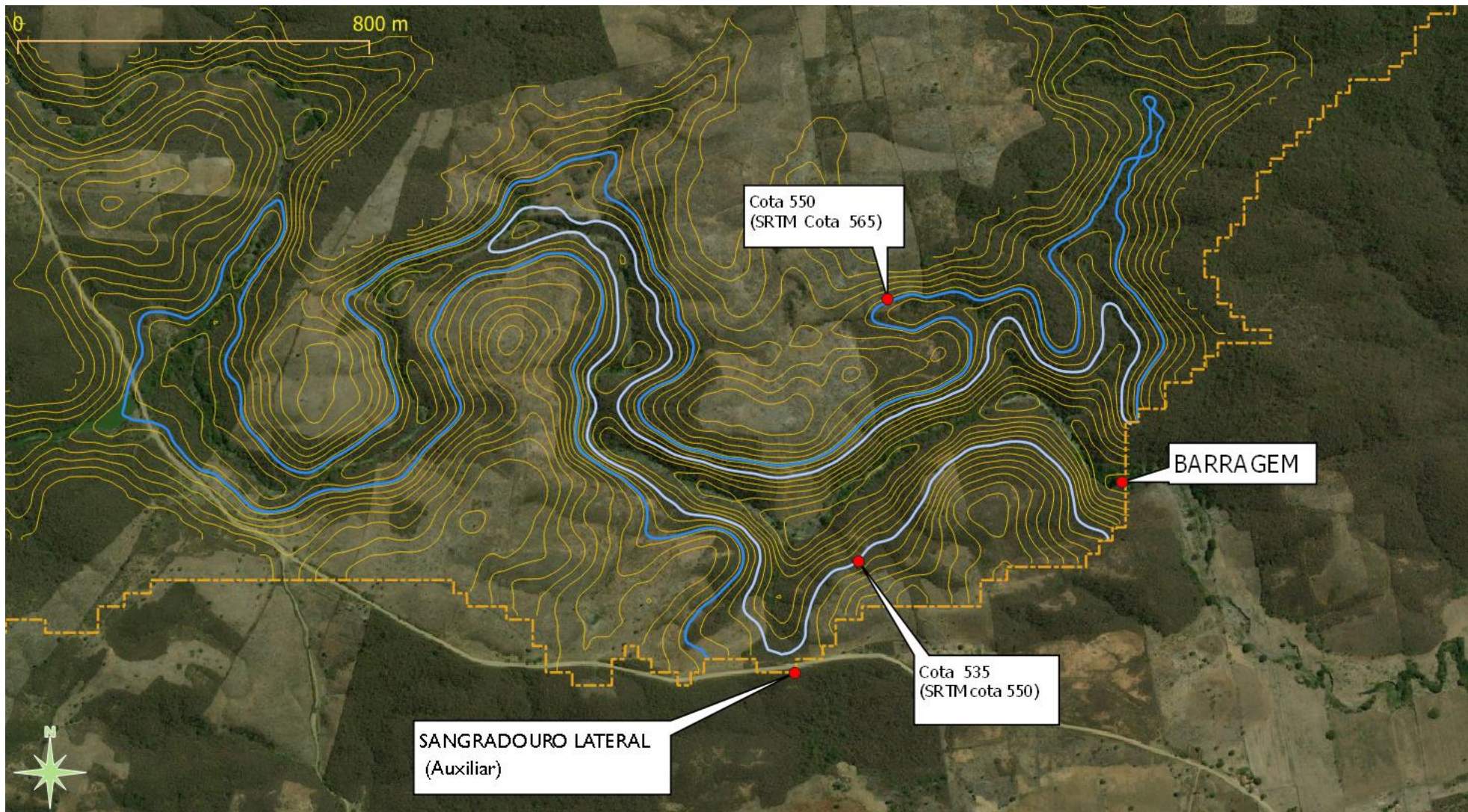
01-Jan-20	9:30	0.82	18.1	1957.9	524.49	0.0
01-Jan-20	9:40	0.86	18.1	1968.8	524.55	0.0
01-Jan-20	9:50	0.91	18.1	1979.6	524.62	0.0
01-Jan-20	10:00	0.96	18.1	1990.5	524.68	0.0
01-Jan-20	10:10	1.02	18.0	2001.3	524.75	0.0
01-Jan-20	10:20	1.09	18.0	2012.1	524.82	0.0
01-Jan-20	10:30	1.17	18.0	2022.9	524.88	0.0
01-Jan-20	10:40	1.47	18.0	2033.7	524.95	0.0
01-Jan-20	10:50	1.60	18.1	2044.6	525.01	0.0
01-Jan-20	11:00	1.76	18.2	2055.5	525.07	0.0
01-Jan-20	11:10	2.37	18.4	2066.5	525.14	0.0
01-Jan-20	11:20	2.68	18.8	2077.6	525.20	0.0
01-Jan-20	11:30	3.13	19.4	2089.1	525.27	0.0
01-Jan-20	11:40	3.78	20.5	2101.1	525.33	0.0
01-Jan-20	11:50	5.10	22.0	2113.8	525.41	0.0
01-Jan-20	12:00	13.26	24.8	2127.9	525.49	0.0
01-Jan-20	12:10	28.15	30.3	2144.4	525.58	0.0
01-Jan-20	12:20	7.88	39.4	2165.3	525.70	0.0
01-Jan-20	12:30	4.32	52.4	2192.8	525.86	0.0
01-Jan-20	12:40	3.44	70.6	2229.7	526.06	0.0
01-Jan-20	12:50	2.88	97.3	2280.1	526.33	0.0
01-Jan-20	13:00	2.51	133.5	2349.4	526.70	0.0
01-Jan-20	13:10	1.86	178.6	2443.0	527.18	0.0
01-Jan-20	13:20	1.68	231.9	2566.1	527.80	0.0
01-Jan-20	13:30	1.53	292.0	2723.3	528.55	0.0
01-Jan-20	13:40	1.22	357.0	2918.0	529.43	0.0
01-Jan-20	13:50	1.13	423.7	3152.2	530.43	0.0
01-Jan-20	14:00	1.06	488.0	3425.7	531.53	0.0
01-Jan-20	14:10	0.99	546.8	3736.1	532.69	0.0
01-Jan-20	14:20	0.93	600.1	4080.2	533.89	0.0
01-Jan-20	14:30	0.88	649.9	4454.7	535.10	17.1
01-Jan-20	14:40	0.84	697.3	4713.1	535.89	451.2
01-Jan-20	14:50	0.80	744.1	4799.5	536.14	658.7
01-Jan-20	15:00	0.77	792.1	4833.9	536.24	746.3
01-Jan-20	15:10	0.63	841.7	4857.6	536.31	808.5
01-Jan-20	15:20	0.60	891.1	4876.9	536.36	860.2
01-Jan-20	15:30	0.58	936.9	4894.6	536.41	908.7
01-Jan-20	15:40	0.55	976.6	4910.3	536.46	952.5
01-Jan-20	15:50	0.54	1009.7	4923.5	536.50	989.8
01-Jan-20	16:00	0.52	1037.0	4934.3	536.53	1020.8
01-Jan-20	16:10	0.50	1058.4	4942.9	536.55	1045.8
01-Jan-20	16:20	0.48	1072.3	4949.2	536.57	1064.0
01-Jan-20	16:30	0.47	1079.0	4952.9	536.58	1074.9
01-Jan-20	16:40	0.46	1080.5	4954.5	536.59	1079.4
01-Jan-20	16:50	0.44	1078.5	4954.5	536.59	1079.5
01-Jan-20	17:00	0.43	1073.6	4953.4	536.58	1076.2
01-Jan-20	17:10	0.42	1066.8	4951.5	536.58	1070.6
01-Jan-20	17:20	0.41	1058.8	4949.0	536.57	1063.3
01-Jan-20	17:30	0.40	1050.4	4946.2	536.56	1055.2
01-Jan-20	17:40	0.39	1042.0	4943.3	536.55	1046.8
01-Jan-20	17:50	0.38	1034.7	4940.6	536.55	1038.9
01-Jan-20	18:00	0.37	1029.1	4938.3	536.54	1032.4
01-Jan-20	18:10	0.32	1025.8	4936.7	536.54	1027.8
01-Jan-20	18:20	0.31	1025.1	4936.0	536.53	1025.6
01-Jan-20	18:30	0.30	1026.6	4936.0	536.53	1025.8
01-Jan-20	18:40	0.30	1029.6	4936.8	536.54	1027.9
01-Jan-20	18:50	0.29	1033.1	4937.9	536.54	1031.1
01-Jan-20	19:00	0.29	1036.1	4939.0	536.54	1034.4
01-Jan-20	19:10	0.28	1037.5	4939.8	536.54	1036.6
01-Jan-20	19:20	0.27	1036.7	4939.9	536.55	1037.1
01-Jan-20	19:30	0.27	1033.0	4939.2	536.54	1035.0
01-Jan-20	19:40	0.26	1026.5	4937.5	536.54	1030.1

01-Jan-20	19:50	0.26	1017.5	4934.9	536.53	1022.6
01-Jan-20	20:00	0.26	1006.5	4931.5	536.52	1012.8
01-Jan-20	20:10	0.25	994.2	4927.5	536.51	1001.3
01-Jan-20	20:20	0.25	981.4	4923.1	536.50	988.9
01-Jan-20	20:30	0.24	968.5	4918.6	536.48	976.1
01-Jan-20	20:40	0.24	956.0	4914.1	536.47	963.4
01-Jan-20	20:50	0.24	944.1	4909.8	536.46	951.2
01-Jan-20	21:00	0.23	933.2	4905.7	536.45	939.8
01-Jan-20	21:10	0.23	923.3	4902.0	536.44	929.3
01-Jan-20	21:20	0.23	914.6	4898.6	536.43	919.9
01-Jan-20	21:30	0.22	906.8	4895.6	536.42	911.5
01-Jan-20	21:40	0.22	899.9	4892.9	536.41	904.1
01-Jan-20	21:50	0.22	893.8	4890.5	536.40	897.5
01-Jan-20	22:00	0.21	888.4	4888.4	536.40	891.7
01-Jan-20	22:10	0.21	883.5	4886.5	536.39	886.5
01-Jan-20	22:20	0.21	879.1	4884.8	536.39	881.8
01-Jan-20	22:30	0.20	875.0	4883.2	536.38	877.5
01-Jan-20	22:40	0.20	871.3	4881.8	536.38	873.6
01-Jan-20	22:50	0.20	867.6	4880.4	536.37	869.9
01-Jan-20	23:00	0.20	864.0	4879.1	536.37	866.2
01-Jan-20	23:10	0.19	860.2	4877.7	536.37	862.5
01-Jan-20	23:20	0.19	856.1	4876.3	536.36	858.6
01-Jan-20	23:30	0.19	851.4	4874.7	536.36	854.2
01-Jan-20	23:40	0.19	846.2	4872.9	536.35	849.4
01-Jan-20	23:50	0.19	840.3	4870.8	536.35	843.9
02-Jan-20	0:00	0.18	833.8	4868.6	536.34	837.8
02-Jan-20	0:10	0.00	826.5	4866.0	536.33	831.0
02-Jan-20	0:20	0.00	818.3	4863.2	536.32	823.3
02-Jan-20	0:30	0.00	809.2	4860.0	536.32	814.8
02-Jan-20	0:40	0.00	799.1	4856.4	536.31	805.3
02-Jan-20	0:50	0.00	788.0	4852.5	536.29	794.9
02-Jan-20	1:00	0.00	776.0	4848.2	536.28	783.5
02-Jan-20	1:10	0.00	763.2	4843.5	536.27	771.3
02-Jan-20	1:20	0.00	749.6	4838.5	536.25	758.2
02-Jan-20	1:30	0.00	735.3	4833.2	536.24	744.4
02-Jan-20	1:40	0.00	720.5	4827.6	536.22	730.0
02-Jan-20	1:50	0.00	705.2	4821.8	536.21	715.1
02-Jan-20	2:00	0.00	689.5	4815.8	536.19	699.7
02-Jan-20	2:10	0.00	673.6	4809.6	536.17	684.1
02-Jan-20	2:20	0.00	658.1	4803.3	536.15	668.4
02-Jan-20	2:30	0.00	643.3	4797.3	536.14	653.3
02-Jan-20	2:40	0.00	628.8	4791.3	536.12	638.6
02-Jan-20	2:50	0.00	614.1	4785.4	536.10	624.1
02-Jan-20	3:00	0.00	599.5	4779.4	536.08	609.5
02-Jan-20	3:10	0.00	585.1	4773.4	536.07	595.1
02-Jan-20	3:20	0.00	570.6	4767.4	536.05	580.7
02-Jan-20	3:30	0.00	556.0	4761.3	536.03	566.2
02-Jan-20	3:40	0.00	541.2	4755.1	536.01	551.6
02-Jan-20	3:50	0.00	526.5	4748.9	536.00	536.9
02-Jan-20	4:00	0.00	511.9	4742.7	535.98	521.9
02-Jan-20	4:10	0.00	497.5	4736.8	535.96	507.4
02-Jan-20	4:20	0.00	483.6	4730.9	535.94	493.3
02-Jan-20	4:30	0.00	470.3	4725.2	535.92	479.7
02-Jan-20	4:40	0.00	457.6	4719.7	535.91	466.6
02-Jan-20	4:50	0.00	445.4	4714.3	535.89	454.1
02-Jan-20	5:00	0.00	433.6	4709.1	535.88	442.1
02-Jan-20	5:10	0.00	422.3	4704.1	535.86	430.5
02-Jan-20	5:20	0.00	411.4	4699.2	535.84	419.4
02-Jan-20	5:30	0.00	400.9	4694.5	535.83	408.7
02-Jan-20	5:40	0.00	390.7	4689.8	535.82	398.3
02-Jan-20	5:50	0.00	380.8	4685.3	535.80	388.3
02-Jan-20	6:00	0.00	371.1	4680.9	535.79	378.5

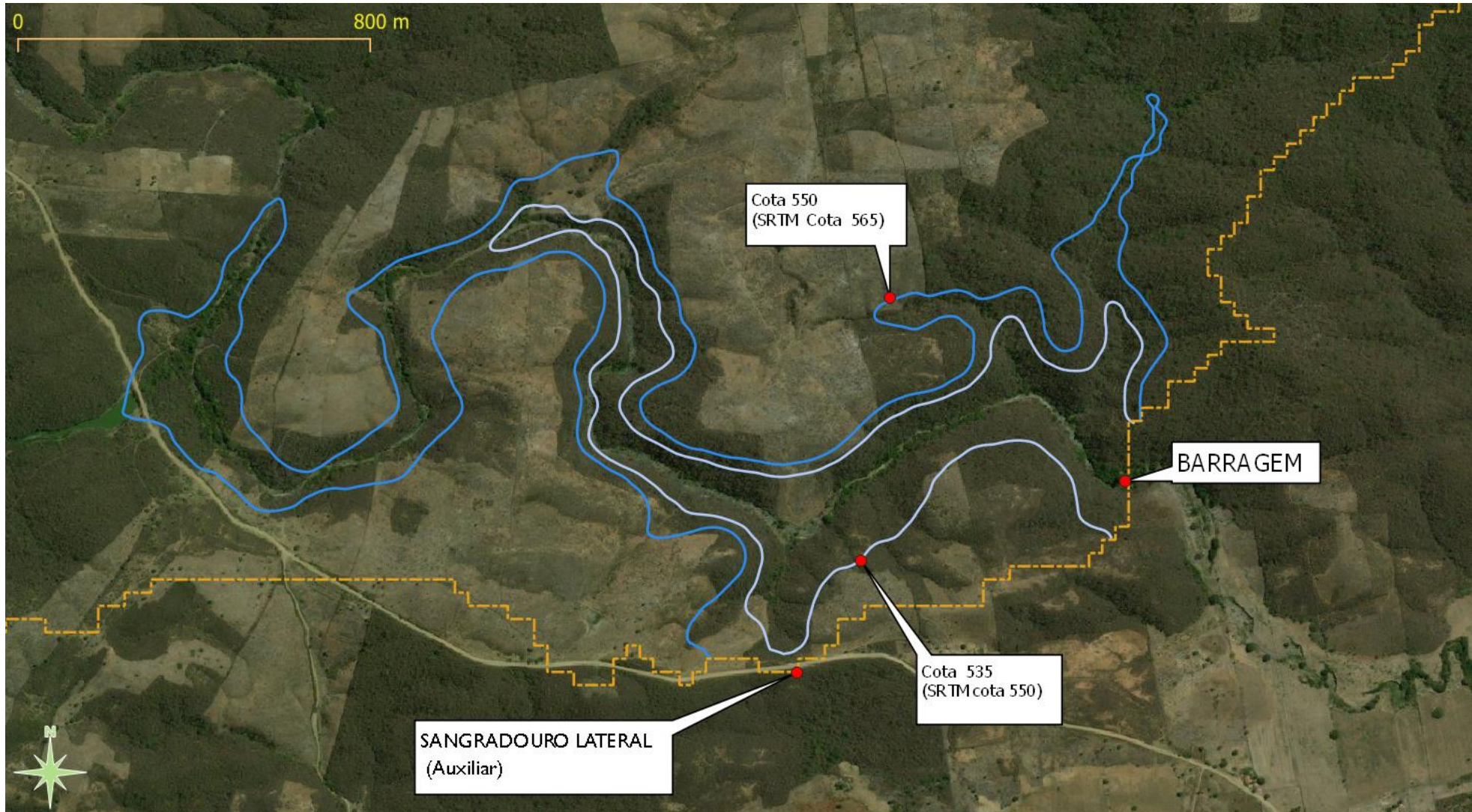
02-Jan-20	6:10	0.00	361.6	4676.5	535.78	368.9
02-Jan-20	6:20	0.00	352.1	4672.1	535.76	359.4
02-Jan-20	6:30	0.00	342.8	4667.7	535.75	350.0
02-Jan-20	6:40	0.00	333.6	4663.4	535.74	340.8
02-Jan-20	6:50	0.00	324.7	4659.1	535.72	331.8
02-Jan-20	7:00	0.00	315.9	4654.8	535.71	322.9
02-Jan-20	7:10	0.00	307.5	4650.7	535.70	314.4
02-Jan-20	7:20	0.00	299.5	4646.7	535.68	306.1
02-Jan-20	7:30	0.00	291.9	4642.8	535.67	298.2
02-Jan-20	7:40	0.00	284.7	4639.1	535.66	290.7
02-Jan-20	7:50	0.00	277.9	4635.5	535.65	283.7
02-Jan-20	8:00	0.00	271.5	4632.2	535.64	277.0
02-Jan-20	8:10	0.00	265.4	4629.0	535.63	270.7
02-Jan-20	8:20	0.00	259.6	4625.9	535.62	264.6
02-Jan-20	8:30	0.00	254.0	4622.9	535.61	258.9
02-Jan-20	8:40	0.00	248.7	4620.0	535.60	253.3
02-Jan-20	8:50	0.00	243.5	4617.3	535.60	248.1
02-Jan-20	9:00	0.00	238.7	4614.6	535.59	243.0
02-Jan-20	9:10	0.00	234.1	4612.1	535.58	238.2
02-Jan-20	9:20	0.00	229.7	4609.6	535.57	233.7
02-Jan-20	9:30	0.00	225.5	4607.3	535.57	229.4
02-Jan-20	9:40	0.00	221.4	4605.0	535.56	225.2
02-Jan-20	9:50	0.00	217.4	4602.8	535.55	221.1
02-Jan-20	10:00	0.00	213.4	4600.6	535.54	217.0
02-Jan-20	10:10	0.00	209.4	4598.4	535.54	213.1
02-Jan-20	10:20	0.00	205.5	4596.2	535.53	209.1
02-Jan-20	10:30	0.00	201.7	4594.1	535.52	205.2
02-Jan-20	10:40	0.00	197.9	4591.9	535.52	201.4
02-Jan-20	10:50	0.00	194.2	4589.8	535.51	197.7
02-Jan-20	11:00	0.00	190.6	4587.8	535.51	194.1
02-Jan-20	11:10	0.00	187.1	4585.7	535.50	190.5
02-Jan-20	11:20	0.00	183.7	4583.7	535.49	187.0
02-Jan-20	11:30	0.00	180.3	4581.7	535.49	183.6
02-Jan-20	11:40	0.00	177.0	4579.8	535.48	180.2
02-Jan-20	11:50	0.00	173.7	4577.8	535.48	176.9
02-Jan-20	12:00	0.00	170.5	4575.9	535.47	173.7
02-Jan-20	12:10	0.00	167.5	4574.1	535.46	170.5
02-Jan-20	12:20	0.00	164.5	4572.2	535.46	167.5
02-Jan-20	12:30	0.00	161.7	4570.5	535.45	164.6
02-Jan-20	12:40	0.00	159.0	4568.8	535.45	161.7
02-Jan-20	12:50	0.00	156.4	4567.1	535.44	159.1
02-Jan-20	13:00	0.00	153.9	4565.6	535.44	156.5
02-Jan-20	13:10	0.00	151.6	4564.1	535.43	154.0
02-Jan-20	13:20	0.00	149.4	4562.6	535.43	151.7
02-Jan-20	13:30	0.00	147.3	4561.3	535.42	149.5
02-Jan-20	13:40	0.00	145.2	4559.9	535.42	147.4
02-Jan-20	13:50	0.00	143.3	4558.7	535.42	145.4
02-Jan-20	14:00	0.00	141.4	4557.4	535.41	143.4
02-Jan-20	14:10	0.00	139.6	4556.3	535.41	141.5
02-Jan-20	14:20	0.00	137.9	4555.1	535.41	139.8
02-Jan-20	14:30	0.00	136.3	4554.0	535.40	138.0
02-Jan-20	14:40	0.00	134.8	4553.0	535.40	136.4
02-Jan-20	14:50	0.00	133.4	4552.0	535.40	134.9
02-Jan-20	15:00	0.00	132.1	4551.1	535.39	133.5
02-Jan-20	15:10	0.00	131.0	4550.3	535.39	132.3
02-Jan-20	15:20	0.00	130.0	4549.6	535.39	131.1
02-Jan-20	15:30	0.00	129.1	4548.9	535.39	130.1
02-Jan-20	15:40	0.00	128.4	4548.4	535.39	129.3
02-Jan-20	15:50	0.00	127.7	4547.9	535.38	128.5
02-Jan-20	16:00	0.00	127.1	4547.4	535.38	127.8
02-Jan-20	16:10	0.00	126.7	4547.1	535.38	127.2
02-Jan-20	16:20	0.00	126.3	4546.7	535.38	126.8



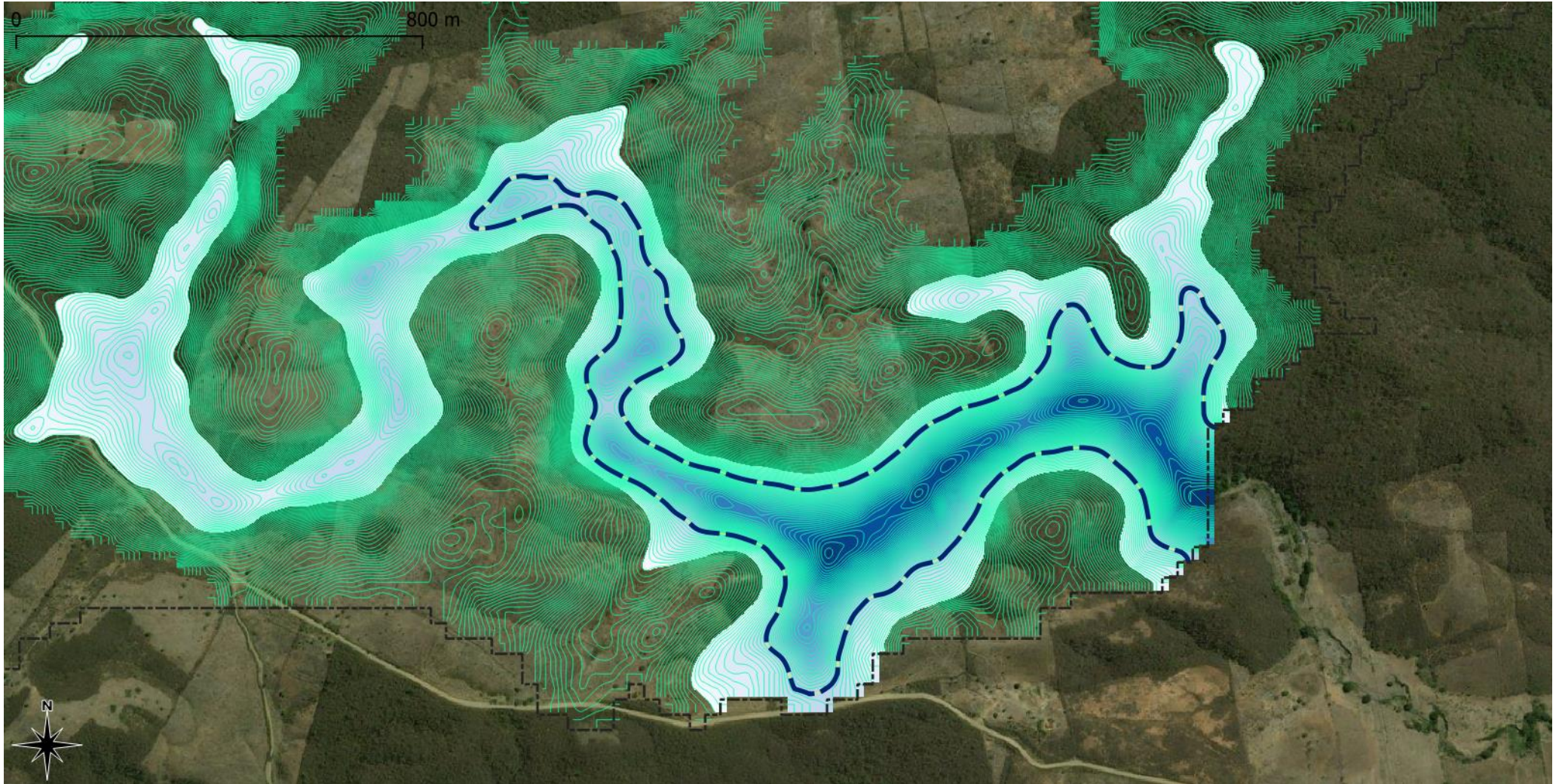
02-Jan-20	16:30	0.00	125.9	4546.5	535.38	126.4
02-Jan-20	16:40	0.00	125.7	4546.2	535.38	126.0
02-Jan-20	16:50	0.00	125.4	4546.1	535.38	125.7
02-Jan-20	17:00	0.00	125.2	4545.9	535.38	125.5
02-Jan-20	17:10	0.00	125.1	4545.8	535.38	125.3
02-Jan-20	17:20	0.00	124.9	4545.6	535.38	125.1
02-Jan-20	17:30	0.00	124.7	4545.5	535.38	124.9
02-Jan-20	17:40	0.00	124.5	4545.4	535.38	124.7
02-Jan-20	17:50	0.00	124.4	4545.3	535.38	124.6
02-Jan-20	18:00	0.00	124.2	4545.2	535.38	124.4
02-Jan-20	18:10	0.00	124.0	4545.1	535.38	124.2
02-Jan-20	18:20	0.00	123.9	4544.9	535.38	124.0
02-Jan-20	18:30	0.00	123.7	4544.8	535.37	123.9
02-Jan-20	18:40	0.00	123.5	4544.7	535.37	123.7
02-Jan-20	18:50	0.00	123.3	4544.6	535.37	123.5
02-Jan-20	19:00	0.00	123.2	4544.5	535.37	123.4
02-Jan-20	19:10	0.00	123.0	4544.4	535.37	123.2
02-Jan-20	19:20	0.00	122.8	4544.3	535.37	123.0
02-Jan-20	19:30	0.00	122.7	4544.2	535.37	122.9
02-Jan-20	19:40	0.00	122.5	4544.0	535.37	122.7
02-Jan-20	19:50	0.00	122.3	4543.9	535.37	122.5
02-Jan-20	20:00	0.00	122.2	4543.8	535.37	122.3
02-Jan-20	20:10	0.00	122.0	4543.7	535.37	122.2
02-Jan-20	20:20	0.00	121.8	4543.6	535.37	122.0
02-Jan-20	20:30	0.00	121.7	4543.5	535.37	121.8
02-Jan-20	20:40	0.00	121.5	4543.4	535.37	121.7
02-Jan-20	20:50	0.00	121.3	4543.3	535.37	121.5
02-Jan-20	21:00	0.00	121.2	4543.1	535.37	121.3
02-Jan-20	21:10	0.00	121.0	4543.0	535.37	121.2
02-Jan-20	21:20	0.00	120.8	4542.9	535.37	121.0
02-Jan-20	21:30	0.00	120.7	4542.8	535.37	120.8
02-Jan-20	21:40	0.00	120.5	4542.7	535.37	120.7
02-Jan-20	21:50	0.00	120.3	4542.6	535.37	120.5
02-Jan-20	22:00	0.00	120.2	4542.5	535.37	120.3
02-Jan-20	22:10	0.00	120.0	4542.4	535.37	120.2
02-Jan-20	22:20	0.00	119.8	4542.3	535.37	120.0
02-Jan-20	22:30	0.00	119.7	4542.1	535.37	119.8
02-Jan-20	22:40	0.00	119.5	4542.0	535.37	119.7
02-Jan-20	22:50	0.00	119.3	4541.9	535.37	119.5
02-Jan-20	23:00	0.00	119.2	4541.8	535.37	119.4
02-Jan-20	23:10	0.00	119.0	4541.7	535.37	119.2
02-Jan-20	23:20	0.00	118.8	4541.6	535.36	119.0
02-Jan-20	23:30	0.00	118.7	4541.5	535.36	118.9
02-Jan-20	23:40	0.00	118.5	4541.4	535.36	118.7
02-Jan-20	23:50	0.00	118.4	4541.3	535.36	118.5



Curvas de nível interpoladas do MNT (SRTM v4.1, resolução horizontal de 30m).



Arranjo esquemático do posicionamento da barragem e do(s) sangradouro(s).



Área inundável da cota 560 (cota 575 do SRTM). Área tracejada corresponde à cota 535 (550 do SRTM).

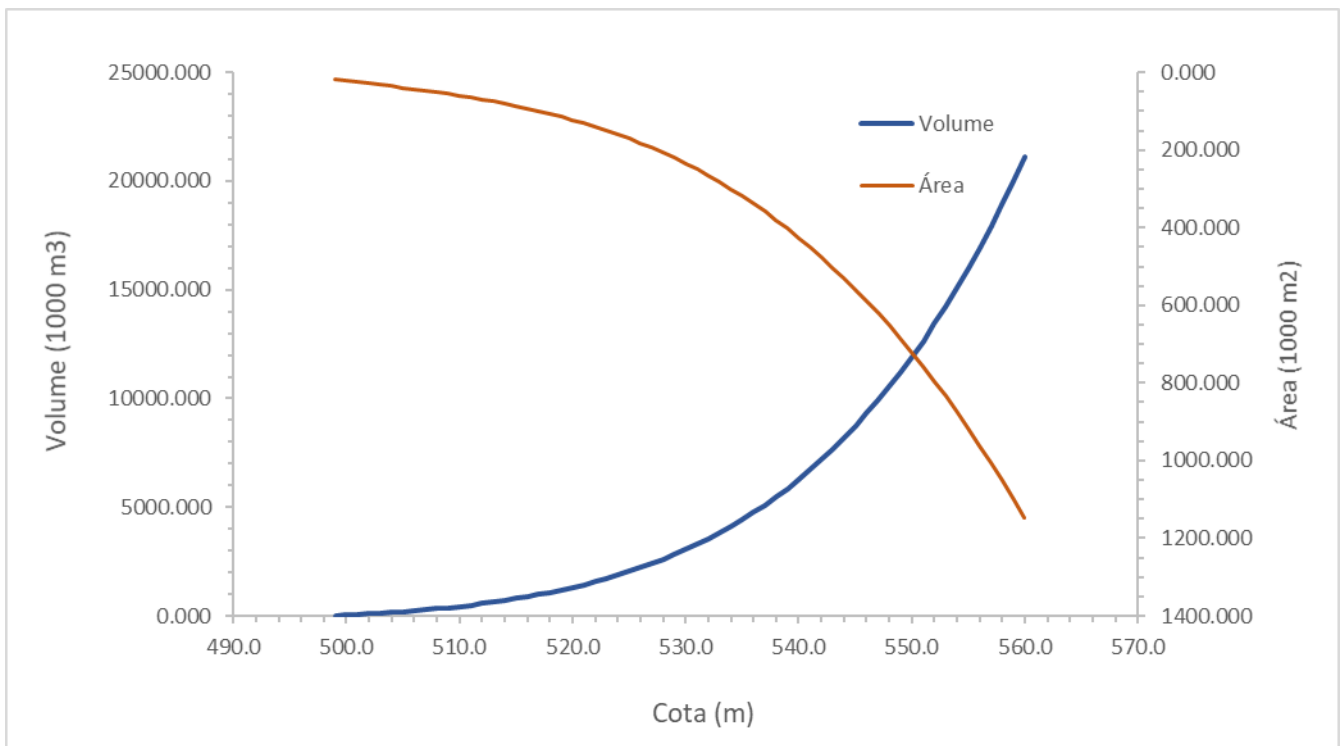
### Tabela cota-área-volume

Cota (m)	Área (m2)	Volume (m3)
496	0	0
498	4924	3847
499	18431	20508
500	21949	40709
501	25437	64406
502	28922	91583
503	32430	122249
504	35990	156443
505	39628	194229
506	43370	235698
507	47244	280968
508	51278	330186
509	55496	383523
510	59928	441178
511	64600	503378
512	69538	570377
513	74770	642454
514	80324	719917
515	86225	803101
516	92500	892366
517	99177	988100
518	106284	1090720
519	113845	1200667
520	121890	1318410
521	130444	1444446
522	139535	1579298
523	149190	1723516
524	159435	1877677
525	170298	2042386
526	181806	2218273
527	193985	2405997
528	206863	2606243
529	220466	2819722
530	234823	3047175
531	249959	3289367
532	265901	3547092
533	282676	3821168
534	300313	4112444
535	318837	4421793
536	338276	4750117
537	358656	5098344
538	380004	5467428
539	402348	5858351
540	425714	6272123
541	450130	6709779
542	475623	7172383
543	502219	7661024
544	529945	8176820
545	558828	8720913
546	588897	9294476

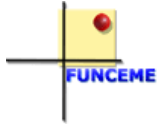
\*\*\*

\*\*\*

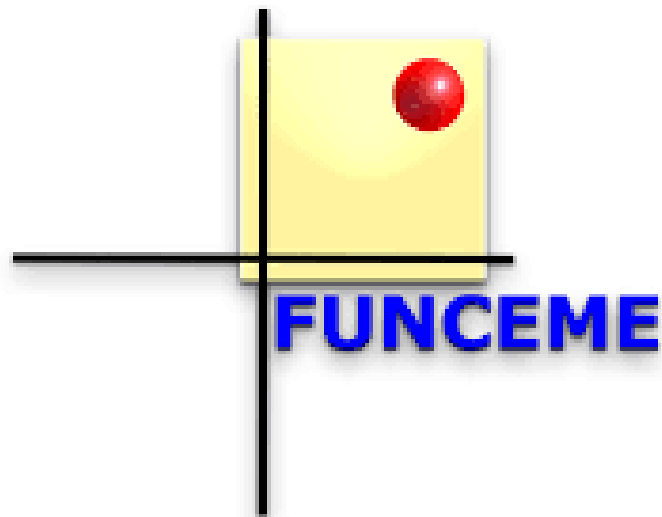
Cota (m)	Área (m <sup>2</sup> )	Volume (m <sup>3</sup> )
547	620176	9898706
548	652694	10534828
549	686477	11204094
550	721553	11907782
551	757948	12647200
552	795689	13423678
553	834804	14238578
554	875319	15093285
555	917261	15989215
556	960658	16927807
557	1005536	17910530
558	1051922	18938878
559	1099889	20014373
560	1147807	21138656



**Curva cota-área-volume**



FUNDAÇÃO CEARENSE DE METEOROLOGIA  
E RECURSOS HÍDRICOS  
*Governo do Estado do Ceará*



**FUNCEME - FUNDAÇÃO CEARENSE DE  
METEOROLOGIA E RECURSOS HÍDRICOS**

**AVALIAÇÃO DAS CHEIAS À JUSANTE DO EIXO PROJETADO DA BARRAGEM BERÊ**

## AVALIAÇÃO DAS CHEIAS À JUSANTE DO EIXO PROJETADO DA BARRAGEM BERÊ

### 1. INTRODUÇÃO

O presente relatório tem o objetivo de fornecer dados adicionais referentes à avaliação das cheias a jusante do eixo proposto no relatório “Estudos Hidrológicos da Barragem Berê”, conforme solicitado no Ofício No. 317 / 2021 /GS-CE, datado de 25 de agosto de 2021.

As informações aqui apresentadas resultaram de uma análise completa da bacia hidrográfica que drena o riacho Jardim até chegar à seção da ponte de Jati, situada sobre a BR116, contígua à sede do município homônimo (Figura 1).

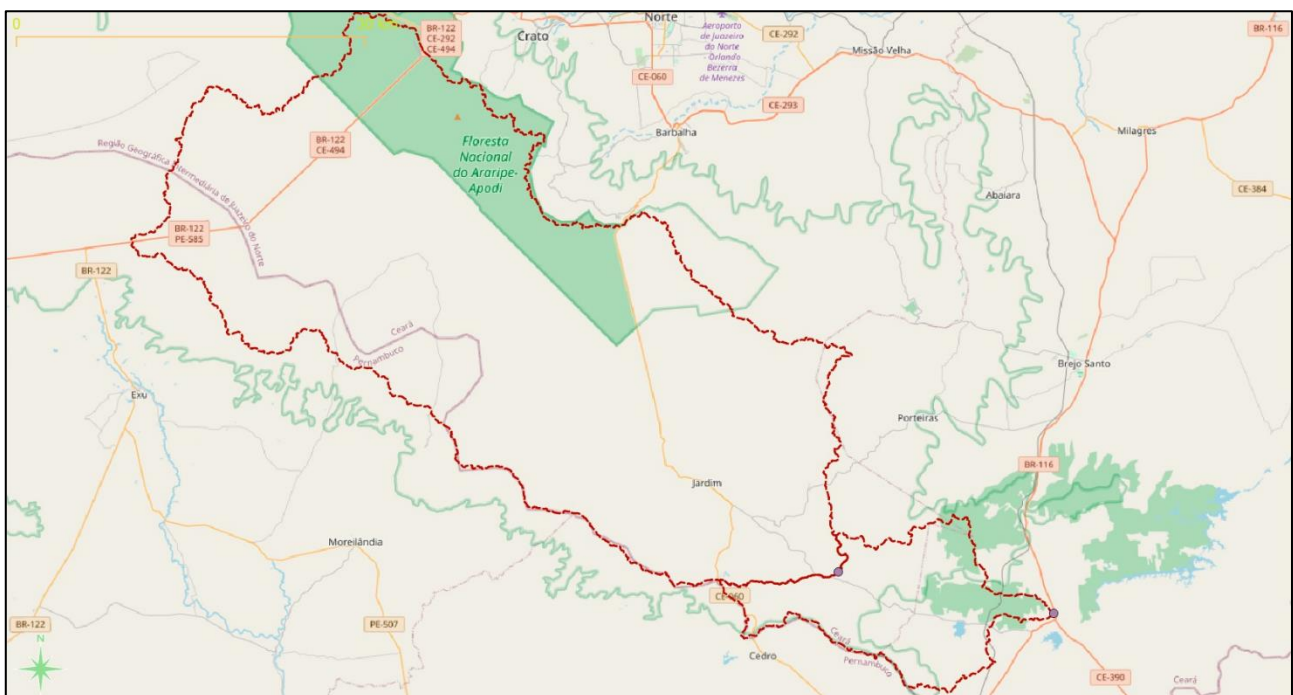


Figura 1: Localização da seção de controle da ponte de Jati e respectivas bacias hidrográficas (Berê e Jati)

### 2. DADOS E PARÂMETROS UTILIZADOS

Foram utilizados os dados provenientes do estudo hidrológico já efetuado. Além disso, foram levantadas as informações da bacia incremental à montante da seção Jati, a partir do eixo projetado da barragem Berê. A seção de Jati está à aproximadamente 25km da seção Berê, com um caminhamento ao longo do curso natural do riacho Jardim. A área incremental drenada de Jati é de 194 km<sup>2</sup>.

A figura 2 ilustra a situação das sub-bacias que serviram de base para as determinações produzidas neste relatório. A tabelas 1 apresentam os principais dados fisiográficos e parâmetros de entrada para a estimativa da cheias milenar e centenárias nas duas seções de interesse: Berê e Jati.



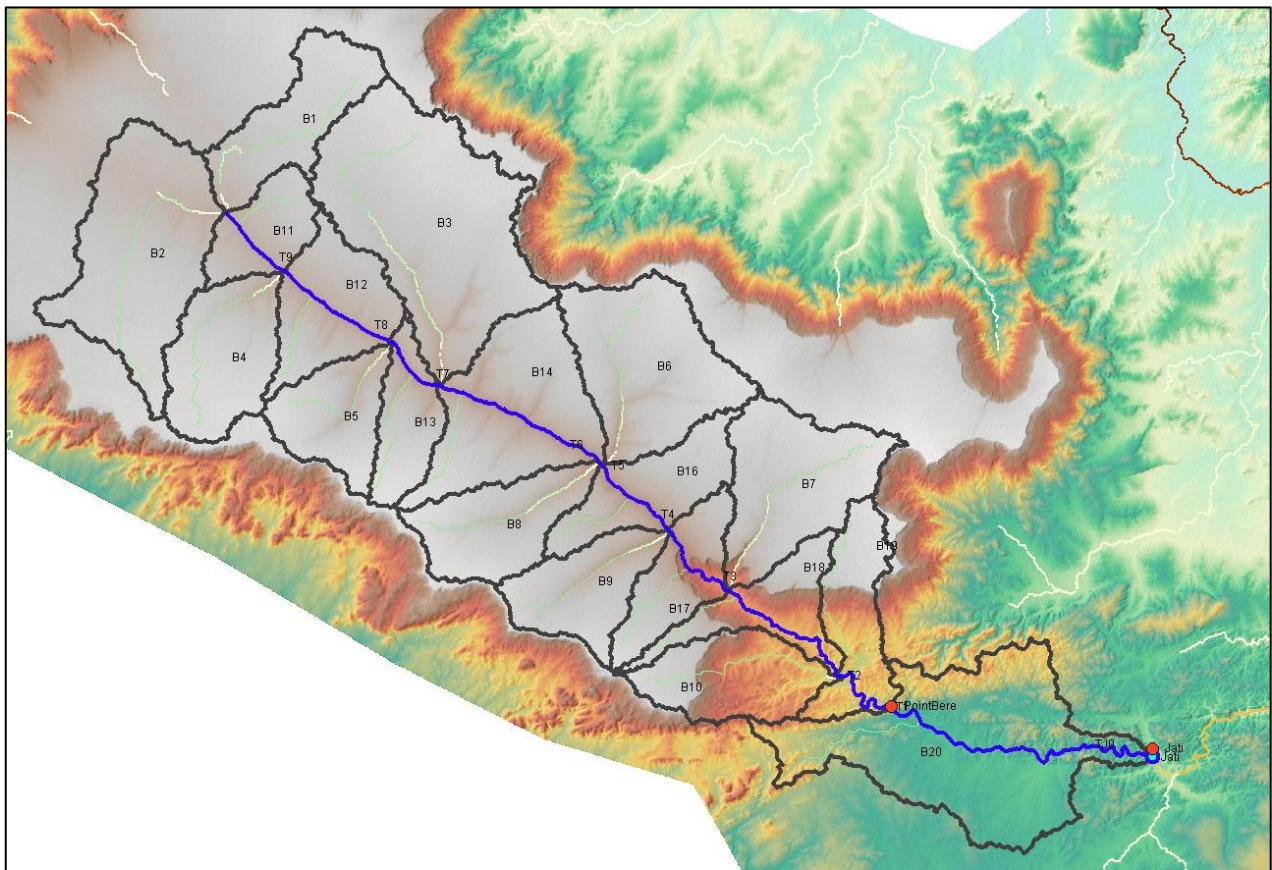


Figura 2: Sub-bacias utilizadas para a simulação das cheias

Tabela 1: Dados fisiográficos e parâmetros hidrológicos utilizados para o estudo de vazões máximas

Sub-bacia	Área (km <sup>2</sup> )	Comprimento Max. do fluxo (km)	Declividade do talvegue (m/m)	Declividade média da bacia (m/m)	Tempo de concentração (h)	CN
B2	140.53	26.843	0.0036	0.0257	7.32	56
B1	69.239	23.577	0.0040	0.0258	6.33	54
B4	75.281	20.670	0.0049	0.0279	5.29	55
B11	42.991	12.948	0.0052	0.0287	3.62	53
B12	70.443	17.098	0.0061	0.0305	4.22	56
B5	55.829	14.635	0.0075	0.0327	3.45	55
B3	195.26	32.860	0.0036	0.0288	8.56	54
B13	44.205	14.931	0.0086	0.0334	3.33	54
B14	115.67	24.814	0.0059	0.0346	5.70	54
B6	112.81	19.369	0.0068	0.0326	4.44	54
B8	68.124	18.925	0.0077	0.0338	4.17	54
B9	61.974	16.181	0.0093	0.0353	3.43	56
B16	60.011	13.736	0.0080	0.0354	3.21	55
B7	98.776	21.147	0.0164	0.0385	3.39	64
B17	51.819	16.089	0.0206	0.0578	2.52	66
B18	67.448	24.248	0.0163	0.0764	3.78	73
B10	52.347	21.070	0.0187	0.0948	3.21	73
B19	60.766	25.571	0.0180	0.0858	3.79	76
B20	193.95	39.046	0.0068	0.0908	7.63	72

### 3. RESULTADOS

Além dos dados geométricos, foram estimados os parâmetros que do complexo solo - usos da terra, os quais, de acordo a metodologia do NCRS, determinam o comportamento da transformação chuva-vazão no caso de eventos de chuvas intensas. O hietograma da cheia milenar foi o mesmo utilizado no estudo da barragem Berê. O cálculo do hietograma da cheia centenária seguiu exatamente a mesma metodologia, mudando, é claro, a frequência da cheia máxima, agora com o tempo de retorno de 100 anos. Os detalhes do processo para estimar os hidrogramas afluentes com o método do SCS constam do estudo hidrológico da barragem Berê, acima citado. No apêndice é possível ver um resumo dos resultados, por sub-bacia, dos cálculos das vazões de máximas para as duas frequências de cheia, 100 e 1000 anos.

Como foi solicitada a avaliação da afluência à seção da ponte em Jati, foram obtidos dados geométricos da seção da estação fluviométrica mantida pela ANA, provenientes do banco de dados HIDROWEB. A figura 3 mostra uma ilustração do perfil da seção transversal do riacho Jardim. A partir destes dados, foram estimadas as características hidráulicas representativas do trecho do riacho Jardim.

Estes dados serviram para parametrizar o modelo de propagação da cheia no trecho do rio Jardim, à montante da ponte de Jati. Foi utilizado o método de Pulls modificado, utilizando como pontos de partida as curvas de armazenamento versus vazão. Estes parâmetros foram estimados a partir da geometria do canal natural e dos dados da curva de descarga em Jati. Como se pode ver na figura 3, o amortecimento da cheia neste trecho é muito pequeno em termos de volumes e vazões de pico. A defasagem do hidrograma afluente também é pequena, já que o trecho percorrido é relativamente curto (25.5 km).

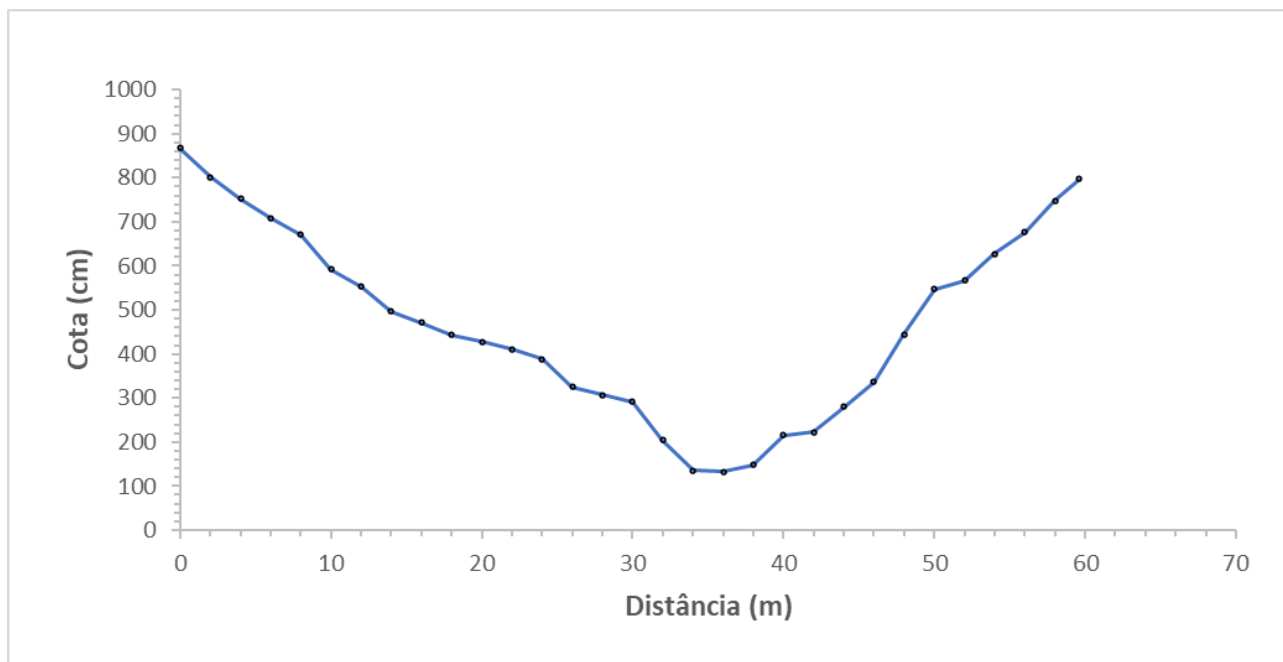
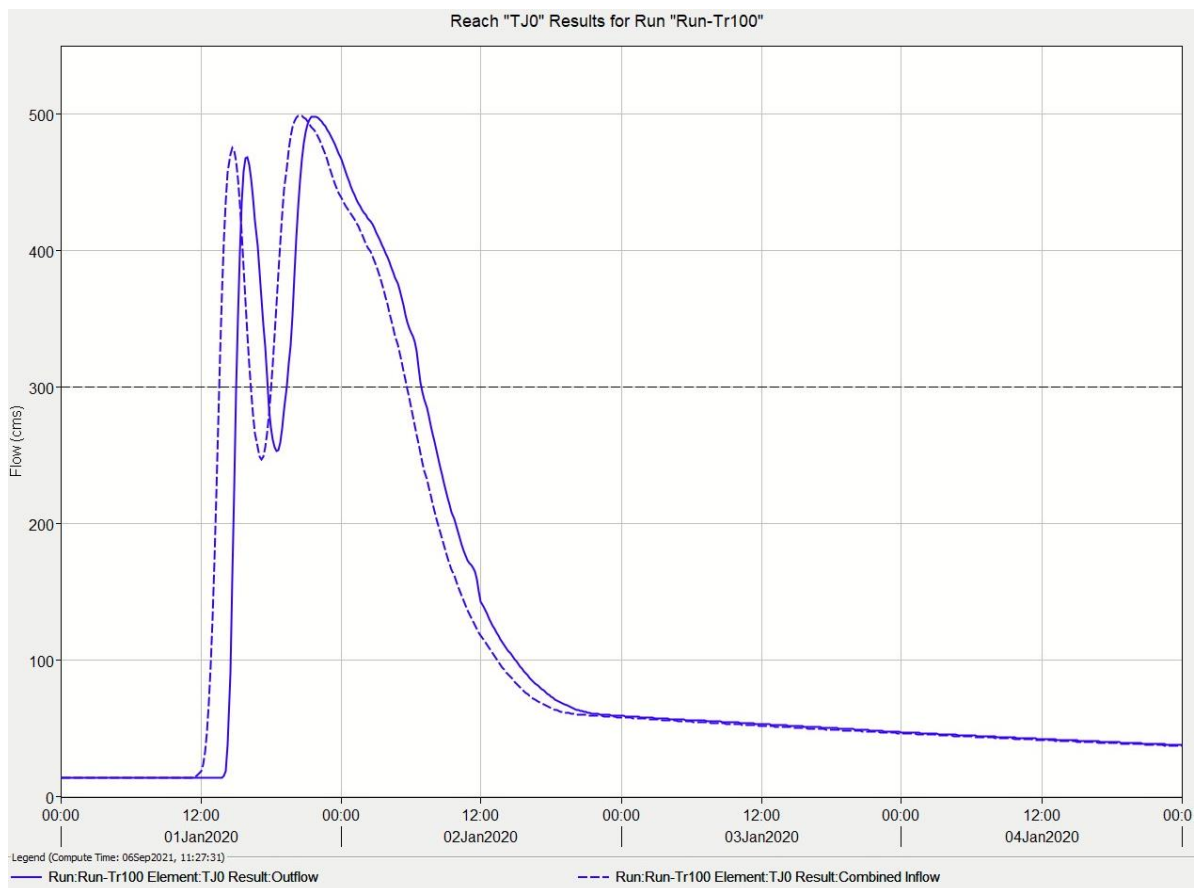
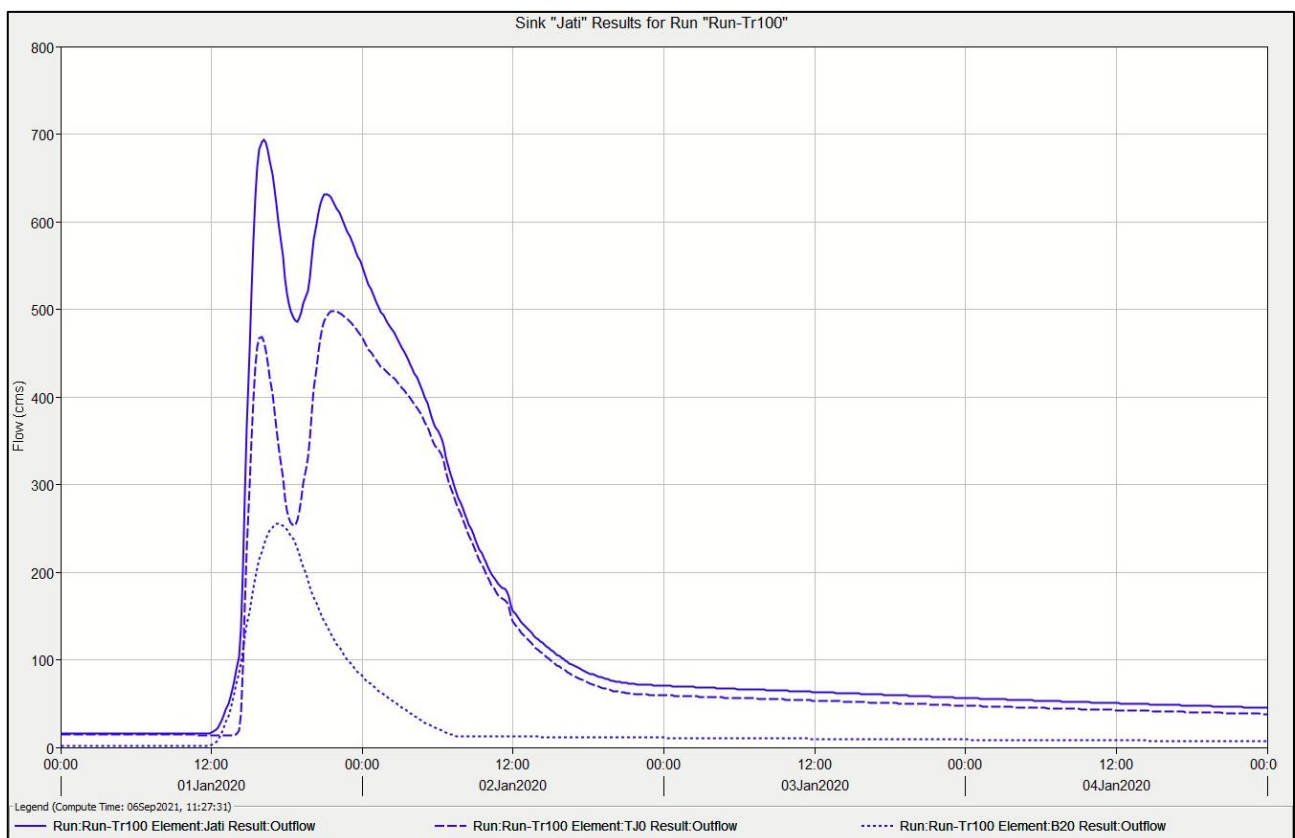


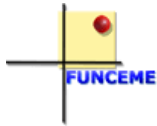
Figura 3: Seção transversal do riacho Jardim à montante da ponte de Jati (HIDROWEB – ANA)



**Figura 4: Amortecimento da cheia centenária desde a seção Berê até a ponte de Jati (BR116)**



**Figura 5: Composição dos hidrogramas afluentes da cheia centenária para a seção Jati**



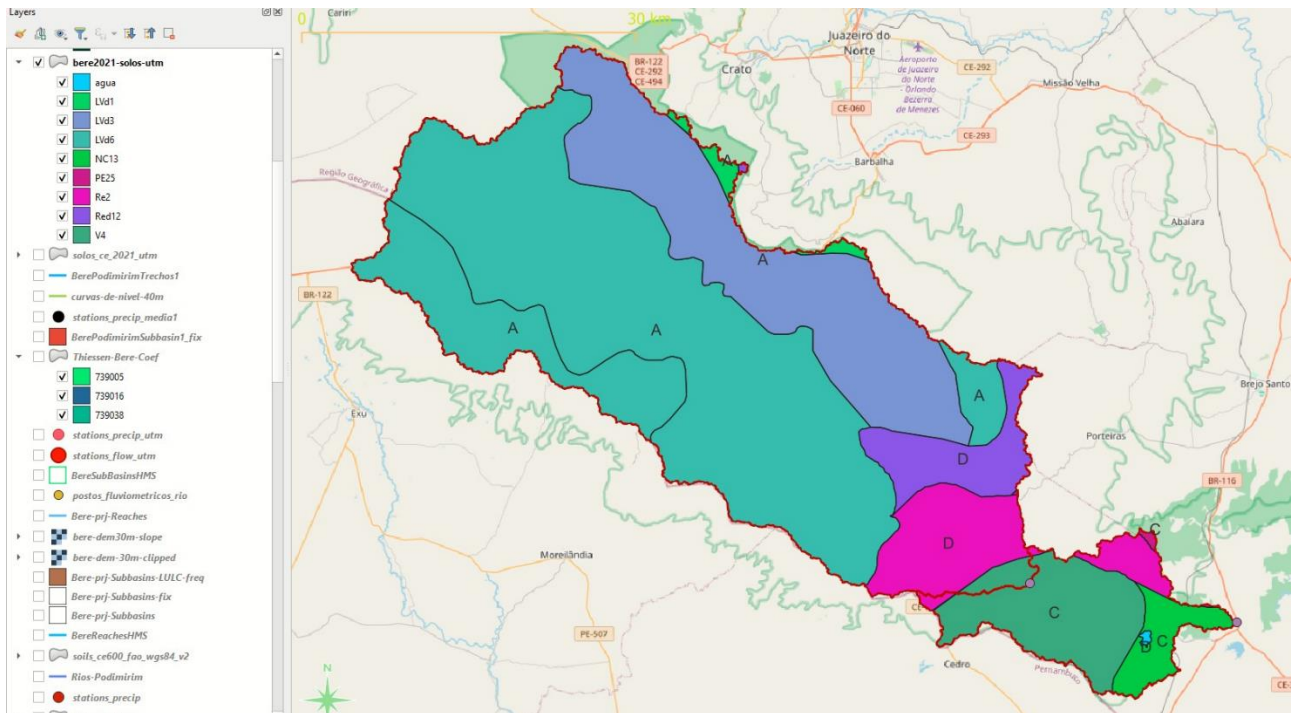
A figura 5 apresenta a composição dos hidrogramas afluentes, calculados para o tempo de retorno de 100 anos na seção Jati. Em seguida é mostrado um resumo geral (Tabela 2), com os principais resultados referentes às cheias de 100 anos. É importante notar que a reavaliação da cheia milenar resultou em uma vazão de pico praticamente idêntica ao valor da vazão milenar do estudo hidrológico do projeto da Barragem Berê. O valor da vazão máxima milenar recalculada foi de 1057 m<sup>3</sup>/s, enquanto a vazão que consta no projeto é de 1085 m<sup>3</sup>/s. Os resultados para a vazão afluente centenária são apresentados na tabela 2, representando também a afluência a seção Berê e o deflúvio gerado na bacia incremental. O valor calculado da vazão afluente máxima à seção Jati, com tempo de retorno de 100 anos, foi de 693.9 m<sup>3</sup>/s.

**Tabela 2: Vazões máximas centenárias à montante da seção Jati**

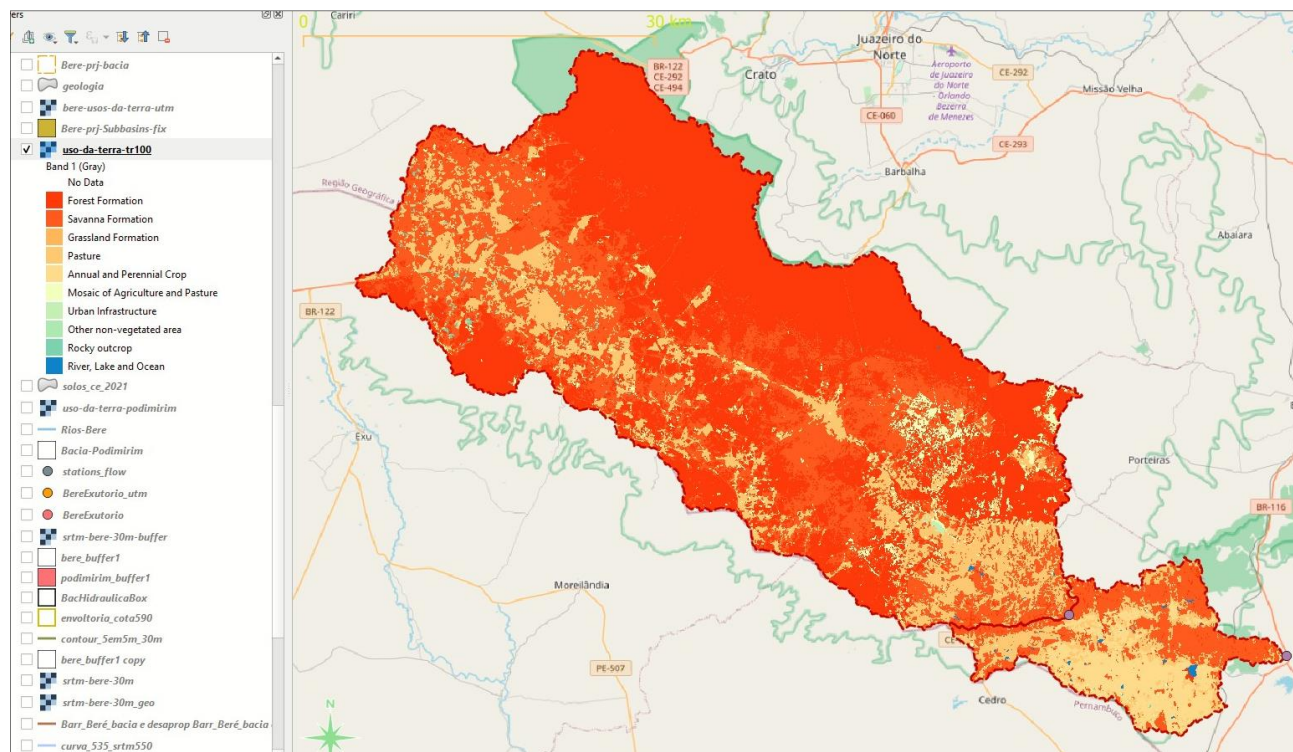
<b>Sub-bacia</b>	<b>Área (km<sup>2</sup>)</b>	<b>Vazão máxima (m<sup>3</sup>/s)</b>
<b>BERE (Barragem projetada)</b>	1443.5	<b>498.3</b>
<b>B20 (incremental)</b>	194.0	<b>255.4</b>
<b>Jati (Seção à montante da Ponte)</b>	1637.473	<b>693.9</b>

## 4. APÊNDICE

### 4.1 GRUPOS DE SOLOS HIDROLÓGICOS



### 4.2 USOS DA TERRA



#### 4.3 CHUVAS INTENSAS PARA CONTRUÇÃO DOS HIETOGRAMAS

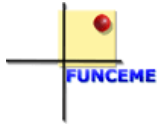
DURAÇÃO (h)	DURAÇÃO (min)	Chuvas de Projeto	
		100 anos	1000 anos
0.08	5	11.9	16.0
0.17	10	21.9	29.0
0.25	15	27.7	36.6
0.50	30	37.7	49.5
1.00	60	47.7	62.5
2.00	120	59.9	79.5
3.00	180	67.1	89.4
4.00	240	72.2	96.5
6.00	360	79.4	106.4
12.00	720	91.6	123.4
24.00	1440	103.9	140.4
<b>Diária</b>		94.4	127.6

#### 4.4 REAVALIAÇÃO DA CHEIA MILENAR

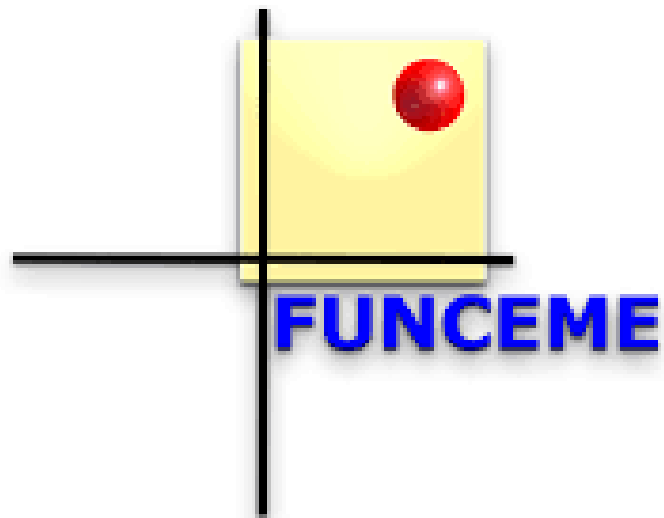
Sub-bacia	Área (km <sup>2</sup> )	Vazão máxima (m <sup>3</sup> /s)	Volume (mm)
B2	140.5	156.7	43.91
B1	69.2	75.6	40.32
T9	209.8	230.9	42.67
B4	75.3	99.6	44.26
B11	43.0	64.5	42.67
T8	328.0	340.4	42.86
B12	70.4	116.6	49.21
B5	55.8	99.5	48.73
T7	454.3	410.5	44.51
B3	195.3	171.6	38.21
B13	44.2	75.4	46.29
T6	693.8	595.1	42.72
B14	115.7	136	41.15
T5	809.4	656.8	42.49
B6	112.8	157.9	43.33
B8	68.1	99.7	43.95
T4	990.4	737.2	42.64
B9	62.0	123.9	52.55
B16	60.0	107.3	48.79
T3	1112.4	800.4	43.50
B7	98.8	296.6	77.04
B17	51.8	210.9	91.29
T2	1263.0	963.8	47.51
B18	67.4	307.1	110.70
B10	52.3	211.9	105.83
T1	1382.8	1024	52.76
B19	60.8	272.4	116.74
TJ0	1443.5	1057.5	55.10

#### 4.5 CÁLCULO DA CHEIA CENTENÁRIA NA SEÇÃO DE JATI

Sub-bacia	Área (km <sup>2</sup> )	Vazão máxima (m <sup>3</sup> /s)	Volume (mm)
B2	140.5	69.3	20.64
B1	69.2	31.5	18.11
T9	209.8	100.4	19.80
B4	75.3	42.3	20.18
B11	43.0	25.2	18.30
T8	328.0	147.3	19.66
B12	70.4	50.2	22.73
B5	55.8	41.2	21.87
T7	454.3	181	20.39
B3	195.3	72.9	17.35
B13	44.2	30.2	20.28
T6	693.8	260.9	19.50
B14	115.7	56.4	18.41
T5	809.4	289.2	19.35
B6	112.8	64.5	19.21
B8	68.1	40.5	19.43
T4	990.4	327	19.33
B9	62.0	52.6	24.04
B16	60.0	44.5	21.90
T3	1112.4	349	19.73
B7	98.8	150.6	40.59
B17	51.8	110.4	49.27
T2	1263.0	433.1	22.41
B18	67.4	178.9	65.33
B10	52.3	123.6	62.51
T1	1382.8	473.9	26.00
B19	60.8	165	71.18
TJ0	1443.5	<b>498.3</b>	27.75
B20	194.0	<b>255.4</b>	50.63
Jati	1637.473	<b>693.9</b>	30.46



FUNDAÇÃO CEARENSE DE METEOROLOGIA  
E RECURSOS HÍDRICOS  
*Governo do Estado do Ceará*



**FUNCEME - FUNDAÇÃO CEARENSE DE  
METEOROLOGIA E RECURSOS HÍDRICOS**

**CURVA DE GARANTIA ATUALIZADA DA BARRAGEM BERÉ**



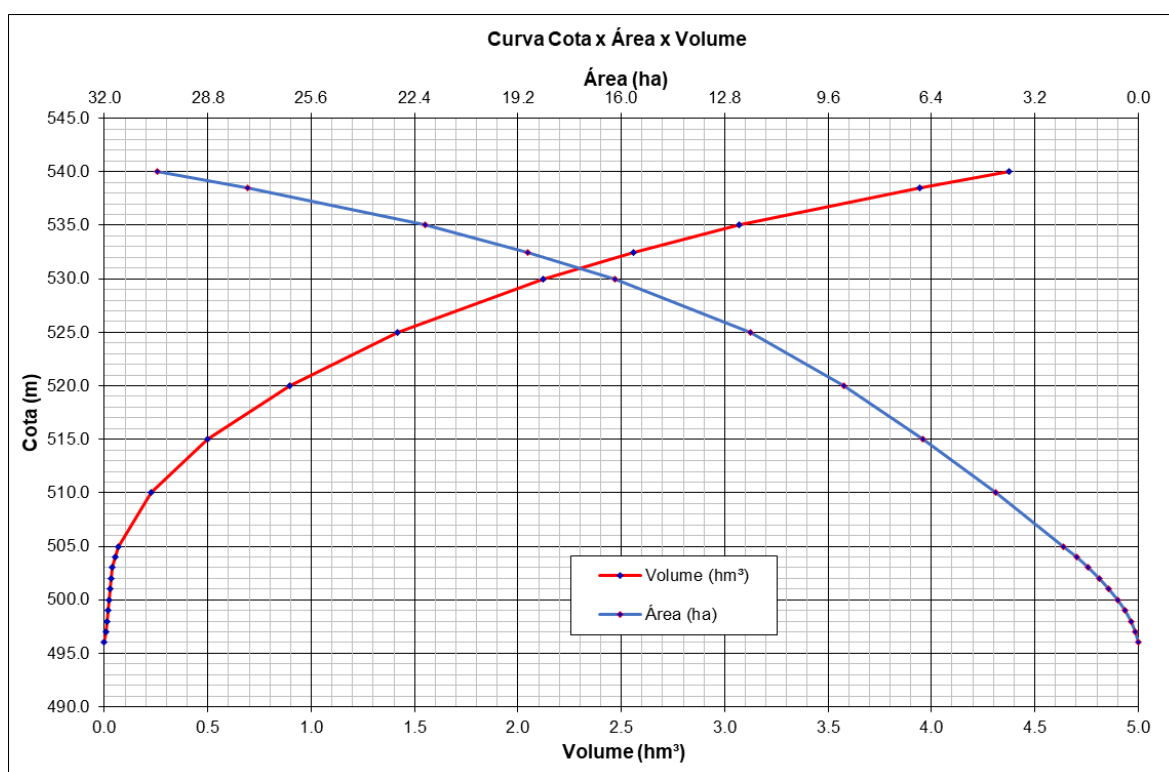
# AÇUDE BERÉ – EIXO 02

22/fev/2022

## COTA-ÁREA-VOLUME

Cota (m)    Área (ha)    Volume (hm<sup>3</sup>)

496.00	-	-	
497.00	0.089	0.006	
498.00	0.221	0.011	
499.00	0.406	0.017	
500.00	0.638	0.022	
501.00	0.909	0.028	
502.00	1.216	0.031	
503.00	1.553	0.039	
504.00	1.914	0.051	
505.00	2.297	0.068	
510.00	4.395	0.225	
515.00	6.675	0.501	
520.00	9.115	0.895	
525.00	11.993	1.419	
530.00	16.208	2.123	
532.50	18.883	2.560	soleira
535.00	22.065	3.072	
538.50	27.559	3.942	coroamento
540.00	30.369	4.378	



# PARÂMETROS

ÁREA DA BACIA HIDROGRÁFICA: 1443,5 km<sup>2</sup>

DEFLÚVIO MÉDIO: 31,25 mm

CV DOS DEFLÚVIOS: 1,3

EVAPORAÇÃO NA ESTAÇÃO SECA: 1116 mm

$V = 281,15 H^{2,5383}$  (morfologia da bacia hidráulica - curva altura-volume)

## CURVA DE GARANTIA

Garantia (%)	70	75	80	85	90	95	90
<b>Vazão regularizada (litros/segundo)</b>	73,4 (±3.7)	73,4 (±3.7)	73,4 (±3.7)	73,4 (±3.7)	53,8 (±2.7)	40,5 (±2.0)	34,7 (±1.7)
<b>Volume regularizado (hm<sup>3</sup>/ano)</b>	2.3133 (±0.116)	2.3133 (±0.116)	2.3133 (±0.116)	2.3133 (±0.116)	1.6964 (±0.085)	1.2757 (±0.0638)	1.0949 (±0.0547)

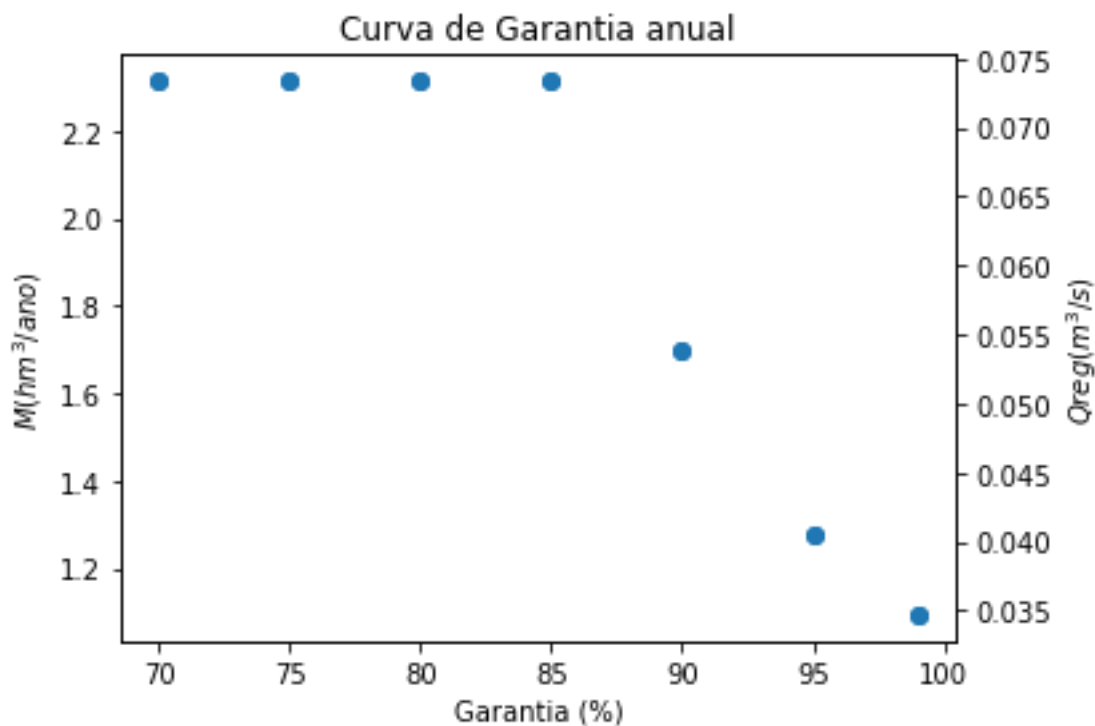


Figura 1 – Curva de garantia anual do açude Beré – Eixo 02

## FREQUÊNCIA DE SANGRIA

Garantia (%)	70	75	80	85	90	95	90
Frequência de sangria (%)	85,6	85,3	85,5	85,7	87,3	89,0	90,0

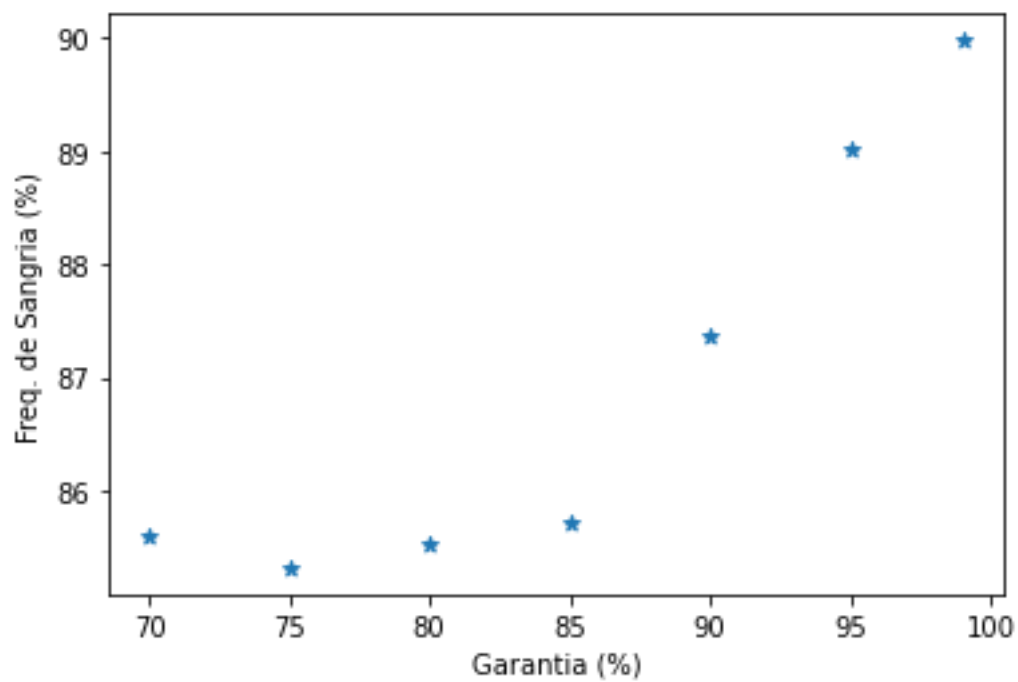


Figura 2 - Frequência de sangria por nível de regularização anual do açude Beré – Eixo 02