

BARRAGEM BERÉ

**REPÚBLICA FEDERATIVA DO BRASIL  
GOVERNO DO ESTADO DO CEARÁ**

**SECRETARIA DOS RECURSOS HÍDRICOS - SRH/CE**

**PROJETO PILOTO DE GERENCIAMENTO DOS RECURSOS HÍDRICOS  
PROGERIRH - PILOTO**

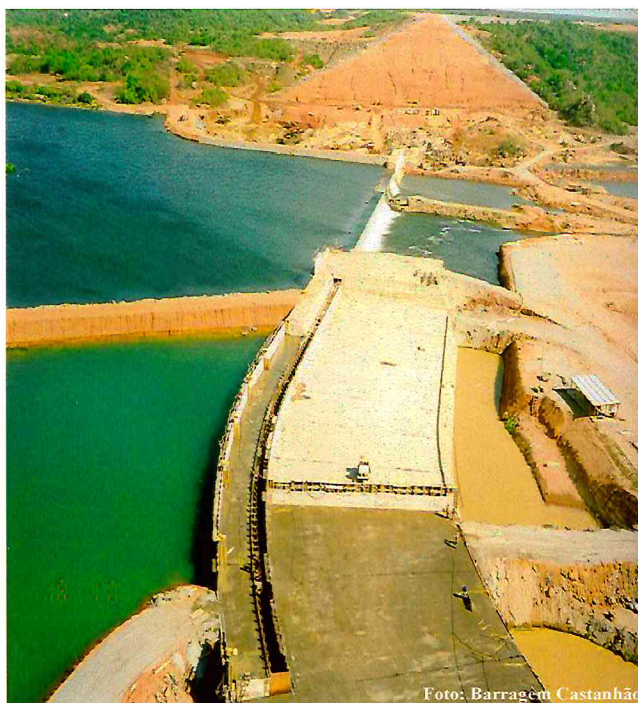


Foto: Barragem Castanhão

**ESTUDOS DE VIABILIDADE TÉCNICA, AMBIENTAL,  
ECONÔMICA E FINANCEIRA DA BARRAGEM BERÉ**

**FASE II - Desenvolvimento dos Estudos Básicos  
e dos Anteprojetos das Barragens e Adutoras**

**VOLUME 1 - ESTUDOS BÁSICOS**

**TOMO 1.3 - Estudos Hidrológicos**



**FORTALEZA  
JULHO, 2002**

0294/02/01/01.03

0293/ Fase 02/ V.01/ T.01.0



**ÍNDICE**

## ÍNDICE

<b>APRESENTAÇÃO .....</b>	<b>3</b>
<b>1 – INTRODUÇÃO .....</b>	<b>5</b>
<b>2 – LOCALIZAÇÃO E ACESSOS .....</b>	<b>8</b>
<b>3 – ESTUDOS HIDROLÓGICOS .....</b>	<b>12</b>
<b>3.1 – CARACTERIZAÇÃO FISIAGRÁFICA.....</b>	<b>13</b>
<b>3.2 – CARACTERIZAÇÃO CLIMÁTICA.....</b>	<b>15</b>
<b>3.2.1 – Parâmetros Climáticos .....</b>	<b>15</b>
3.2.1.1 – Temperatura .....	15
3.2.1.2 – Umidade Relativa do Ar .....	16
3.2.1.3 – Velocidade e Direção do Vento .....	16
3.2.1.4 – Insolação .....	17
3.2.1.5 – Evaporação do Tanque Classe “A” .....	18
3.2.1.6 – Evapotranspiração .....	18
<b>3.2.2 – Classificação Climática .....</b>	<b>19</b>
<b>3.3 – ESTUDOS PLUVIOMÉTRICOS .....</b>	<b>20</b>
<b>3.3.1 – Postos Utilizados .....</b>	<b>20</b>
<b>3.3.2 – Pluviometria Média na Bacia .....</b>	<b>21</b>
<b>3.3.3 – Estudo de Chuvas Intensas.....</b>	<b>23</b>
3.3.3.1 – Objetivo do Estudo .....	23
3.3.3.2 – Metodologia Utilizada.....	23
3.3.3.3 – Chuvas Intensas na Bacia .....	24
<b>3.4 – ESTUDO DOS DEFLÚVIOS.....</b>	<b>25</b>
<b>3.4.1 – Dados Existentes .....</b>	<b>25</b>
<b>3.4.2 – Modelo Matemático Chuva-Deflúvio .....</b>	<b>25</b>
3.4.2.1 – Introdução .....	25
3.4.2.2 – Calibração do Modelo MODHAC.....	25
<b>3.4.3 – Volumes Mensais Afluentes .....</b>	<b>28</b>
<b>3.5 – ESTUDO DO DIMENSIONAMENTO DO RESERVATÓRIO .....</b>	<b>30</b>
<b>3.5.1 – Estudo da Vazão de Regularização do Açude Beré .....</b>	<b>30</b>
3.5.1.1 – Método da simulação.....	30
<b>3.6 – ESTUDO DA CHEIA DE PROJETO .....</b>	<b>31</b>
<b>3.6.1 – Introdução .....</b>	<b>31</b>
<b>3.6.2 – Metodologia utilizada.....</b>	<b>31</b>
<b>3.6.3 – Hidrograma Unitário Triangular do SCS .....</b>	<b>32</b>
<b>3.6.4 – Hidrogramas das Cheias de Projeto .....</b>	<b>33</b>
<b>3.7 – DIMENSIONAMENTO DO SANGRADOURO .....</b>	<b>35</b>
<b>3.7.1 – Amortecimento das Cheias Milenar e Decamilenar.....</b>	<b>35</b>

**APRESENTAÇÃO**



## **APRESENTAÇÃO**

O Consórcio ANB/HIDROSTUDIO, no âmbito do Contrato N.º001/PROGERIRH-PILOTO/SRH/2002, firmado com a Secretaria de Recursos Hídricos do Estado do Ceará e com base nas definições contidas no Edital, vem desenvolvendo os Estudos de Viabilidade Técnica, Ambiental, Econômica e Financeira da Barragem Beré, localizada no município de Jardim, no Estado do Ceará.

Os referidos estudos serão apresentados através dos relatórios abaixo relacionados:

### **FASE I – Estudos Preliminares**

- **VOLUME 1 – Condições Sócio-Econômicas e Ambientais da Área**
  - Tomo 1.1 – Relatório Preliminar
- **VOLUME 2 – Estudos de Alternativas Locacionais das Barragens e Adutoras**
  - Tomo 2.1 – Localização dos Eixos

### **FASE II – Desenvolvimento dos Estudos Básicos e dos Anteprojetos das Barragens e Adutoras**

- **VOLUME 1 – Estudos Básicos e Anteprojetos**
  - Tomo 1.1 – Topografia
  - Tomo 1.2 – Geologia e Geotecnia
  - Tomo 1.3 – Hidrologia
  - Tomo 1.4 – Aspectos Sócio-Econômicos
- **VOLUME 2 – Anteprojetos**
  - Tomo 2.1 – Relatório Geral
  - Tomo 2.2 – Desenhos e Plantas

### **FASE III – Estudos de Viabilidade Ambiental (EVA)**

- **VOLUME 1 – Estudos de Viabilidade Ambiental (EVA)**
  - Tomo 1.1 – Estudos Básicos e Diagnósticos Ambientais

### **FASE IV – Avaliação Econômica Financeira dos Projetos**

- **VOLUME 1 – Viabilidade dos Projetos**
  - Tomo 1.1 – Avaliação Técnico-Econômica-Financeira e Ambiental

O presente documento refere-se ao TOMO 1.3 – Hidrologia (FASE II – Desenvolvimento dos Estudos Básicos e dos Anteprojetos das Barragens e Adutoras, VOLUME 1 – Estudos Básicos), dos Estudos de Viabilidade Técnica, Ambiental, Econômica e Financeira da Barragem Beré, localizada no município de Jardim, no Estado do Ceará.

## 1 – INTRODUÇÃO

## 1 – INTRODUÇÃO

Nos últimos anos, tem sido uma das preocupações máximas do Governo, dotar o Estado de uma infraestrutura hídrica capaz de atender as demandas das populações, quanto ao abastecimento de água. No último decênio muito tem sido realizado no setor. Além da criação de todo um aparelhamento institucional, vem dedicando-se o Governo na execução de obras, através de programa específico, tais como o PROURB e o PROGERIRH que visam tanto fortalecer o sistema comunitário municipal, como equacionar e resolver os problemas de abastecimento de água das populações.

Este trabalho trata dos Estudos de Viabilidade Técnica, Ambiental, Econômica e Financeira da Barragem Beré, localizada no município de Jardim, no Estado do Ceará.

O Estado do Ceará tem desenvolvido um extenso programa de recursos hídricos que inclui, desde a mobilização de água através da perfuração de poços ou em reservatórios, até sua distribuição às populações, através de adutoras, após tratamento para torná-la potável. O armazenamento de água para as populações e outros usos no Estado, historicamente, é feito através de mananciais artificiais constituídos por barramentos de rios, formando os açudes. No passado a construção destes reservatórios, tinha sempre um caráter emergencial, isto é, eles eram implantados sempre que se instalava uma seca mais prolongada. Nos anos de pluviometria normal, praticamente não se exercia essa atividade de modo continuado. Os açudes públicos eram construídos em locais muitas vezes não estratégicos, face à localização dos maiores contingentes de usuários, deixando-se de levar em conta outros fatores importantes, os quais só tiveram maior destaque com criação, o desenvolvimento e o debate dos aspectos ambientais.

Com o crescimento mais acelerado da população a partir da década de 1940, e sua concentração nas cidades, iniciada nos anos 60, o problema do abastecimento de água, no Estado, passou a ser encarado de modo a atender a requisitos mais técnicos tais como a localização dos açudes relativamente às cidades e às aglomerações rurais. Também tiveram um grande incremento os usos múltiplos da água, a qual passou a ser encarada como um bem econômico, sendo mais largamente utilizada, notadamente na agricultura irrigada, pecuária, piscicultura e nas atividades de lazer. Este aumento de consumo aliado à irregularidade pluviométricas, induziu o governo do Ceará, a partir do final da década dos anos 80, instituir programas que tratam a questão hídrica de modo racional, com continuidade e procurando sempre conferir um caráter de sustentabilidade as iniciativas do setor, podendo assim assegurar um desenvolvimento mais equilibrado do Estado.

Diante dessa realidade, a partir de 1987 o Governo Estadual vem institucionalizando a implementação de políticas públicas destinadas a encaminhar a questão da água. Assim, foram criados a partir da Secretaria dos Recursos Hídricos – SRH, a Superintendência de Obras Hidráulicas – SOHIDRA e a Companhia de Gestão dos Recursos Hídricos do Estado do Ceará – COGERH; foram também elaborados o Plano Estadual de Recursos Hídricos – PERH e o Fundo Estadual de Recursos Hídricos – FUNORH.



O estudo objeto deste trabalho, se insere nas ações que o governo estadual está implantando em todo o território cearense, o qual consiste na construção de novos barramentos permanentes, de portes médios, e de adutoras que conduzam a água até as cidades, de modo a dotar os centros urbanos do interior de fontes de água seguras, que garantam o abastecimento nos períodos secos.

Atualmente, as ações empreendidas pelo Governo do Estado, no tocante a construção de obras hídricas, devem satisfazer a critérios técnicos, ambientais e sócio-econômicos, antes de terem garantido recursos para suas implantações.

O estudo objeto deste trabalho é uma das etapas deste processo de seleção de locais para obras hídricas e da comprovação de suas viabilidades técnica, financeira e econômica, além da avaliação das condições ambientais que advirão com a concretização dessas obras.

Nesse trabalho, buscamos estudar mais detalhadamente, as alternativas de atendimento às demandas de água junto às cidades e aglomerados urbanos que se situam nas áreas de influência direta destes reservatórios, e subsidiariamente atender as necessidades de promover o desenvolvimento de atividades econômicas, através da irrigação de áreas estrategicamente situadas em relação aos açudes, da piscicultura intensiva e promoção de atividades de lazer.

Apresentamos, em seguida, uma caracterização da região em estudo, a nível municipal e a nível local, onde os dados apresentados refletem a realidade atual, uma vez que eles foram colhidos recentemente, durante viagem de inspeção aos municípios e povoados situados na área de influência e nos próprios locais dos eixos barráveis.



## 2 – LOCALIZAÇÃO E ACESSOS

## 2 – LOCALIZAÇÃO E ACESSOS

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:

- 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 uma distância de 37 Km. 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:

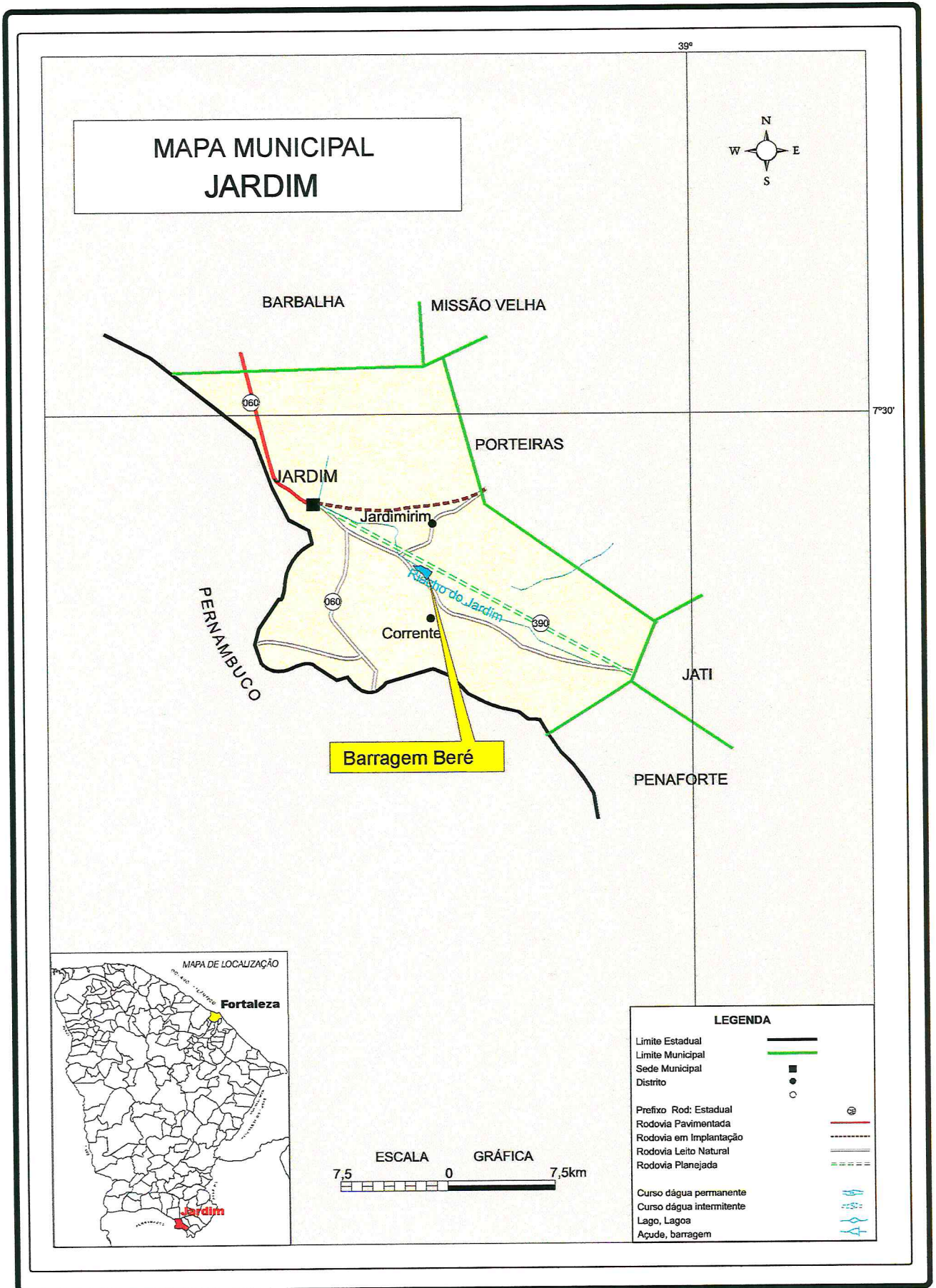
- Segue-se pela CE-390 no sentido Penaforte uma distância de 18,00 Km. Daí segue-se a pé, uma distância de 0,50 Km, chegando ao barramento estudado pela hierarquização. Deste, segue-se pelo leito do rio percorrendo-se 1,00 Km até chegar a uma 2ª alternativa de eixo barrável.

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











### **3 – ESTUDOS HIDROLÓGICOS**

### 3 – ESTUDOS HIDROLÓGICOS

#### 3.1 – CARACTERIZAÇÃO FISIAGRÁFICA

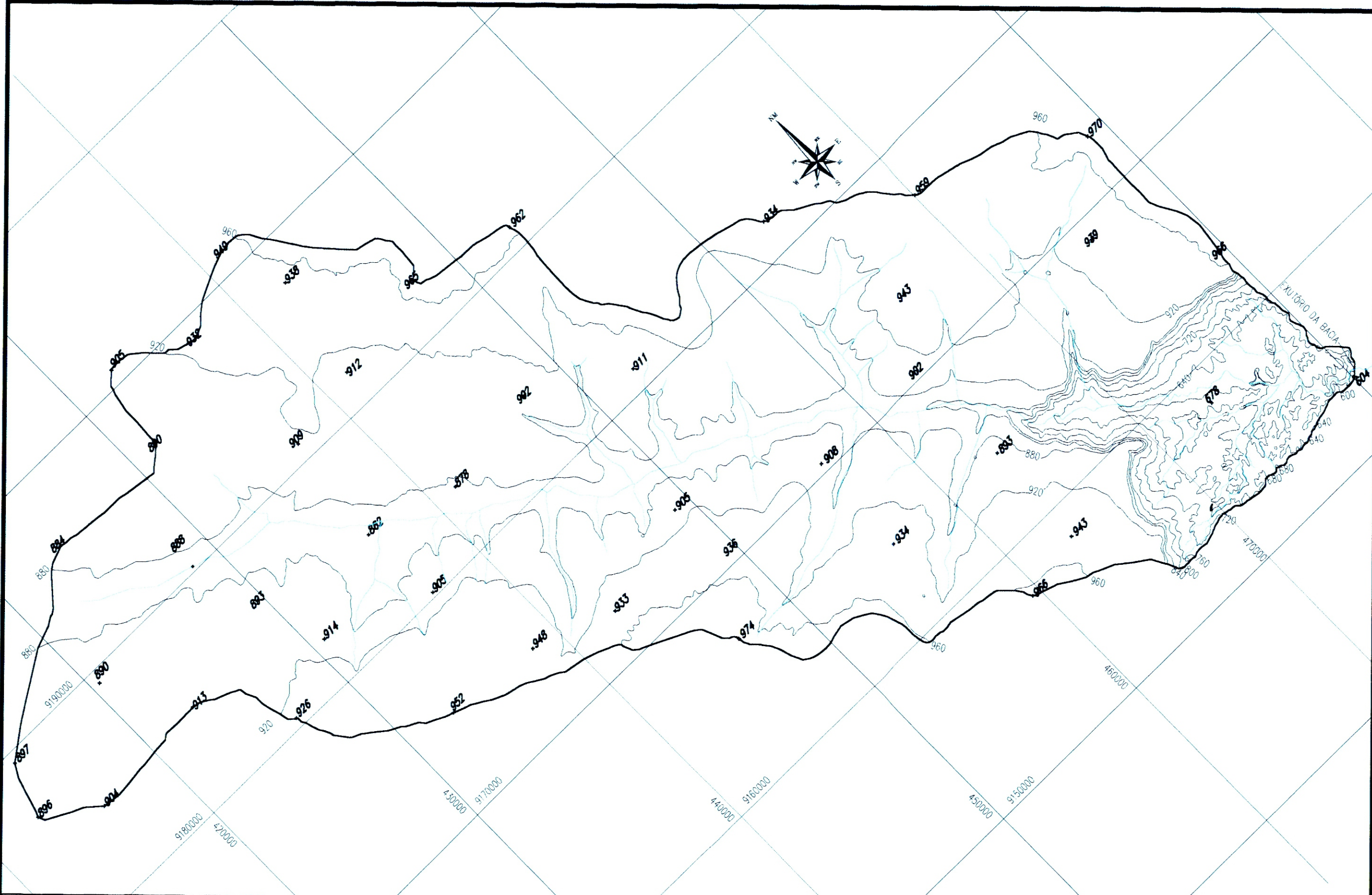
Utilizando as Cartas Topográficas da SUDENE, na escala 1:100.000, obteve-se, para a bacia hidrográfica do Açude Beré, as seguintes características fisiográficas principais:

- Localização do exutório no Riacho do Jardim:
  - Latitude =  $07^{\circ}39'14''$  S ( 9.153.939,0 m N )
  - Longitude =  $39^{\circ}10'41''$  WGr ( 480.354,0 m E )
- Área de Drenagem: 1410,197 km<sup>2</sup>
- Perímetro da Bacia: 189,578km
- Altitude Média da Bacia: 888,3 m
- Altitude Mediana da Bacia: 908,7 m
- Declividade Média da Bacia Hidrográfica: 0,02475 m/m
- Coeficiente de Compacidade: 1,42
- Coeficiente de Forma: 0,22
- Comprimento do Curso D'Água Principal: 80,461 km
- Declividade Média do Rio Principal: 0,00137 m/m
- Ordem da Bacia, segundo o Método de Horton-Strahler, na escala de 1:100.000: 3<sup>a</sup> ordem

Na Figura 3.1 a seguir, é apresentada a bacia hidrográfica do Açude Beré

217 M

4014



LEGENDA

— RIO

○ CURVA DE NÍVEL

× PONTOS

ESCALA: 1/200.000

DATA: AGOSTO/2002

DESCRIÇÃO: 01/01

**BARRAGEM BERÉ**

**FIGURA 3.1 - BACIA HIDROGRÁFICA**

**ANB - Águas do Nordeste do Brasil Ltda.**



### 3.2 – CARACTERIZAÇÃO CLIMÁTICA

#### 3.2.1 – Parâmetros Climáticos

Na bacia do Açude Beré não existe estação meteorológica, portanto seu comportamento climático será representado, com razoável aproximação, pela estação meteorológica de Barbalha, em Barbalha -CE.

No presente estudo serão utilizados os parâmetros meteorológicos obtidos junto ao PERH-CE<sup>1</sup>.

##### 3.2.1.1 – Temperatura

A tabela 3.2.1.1 e a figura 3.2.1.1 apresentam os valores médios das temperaturas médias, mínimas e máximas.

Tabela 3.2.1.1 - Temperatura Média, Mínima Média, Máxima Média, na Estação Meteorológica de Barbalha.

TEMPERATURA (°C)	MESES												
	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	ANO
Máxima Média	31,7	30,9	30,3	30,2	30,5	30,2	30	31,9	33,3	34,4	34	33,2	31,7
Média	26,5	25,2	24,5	24,6	24,4	24	24	25,2	26,4	27,2	27	26,5	25,5
Mínima Média	21,5	21,3	21,9	20,8	20,1	19,3	19,2	19,5	20,5	21,5	22,1	21,9	20,8

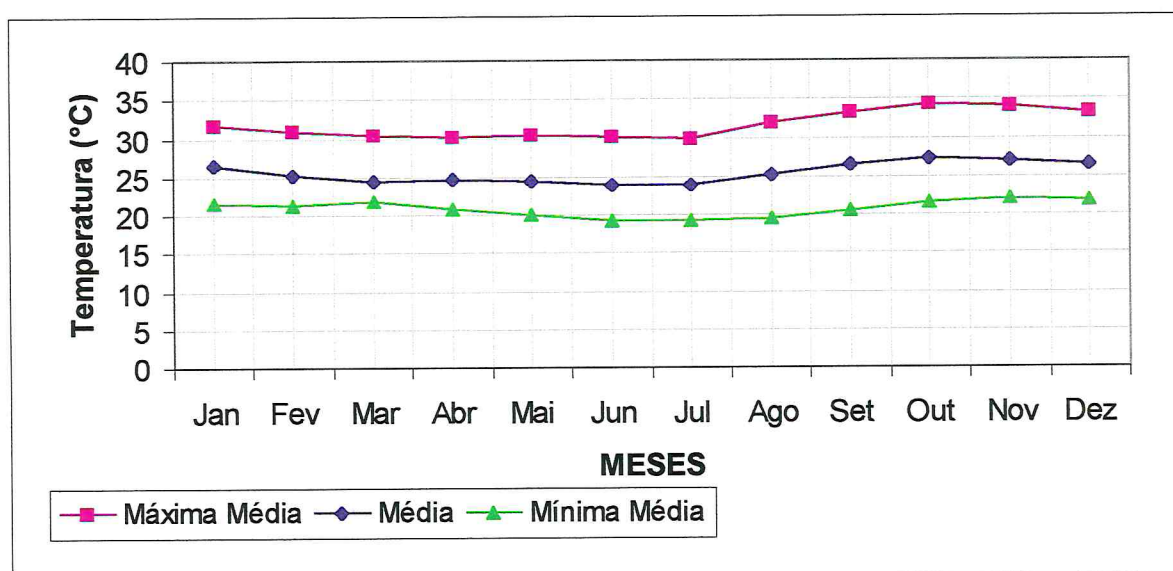


Figura 3.2.1.1 - Temperaturas média, mínima média e máxima média do ar para a bacia do Açude Beré

<sup>1</sup> CEARÁ. Secretaria dos Recursos Hídricos. Plano Estadual dos Recursos Hídricos. Fortaleza, 1992.4v.v.2:Estudos de Base I.



### 3.2.1.2 – Umidade Relativa do Ar

Na Tabela 3.2.1.2 e na Figura 3.2.1.2, observa-se a umidade do ar na estação Barbalha.

Tabela 3.2.1.2 - Umidade Relativa do Ar (%)

Estação	MESES												ANO
	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	
Barbalha	69	74	80	78	71	65	60	53	49	49	53	60	63,4

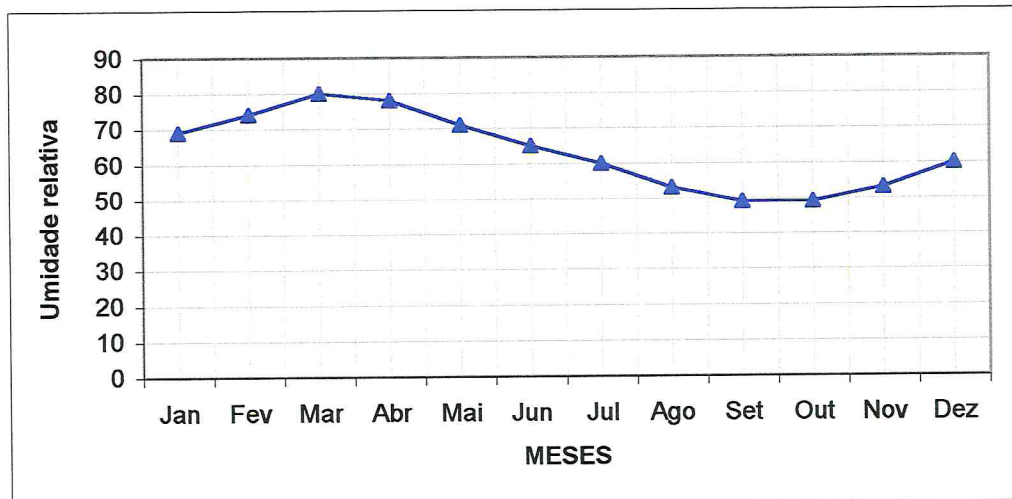


Figura 3.2.1.2 - Umidade relativa média do ar na bacia do Açude Beré

### 3.2.1.3 – Velocidade e Direção do Vento

A velocidade do vento à altura de 2 m, apresentados na Tabela 3.2.1.3 e na Figura 3.2.1.3, mostram que na bacia estudada, aqui representada pelo posto em Barbalha, a velocidade média do vento tem seu mínimo de 2,2 m/s em abril e seu máximo de 4,1 m/s em novembro, com média anual de 3,2 m/s.

Tabela 3.2.1.3 - Velocidade Média do Vento (m/s)

Estação	MESES												MÉDIA ANUAL
	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	
Barbalha	1,5	1,5	1,4	1,6	1,8	2,3	3,3	2,7	2,5	2	1,9	1,7	2,0

A direção média predominante do ar, conforme constata-se na Tabela 3.2.1.3a é de E-Ne.

Tabela 3.2.1.3a - Direção Média do Ar na Bacia do Açude Beré

Estação	MESES												MÉDIA ANUAL
	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	
Barbalha	Ne-N	Ne	E-Ne	Se-E	Se-E	Se-S	Se-S	Se-E	Se-E	Se-Ne	E-Ne	E-Ne	Se-E

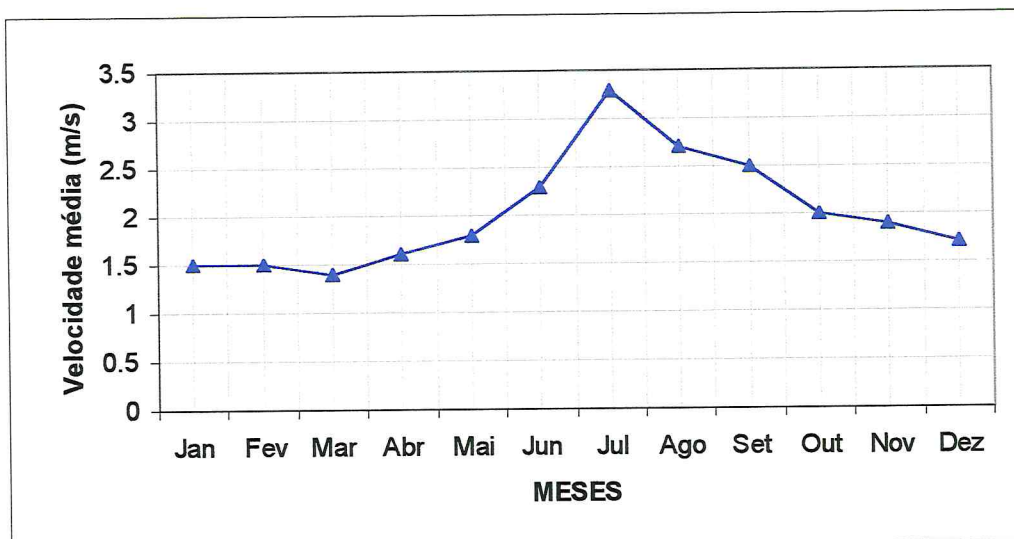


Figura 3.2.1.3 - Velocidade Média do Vento na bacia do Açude Beré

### 3.2.1.4 – Insolação

Observa-se na Tabela 3.2.1.4 e na Figura 3.2.1.4, que a insolação na bacia, aqui representada pela estação de Barbalha, é bastante elevada, chegando a 2960 horas de brilho solar por ano.

Tabela 3.2.1.4 - Insolação (Horas)

ESTAÇÃO	MESES												ANO
	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	
Barbalha	214	192	198	205	241	236	258	283	272	276	260	234	2869,0

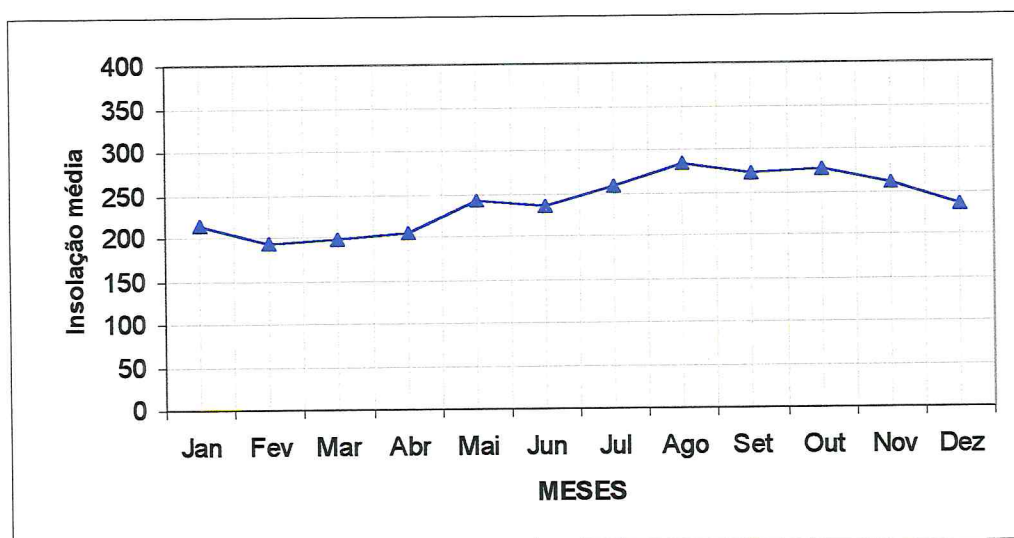


Figura 3.2.1.4 - Insolação média na bacia do Açude Beré

### 3.2.1.5 – Evaporação do Tanque Classe “A”

O Tanque Classe “A” mede a evaporação, porquanto exposto ao vento e à radiação solar. Esse aparelho, contudo, não fornece a evaporação real de lagos e açudes, medindo apenas o potencial evaporativo dos mesmos. No Estado do Ceará usa-se o coeficiente igual a 0,80 para estimar a evaporação dos açudes, a partir da evaporação do Tanque Classe “A” - conhecido como Coeficiente do Tanque Classe “A”.

Através da Tabela 3.2.1.5 e da Figura 3.2.1.5 observa-se que a evaporação média na bacia, tomando-se como base o posto de Barbalha, atinge seu máximo em outubro com 248,8 mm e seu mínimo em abril com 103,8 mm, tendo uma evaporação anual de 2206,3 mm.

Tabela 3.2.1.5 - Evaporação Tanque Classe "A" (mm)

Estação	MESES												ANO
	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	
Barbalha	163,3	131,1	106,7	116,7	181,1	213,3	251,1	295,6	305,6	304,4	270,0	240,0	2578,9

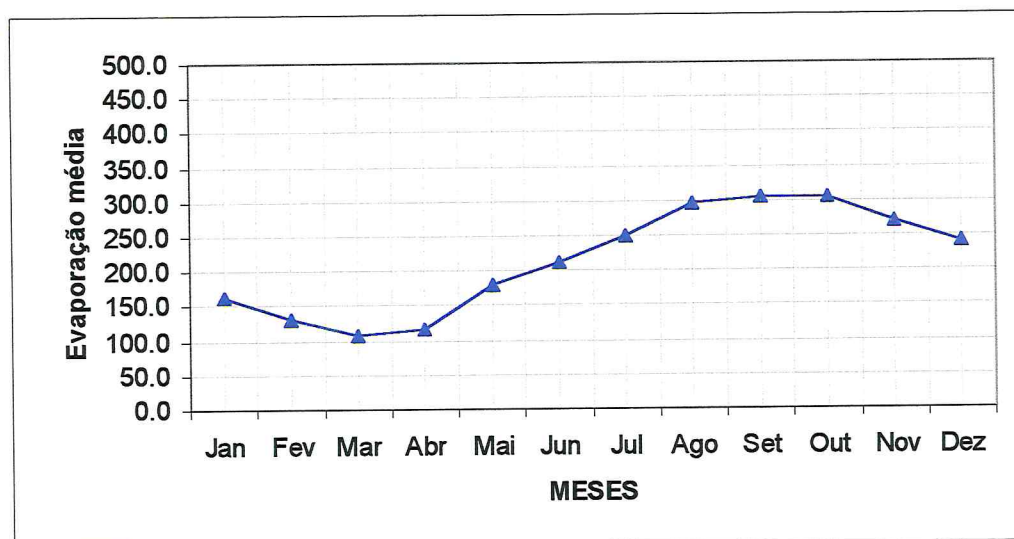


Figura 3.2.1.5 - Evaporação média do Tanque Classe “A” na bacia do Açude Beré

### 3.2.1.6 – Evapotranspiração

A evapotranspiração potencial pode ser avaliada pelos métodos de Hargreaves e de Penman - Monteith, sendo este o mais preciso, enquanto que o outro é o mais utilizado, pois foi desenvolvido no Nordeste brasileiro e é de mais fácil determinação, uma vez que só depende de dois parâmetros meteorológicos: temperatura e umidade relativa média do ar.

Na tabela 3.2.1.6 e na figura 3.2.1.6 observa-se a evapotranspiração potencial da estação de Barbalha.



Tabela 3.2.1.6 - Evapotranspiração Potencial em Barbalha (mm)

Tabela 3.2.1.6 - Evapotranspiração Potencial em Barbalha (mm)

Método	MESES												ANO
	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	
Hargreaves	174,5	138,7	127,0	118,3	125,9	124,7	141,4	173,5	198,8	222,5	210,0	198,1	1953,4
Penman -Monteith	114,3	96,4	95,5	88,9	89,2	91,7	114,8	123,4	133,0	137,1	128,8	122,4	1335,5

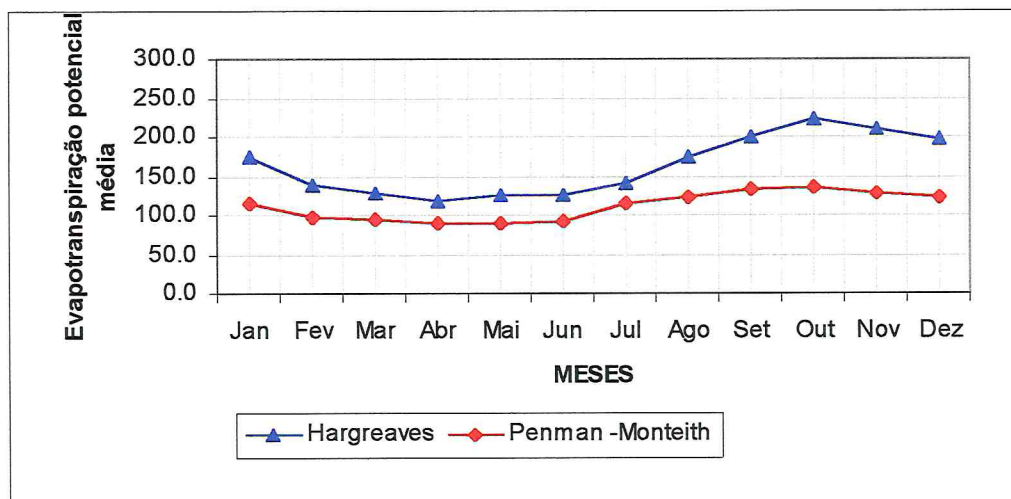


Figura 3.2.1.6 - Evapotranspiração potencial média de Hargreaves e de Penman - Monteith, para a bacia do Açude Beré.

### 3.2.2 – Classificação Climática

A classificação climática, segundo a metodologia de Thornthwaite, baseia-se nos seguintes índices:

Índice de Umidade,  $I_u$  (%), dado pela expressão:

$$I_u = 100 \times \text{EXC}/\text{ETP}, \quad \text{onde}$$

EXC = excesso hídrico do ano

ETP = evapotranspiração potencial

Índice de Aridez,  $I_a$  (%), dado pela expressão:

$$I_a = 100 \times \text{DEF}/\text{ETP}, \quad \text{onde}$$

DEF = déficit hídrico do ano

ETP = evapotranspiração potencial

Índice de Eficiência Térmica,  $I_{et}$  (mm), dado pela evapotranspiração anual média.

Índice Efetivo de Umidade,  $I_{eu}$  (%), dado pela expressão:

$$I_{eu} = I_u - 0,6 \times I_a$$



Para a bacia do Açude Beré, utilizando os dados do PERH-CE, obteve-se os seguintes valores para os índices descritos no parágrafo anterior:

#### ÍNDICES E CLASSIFICAÇÃO CLIMÁTICOS SEGUNDO THORNTHWAITTE

Estação Meteorológica	Índices Climáticos				Classificação Climática de Thornthwaite
	$I_{eu}(\%)$	$I_a(\%)$	$I_{et}(\text{mm})$	$I_u(\%)$	
Barbalha	2,5	42,2	1434,0	22,8	C1WA'a'

Conforme a classificação climática de Thornthwaite, a bacia possui clima sub-úmido, com pequeno excesso hídrico, megatérmico, apresentando pequena variação da evapotranspiração potencial ao longo do ano.

### 3.3 – ESTUDOS PLUVIOMÉTRICOS

#### 3.3.1 – Postos Utilizados

Uma análise detalhada das informações pluviométricas existentes resultou, para a bacia hidrográfica do açude Beré, nos postos pluviométricos apresentados na Tabela 3.3.1, onde são mostradas suas principais características.

Tabela 3.3.1 - CARACTERÍSTICAS PRINCIPAIS DOS POSTOS PLUVIOMÉTRICOS UTILIZADOS

Nº de ordem	CÓDIGO ANA	CÓDIGO SUDENE	NOME DO POSTO	MUNICÍPIO	COORDENADAS		ALTITUDE (m)	DATA DE INSTALAÇÃO
					LATITUDE	LONGITUDE		
1	738006	3842906	BREJO SANTO	BREJO SANTO	7°29'	38°59'	490	1/1912
2	739000	3841437	JUAZEIRO DO NORTE (JUAZEIRO)	JUAZEIRO DO NORTE	7°12'	39°19'	400	6/1912
3	739001	3840595	MINGUIRIBA	CRATO	7°16'	39°32'	730	11/1961
4	739002	3841725	ARAJARA	BARBALHA	7°22'	39°23'	650	12/1960
5	739003	3841874	JAMACARU	MISSÃO VELHA	7°24'	39°8'	680	12/1960
6	739005	3840356	SANTANA DO CARIRI	SANTANA DO CARIRI	7°11'	39°44'	480	1/1912
7	739006	3841425	CRATO	CRATO	7°13'	39°23'	421	2/1912
8	739007	3841571	MISSÃO VELHA	MISSÃO VELHA	7°15'	39°9'	352	1/1912
9	739009	3841006	DOM QUINTINO	CRATO	7°2'	39°29'	450	11/1960
10	739010	3851075	PORTEIRAS	PORTEIRAS	7°31'	39°8'	520	12/1910
11	739011	3841046	CARIRIAÇU	CARIRIAÇU	7°2'	39°17'	710	1/1934
12	739013	3851399	JATI	JATI	7°41'	39°01'	470	1/1934
13	739014	3840248	AÇUDE LATÃO (RIO CARIUS)	SANTANA DO CARIRI	7°7'	39°46'	470	1/1952
14	739016	3841638	BARBALHA	BARBALHA	7°19'	39°19'	405	12/1910
15	739038	3851146	JARDIM	JARDIM	7°35'	39°17'	630	12/1910

Os dados dos postos pluviométricos existentes foram obtidos junto ao PERH-CE e, portanto, já devidamente consistidos e homogêneos.

### 3.3.2 – Pluviometria Média na Bacia

O estudo da disponibilidade dos dados diários dos postos selecionados constatou a necessidade da utilização de uma razoável combinação de postos pluviométricos, a fim de tornar possível a determinação da chuva média diária na bacia do açude Beré, para o período de 1912 a 1988.

A combinação de postos é imprescindível, porquanto o preenchimento de dados de chuva inexistentes a nível diário, através de outros postos pluviométricos não é viável, tanto face sua imensa variabilidade, como também às grandes distâncias entre os postos.

A chuva média diária na bacia, para o caso das combinações de postos utilizados, foi obtida através da utilização do Método dos Polígonos de Thiessen.

Para os períodos, nos quais só há um posto pluviométrico disponível, obteve-se a chuva média diária através da expressão empírica:

$$P_{\text{bacia}} = P_o (1 - w \cdot \log(A_{\text{bacia}}/A_o)),$$

onde:

- $P_{\text{bacia}}$  - chuva média na bacia hidrográfica, em mm;
- $P_o$  - chuva no ponto (posto pluviométrico), em mm;
- $A_{\text{bacia}}$  - área na bacia hidrográfica, em Km<sup>2</sup>;
- $A_o$  - área de influência do ponto, considerada igual a 25 Km<sup>2</sup>;
- $w$  - coeficiente empírico. Adotou-se o valor 0,16, obtido por MENESES FILHO<sup>22</sup>

Assim sendo, determinou-se a chuva diária na bacia do açude Beré, para o período de 1912 a 1988, perfazendo, portanto, um total de 77 anos de dados.

Na tabela 3.3.2 é apresentado a precipitação média na bacia, a nível mensal e anual, como também seu resumo estatístico.

Tabela 3.3.2 - PLUVIOMETRIA MÉDIA MENSAL E ANUAL DA BACIA DO AÇUDE BERÉ E RESPECTIVO RESUMO ESTATÍSTICO

ANO	MESES												ANUAL
	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ	
1912	104,9	329,8	204,1	69,1	21,0	54,0	2,5	0,0	19,5	15,4	18,5	8,5	847,3
1913	75,9	188,8	217,2	137,0	78,3	22,5	31,7	3,6	6,6	78,1	15,4	142,3	997,4
1914	305,6	94,0	109,9	82,0	14,5	99,0	55,9	84,6	3,3	31,1	0,4	6,2	886,5
1915	113,1	23,0	104,6	113,1	8,9	7,2	1,0	8,9	0,6	0,5	9,6	205,4	595,9
1915	107,8	181,3	300,3	162,4	102,1	39,4	4,7	1,8	0,0	5,4	57,8	76,5	1039,5
1917	388,4	346,4	258,7	132,8	44,8	24,8	2,3	0,6	5,9	29,0	94,6	102,5	1430,8
1918	240,5	86,4	349,3	92,9	101,7	35,0	9,6	35,7	5,0	22,7	49,8	44,1	1072,7
1919	41,9	105,3	63,3	50,0	28,6	18,2	43,8	13,3	10,9	3,8	2,3	5,1	386,5
1920	28,0	168,6	331,4	257,6	34,2	20,4	17,0	2,3	19,5	57,3	10,6	166,6	1113,5
1921	98,3	363,8	349,7	142,2	66,1	10,8	29,6	8,5	9,5	85,8	53,4	61,4	1279,1
1922	130,9	305,4	178,8	369,7	135,3	98,0	69,8	54,2	2,3	20,8	146,6	57,7	1569,5
1923	160,6	265,4	179,9	244,1	94,0	27,4	27,6	2,6	0,6	20,6	37,2	2,7	1062,7
1924	108,4	451,4	361,3	624,6	237,6	107,0	23,3	11,7	0,3	128,6	18,8	140,7	2213,7

<sup>22</sup> Meneses Filho, Anísio de Sousa. Estudo da Distribuição Espacial de Chuvas Intensas no Estado do Ceará. Fortaleza-Ce: 79p. Dissertação de Mestrado - Universidade Federal do Ceará, 1991.



**Tabela 3.3.2 - PLUVIOMETRIA MÉDIA MENSAL E ANUAL DA BACIA DO AÇUDE BERÉ E RESPECTIVO RESUMO ESTATÍSTICO**

ANO	MESES												ANUAL
	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ	
1925	317,8	174,8	239,5	207,2	74,4	3,4	6,3	1,5	86,0	31,8	24,8	73,2	1240,7
1926	129,3	154,5	251,1	166,3	60,2	27,1	5,6	1,5	0,6	2,3	30,3	5,9	834,7
1927	48,0	227,9	165,5	68,6	30,7	8,1	21,6	3,4	1,4	1,7	2,7	99,3	678,9
1928	48,9	43,4	318,7	113,3	52,5	25,9	13,5	1,0	1,3	2,4	19,8	101,1	741,8
1929	156,8	191,4	190,3	56,5	53,4	2,4	2,0	3,2	5,7	32,6	14,6	120,5	829,4
1930	91,3	83,8	237,0	52,2	77,1	17,9	0,1	0,8	0,5	20,7	4,6	114,5	700,5
1931	40,1	277,6	189,6	77,4	29,7	19,3	10,6	2,7	0,0	33,7	4,4	6,4	691,5
1932	146,7	134,8	197,7	93,9	24,1	21,5	25,1	0,0	79,1	37,1	81,5	6,5	848,0
1933	422,1	147,8	210,2	174,4	14,7	17,2	1,4	0,0	2,2	6,3	128,7	49,1	1174,1
1934	97,5	120,9	309,9	152,0	83,7	34,6	1,4	0,0	16,7	0,6	68,6	95,8	981,7
1935	137,2	178,2	152,6	151,2	175,8	36,2	14,5	7,4	6,9	0,4	1,4	17,3	879,1
1936	89,7	318,9	46,8	126,2	40,3	62,1	4,8	9,7	0,0	9,9	16,5	34,6	759,5
1937	105,2	227,5	153,8	193,1	100,7	28,5	16,3	7,3	0,9	8,1	30,0	64,3	935,7
1938	144,4	52,0	278,6	66,3	30,6	20,3	0,3	2,9	0,0	4,1	4,1	9,5	613,1
1939	20,6	177,9	180,1	110,1	16,6	12,7	28,3	6,6	12,1	33,6	75,5	23,6	697,7
1940	227,4	164,6	416,4	112,3	151,1	4,6	4,0	6,1	1,1	3,6	64,7	21,1	1177,0
1941	75,7	159,8	332,3	93,1	88,3	31,3	13,5	2,8	0,2	2,3	39,0	23,1	861,4
1942	33,1	79,3	102,3	116,5	11,0	20,5	0,6	17,6	0,3	129,9	19,2	106,2	636,5
1943	102,4	82,0	394,0	168,4	15,7	3,3	22,1	1,1	0,5	7,8	133,6	72,6	1003,5
1944	71,5	77,5	279,7	166,7	30,9	42,7	8,5	8,2	2,0	6,3	22,6	205,0	921,6
1945	90,6	158,4	210,4	109,2	227,2	52,8	30,5	0,0	0,0	49,5	22,9	87,0	1038,5
1946	205,5	198,8	167,9	116,6	40,3	35,0	5,2	14,0	44,2	5,4	98,7	79,4	1011,0
1947	179,8	79,9	375,8	256,2	18,1	15,7	11,0	0,6	0,5	38,5	172,1	71,9	1220,1
1948	60,4	73,7	253,7	46,3	63,1	47,8	51,4	11,9	6,8	15,4	0,8	113,7	745,0
1949	27,7	139,1	149,2	202,2	52,0	5,5	15,3	27,7	0,9	11,6	99,5	0,3	731,0
1950	5,8	120,4	150,5	190,8	22,3	14,2	0,5	0,7	12,8	53,8	2,9	47,5	622,2
1951	131,1	68,2	81,6	146,6	122,3	84,9	17,9	0,5	0,0	12,3	12,5	27,1	705,0
1952	90,7	134,6	163,3	84,6	53,4	5,2	0,0	0,0	7,1	10,7	12,4	58,1	620,1
1953	9,4	116,7	241,5	92,7	34,4	69,2	4,2	0,0	26,9	5,0	71,4	13,1	684,5
1954	79,7	122,9	259,3	84,6	63,5	31,1	0,0	0,0	0,0	2,6	68,5	28,1	740,3
1955	102,4	293,7	307,6	144,6	34,0	0,0	0,0	0,0	0,0	17,6	0,6	136,1	1036,6
1956	4,4	404,5	187,0	133,6	45,2	3,1	0,0	0,0	0,0	77,7	30,0	95,8	981,3
1957	112,3	49,6	290,8	212,4	47,5	12,3	3,1	0,0	0,0	0,0	0,0	32,0	760,0
1958	12,1	90,2	148,1	13,3	50,0	0,2	2,8	0,0	0,0	0,0	0,0	67,7	384,4
1959	147,9	207,3	171,9	85,3	29,4	30,0	19,4	53,4	0,0	3,3	18,5	0,0	766,4
1960	89,2	62,7	547,4	182,9	59,6	13,4	0,2	0,7	0,0	19,7	21,3	76,4	1073,5
1961	64,3	441,4	135,8	143,0	22,5	84,3	39,3	5,5	1,1	9,0	18,0	65,3	1029,5
1962	86,0	239,5	185,7	155,4	53,3	34,5	56,1	3,2	0,0	22,1	93,6	52,8	982,2
1963	131,9	279,3	195,0	92,5	24,1	26,0	0,4	0,0	0,7	15,7	84,6	154,6	1004,8
1964	207,1	183,0	169,5	303,2	77,3	62,7	34,8	26,1	1,3	14,7	16,6	28,9	1125,2
1965	101,1	117,1	224,7	272,7	30,9	73,8	7,0	10,7	13,9	74,3	0,7	30,5	957,4
1966	122,8	307,2	73,9	120,7	59,1	71,2	15,6	0,5	3,7	14,3	37,8	124,5	951,3
1967	145,9	183,6	226,5	238,6	80,2	33,6	21,8	5,3	17,7	12,0	58,7	94,7	1118,6
1968	95,8	91,3	178,6	54,0	57,3	14,7	7,4	0,2	0,0	11,4	44,2	89,3	644,2
1969	115,2	111,9	217,3	144,7	33,8	66,3	56,5	14,0	3,9	4,7	7,1	24,4	799,8
1970	93,1	64,2	147,7	39,0	5,9	3,8	0,2	4,9	2,9	94,4	25,9	21,3	503,3
1971	279,9	327,6	300,6	216,8	43,9	35,7	24,4	0,5	0,2	23,0	60,8	39,2	1352,6
1972	240,7	146,0	202,4	124,1	112,5	54,1	5,4	49,8	1,7	22,9	7,5	171,8	1138,9



**Tabela 3.3.2 - PLUVIOMETRIA MÉDIA MENSAL E ANUAL DA BACIA DO AÇUDE BERÉ E RESPECTIVO RESUMO ESTATÍSTICO**

ANO	MESES												ANUAL
	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ	
1973	177,0	124,6	164,2	347,8	46,0	122,1	68,3	11,0	13,3	37,3	14,5	89,5	1215,6
1974	252,0	314,8	253,1	382,1	60,9	37,3	15,5	0,0	3,5	33,2	14,1	78,9	1445,4
1975	214,0	202,2	173,9	112,9	75,6	88,7	39,7	0,0	0,5	19,7	42,9	73,6	1043,7
1976	29,3	219,9	171,7	55,5	8,1	0,0	0,0	0,0	61,7	90,3	199,3	131,6	967,4
1977	132,8	172,1	226,6	332,7	121,4	49,5	30,2	1,1	10,0	23,5	16,9	65,2	1182,0
1978	145,4	317,9	153,7	193,8	96,3	47,7	22,6	4,1	15,3	9,6	76,9	76,6	1159,9
1979	212,7	251,6	216,5	132,9	51,8	3,2	0,0	0,5	6,4	11,2	109,0	97,5	1093,3
1980	182,5	245,6	179,1	21,8	16,0	23,2	13,5	2,3	24,4	23,5	155,9	105,1	992,9
1981	66,2	8,0	502,1	106,1	0,5	12,4	4,0	0,1	0,0	15,3	10,7	106,0	831,4
1982	222,7	116,2	114,9	41,7	17,9	6,5	0,1	2,6	1,7	11,5	28,5	143,1	707,4
1983	100,8	189,2	111,6	32,9	9,3	11,4	7,3	1,7	0,0	3,8	6,1	70,5	544,6
1984	177,9	150,0	188,8	405,6	63,8	13,2	32,2	3,2	18,9	9,1	11,9	45,2	1119,8
1985	435,6	323,0	231,8	548,9	151,3	34,7	34,3	15,4	14,6	6,6	0,7	226,5	2023,4
1986	81,3	260,4	206,7	172,4	61,6	80,5	49,2	16,9	4,0	28,5	64,2	39,1	1064,8
1987	88,7	161,2	300,3	199,9	45,5	89,8	39,6	27,9	3,1	0,0	6,5	1,7	964,2
1988	337,1	233,3	218,1	171,2	45,2	25,7	19,1	0,0	3,1	27,0	16,7	206,0	1302,5
<b>MÉDIA</b>	<b>133,8</b>	<b>182,9</b>	<b>221,2</b>	<b>158,5</b>	<b>59,3</b>	<b>34,2</b>	<b>17,2</b>	<b>8,2</b>	<b>8,2</b>	<b>24,2</b>	<b>41,1</b>	<b>73,5</b>	<b>962,2</b>
<b>DESV. P.</b>	<b>93,4</b>	<b>100,1</b>	<b>93,0</b>	<b>110,5</b>	<b>46,6</b>	<b>29,1</b>	<b>17,8</b>	<b>14,7</b>	<b>15,9</b>	<b>28,2</b>	<b>44,8</b>	<b>54,8</b>	<b>307,7</b>
<b>COEF. V.</b>	<b>0,7</b>	<b>0,5</b>	<b>0,4</b>	<b>0,7</b>	<b>0,8</b>	<b>0,9</b>	<b>1,0</b>	<b>1,8</b>	<b>1,9</b>	<b>1,2</b>	<b>1,1</b>	<b>0,7</b>	<b>0,3</b>

### 3.3.3 – Estudo de Chuvas Intensas

#### 3.3.3.1 – Objetivo do Estudo

O presente estudo objetiva proporcionar elementos para a seleção da cheia de projeto com vista ao dimensionamento do sangradouro do Açude Beré. Para tanto estudou-se o regime de chuvas intensas na bacia hidrográfica do referido açude.

#### 3.3.3.2 – Metodologia Utilizada

Na bacia estudada há uma única estação meteorológica - Estação Barbalha - todavia não foi possível a obtenção dos pluviogramas junto ao INMET, porquanto o referido órgão não soube informar o seu destino.

Face à inexistência de dados pluviográficos disponíveis na bacia estudada foi aplicada a metodologia do Engenheiro TABORGA - TORRICO<sup>3</sup>, no cálculo das chuvas intensas na bacia.

A metodologia aplicada baseia-se na utilização do método da desagregação regional. Essa metodologia consta dos seguintes procedimentos:

- Estudo probabilístico da chuva intensa de um dia, para cada posto selecionado;
- Determinação da chuva intensa de um dia, na área da bacia, através do método dos polígonos de Thiessen, para os tempos de retorno escolhidos;

<sup>3</sup> TABORGA - TORRICO, J.J. Práticas Hidrológicas. Rio de Janeiro, TRANSCON, 1974. 120p.

- Desagregação da chuva intensa de um dia, na bacia, em chuva intensa de 24h; e
- Desagregação da chuva intensa de 24h, na bacia, em chuvas intensas de durações menores, através do método gráfico de TABORGA - TORRICO.

A distribuição Pearson III ajustou-se muito bem aos dados de chuva máxima diária dos postos selecionados para a bacia do açude Beré. A aplicação dessa distribuição aos dados dos referidos postos resultou nas chuvas máximas diárias, para os períodos de retorno de 1.000 e 10.000 anos.

Após obtidas as chuvas máximas diárias, para os períodos de retorno de 1.000 e 10.000 anos, determinou-se a chuva máxima diária na bacia estudada, através da aplicação dos polígonos de Thiessen.

A desagregação da chuva intensa de 1 dia em chuva intensa de 24h é obtida da multiplicação do fator 1.1 pelo valor da chuva intensa de 1 dia.

Determinadas a chuva intensa de 24h, a metodologia de TABORGA-TORRICO desagregou-a em chuva intensa de 1h, através da expressão:

$$P_{1h} = K_{1h} \times P_{24h}, \text{ onde:}$$

$K_{1h}$  - coeficiente tabelado por TABORGA-TORRICO em função da Isozona da bacia estudada e do tempo de retorno considerado.

As chuvas intensas para durações entre 1h e 24 h são obtidas por intermédio da seguinte equação de interpolação:

$$P_x = P_{1h} + (P_{24h} - P_{1h}) * (\log(x) - \log(1)) / (\log(24) - \log(1)), \text{ onde:}$$

$P_x$  – chuva intensa de duração igual a x horas;

$P_{1h}$  – chuva intensa de duração igual a 1 hora;

$P_{24h}$  – chuva intensa de duração igual a 24 horas.

### 3.3.3.3 – Chuvas Intensas na Bacia

A aplicação da metodologia de TABORGA-TORRICO permitiu a obtenção das chuvas intensas na bacia, para os tempos de retorno de 1000 e 10000 anos e durações de 1h e 24h, as quais possibilitam a determinação de chuvas intensas de quaisquer outras durações e mesmos tempos de retorno. Essas chuvas intensas são apresentadas na Tabela 3.3.3.

Tabela 3.3.3 - Chuvas Intensas na Bacia do Açude Beré, para Durações de 1 h, 1 dia e 24 h

Tempo de Retorno (anos)	$P_{1 \text{ dia}}$ (mm)	$P_{24 \text{ h}}$ (mm)	$P_{1h} / P_{24h}$	$P_{1h}$ (mm)
1000	201,5	221,6	0,427	94,6
10000	228,2	251,0	0,413	103,7



### 3.4 – ESTUDO DOS DEFLÚVIOS

#### 3.4.1 – Dados Existentes

Tendo em vista que a bacia hidrográfica do açude Beré não possui estação fluviométrica – bacia do riacho do Jardim -, utilizaram-se os dados da estação Podimirim, pertencente à bacia do riacho dos Porcos, para ajustar o modelo chuva-deflúvio escolhido. A bacia do riacho do Jardim é uma sub-bacia da bacia do riacho dos Porcos

#### 3.4.2 – Modelo Matemático Chuva-Deflúvio

##### 3.4.2.1 – Introdução

Com o objetivo de tornar possível a obtenção das vazões mensais, para o período de 1912 a 1988, possibilitando, dessa forma, o estudo de regularização da capacidade de acumulação do Açude Beré, resolveu-se fazer uso do modelo matemático chuva-deflúvio, desenvolvido por LANNA e SCHWARZBACH<sup>4</sup> e que recebeu, de seus autores, a denominação MODHAC - Modelo Hidrológico Auto-Calibrável.

O modelo MODHAC é utilizado, com razoável sucesso, no Nordeste brasileiro, principalmente no Estado do Ceará, onde foi utilizado em todas as suas bacias hidrográficas, quando da realização de seu PERH-CE. É também bastante divulgado entre aqueles que fazem a hidrologia da região nordestina.

##### 3.4.2.2 – Calibração do Modelo MODHAC

Na calibração do modelo MODHAC, conforme já mencionado no item 4.1, utilizou-se os dados da estação fluviométrica Podimirim, após sua transformação para valores de deflúvio (lâmina escoada em mm).

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 3.4.1 mostra o esquema de funcionamento do modelo MODHAC.

---

<sup>4</sup> LANNA, A. E. e SCHWARZBACH, M. MODHAC - Modelo Hidrológico Auto-Calibrável. Porto Alegre-RS: 54p. Recursos Hídricos - Publicação 21. IPH/UFRS. 1989.



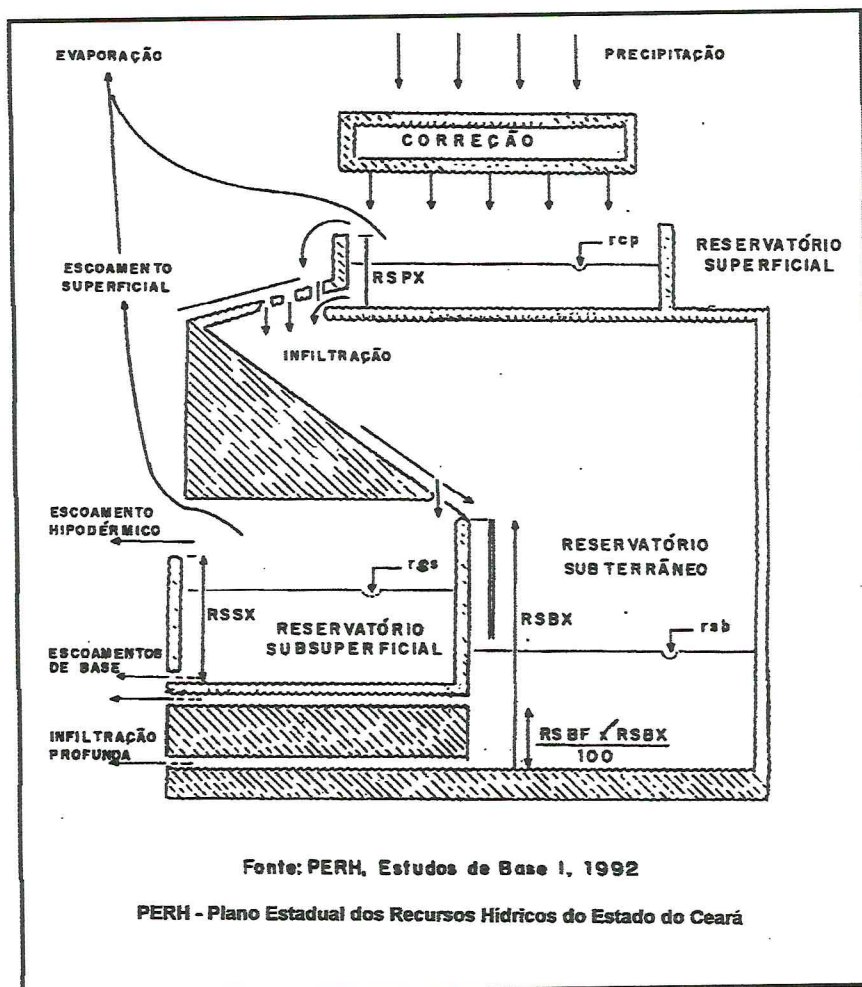


Figura 3.4.1 - Esquema de funcionamento do modelo MODHAC

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;

- e) 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;
- f) IDEC é o coeficiente de infiltração. Influencia a inter-relação entre os parâmetros IMIN e IMAX;
- g) ASB é o expoente da lei de esvaziamento do reservatório subterrâneo. Entra na calibração apenas no caso de RSBX ser diferente de zero;
- h) CEVA é um parâmetro da lei de evapotranspiração do solo, variando entre 0 e 1. Sua elevação determina maiores perdas por evapotranspiração;
- i) ASP é o expoente da lei de esvaziamento do reservatório superficial;
- j) ASS é o expoente da lei de esvaziamento do reservatório sub-superficial;
- k) 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;
- l) TB é o tempo de trânsito do escoamento subterrâneo. Os mesmos comentários relativos a TS se aplicam. Normalmente,  $TB \geq TS$ ;
- m) 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
- n) 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.
- o) A calibração do modelo utilizado aos dados fluviométricos da estação Senador Pompeu foi feita pelo PERH-CE, resultando nos valores ótimos dos parâmetros do modelo, os quais foram utilizados para a obtenção dos deflúvios afluentes ao açude Beré. Esses parâmetros são apresentados na Tabela 3.4.1.



Tabela 3.4.1 - Valores ótimos da calibração do modelo MODHAC, aplicado à bacia hidrográfica do Açude Beré

PARÂMETROS DO MODELO	VALORES ÓTIMOS
RSPX	56,90
RSSX	207,80
RSBX	0,0
RSBF	0,0
IMAX	53,80
IMIN	4,57
IDEC	0,17
ASP	0,0
ASS	0,0001
ASB	0,0
PRED	999,0
CEVA	0,6270

Na aplicação do modelo, utilizou-se como evapotranspiração potencial, os valores ponderados diários das evapotranspirações potenciais de HARGREAVES, da estação meteorológica de Barbalha. Os valores utilizados são apresentados na Tabela 3.4.2.

Tabela 3.4.2 - Valores médios diários de evapotranspiração potencial de Hargreaves

VARIÁVEL	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ
ETP(mm)	5,6	5,0	4,1	3,9	4,1	4,2	4,6	5,6	6,6	7,2	7,0	6,4

### 3.4.3 – Volumes Mensais Afluentes

A aplicação do modelo MODHAC à bacia hidrográfica do Açude Beré produziu seus volumes afluentes, cujos valores mensais e anuais estão apresentados na Tabela 3.4.3.

Na Tabela 3.4.3 estão apresentados também a estatística dos volumes afluentes gerados pelo modelo MODHAC, onde se observa que o volume médio afluente do Açude Beré foi de 129,538 hm<sup>3</sup>, representando uma lâmina escoada de 92 mm, com coeficiente de variação de 1,73.

Tabela 3.4.3 - VOLUMES AFLUENTES MENSAIS E ANUAIS (HM<sup>3</sup>) AO AÇUDE BERÉ E RESPECTIVOS PARÂMETROS ESTATÍSTICOS MAIS IMPORTANTES

ANO	MESES												ANUAL
	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ	
1912	0,00	22,61	12,95	0,86	0,71	0,35	0,07	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	37,54
1913	0,00	6,33	14,68	3,43	0,55	0,38	0,06	0,00	0,00	0,00	0,00	2,79	28,22
1914	20,91	0,69	0,38	0,31	0,18	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	22,48



**Tabela 3.4.3 - VOLUMES AFLUENTES MENSAIS E ANUAIS (HM<sup>3</sup>) AO AÇUDE BERÉ E RESPECTIVOS PARÂMETROS ESTATÍSTICOS MAIS IMPORTANTES**

ANO	MESES												ANUAL
	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ	
1915	1,83	0,03	0,01	9,97	0,10	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	16,37	28,32
1916	0,08	0,01	24,30	7,01	9,18	0,75	0,35	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	41,70
1917	31,67	206,65	225,19	13,09	0,86	0,51	0,14	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	478,11
1918	7,97	0,18	35,42	2,71	0,86	0,66	0,27	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	48,07
1919	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
1920	0,00	1,85	29,88	154,39	0,87	0,55	0,17	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	187,71
1921	1,28	29,39	237,00	74,39	0,89	0,54	0,18	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	343,67
1922	0,00	27,85	4,03	355,78	34,06	0,87	0,73	0,35	0,03	0,00	0,00	12,83	436,54
1923	0,00	17,04	7,32	125,82	0,83	0,62	0,35	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	151,99
1924	0,00	96,03	288,67	714,26	160,44	39,82	0,73	0,25	0,00	0,00	0,45	0,00	1300,67
1925	15,24	5,74	43,14	154,64	0,90	0,59	0,17	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	220,43
1926	0,00	2,81	16,60	9,58	0,73	0,47	0,11	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	30,29
1927	0,00	8,21	10,21	0,45	0,27	0,03	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	3,19	22,35
1928	0,00	0,00	18,84	13,93	0,68	0,30	0,03	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	33,77
1929	0,00	6,09	7,49	0,38	0,27	0,03	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	2,86	17,12
1930	0,00	0,00	13,95	0,31	0,18	0,03	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	14,47
1931	0,00	17,40	10,36	0,59	0,44	0,11	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	28,91
1932	1,04	0,78	14,61	0,31	0,17	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	16,91
1933	126,24	3,79	44,42	101,96	0,86	0,47	0,10	0,00	0,00	0,00	3,53	0,00	281,36
1934	0,00	0,00	24,62	5,39	1,38	0,63	0,25	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	32,28
1935	0,00	2,41	0,08	3,29	13,90	0,47	0,17	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	20,32
1936	0,00	26,24	0,61	0,45	0,39	0,14	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	27,84
1937	1,40	14,54	4,94	16,20	0,82	0,66	0,31	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	38,88
1938	0,00	0,00	16,23	0,45	0,28	0,03	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	16,99
1939	0,00	2,74	12,13	3,57	0,21	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	18,64
1940	8,24	3,69	196,93	21,94	42,50	0,78	0,34	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	274,44
1941	0,00	6,37	35,61	1,61	0,85	0,58	0,20	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	45,21
1942	0,00	0,00	0,00	2,06	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	2,96	0,00	0,00	5,03
1943	0,00	0,00	42,21	25,34	25,09	0,45	0,08	0,00	0,00	0,00	10,24	0,07	103,48
1944	0,00	0,00	21,20	11,11	0,65	0,35	0,06	0,00	0,00	0,00	0,00	5,40	38,77
1945	0,14	0,01	10,35	4,03	11,55	0,62	0,37	0,03	0,00	0,00	0,00	0,00	27,10
1946	0,00	6,81	4,82	5,12	0,35	0,10	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	17,20
1947	6,71	2,09	33,32	225,79	0,85	0,42	0,07	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	269,25
1948	0,00	0,00	13,65	0,34	0,21	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	14,21
1949	0,00	0,00	0,00	19,93	0,35	0,08	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	20,36
1950	0,00	0,00	0,99	11,61	0,31	0,06	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	12,96
1951	0,00	0,24	0,00	0,00	0,83	0,06	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,13
1952	0,00	0,00	0,00	0,79	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,79
1953	0,00	0,00	42,28	0,38	0,30	0,08	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	43,04
1954	0,00	1,04	17,74	0,45	0,37	0,13	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	19,73
1955	0,00	20,46	69,79	129,78	0,80	0,37	0,04	0,00	0,00	0,00	0,00	6,85	228,10
1956	0,00	40,80	32,21	99,86	0,83	0,41	0,06	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	174,16
1957	0,00	0,00	17,84	40,95	0,86	0,47	0,08	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	60,20
1958	0,00	0,00	1,88	0,03	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,90
1959	0,89	5,67	4,06	6,70	0,28	0,03	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	17,63
1960	0,00	0,00	232,29	128,23	0,85	0,54	0,14	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	362,04
1961	0,00	90,96	1,72	71,10	0,83	0,51	0,30	0,03	0,00	0,00	0,00	0,00	165,44
1962	0,00	5,56	17,08	6,28	0,65	0,41	0,17	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	30,14



**Tabela 3.4.3 - VOLUMES AFLUENTES MENSIS E ANUAIS (HM<sup>3</sup>) AO AÇUDE BERÉ E RESPECTIVOS PARÂMETROS ESTATÍSTICOS MAIS IMPORTANTES**

ANO	MESES												ANUAL
	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ	
1963	0,00	18,56	12,17	1,47	0,59	0,23	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	1,52	34,55
1964	2,91	3,93	14,36	106,06	0,90	0,72	0,47	0,11	0,00	0,00	0,00	0,00	129,46
1965	0,00	0,00	9,97	23,41	4,41	0,58	0,24	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	38,61
1966	0,00	29,63	0,56	0,49	0,44	0,27	0,03	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	31,42
1967	0,00	1,28	13,90	38,13	8,60	0,69	0,32	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	62,95
1968	0,00	0,00	1,64	0,11	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,76
1969	0,00	0,00	8,48	5,97	0,37	0,16	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	14,96
1970	0,00	0,00	4,95	0,08	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	5,03
1971	13,21	108,20	246,53	146,80	0,89	0,59	0,24	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	516,47
1972	18,83	0,34	11,30	1,00	1,69	0,62	0,32	0,01	0,00	0,00	0,00	1,21	35,33
1973	1,69	0,08	4,65	103,85	0,82	3,24	0,51	0,20	0,00	0,00	0,00	0,00	115,04
1974	15,29	35,90	184,76	382,22	0,90	0,63	0,27	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	619,98
1975	2,69	12,18	5,13	0,49	0,51	0,37	0,20	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	21,58
1976	0,00	5,71	9,91	1,93	0,10	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	7,33	25,00
1977	0,01	1,76	8,87	185,62	41,46	0,80	0,47	0,07	0,00	0,00	0,00	0,00	239,07
1978	0,00	16,91	12,21	11,46	0,90	0,78	0,45	0,07	0,00	0,00	0,00	0,00	42,79
1979	20,46	14,14	40,98	23,56	7,88	0,54	0,13	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	107,70
1980	0,00	6,42	39,65	0,52	0,18	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	46,78
1981	0,00	0,00	208,71	119,44	0,51	0,13	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	328,79
1982	3,20	0,78	3,64	0,04	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	7,66
1983	0,00	8,15	0,17	0,10	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	8,42
1984	0,00	0,01	6,81	202,98	0,89	0,58	0,23	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	211,50
1985	29,87	240,76	143,47	544,56	170,38	0,71	0,35	0,04	0,00	0,00	0,00	1,62	1131,77
1986	0,04	10,39	8,72	7,08	0,79	0,63	0,41	0,08	0,00	0,00	0,00	0,00	28,15
1987	0,00	0,01	25,83	50,84	0,87	0,63	0,47	0,10	0,00	0,00	0,00	0,00	78,76
1988	17,64	21,36	71,03	78,49	39,85	0,49	0,16	0,00	0,00	0,00	0,00	3,96	232,99
<b>MÉDIA</b>	<b>4,54</b>	<b>15,84</b>	<b>39,12</b>	<b>60,05</b>	<b>7,85</b>	<b>0,89</b>	<b>0,15</b>	<b>0,02</b>	<b>0,00</b>	<b>0,04</b>	<b>0,18</b>	<b>0,86</b>	<b>129,538</b>
<b>DESV. P.</b>	<b>15,65</b>	<b>39,83</b>	<b>68,58</b>	<b>121,94</b>	<b>27,51</b>	<b>4,52</b>	<b>0,18</b>	<b>0,06</b>	<b>0,00</b>	<b>0,34</b>	<b>1,23</b>	<b>2,70</b>	<b>223,91</b>
<b>COEF.V.</b>	<b>3,45</b>	<b>2,51</b>	<b>1,75</b>	<b>2,03</b>	<b>3,51</b>	<b>5,05</b>	<b>1,21</b>	<b>3,07</b>	<b>8,77</b>	<b>8,77</b>	<b>6,65</b>	<b>3,15</b>	<b>1,73</b>

### 3.5 – ESTUDO DO DIMENSIONAMENTO DO RESERVATÓRIO

#### 3.5.1 – Estudo da Vazão de Regularização do Açude Beré

##### 3.5.1.1 – Método da simulação

Utilizando a equação do balanço hídrico, os dados de precipitação e evaporação mensais da estação meteorológica Barbalha, bem como a curva Cota x Volume do Açude Beré e suas vazões mensais afluentes, determinou-se sua curva de garantia (%) x Vazão regularizada (hm<sup>3</sup>/ano) para a capacidade de 11,908 hm<sup>3</sup> (cota = 550,0 m). A Tabela 3.5.1 e a Figura 3.5.1 apresentam os valores de Garantia x Vazão regularizada do Açude Beré.

Tabela 3.5.1 – Garantia versus Vazão regularizada do Açude Beré, para a Capacidade de 11,908 hm<sup>3</sup> (cota = 550,0 m)

SANGRIA(%) – ANUAL	SANGRIA (%)	GARANTIA (%)	VAZÃO REGULARIZADA (HM <sup>3</sup> /ANO)
90,9	31,0	100,0	0,41742
89,6	26,6	99,0	0,56769
88,3	18,0	95,0	0,94765
87,0	17,2	90,0	1,26120
84,4	16,6	85,0	1,48691

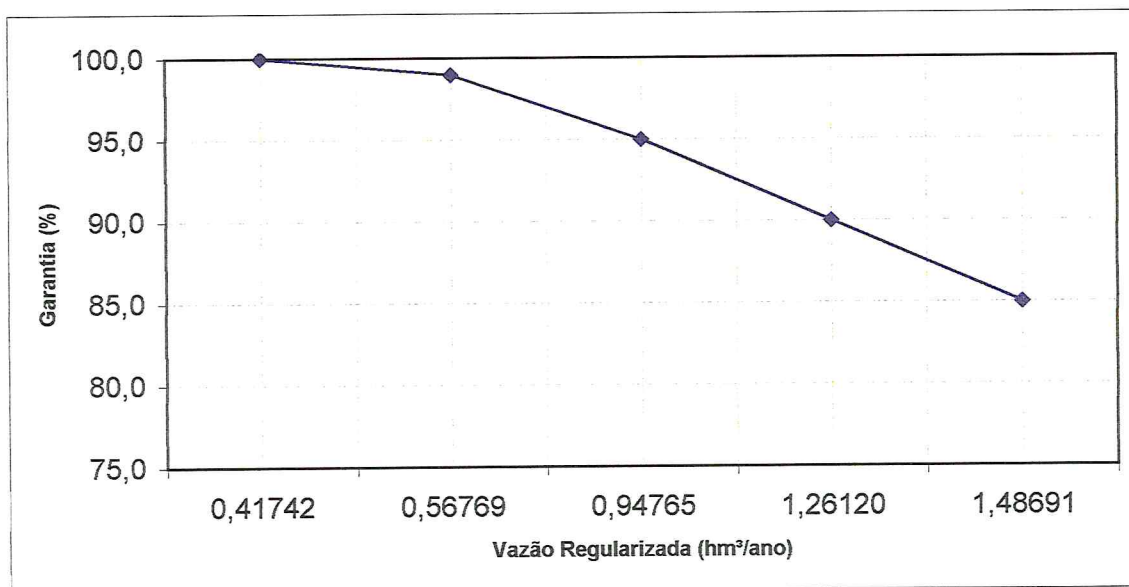


Figura 3.5.1 – Curva Garantia versus Vazão Regularizada do açude Beré, para a Capacidade de 11,908 hm<sup>3</sup> (cota = 550,0 m).

### 3.6 – ESTUDO DA CHEIA DE PROJETO

#### 3.6.1 – Introdução

A segurança e a economia de um açude está diretamente relacionada com a obtenção da cheia de projeto, a qual permitirá o dimensionamento adequado de seu sangradouro. Em açudes, onde há o perigo de grandes prejuízos e de perdas humanas, geralmente utilizam-se as cheias máximas milenares ou decamilenares.

#### 3.6.2 – Metodologia utilizada

A inexistência de série de dados fluviográficos de boa qualidade e de razoável extensão, torna inexorável a utilização de métodos indiretos na determinação da cheia de projeto do açude estudado.



Adotar-se-á, no presente estudo, a metodologia indireta do HEC-1, a qual se baseia em seu hidrograma unitário triangular do *Soil Conservation Service* e no parâmetro CN (*Curve Number*). Esse parâmetro CN representa o complexo solo-vegetação e seu relacionamento com a potencialidade da bacia na formação de picos de cheias.

Para a bacia do Açude Beré, obteve-se o valor CN igual a 65.

### 3.6.3 – Hidrograma Unitário Triangular do SCS

Para a obtenção do Hidrograma Unitário Triangular - HUT -, é necessária a determinação do tempo de concentração da bacia estudada,  $t_c$ , o que foi obtido pela fórmula de Kirpich:

$$t_c = 57 \times (L^3 / H)^{0,387} = 57 \times (80,46 / 360,0)^{0,387} = 939,0 \text{ min.} = \mathbf{15,65 \text{ horas}}$$

onde:

$t_c$  - tempo de concentração, em minutos;

L - comprimento do curso d'água principal, em km; e

H - desnível entre as cotas da cabeceira e do exutório da bacia, em m.

Após o cálculo do tempo de concentração -  $t_c$ , em horas, foram determinados os três parâmetros básicos do HUT do SCS, quais sejam:

$$t_r = t_c / 6 = 15,65 / 6 \cong \mathbf{2,61 \text{ horas}}$$

$$t_p = 0,5 \times t_r + 0,6 \times t_c = 0,5 \times 2,61 + 0,6 \times 15,65 \cong \mathbf{10,69 \text{ horas}}$$

$$t_b = 2,667 \times t_p = 2,667 \times 10,69 \cong \mathbf{28,55 \text{ horas}}$$

$$Q_p = (0,2081 \times A_{\text{bacia}} \times 1\text{mm}) / t_p = (0,2081 \times 1410,197) / 10,69 \cong \mathbf{27,44 \text{ m}^3/\text{s}}$$

onde:

$t_r$  - duração da chuva efetiva unitária do HUT, em horas;

$t_p$  - tempo decorrido até a vazão de pico do HUT,  $Q_p$ , em horas;

$t_b$  - tempo de base do HUT, em horas; e

$Q_p$  - vazão de pico correspondente à chuva efetiva unitária de 1mm, em  $\text{m}^3/\text{s}$ .

Na Figura 3.6.1 é mostrado o HUT de 1,13 horas do SCS, para o caso da bacia do Açude Beré.

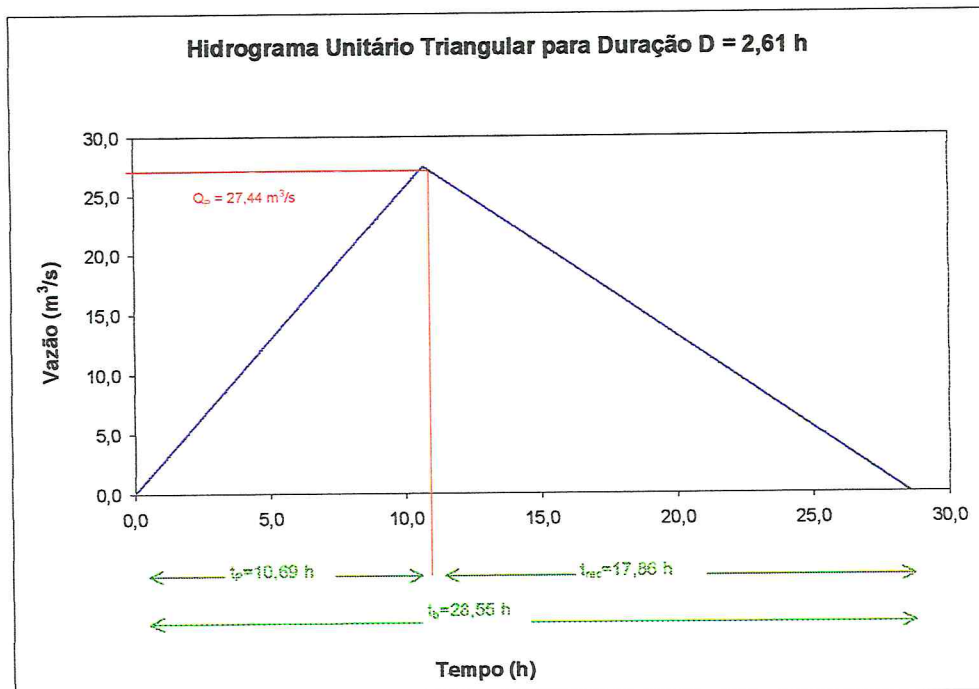


Figura 3.6.1 - Hidrograma unitário triangular do SCS para duração de 2,61 horas

### 3.6.4 – Hidrogramas das Cheias de Projeto

Para a obtenção dos hidrogramas das cheias de projeto, correspondentes aos tempos de retorno de 1.000 e 10.000 anos, utilizando a metodologia do HEC-1, tornou-se necessário, inicialmente, a determinação do hidrograma efetivo balanceado com duração igual ao tempo de concentração da bacia estudada, para os referidos períodos de retorno.

As chuvas intensas na bacia foram obtidas através da metodologia de TABORGA-TORRICO, conforme descrito anteriormente.

As chuvas intensas efetivas na bacia foram obtidas através da equação do SCS, em unidades do S.I.:

$$P_{\text{efetiva}} = \frac{[P - (5080/CN) + 50,8]^2}{[P + (20320/CN) - 203,2]}$$

onde:

$P_{\text{efetiva}}$  - chuva intensa efetiva na bacia, em mm;

P - chuva intensa na bacia, em mm; e

CN - parâmetro CN - "Curve Number" - do SCS.

Com o CN = 65 - obtido anteriormente - da bacia estudada, obtiveram-se as chuvas intensas efetivas para os tempos de retorno escolhidos.



Tabela 3.6.1 – Cálculos do hietograma efetivo balanceado da bacia do açude Beré, para duração igual ao tempo de concentração e período de retorno de 1.000 anos

D(h)	P <sub>acumulada</sub> (mm)	P <sub>efetiva acumulada</sub> (mm)	P <sub>efetiva</sub> (mm)	P <sub>efetiva ordenada</sub> (mm)	P <sub>efetiva balanceada</sub> (mm)
2,61	132,93	45,99	45,99	5,87	7,09
5,22	160,62	65,77	19,78	7,09	12,28
7,82	176,83	78,05	12,28	8,97	45,99
10,43	188,32	87,02	8,97	12,28	19,78
13,04	197,24	94,11	7,09	19,78	8,97
15,65	204,52	99,98	5,87	45,99	5,87

Tabela 3.6.2 – Cálculos do hietograma efetivo balanceado da bacia do açude Beré, para duração igual ao tempo de concentração e período de retorno de 10.000 anos

D(h)	P <sub>acumulada</sub> (mm)	P <sub>efetiva acumulada</sub> (mm)	P <sub>efetiva</sub> (mm)	P <sub>efetiva ordenada</sub> (mm)	P <sub>efetiva balanceada</sub> (mm)
2,61	148,09	56,61	56,61	7,05	8,53
5,22	180,23	80,69	24,07	8,53	14,86
7,82	199,02	95,55	14,86	10,82	56,61
10,43	212,36	106,37	10,82	14,86	24,07
13,04	222,70	114,90	8,53	24,07	10,82
15,65	231,15	121,96	7,05	56,61	7,05

Aplicando os hietogramas efetivos balanceados da bacia do açude Beré ao H.U.T. de 2,61 horas de duração da bacia, obtiveram-se os hidrogramas das cheias de projeto, para os tempos de retorno de 1.000 e 10.000 anos, conforme mostrados na Figura 3.6.2.

Na Tabela 3.6.3 são apresentadas as vazões de pico dos hidrogramas das cheias de projeto, para os tempos de retorno de 1.000 e 10.000 anos.

Tabela 3.6.3 - Vazões de pico dos hidrogramas das cheias de projeto para os tempos de retorno de 1.000 e 10.000 anos

Tempo de Retorno (anos)	Vazões de Pico dos Hidrogramas das Cheias de Projeto (m <sup>3</sup> /s)
1.000	2.267,85
10.000	2.771,75

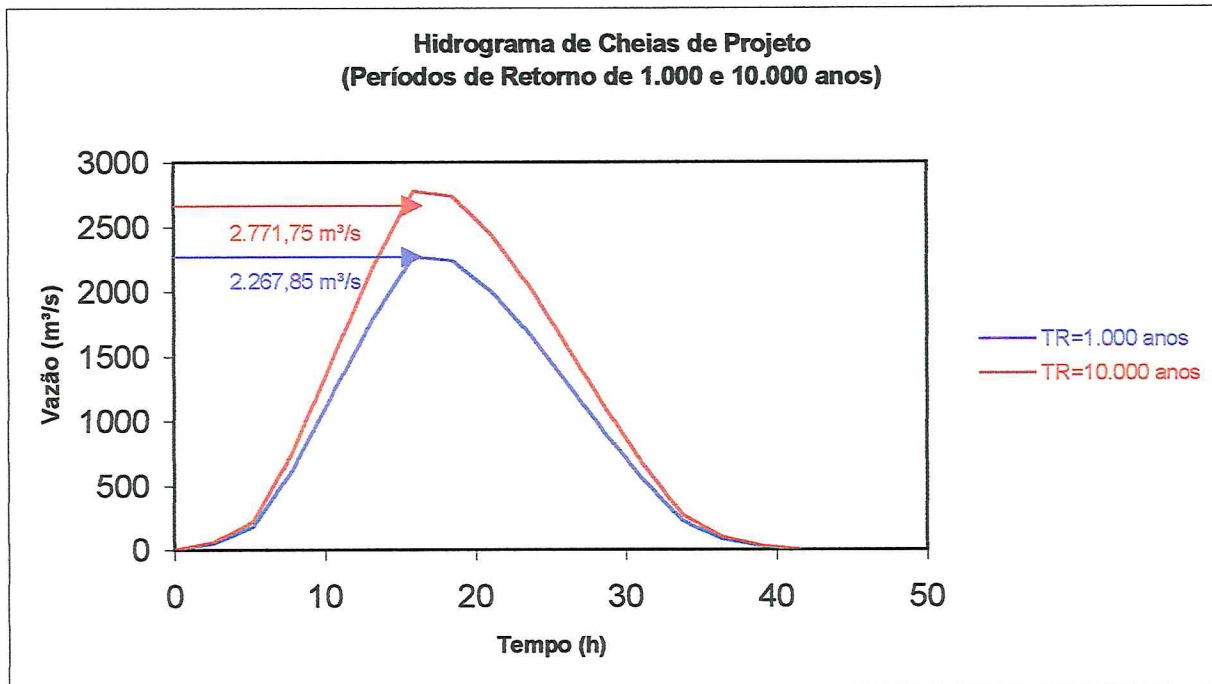


Figura 3.6.2 - Hidrogramas das cheias de projeto, para os tempos de retorno de 1.000 e 10.000 anos.

### 3.7 – DIMENSIONAMENTO DO SANGRADOURO

Para dimensionamento do sangradouro do Açude Beré, fez-se o estudo de laminação através da utilização das cheias milenar e decamilenar, já determinadas anteriormente. Nessa laminação adotou-se um sangradouro de largura igual a 190 metros, com coeficiente de descarga igual a 2,0 (perfil tipo Creager).

#### 3.7.1 – Amortecimento das Cheias Milenar e Decamilenar.

O amortecimento das cheias de 1.000 e 10.000 anos foi efetivado, através da utilização da curva cota x volume apresentada no tabela 7.1 e da metodologia de Puls, que é dada pela equação:

$$V_{i+1} + \frac{1}{2}(QE_{i+1}) \times DDT = (V_i - \frac{1}{2}(QE_i) \times DDT) + \frac{1}{2}(QA_i + QA_{i+1}) \times DDT$$

Onde:

- V - volume acumulado no açude, em metros cúbicos;
- QA - vazão afluente ao açude, em metros cúbicos por segundo;
- QE - vazão efluente ao açude, em metros cúbicos por segundo;
- DT - intervalo de tempo utilizado.



**TABELA 3.7.1 – Valores de cota versus volume do Açude Beré**

<b>COTA (m)</b>	<b>ACUMULADO (hm<sup>3</sup>)</b>
490	0,000000
495	0,000812
498	0,003847
499	0,020508
500	0,040709
501	0,064406
502	0,091583
503	0,122249
504	0,156443
505	0,194229
506	0,235698
507	0,280968
508	0,330186
509	0,383523
510	0,441178
511	0,503378
512	0,570377
513	0,642454
514	0,719917
515	0,803101
516	0,892366
517	0,988100
518	1,090720
519	1,200667
520	1,318410
521	1,444446
522	1,579298
523	1,723516
524	1,877677
525	2,042386
526	2,218273
527	2,405997
528	2,606243
529	2,819722
530	3,047175
531	3,289367
532	3,547092
533	3,821168
534	4,112444
535	4,421793
536	4,750117
537	5,098344
538	5,467428
539	5,858351
540	6,272123
541	6,709779
542	7,172383
543	7,661024
544	8,176820
545	8,720913
546	9,294476
547	9,898706
548	10,534828
549	11,204094
550	11,907782
551	12,647200
552	13,423678
553	14,238578
554	15,093285
555	15,989215
556	16,927807
557	17,910530
558	18,938878
559	20,014373
560	21,138564

Considerando o volume do Açude Beré em sua cota de sangria de 550,0 metros, com largura do sangradouro de 190 metros, bem como a utilização da metodologia de Puls, obtiveram-se as cheias efluente para os tempos de retorno de 1.000 e 10.000 anos, respectivamente. Nas figuras 3.7.1 e 3.7.2 são apresentadas as cheias afluentes e efluente para os tempos de retorno de 1.000 e 10.000 anos.

Na tabela 3.7.2 são apresentadas as vazões de pico afluentes e efluente e respectivas lâminas efluente, para os tempos de retorno de 1.000 anos e 10.000 anos.

Tabela 3.7.2 – Vazões de pico afluentes e efluente

Tempo de Retorno de 1.000 anos			Tempo de Retorno de 10.000 anos		
$Q_{\text{pico\_afluente}}$ ( $\text{m}^3/\text{s}$ )	$Q_{\text{pico\_efluente}}$ ( $\text{m}^3/\text{s}$ )	Lâmina efluente (m)	$Q_{\text{pico\_afluente}}$ ( $\text{m}^3/\text{s}$ )	$Q_{\text{pico\_efluente}}$ ( $\text{m}^3/\text{s}$ )	Lâmina efluente (m)
2267,85	2260,72	3,28	2771,75	2762,58	3,75

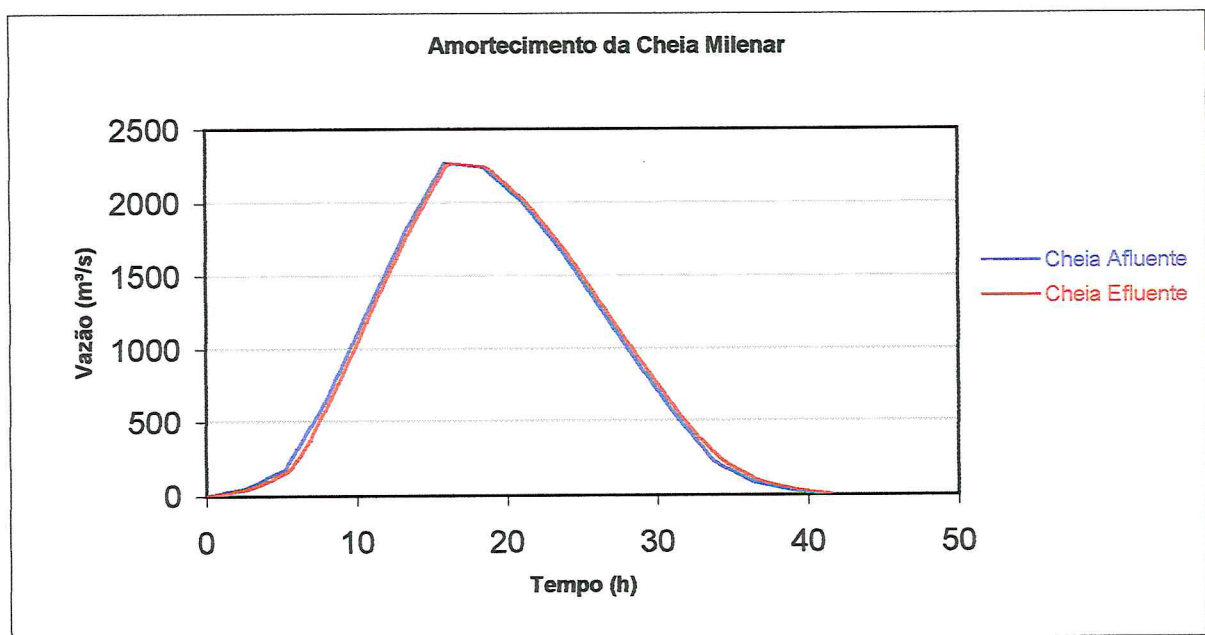


FIGURA 3.7.1 – Amortecimento da cheia milenar para cotas do sangradouro do Açude Beré



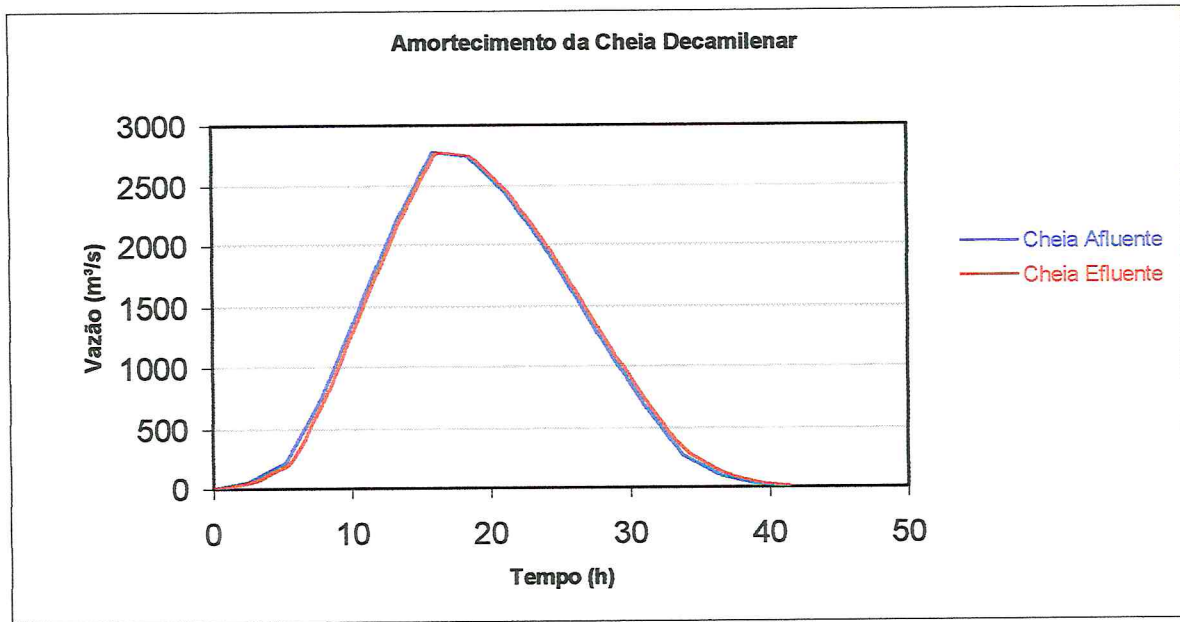


FIGURA 3.7.2 – Amortecimento da cheia decamilenar para cotas do sangradouro do Açude Beré

