



## **Folha de Dados**

**IDGED:**

0173/03/A

**LOTE:**

01685

**AUTOR:**

GEONORTE ;SRH ;COGERH ;PROURB CE

**TÍTULO:**

PROJETO EXECUTIVO DA BARRAGEM SÍTIOS NOVOS

**SUBTÍTULO:**

RELATÓRIO DOS ESTUDOS BÁSICOS; TOMO III ESTUDOS HIDROLÓGICOS

JANEIRO 1997

FOLHA DE DADOS - GED/SRH

TIPO DE DOCUMENTO: Projeto  
 Identidade GED: 0L73/03/A  
 Lote: 01685  
 Nº de Registro: 9710L23  
 Autores: SRM 7. COGERH 7. GEONORTE  
 Programa: PROURB/CE  
 Título: Projeto Executivo da Barragem  
Sítios Novos  
 Sub-Título 1: Relatório dos Estudos Básicos  
 Sub-Título 2: Estudos Hidrológicos  
 Nº de Páginas: 145  
 Volume: \_\_\_\_\_  
 Tomo: 3  
 Editor: GEONORTE  
 Data de Publicação (mês/ano): Janeiro / 1997  
 Local de Publicação: Fortaleza

Localização da Obra

Tipo de Empreendimento:

<input checked="" type="checkbox"/> Barragem	<input type="checkbox"/> Açude	<input type="checkbox"/> Adutora	<input type="checkbox"/> Canal / Eixo de Transp.	<input type="checkbox"/> Outro
Rio / Riacho Barrado: <u>Rio São Gonçalo</u>		Fonte Hídrica: _____		

Bacia: Metropolitana  
 Sub-bacia: Rio São Gonçalo  
 Municípios: Laucaia / Pentecoste  
 Distrito: Sítios Novos  
 Microregião: \_\_\_\_\_  
 Estado: Ceará



GOVERNO DO ESTADO



**GOVERNO DO ESTADO DO CEARÁ**  
**SECRETARIA DOS RECURSOS HÍDRICOS**  
**COMPANHIA DE GESTÃO DOS RECURSOS HÍDRICOS - COGERH**  
**PROJETO DE DESENVOLVIMENTO URBANO E GESTÃO DOS RECURSOS HÍDRICOS**  
**PROURB/CE**

**PROJETO EXECUTIVO DA BARRAGEM**  
**SÍTIOS NOVOS**

**RELATÓRIO DOS ESTUDOS BÁSICOS**  
**TOMO III - ESTUDOS HIDROLÓGICOS**

0123/43/A



**Geonorte**

FORTALEZA

JANEIRO/97

930003



ÍNDICE

C:\WINWORD\RELATOR\T204396.DOC



**ÍNDICE**

	<u>Pág</u>
<b>APRESENTAÇÃO.....</b>	<b>4</b>
<b>1. INTRODUÇÃO.....</b>	<b>6</b>
<b>2. CARACTERIZAÇÃO CLIMATOLÓGICA.....</b>	<b>9</b>
<b>2.1 PRINCIPAIS PARÂMETROS.....</b>	<b>10</b>
<b>2.2 BALANÇO HÍDRICO.....</b>	<b>17</b>
<b>2.3 CLASSIFICAÇÃO DO CLIMA.....</b>	<b>19</b>
<b>2.4 SINOPSE CLIMATOLÓGICA.....</b>	<b>20</b>
<b>3. ESTUDOS PLUVIOMÉTRICOS.....</b>	<b>21</b>
<b>3.1 DADOS UTILIZADOS.....</b>	<b>22</b>
<b>3.2 CARACTERIZAÇÃO DO REGIME PLUVIOMÉTRICO.....</b>	<b>23</b>
<b>4. ESTUDO DE DEFLÚVIOS.....</b>	<b>33</b>
<b>4.1 METODOLOGIA.....</b>	<b>34</b>
<b>4.2 DADOS UTILIZADOS.....</b>	<b>37</b>
<b>4.3 AJUSTE DO MODELO.....</b>	<b>44</b>
<b>4.4 GERAÇÃO DA SÉRIE DE VAZÕES.....</b>	<b>46</b>
<b>5. ESTUDOS DAS CHEIAS DE PROJETO.....</b>	<b>53</b>
<b>5.1 METODOLOGIA.....</b>	<b>54</b>

C WINWORDRELATORIT204396 DOC



	3
<b>5.2 RESULTADOS .....</b>	<b>61</b>
<b>6. DIMENSIONAMENTO DO RESERVATÓRIO .....</b>	<b>63</b>
<b>6.1 METODOLOGIA .....</b>	<b>64</b>
<b>6.3 RESULTADOS .....</b>	<b>69</b>
<b>7. DIMENSIONAMENTO DO SANGRADOURO .....</b>	<b>77</b>
<b>7.1 PROPAGAÇÃO DA CHEIA NO RESERVATÓRIO .....</b>	<b>78</b>
<b>7.2 RESULTADOS .....</b>	<b>80</b>
<b>7.3 VERIFICAÇÃO DO AJUSTE DO MODHACX, INCLUINDO O PERÍODO DE 1982-1988 .....</b>	<b>85</b>
<b>7.4 COMENTÁRIOS .....</b>	<b>93</b>
<b>8. ESTUDOS ADICIONAIS .....</b>	<b>95</b>
<b>8.1 ESTUDO DA DISPONIBILIDADE HÍDRICA .....</b>	<b>96</b>
<b>8.2 ANÁLISE DE SISMICIDADE .....</b>	<b>102</b>

**ANEXO A: RESULTADO DA CALIBRAÇÃO DO MODELO MODHACX PARA A BACIA DO RIO SÃO GONÇALO EM SÍTIOS NOVOS, PARA UM PERÍODO ENTRE 1968 E 1974**

**ANEXO B: RESULTADO DA SIMULAÇÃO DO MODELO MODHACX PARA A BACIA DO RIO SÃO GONÇALO EM SÍTIOS NOVOS, PARA UM PERÍODO ENTRE 1922 E 1988**

**ANEXO C: DISPONIBILIDADE PLUVIOMÉTRICA**

C:\WINWORD\RELATOR\IT204396.DOC



**APRESENTAÇÃO**

C:\WINWORD\RELATOR\T204396.DOC





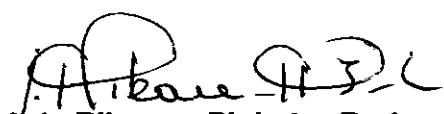
## APRESENTAÇÃO

A GEONORTE - Engenharia de Solos e Fundações Ltda., empresa estabelecida à Rua Jorge Severiano, 900, bairro de Vila União, Fortaleza, Ceará, vem apresentar a SRH/COGERH, o Relatório dos Estudos Básicos para Elaboração do Projeto Executivo e dos Estudos Complementares para Implantação da Barragem Sítios Novos, nos Municípios de Pentecoste e Caucaia, integrante do PROURB-CE, conforme Contrato Nº 016/96-PROURB/CE/COGERH, de 08 de julho de 1996, assinado entre esta empresa e a COGERH (Companhia de Gestão dos Recursos Hídricos), e Ordem de Serviço Nº 024/96-PROURB-CE/COGERH, de 12 de agosto de 1996

O Relatório dos Estudos Básicos é apresentado em seis vias, composto de três Tomos e seus anexos, a saber

- Tomo I - Estudos Topográficos
- Tomo I - Estudos Topográficos - Anexo - Desenhos
- Tomo II - Estudos Geológicos e Geotécnicos
- Tomo II - Estudos Geológicos e Geotécnicos - Anexo
- Tomo III - Estudos Hidrológicos

Fortaleza, Janeiro de 1997

  
**José de Ribamar Pinheiro Barbosa**  
Engº Civil - CREA 2.918/D

C:\WINWORD\RELATOR\T204396.DOC



wbar/f/sn



## 1. INTRODUÇÃO

C:\WINWORD\RELATOR\IT204396.DOC



## **1. INTRODUÇÃO**

O Relatório dos Estudos Básicos - Tomo III - Estudos Hidrológicos para o Projeto Executivo do Açude Sítios Novos objetiveram fornecer os elementos hidrológicos para o dimensionamento do reservatório e das estruturas hidráulicas de descarga de obra

Os estudos iniciaram-se com a caracterização climática da área, tendo-se coletado e analisado informações de estações próximas

Em seguida, nos estudos pluviométricos, coletou-se e analisou-se as informações de estações próximas à região. Foram elaborados três estudos a partir dos dados de chuvas

- estudo de caracterização do regime pluviométrico,
- estudos de chuvas intensas,
- chuva média diária sobre a bacia hidrográfica

Para a caracterização do escoamento afluente à barragem, base para os estudos de regularização, foram realizados os estudos de vazões mensais, via modelo hidrológico chuva-deflúvio, visto tratar-se de bacia sem dados fluviométricos observados. A estação de Sítios Novos, no rio São Gonçalo, serviu para estimativa dos parâmetros do modelo MODHAC

No estudo de chuvas intensas, são apresentados os estudos de cheias de 1 000 anos e 10 000 anos de período de retorno afluentes à barragem. Devido à ausência de dados observados, utilizou-se modelo hidrológico baseado no método do SCS (Soil Conservation Service), o modelo HEC-1

Partiu-se, em seguida, para o dimensionamento hidrológico-econômico da capacidade do açude a ser projetado. Para isso, pré-

C:\WINWORD\RELATORII\204396.DOC



dimensionou-se o sangradouro para diversas cotas de sangria, simulando-se a laminação da cheia de 1 000 anos

Para cada melhor opção do sangradouro, estimou-se o custo da barragem, obtendo-se assim a curva de custo do metro cúbico regularizado para cada alternativa. Essa curva foi elaborada para o parâmetro de 90% de atendimento à demanda. Além disto, também foi determinada a vazão regularizada com 90% de garantia considerando volume de alerta.

Escolhida a dimensão do açude, elaborou-se os estudos de laminação para a cheia de 1 000 anos, para dimensionamento do sangradouro, e para a cheia de 10 000 anos, para garantir que a barragem não seja galgada nessa cheia, dimensionando a cota do coroamento nesse sentido.

Alguns estudos complementares foram acrescentados, tais como a probabilidade de enchimento e esvaziamento do reservatório.

C:\WINWORD\RELATOR\IT204396.DOC



## 2. CARACTERIZAÇÃO CLIMATOLÓGICA

C:\WINWORD\RELATOR\IT204396.DOC



## 2. CARACTERIZAÇÃO CLIMATOLÓGICA

A abordagem da climatologia aqui desenvolvida visa dar subsídios as etapas subsequentes dos estudos realizados na bacia do Sítios Novos, principalmente àquelas relacionadas ao aproveitamento dos seus recursos hídricos

A bacia do Rio São Gonçalo drena uma área de 443,0 km<sup>2</sup> no local a ser barrado. A referida bacia não tem localizada em seus domínios nenhuma estação hidroclimatológica, sendo por isso utilizada como estação representativa a de Fortaleza, com denominação homônima de sua localidade (INEMET, 1991)<sup>1</sup>

### 2.1 PRINCIPAIS PARÂMETROS

#### 2.1.1 Temperatura

A distribuição temporal das temperaturas diárias mostra pequenas variações para os três pontos discretos de monitoramento (12 00, 18 00 e 24 00 TMG - Tempo Médio de Greenwich), sendo tais flutuações processadas, sob uma visão contínua no tempo, com pequenos gradientes

A temperatura média compensada é obtida por ponderação entre as temperaturas observadas nas estações meteorológicas  $T_{12}$  e  $T_{24}$  TMG,  $T_{MAX}$  e  $T_{MIN}$  do dia, pela seguinte fórmula estabelecida pela OMM (Organização Meteorológica Mundial)

$$T_{comp} = \frac{T_{12} + 2 T_{24} + T_{MAX} + T_{MIN}}{5}$$

onde,

$T_{comp}$  - Temperatura média compensada,

<sup>1</sup> INEMET, 1991 INVENTÁRIO DE ESTAÇÕES HIDROCLIMATOLÓGICAS



$T_{12}$  - Temperatura observada às 12 00 TMG,

$T_{24}$  - Temperatura observada às 24 00 TMG,

$T_{MAX}$  - Temperatura máxima do dia,

$T_{MIN}$  - Temperatura mínima do dia

A temperatura compensada apresenta uma pequena variação de 1,6°C, isso para os meses de julho (25,7°C), dezembro e janeiro (27,3°C) As médias máximas e mínimas extremas ocorrem respectivamente nos meses de novembro e dezembro(30,7°C) e Junho (22,1°C), conforme se observa no Quadro 2.1 e Figura 2.1

**Quadro 2.1 - Temperaturas Máximas, Mínimas e Compensadas (°C) na estação de Fortaleza**

Média	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ	ANO
Máxima	30,5	30,1	29,7	29,7	29,1	29,6	29,5	29,1	29,2	30,5	30,7	30,7	29,9
Comp.	27,3	26,7	26,3	26,5	26,3	25,9	25,7	26,1	26,6	27,0	27,2	27,3	26,6
Mínima	24,7	23,2	23,8	23,4	23,4	22,1	21,8	22,8	23,4	24,5	24,4	24,6	23,5

FONTE: INEMET (1991)<sup>2</sup>

<sup>2</sup> INEMET, 1992, NORMAIS CLIMATOLÓGICAS (1961-1990), Brasília, Brasil

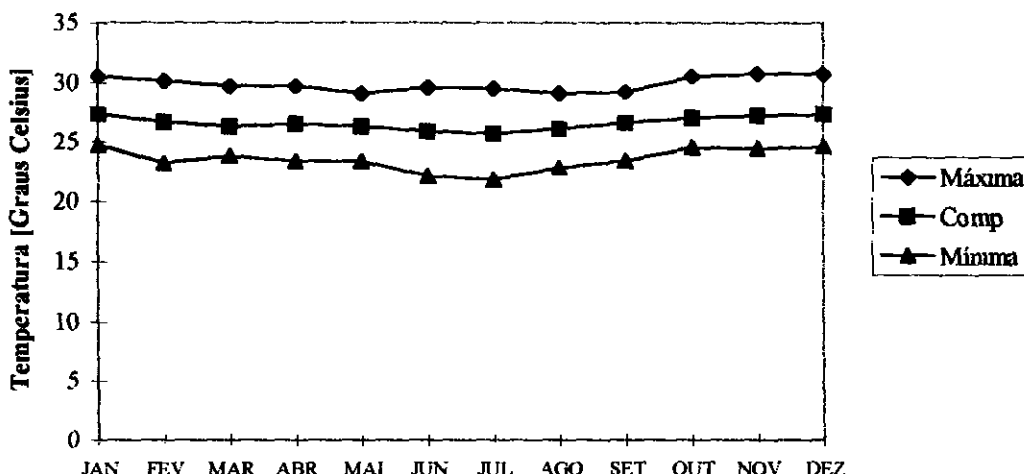


Figura 2.1 - Temperaturas Máximas, Mínimas e Médias Compensadas na estação de Fortaleza

2.1.2 Umidade Relativa

A umidade relativa média apresenta uma variação máxima de 12% referente aos meses de Abril (85%) e Outubro (73%), como pode-se verificar no Quadro 2 2 e Figura 2 2

Quadro 2.2 - Umidade Relativa na estação de Fortaleza

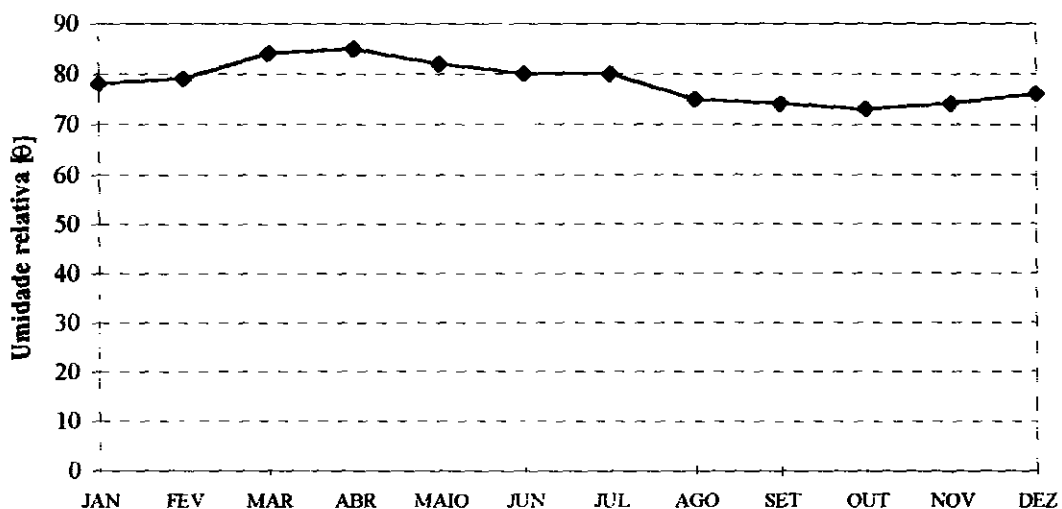
Média	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ	ANO
%	78	79	84	85	82	80	80	75	74	73	74	76	78,3

FONTE INEMET (1991)<sup>3</sup>

<sup>3</sup> INEMET, 1992, NORMAIS CLIMATOLÓGICAS (1961-1990), Brasília, Brasil

C:\WINWORD\RELATOR\IT204396.DOC





**Figura 2.2 - Umidade Relativa na estação de Fortaleza**

Os índices de umidade medidos resultam de uma composição de efeitos climatológicos, levando-se em conta, entre estes, a pluviometria que se constitui como o principal componente do fenômeno. Assim, considerando-se a inexistência de outras estações hidroclimatológicas nas proximidades da área de estudo, a umidade é resultante da homogeneidade pluviométrica, além das pequenas oscilações dos demais parâmetros influentes.

**2.1.3 Insolação Média**

O Quadro 2.3 e a Figura 2.3 mostram, respectivamente, o número de horas de exposição no local da estação de Fortaleza e sua distribuição mensal. Em termos atuais, no mesmo período, tem-se 2694 horas de exposição, podendo-se concluir de maneira aproximada que cerca de 62% dos dias do ano possuem incidência solar direta. O trimestre fevereiro/março/abril, apresenta os menores valores devido ser o trimestre mais chuvoso, caracterizando um maior albedo.

C:\WINWORD\RELATORIO\204396.DOC



Quadro 2.3 - Insolação Média na estação de Fortaleza

Média	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ	ANO
horas	216	175	148	153	209	240	263	169	283	296	283	257	2694,3

FONTE INEMET (1991)<sup>4</sup>

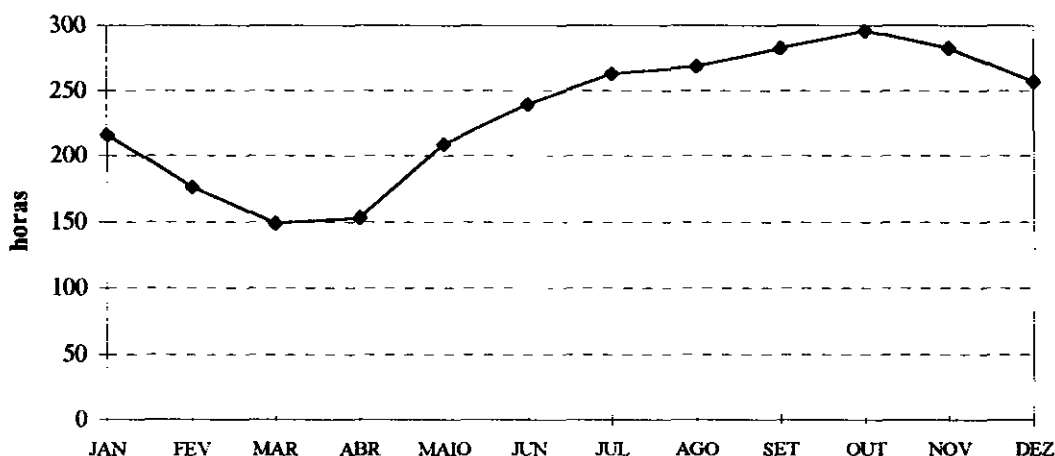


Figura 2.3 - Insolação Média na estação de Fortaleza

### 2.1.4 Ventos

A intensidade do vento é medida nos horários sinóticos de observação, a uma altitude de 10 m em relação a estação. Da mesma forma, a direção do vento também é medida nos três horários sinóticos, indicando a direção de onde o vento se origina.

A estação de Fortaleza apresenta suas velocidades médias dos ventos descrita no Quadro 2.4. Esta região a direção reinante dos ventos está dentro do quadrante Sudeste/Leste.

<sup>4</sup> INEMET, 1992, NORMAIS CLIMATOLÓGICAS (1961-1990), Brasília, Brasil

**Quadro 2.4 - Velocidade Média dos Ventos na Estação de Fortaleza**

Média	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ	ANO
m/s	3,6	3,1	2,4	2,3	2,8	3,1	3,5	4,4	4,9	4,6	4,5	4,5	3,6

FONTE PERH(1992)<sup>5</sup>

### 2.1.5 Evaporação Média

A evaporação anual observada em tanque-tipo classe "A" é de 1468 mm, distribuída ao longo dos meses segundo o Quadro 2 5 e Figura 2 4

**Quadro 2.5 - Evaporação Média na estação de Fortaleza**

Média	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ	ANO
mm	120	96	72	68	85	95	118	152	167	173	168	154	1468

FONTE INEMET (1991)

O trimestre que apresenta os maiores valores de evaporação corresponde a setembro/outubro/novembro, ocorrendo o máximo em outubro (173,5 mm) Deve-se ressaltar, entretanto, que para adotar estes valores como representativos da evaporação em açudes, principalmente pequenos e médios, deve-se multiplicar estes valores por um coeficiente entre a evaporação do açude e a evaporação no Tanque Classe A ( $K_a$ ) Molle (1989) aconselha os valores mostrados no Quadro 2 6 para  $K_a$ , em função da superfície do espelho

<sup>5</sup> SRH, 1992 Plano Estadual de Recursos Hídricos, Fortaleza, Ceará

Quadro 2.6 -  $K_a$  em função da superfície do espelho d'água

Superfície (ha)	0 a 5	5 a 10	10 a 20	20 a 30	média
$K_a$	0,95	0,87	0,82	0,75	0,84

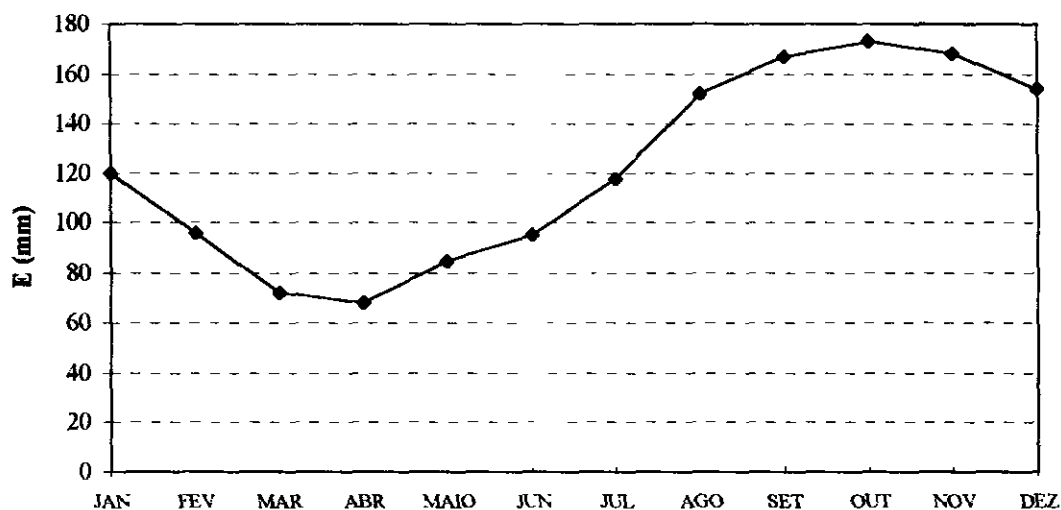


Figura 2.4 - Evaporação Média na estação de Fortaleza

### 2.1.6 Evapotranspiração

O Quadro 27 apresenta a evapotranspiração potencial mensal obtida segundo Thornthwaite e Mather, totalizando 1647,4 mm. A Figura 25 confronta os valores do Quadro 27 com os valores da precipitação média. Percebe-se, como característica, o déficit hídrico em mais da metade do ano, com exceção dos meses de fevereiro a junho. Este fato demonstra, como é conhecido qualitativamente para as regiões semi-áridas, a necessidade da aplicação artificial de água.

C:\WINWORD\RELATOR\T204396.DOC



Quadro 2.7 - Evapotranspiração Potencial (Thorntwaite & Mather) na estação de Fortaleza

Média	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ	ANO
mm	154,5	129,9	134,4	132,9	131,8	120,8	120,9	129,3	134,8	149,7	150,9	157,5	1647,4

FONTE PERH (1990)

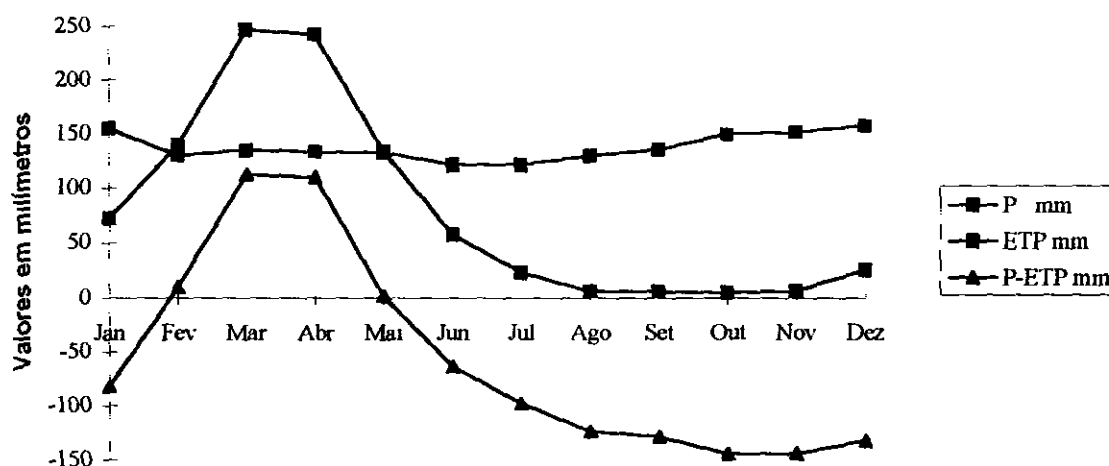


Figura 2.5-Balanço Hídrico

2.2 BALANÇO HÍDRICO

O princípio da conservação da massa à água aplicado a um determinado local ou área (em um dado volume de controle), nos fornece a diferença entre o ganho (precipitação) e o consumo (escoamento superficial e profundo, evaporação ou evapotranspiração) Este princípio é a base do balanço hídrico, concebido por Thorntwaite & Mather em 1955, e tem sido utilizado amplamente quando não se dispõe de muitos dados para um estudo mais apurado

C:\WINWORD\RELATORIO\204396.DOC



Aplicando-se a metodologia do balanço hídrico para a bacia em questão, supondo-se uma capacidade de armazenamento de 100 mm (PERH, 1990)<sup>6</sup>, obtém-se o Quadro 2.8

**Quadro 2.8 - Balanço Hídrico segundo Thornthwaite e Mather**

Mês	P mm	ETP mm	P-ETP mm	Neg mm	ARM mm	ALT mm	ETR mm	DEF mm	EXC mm
Jan	72,00	154,50	-82,50	0,00	0,00	0,00	72,00	82,50	0,00
Fev	139,30	129,90	9,40	230,00	9,40	9,40	129,90	0,00	0,00
Mar	246,60	134,40	112,20	0,00	100,00	90,60	134,40	0,00	21,60
Abr	242,10	132,90	109,20	0,00	100,00	0,00	132,90	0,00	109,20
Mai	133,30	131,80	1,50	0,00	100,00	0,00	131,80	0,00	1,50
Jun	56,70	120,80	-64,10	64,10	52,00	-48,00	104,70	16,10	0,00
Jul	22,90	120,90	-98,00	162,10	19,00	-33,00	55,90	65,00	0,00
Ago	5,50	129,30	-123,80	285,90	5,00	-14,00	19,50	109,80	0,00
Set	5,50	134,80	-129,30	415,20	1,00	-4,00	9,50	125,30	0,00
Out	4,80	149,70	-144,90	560,10	0,00	-1,00	5,80	143,90	0,00
Nov	6,20	150,90	-144,70	704,80	0,00	0,00	6,20	144,70	0,00
Dez	24,90	157,50	-132,60	837,40	0,00	0,00	24,90	132,60	0,00
ANO	959,80	1 647,40	-687,60		386,40	0,00	827,50	819,90	132,30

<sup>6</sup> PERH. 1990 PLANO ESTADUAL DE RECURSOS HÍDRICOS DO ESTADO DO CEARÁ

C:\WINWORD\RELATOR\IT204396.DOC



## **2.3 CLASSIFICAÇÃO DO CLIMA**

### **2.3.1 Classificação segundo Thornthwaite**

Segundo esta classificação, além da característica pluviométrica e térmica, a evapotranspiração potencial é também considerada elemento determinante do clima. Como forma de auxiliar na classificação de tipos e subtipos climáticos, três parâmetros foram introduzidos por Thornthwaite, a saber

#### **- Índice de aridez:**

O índice de aridez vem a ser a deficiência hídrica expressa em porcentagem da evapotranspiração potencial, este índice apresentou o valor 50 (Quadro 2.8)

#### **- Índice de umidade:**

O índice de umidade é o excesso de água (Exc) expresso em porcentagem da necessidade que é representado pela evapotranspiração potencial (ETP), este índice apresentou um valor de 8 (Quadro 2.8)

#### **- Índice efetivo de umidade:**

Este índice reflete o excesso ou déficit de água ao longo do ano, apresentando um valor igual a -22 (Quadro 2.8)

Com base nestes índices, os dados para a área de estudo, mostram um clima semi-árido, tipo D, com índice efetivo de umidade variando entre -20% e -40%, clima seco, sub-tipo d, com índice de aridez superior a 33%, tipo A', megatérmico e sub-tipo a', baixa variação estacional (DdA'a')

C:\WINWORD\RELATORIA\204396.DOC

**2.4 SINOPSE CLIMATOLÓGICA**

• Pluviometria Média Anual (sobre a bacia)	959,5 mm
• Evaporação Média Anual	1468 mm
• Evapotranspiração Potencial (Thornthwaite & Mather)	1647 mm
• Insolação Média Anual	2 694,3 h
• Umidade Relativa Média Anual	78,3 %
• Temperatura Média Anual Média das Máximas	29,9 °C
• Temperatura Média Anual Média das Médias	26,6 °C
• Temperatura Média Anual Média das Mínimas	23,5 °C
• Classificação Climática	DdA'a'

C:\WINWORD\RELATOR\IT204396.DOC





### 3. ESTUDOS PLUVIOMÉTRICOS

C:\WINWORD\RELATORIO\T204396.DOC

000021



### **3. ESTUDOS PLUVIOMÉTRICOS**

A pluviometria do Estado foi detalhadamente analisada por ocasião do PERH (Plano Estadual de Recursos Hídricos do Estado do Ceará, 1990), sendo esta análise iniciada com a coleta dos registros inventariados e atualizados até 1988 pela SUDENE (Superintendência do Desenvolvimento do Nordeste) Esta etapa foi seguida por várias outras, entre as quais destaca-se, para os fins deste trabalho a caracterização do regime pluviométrico em vários intervalos de tempo e o estabelecimento de série pluviométrica média para as bacias hidrográficas dos açudes de médio e grande porte

#### **3.1 DADOS UTILIZADOS**

O PERH contemplou a consistência e a homogeneização das séries pluviométricas pelo método do Vetor Regional

Foram utilizados 15 postos neste estudo, todos próximos à área de interesse, (bacia do rio São Gonçalo em Sítios Novos com um área de 446,0 km<sup>2</sup>), pertencentes ao grupo regional São Gonçalo

O Quadro 3 1 mostra os postos pluviométricos utilizados que fazem parte dos grupo regional de São Gonçalo, ou seja, aqueles utilizados na formação do Vetor Regional

C:\WINWORD\RELATOR\IT204396.DOC



**Quadro 3.1 - Estações Pluviométricas pertencentes aos Grupo Homogêneo São Gonçalo.**

Ord	Posto	Código DNAEE	Código SUDENE	Coordenadas		Altitude (m)	Média Anual (mm)
				Lat	Long		
1	Guararu	00338006	2872435	3°43'	38°50'	50,00	1329,4
2	Trapiá	00338011	2872945	3°50'	38°47'	220,00	1152,7
3	Bom Princípio	00338012	2872925	3°57'	38°53'	210,00	1007,4
4	Sítios Novos	00338013	2872409	3°44'	38°58'	60,00	957,4
5	Sítios Novos de Cima	00339005	2872602	3°49'	39°00'	90,00	775,4
6	Irapuã	00339019	2871875	3°55'	39°08'	200,00	705,5
7	Matias	00339022	2871889	3°56'	39°04'	100,00	757,5
8	Progresso	00339027	2871596	3°47'	39°02'	90,00	1 248,5
9	Columinjuba	00438020	2882035	4°01'	38°50'	350,00	997,9
10	Gado	00438027	2882321	4°09'	38°54'	390,00	1 248,5
11	Itapebussu	00438031	2882018	4°01'	38°55'	230,00	959,7
12	Palmácia	00438038	2882331	4°09'	38°51'	380,00	1 365,3
13	Tanques	00438047	2882146	4°05'	38°47'	100,00	966,2
14	Acude Alto Alegre	00439016	2881196	4°05'	39°02'	200,00	720,6
15	Formosa	00439017	2881099	4°02'	39°01'	150,00	866,2

Fonte DNAEE (1983)

### **3.2 CARACTERIZAÇÃO DO REGIME PLUVIOMÉTRICO**

#### **3.2.1 Nível Anual**

As isoietas, linhas de mesma precipitação média, e iso-cv's (coeficientes de variação) estão apresentadas nas Figuras 3 1 e 3 2, que

C:\WINWORD\RELATOR\IT204396.DOC

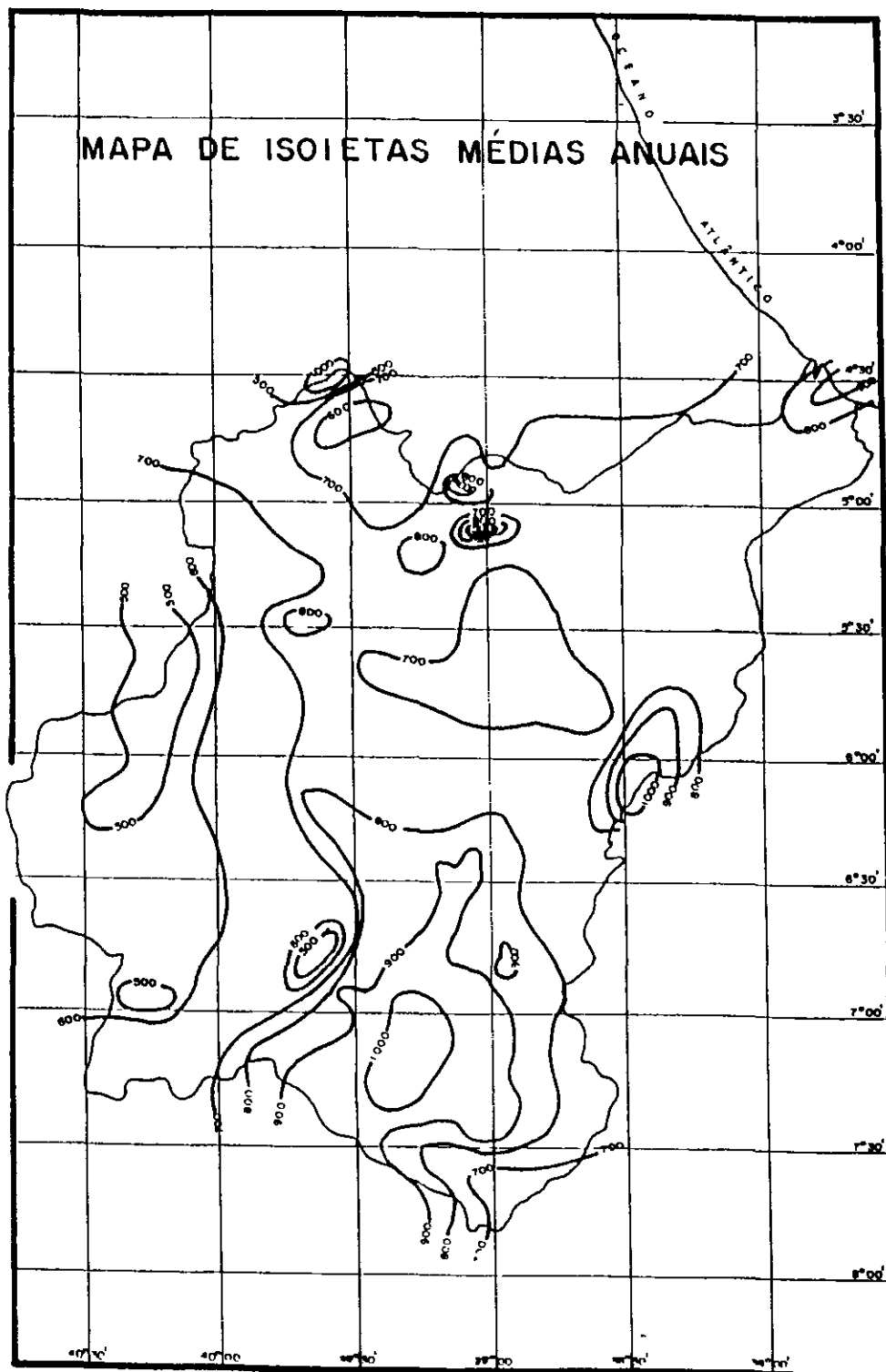


Figura 3.1

C:\WINWORD\RELATOR\INT204396.DOC

000027

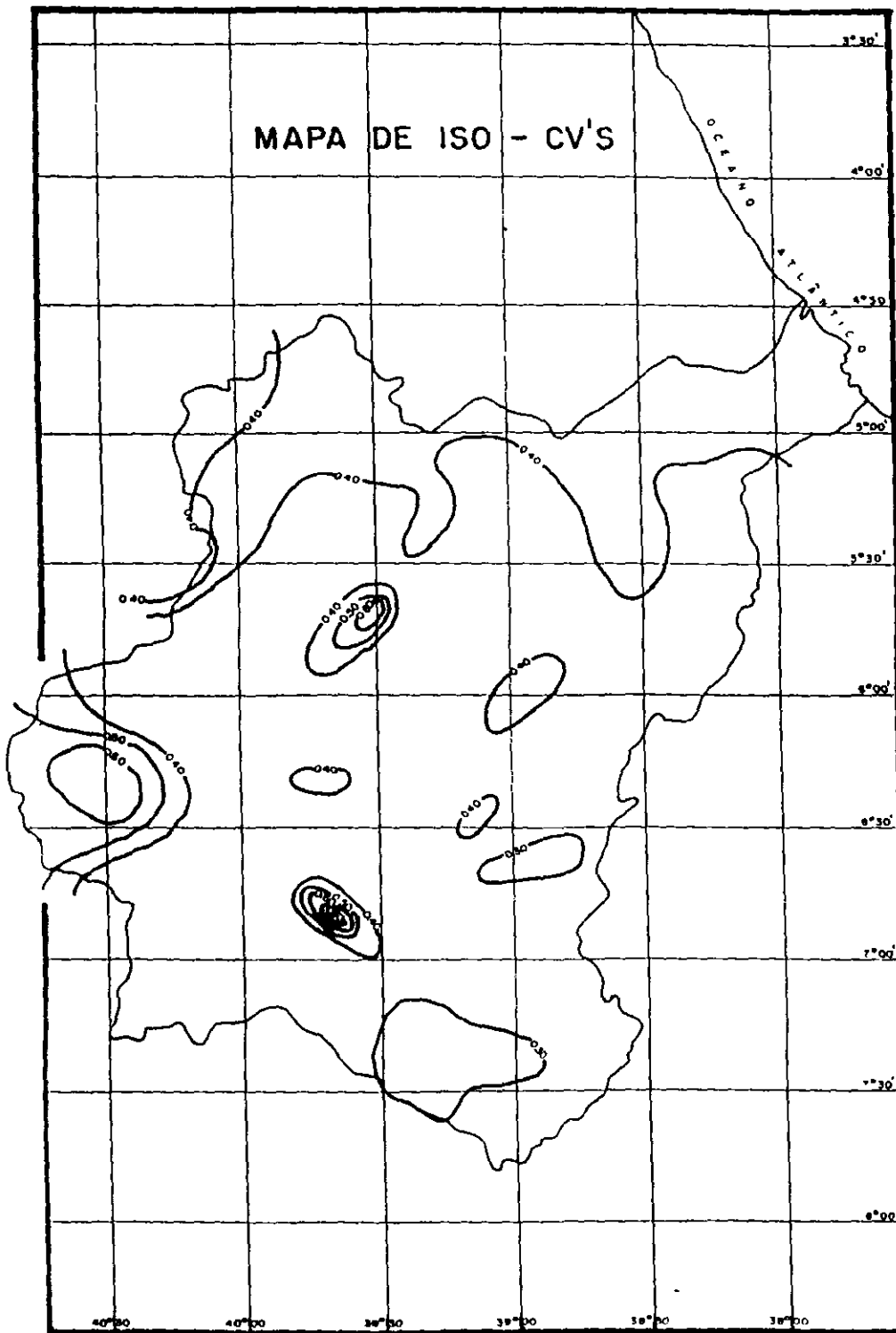


Figura 3.2

C:\WINWORD\RELATOR\T204396.DOC



mostram a região da bacia do rio São Gonçalo e onde se acha assinalada a área do estudo. A área de estudo apresenta, segundo análise destas figuras, média pluviométrica entre 1200 e 1400 mm com um coeficiente de variação em torno de 0,35.

Uma análise freqüencial foi realizada para os postos listados anteriormente, sendo testadas várias distribuições, e escolhida a Log-Pearson III como a de melhor ajuste, sendo seus parâmetros estimados pelo método dos momentos. O Quadro 3.2 resume esta análise de freqüência.

**Quadro 3.2 - Análise de Freqüência dos Totais Anuais. Distribuição Log-Pearson III.**

Código	N Nº. anos	TR (ANOS)				
		10	100	200	500	1000
00338006	14	1937,90	3255,67	3798,55	4684,56	5525,32
00338011	14	1924,24	3347,39	3958,09	4980,68	5977,63
00338012	14	1650,62	2952,09	3496,60	4391,21	5244,72
00338013	22	1591,55	3118,41	3799,59	4953,63	6085,24
00339005	25	1359,25	2426,83	2837,47	3471,47	4035,71
00339019	26	1197,67	2098,86	2434,97	2944,34	3389,02
00339022	26	1325,73	2458,67	2901,80	3591,33	4209,31
00339027	14	1640,86	3595,02	4446,09	5858,01	7208,05
00438020	42	1672,28	2633,79	2934,57	3346,55	3670,91
00438027	25	1876,27	3018,66	3473,66	4194,37	4854,54
00438031	8	1583,99	2781,75	3360,88	4511,28	5827,74
00438038	34	1979,06	2850,17	3133,83	3533,80	3859,04
00438047	23	1810,82	3101,20	3587,41	4330,91	4986,84
00439016	30	1250,26	2450,80	2948,18	3747,34	4486,66
00439017	31	1418,79	2563,00	3004,69	3686,30	4291,87

C:\WINWORD\RELATOR\T204396.DOC



### **3.2.2 Nível Mensal**

A análise da distribuição temporal mostra a concentração do total precipitado no primeiro semestre do ano, correspondendo a cerca de 95% do total anual

A nível trimestral nota-se mais ainda a gravidade da concentração temporal, onde constata-se que cerca de 68% do total anual precipita-se em apenas três meses do ano, no trimestre Março/Abril/Maio Neste trimestre e no trimestre Fevereiro/Março/Abril os meses de março e abril correspondem mais frequentemente ao mais chuvoso, com cerca de 26% do total anual

No Quadro 3.3 mostra-se um resumo dos índices nos três níveis (mensal, trimestral e semestral), enquanto que no Quadro 3 4 apresenta-se um resumo da análise de frequência utilizando a série de totais mensais para os meses do trimestre mais chuvoso nos postos considerados Os períodos de retorno utilizados variam de 5 a 1000 anos, com totais pluviométricos obtidos por ajustamento da distribuição Log-Pearson III

C:\WINWORD\RELATOR\IT204396.DOC



**Quadro 3.3 - Índices de Concentração Fluviométrica. Série de Valores Médios Mensais.**

CÓDIGO	MÊS MAIS CHUVOSO			TRIMESTRE MAIS CHUVOSO			SEMESTRE MAIS CHUVOSO		
	MÊS	mm	%	TRI	mm	%	S	mm	%
00338006	ABRIL	302,2	22,7	MAM	796,0	59,9	1	1150,5	86,5
00338011	ABRIL	269,4	23,4	MAM	677,4	58,8	1	1018,1	88,3
00338012	ABRIL	250,7	24,9	MAM	634,0	62,9	1	926,6	92,0
00338013	ABRIL	220,3	23,0	MAM	582,2	60,8	1	853,0	89,1
00339005	MARCO	209,7	27,0	MAM	509,3	65,7	1	726,4	93,7
00339019	MARCO	190,4	27,0	MAM	474,3	67,2	1	665,8	94,4
00339022	MARCO	206,8	27,3	FMA	513,0	67,7	1	719,2	94,9
00339027	MARCO	238,6	25,9	MAM	655,7	71,2	1	892,0	96,9
00438020	ABRIL	259,8	26,0	FMA	673,4	67,5	1	935,0	93,7
00438027	ABRIL	272,6	21,8	MAM	708,2	56,7	1	1069,6	85,7
00438031	ABRIL	263,6	27,5	MAM	638,6	66,5	1	913,9	95,2
00438038	MARCO	299,8	22,0	MAM	779,0	57,1	1	1182,6	86,6
00438047	MARCO	206,9	21,4	FMA	521,9	54,0	1	827,7	85,7
00439016	ABRIL	208,2	28,9	MAM	497,7	69,1	1	675,0	93,7
00439017	ABRIL	232,9	26,9	MAM	567,5	65,5	1	805,3	93,0

C:\WINWORD\RELATOR\T204396.DOC





**Quadro 3.4 - Análise de Frequência a Nível Mensal. Mês do Trimestre mais chuvoso. Distribuição Log-Pearson III.**

Código	N Nº. anos	TR (ANOS)				
		10	100	200	500	1000
00338006	15	1177,01	2006,26	2363,24	2961,93	3546,54
00338011	17	1257,92	2392,56	2828,23	3498,44	4091,71
00338012	14	994,21	1671,47	1938,52	2361,76	2750,73
00338013	23	1036,50	1810,73	2078,77	2466,63	2789,09
00339005	28	933,95	1734,77	2017,13	2427,91	2770,65
00339019	27	955,22	1845,77	2161,80	2621,72	3005,00
00339022	26	887,77	1614,80	1887,16	2300,02	2660,10
00339027	15	1135,63	2249,86	2739,45	3564,77	4371,60
00438020	42	1291,82	2256,16	2558,71	2970,04	3290,22
00438027	27	1244,86	2080,02	2356,23	2746,00	3062,03
00438031	10	1400,41	3705,57	4961,34	7400,11	10164,38
00438038	36	1122,91	1629,39	1793,21	2023,20	2209,33
00438047	25	1635,10	5364,02	7157,31	10198,10	13118,72
00439016	31	1082,60	2228,29	2644,08	3253,94	3253,94
00439017	32	980,69	1653,60	1877,43	2194,00	2451,20

C:\WINWORD\RELATOR\IT204396.DOC



### 3.2.3 Nível Diário

Os principais tipos de precipitações da região são em decorrência da elevação brusca das massas de ar por efeito térmico ou lenta, neste caso quando a massa de ar encontra obstáculos topográficos.

A probabilidade de ocorrência de dias chuvosos no período úmido é considerável. Em regiões de influência orográfica a ocorrência de até vinte dias chuvosos no mês não são incomuns.

Na análise hidrológica de prováveis obras hidráulicas, os eventos de alta frequência assumem uma importância maior com relação aos de baixa. Aqui foram utilizadas séries anuais de máximos diários.

Diversas distribuições podem ser utilizadas como teóricas para as frequências observadas. Depois de comparar diversas distribuições, foi escolhida a Log-Pearson III, cujas estimativas para vários períodos de retorno encontram-se no Quadro 3.5.

**Quadro 3.5 - Análise de Frequência de Máximos Diários de Chuva. Distribuição Log-Pearson III.**

Código	N Nº. Anos	TR (ANOS)				
		10	100	200	500	1000
00338006	16	130,67	235,48	283,10	365,62	448,95
00338011	17	119,08	171,41	188,70	213,40	233,79
00338012	14	114,09	175,42	199,53	237,86	273,27
00338013	25	121,03	188,13	211,00	244,04	271,55
00339005	27	124,82	232,99	278,56	352,85	422,75
00339019	27	99,99	150,30	167,18	191,37	211,37
00339022	27	113,06	207,70	246,54	308,88	366,59
00339027	15	123,43	248,90	308,15	413,16	521,60
00438020	42	118,99	189,13	213,12	247,70	276,38
00438027	27	122,21	177,52	195,41	220,58	241,00
00438031	10	163,00	416,00	582,15	973,66	1532,16
00438038	36	110,33	151,67	163,75	179,84	192,18
00438047	27	101,99	163,17	185,36	218,57	247,26
00439016	31	109,71	154,49	167,74	185,48	199,15
00439017	32	118,62	189,17	213,02	247,22	275,45

C:\WINWORD\RELATOR\IT204396.DOC



### 3.2.4 Estudos de Chuvas Intensas

Para projetos de obras hidráulicas em geral é importante a caracterização do regime pluviométrico em intervalos de tempo inferiores a 24 horas. A definição da vazão de projeto, por exemplo de canais integrantes da rede de drenagem, obras d'arte, está vinculada a determinação da relação intensidade-duração-frequência pluviométrica.

Para caracterização do regime de chuvas intensas da região pode-se sem dúvida utilizar-se da tradicional equação de chuvas intensas de Fortaleza, mostradas a seguir:

$$i = \frac{528,076 T^{0,148}}{(t+6)^{0,62}}, \text{ para } t \leq 120 \text{ min} \quad \text{e} \quad i = \frac{54,50 T^{0,194}}{(t+1)^{0,86}}, \text{ para } t > 120 \text{ min}$$

onde  $i$  é a intensidade de chuva (mm/h),  $T$  o tempo de retorno (anos) e  $t$  a duração em minutos para a primeira fórmula e em horas para a segunda.

A Figura 3.3 mostra as curvas altura-duração-frequência para diferentes tempos de retorno.

**Quadro 3.6 - Chuva de Projeto (mm)**

DURAÇÃO (h)	PERÍODOS DE RETORNO				
	100	200	500	1000	10000
CHUVA PONTUAL					
0,1	22,37	24,78	28,38	31,45	44,22
1	77,73	86,13	98,63	109,29	153,67
24	200,62	229,5	274,14	313,6	490,21

C:\WINWORD\RELATOR\T204396.DOC

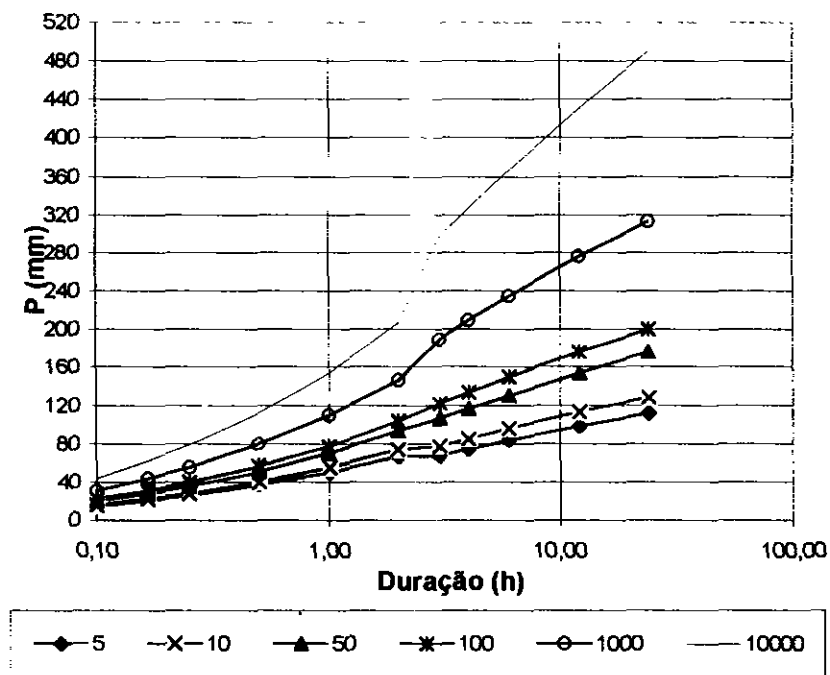


Figura 3 3 - Curvas Altura-Duração-Freqüência para Fortaleza

C:\WINWORD\RELATOR\T204396.DOC

090035



## **4. ESTUDO DE DEFLÚVIOS**

© WINWORD\RELATOR\T204396.DOC



#### **4. ESTUDO DE DEFLÚVIOS**

O presente capítulo busca obter uma avaliação qualitativa e quantitativa da disponibilidade natural de água decorrente do escoamento superficial sobre a bacia do Rio da São Gonçalo até a seção do barramento de Sítios Novos

A estimativa das vazões afluentes mensais ao açude Sítios Novos foi realizada objetivando fornecer elementos para a caracterização do regime fluviométrico e para a simulação de sua operação, visando o dimensionamento do reservatório

O modelo escolhido foi o MODHAC<sup>7</sup>, cujos resultados no PERH-CE demonstraram uma boa adequação às bacias hidrográficas estaduais

Na região de estudo existe a estação fluviométrica Sítios Novos localizada no Riacho São Gonçalo. Devido ao elevado coeficiente de escoamento, superior a 30%, obtido por ocasião do Plano Estadual de Recursos Hídricos - Ceará, decidiu-se realizar uma nova calibração e geração de vazões

##### **4.1 METODOLOGIA**

O estudo das vazões medidas em estações fluviométricas é indispensável para o conhecimento do regime hidrológico de uma bacia hidrográfica. Mantidas ao longo de décadas por órgãos ligados ao setor de recursos hídricos, as estações fluviométricas têm uma densidade muito inferior à dos pluviômetros

Especificamente na região de estudo, existe um posto fluviométrico na bacia hidrográfica, sendo, portanto, possível a utilização de

---

MODHAC - Modelo Hidrológico Auto Calibrável - A E L Lanna & M Schwarzbach - 1989. Publicação de Recursos Hídricos 21 - Instituto de Pesquisas Hidráulicas I P H - U F R G S



um modelo chuva-vazão do tipo concentrado com o intuito de se obter uma série de vazões sintéticas a partir da série de precipitações médias sobre a referida bacia. Foi utilizado o modelo chuva-vazão MODHAC, baseado na simulação de três reservatórios que representam os níveis de armazenamento de água superficial, subsuperficial e subterrâneo. O balanço hídrico é executado a nível diário (intervalo de computação) e os resultados e as vazões geradas são apresentadas mês a mês (intervalo de simulação).

Estes reservatórios, dispostos em série, possuem parâmetros que têm que ser ajustados a partir do confronto de dados observados de vazão mensais concomitantes com dados de precipitação diária. Os três reservatórios fictícios que compõem o MODHAC, esquematicamente representado na Figura 4.1, são descritos a seguir:

- 1 RESERVATÓRIO SUPERFICIAL** permite simular os processos de interceptação da água pela vegetação, o armazenamento nas depressões impermeáveis e semi-permeáveis do solo. Seus parâmetros são:  
**RSPX** capacidade máxima do reservatório superficial, e  
**ASP** expoente utilizado para determinar a lei de esvaziamento deste reservatório, proporcional à permeabilidade do reservatório.
- 2 RESERVATÓRIO SUB-SUPERFICIAL** permite representar a água armazenada dentro do solo, desde a superfície do terreno até a profundidade radicular das plantas. A recarga deste reservatório é a infiltração e as descargas são o escoamento hipodérmico, evaporação do solo e a evapotranspiração das plantas. São seus parâmetros:  
**RSSX** capacidade máxima do reservatório sub-superficial, e

C:\WINWORD\RELATOR\INT204396.DOC



**ASS** expoente utilizado para determinar a lei de esvaziamento deste reservatório, proporcional a permeabilidade das camadas mais superficiais do solo

**3 RESERVATÓRIO SUBTERRÂNEO** representa o armazenamento da água nas camadas mais profundas do solo onde não existe nem evapotranspiração das plantas, nem evaporação do solo. A recarga deste reservatório é a percolação profunda do reservatório sub-superficial e a descarga é o escoamento de base. Seus parâmetros são

**RSSB** capacidade máxima do reservatório subterrâneo, e

**ASB** expoente utilizado para determinar a lei de esvaziamento deste reservatório, proporcional à transmissividade das camadas mais profundas do solo

Alem destes coeficientes próprios de cada reservatório fictício, existem outros que permitem representar as características do solo e da evaporação. São eles

**IMIN** infiltração mínima observada,

**IMAX** representa a capacidade de percolação de todo o horizonte do solo,

**IDEC** parâmetro que permite representar uma gama de valores compreendida entre o ponto onde não existe infiltração e o ponto que representa toda a água infiltrada, e

**CEVA** parâmetro da lei de evapotranspiração do solo

C:\WINWORD\RELATOR\IT204396.DOC



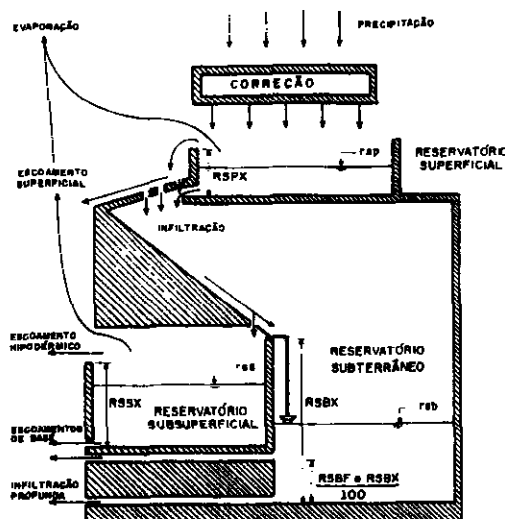


Figura 4.1 - Representação esquemática do MODHAC

#### 4.2 DADOS UTILIZADOS

Os dados necessários para a calibração do MODHAC são pluviometria diária, séries fluviométricas mensais/diárias e evapotranspiração potencial

Em resumo, procedeu-se da seguinte maneira para a utilização dos dados disponíveis

- calibração do MODHAC para a bacia que contribui para a estação Sítios Novos,
- verificação e análise dos parâmetros obtidos,
- com os parâmetros obtidos, fez-se a geração de séries de vazões na mesma bacia em um período correspondente a duração da série de precipitação média sobre a bacia

C:\WINWORD\RELATOR\IT204396.DOC



A hipótese aqui realizada consiste em considerar que os parâmetros utilizados, obtidos na calibração, são representativos para simular os processos de transformação chuva-vazão que ocorrem na bacias do Rio São Gonçalo

#### **4.2.1 Pluviometria**

As estações utilizadas neste estudo com suas respectivas localizações encontram-se no Quadro 4 1, sendo a série de precipitação média sobre a bacia de contribuição do reservatório Sítios Novos apresentada no Quadro 4 2 Esta série de precipitação média foi calculada utilizando-se o método de Thiessen, sendo estabelecidos os diversos polígonos de Thiessen de acordo com a disponibilidade de dados das estações A Figura 4 2 mostra a bacia de contribuição e os polígonos de Thiessen para o ano de 1962, para o qual existe o maior número de estações com disponibilidade de dados

C:\WINWORD\RELATOR\T204396.DOC

**Quadro 4.1 - Localização das estações pluviométricas utilizadas neste estudo.**

<b>CÓDIGO</b>	<b>LATITUDE</b>	<b>LONGITUDE</b>
00338006	38°50'	3°43'
00338011	38°47'	3°58'
00338012	38°53'	3°58'
00338013	38°59'	3°44'
00339005	39°00'	3°49'
00339019	39°08'	3°55'
00339022	39°04'	3°56'
00339027	39°02'	3°47'
00438020	38°51'	4°01'
00438027	38°55'	4°09'
00438031	38°56'	4°01'
00438038	38°52'	4°09'
00438047	38°48'	4°05'
00439016	39°02'	4°05'
00439017	39°01'	4°02'

C:\WINWORD\RELATOR\T204396.DOC



**Quadro 4.2 - Pluviometria média mensal na bacia de contribuição do Reservatório Sítios Novos**

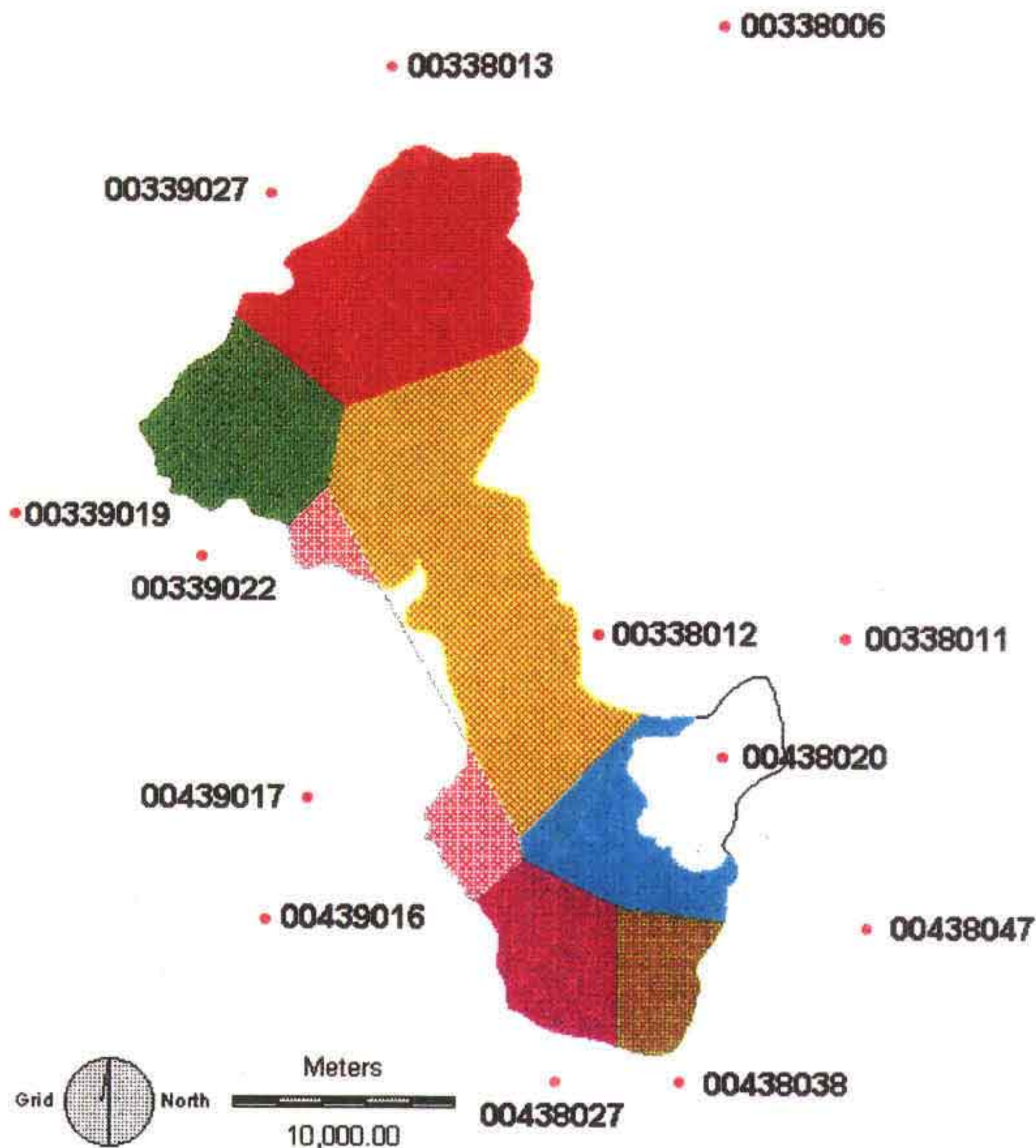
ANO	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ	ANO
1922	38,0	60,5	85,0	245,3	141,3	79,3	56,4	16,1	5,3	0,2	16,0	2,0	745,4
1923	37,5	182,7	158,1	177,4	47,3	37,8	20,6	3,4	9,1	6,0	0,2	2,9	683,0
1924	224,2	216,4	342,3	464,2	317,2	119,6	11,7	-	3,9	17,6	5,2	37,9	1 760,2
1925	90,0	109,1	211,2	275,9	141,0	18,8	-	5,9	21,0	3,5	11,1	3,9	891,4
1926	35,8	276,0	499,9	676,8	261,8	17,8	5,5	-	-	10,5	-	-	1 784,1
1927	124,2	157,7	116,7	458,1	122,8	111,3	37,6	5,4	11,8	-	7,5	49,9	1 203,0
1928	92,9	113,3	160,6	251,2	44,6	26,7	3,7	-	9,3	5,5	2,0	26,0	735,8
1929	67,0	227,0	369,0	293,0	132,0	60,0	6,0	3,0	3,0	1,0	3,0	6,0	1 170,0
1930	50,0	24,0	113,0	129,0	28,0	16,0	3,0	-	1,0	1,0	6,0	10,0	381,0
1931	20,0	266,3	217,4	151,6	39,0	48,6	9,4	14,0	5,5	7,7	3,0	14,3	796,8
1932	58,0	70,0	133,0	32,5	42,1	72,5	17,0	-	17,6	3,2	-	18,0	463,9
1933	150,4	157,5	212,8	516,6	66,6	28,2	9,7	3,7	3,2	0,5	13,2	56,7	1 219,1
1934	177,8	317,5	664,5	255,8	171,2	69,5	-	5,2	5,5	3,4	19,0	61,0	1 750,4
1935	48,4	224,1	260,6	345,9	210,2	173,5	32,3	10,4	3,7	5,3	2,3	8,8	1 325,5
1936	72,7	75,8	70,7	55,2	216,0	59,1	11,2	0,5	1,1	-	-	-	562,3
1937	9,2	160,8	252,2	345,5	264,0	112,6	34,1	9,2	11,1	2,2	-	30,1	1 231,0
1938	95,4	56,4	503,9	392,9	165,6	51,5	19,3	0,6	-	0,9	4,0	14,9	1 305,4
1939	114,0	483,1	411,6	305,3	102,0	38,4	53,2	18,0	-	13,0	11,3	4,0	1 553,9
1940	76,0	122,1	378,2	345,3	136,0	8,0	-	-	2,0	-	2,0	-	1 069,6
1941	-	13,3	189,0	175,2	67,2	3,1	-	4,3	3,2	12,5	28,2	24,6	520,6
1942	0,1	142,3	81,8	169,6	43,5	-	6,2	-	-	7,6	-	-	451,1
1943	31,7	90,5	259,7	336,3	31,3	28,7	-	-	-	-	-	54,3	832,5
1944	76,3	32,5	169,4	164,3	214,3	56,6	-	-	-	-	-	51,5	764,9
1945	109,4	335,6	279,4	402,8	312,4	95,8	50,8	-	0,5	-	-	92,9	1 679,6
1946	146,4	196,3	360,1	329,1	98,5	117,3	-	-	1,0	0,5	-	23,4	1 272,6
1947	111,9	101,2	348,4	225,6	156,7	45,5	11,9	-	-	-	58,8	4,9	1 064,9
1948	28,1	89,7	382,1	164,7	272,9	88,1	70,3	-	-	-	-	24,4	1 120,3
1949	-	117,5	396,7	321,3	454,9	69,0	-	-	7,3	-	-	-	1 366,7
1950	5,0	192,0	255,8	285,9	89,4	-	5,0	-	1,0	-	2,1	11,6	847,8
1951	-	2,0	8,0	173,4	38,2	47,0	-	-	-	12,6	-	51,0	332,2
1952	58,7	59,4	372,4	314,4	59,6	-	-	-	-	-	-	-	864,5
1953	27,8	112,1	169,5	132,1	58,2	6,0	4,0	3,0	2,2	3,2	2,2	15,9	536,2
1954	28,0	155,6	247,5	81,5	120,1	49,1	3,2	3,0	9,2	4,0	7,0	51,0	759,2
1955	129,0	120,2	53,0	230,2	120,1	38,2	8,3	7,2	13,1	17,2	6,0	31,6	774,1

C:\WINWORD\RELATOR\IT204396.DOC



ANO	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ	ANO
1956	10,0	243,5	273,9	216,2	119,6	26,4	12,3	13,5	12,3	11,2	5,0	25,3	969,2
1957	120,2	21,2	365,0	387,0	204,5	12,0	30,0	9,2	10,2	10,1	6,1	40,1	1 215,6
1958	15,0	12,2	72,3	71,2	72,7	29,1	17,5	2,1	12,2	4,0	6,5	9,1	323,9
1959	126,1	130,8	345,3	67,5	172,2	111,4	16,2	25,5	4,1	6,3	5,1	12,6	1 023,1
1960	7,0	14,4	295,0	83,4	35,3	29,0	25,1	10,5	5,2	16,4	6,1	34,0	561,4
1961	138,2	408,8	195,0	154,6	73,7	19,0	15,3	9,1	11,4	6,3	8,0	11,3	1 050,7
1962	64,1	80,4	260,5	180,7	98,8	32,8	8,2	2,8	6,3	1,8	11,4	20,0	767,8
1963	138,6	164,2	378,3	172,6	54,4	24,1	4,6	1,1	0,4	0,5	18,3	73,8	1 030,9
1964	186,0	294,7	203,3	515,7	202,0	68,5	44,7	10,0	14,2	4,7	0,9	7,7	1 552,4
1965	58,2	36,2	163,6	266,6	98,5	113,4	33,7	1,1	3,9	6,2	0,4	4,4	786,2
1966	5,2	59,8	98,0	134,3	121,4	48,6	35,7	8,0	8,8	1,4	3,2	13,4	537,8
1967	15,1	285,3	214,3	310,7	201,6	35,5	16,7	5,3	1,1	2,4	1,3	8,6	1 097,9
1968	33,9	66,3	216,5	191,5	221,8	13,9	17,7	1,7	-	3,1	0,8	19,3	786,5
1969	47,5	51,3	258,6	362,7	96,8	68,4	93,0	28,8	2,6	3,8	31,0	18,5	1 063,0
1970	137,7	26,0	191,5	268,0	58,5	18,6	12,0	4,7	1,9	3,0	21,0	8,7	751,6
1971	81,7	69,9	223,5	176,3	169,5	104,1	70,2	12,6	1,8	18,4	7,0	11,5	946,5
1972	30,2	56,1	112,1	113,1	119,3	54,9	52,9	19,9	1,9	3,9	1,4	32,1	597,8
1973	71,6	184,2	322,6	286,6	184,2	261,4	74,0	3,5	13,1	2,9	2,3	5,0	1 411,4
1974	273,8	168,4	413,5	480,2	362,4	57,5	11,9	3,0	11,2	3,0	3,0	130,9	1 918,8
1975	56,3	107,3	231,8	155,7	168,0	58,3	63,1	9,0	13,0	7,3	3,4	117,4	990,6
1976	24,6	182,3	246,0	182,8	29,6	14,6	8,6	3,0	1,5	11,5	11,9	1,6	718,0
1977	154,6	131,8	262,7	237,2	124,0	161,8	85,5	6,5	1,2	3,0	1,8	7,5	1 177,6
1978	9,7	115,9	203,6	242,3	128,1	20,3	73,1	4,8	3,8	12,4	3,0	15,1	832,1
1979	45,8	77,2	136,1	119,9	100,8	43,3	4,7	5,6	26,8	1,1	2,5	1,6	565,4
1980	91,5	242,6	148,3	42,2	40,9	25,6	2,5	1,2	8,5	5,7	1,6	8,7	619,3
1981	24,4	51,3	318,2	89,5	61,6	9,0	-	-	0,1	0,7	2,8	59,0	616,6
1982	59,2	74,7	163,8	124,4	65,7	26,3	15,2	8,9	2,4	2,2	7,5	7,5	557,8
1983	6,6	144,3	83,5	75,3	49,3	10,1	1,6	2,0	2,4	6,9	0,4	6,7	389,1
1984	55,1	97,4	227,4	221,5	203,9	64,1	35,7	15,5	7,3	12,7	2,5	9,2	952,3
1985	164,4	282,3	312,4	348,4	139,9	103,6	66,8	9,4	8,0	1,3	2,6	92,6	1 531,7
1986	78,6	244,3	327,7	287,5	144,0	122,4	28,9	16,8	4,0	3,4	13,0	26,0	1 296,6
1987	68,2	62,7	273,0	102,5	21,8	147,0	5,3	2,1	2,2	4,8	5,1	2,0	696,7
1988	87,6	83,2	251,3	327,6	197,4	70,4	59,9	-	2,8	0,3	5,3	45,7	1 131,5
<b>MÉDIA</b>	<b>72,0</b>	<b>139,3</b>	<b>246,6</b>	<b>242,1</b>	<b>133,3</b>	<b>56,7</b>	<b>22,9</b>	<b>5,5</b>	<b>5,5</b>	<b>4,8</b>	<b>6,2</b>	<b>24,9</b>	<b>959,5</b>

C:\WINWORD\RELATORIO\T204396.DOC



**Figura 4.2 - Bacia do Sítios Novos com polígonos de Thiessen para o ano de 1962 (Ano com o maior número de estações com disponibilidade de dados)**

C:\WINWORD\RELATORIT204396.DOC





várias alternativas de cota máxima, as vazões regularizadas com e sem volume de alerta para os volumes mínimos correspondentes ao eixo da tubulação da tomada d'água nas cotas 31,0m e 32,0m. Os resultados destas simulações estão sumarizados nos Quadros 6.2 a 6.4 abaixo, onde:

$Q_{90/50}$  - Vazão com 90% de Garantia associada a um Volume de Alerta/50 que atende com 100% de garantia uma Demanda de Emergência igual à 50% de  $Q_{90}$ .

$Q_{90/30}$  - Vazão com 90% de Garantia associada a um Volume de Alerta/30 que atende com 100% de garantia uma Demanda de Emergência igual à 30% de  $Q_{90}$ .

**Quadro 6.2 - Alternativas de barramento para o eixo da tubulação da tomada d'água na cota 31,0m com volume de alerta**

COTA (m)	VOL. MAX. (m <sup>3</sup> )	Q90/50 (m <sup>3</sup> /s)	VOL. ALERTA/50 (m <sup>3</sup> )	Q90/30 (m <sup>3</sup> /s)	VOL. ALERTA/30 (m <sup>3</sup> )
42	71208725	0,577	21797388	0,660	18268008
43	86507725	0,628	28534252	0,747	22092756
44	103672850	0,718	34112916	0,853	26384036
45	123236225	0,834	37405636	0,956	28209502
46	144348225	0,884	43739236	1,000	36552880
47	167555725	0,978	50701484	1,078	42354752



A hietograma médio para a bacia de contribuição do açude Sítios Novos encontra-se na Figura 4 3

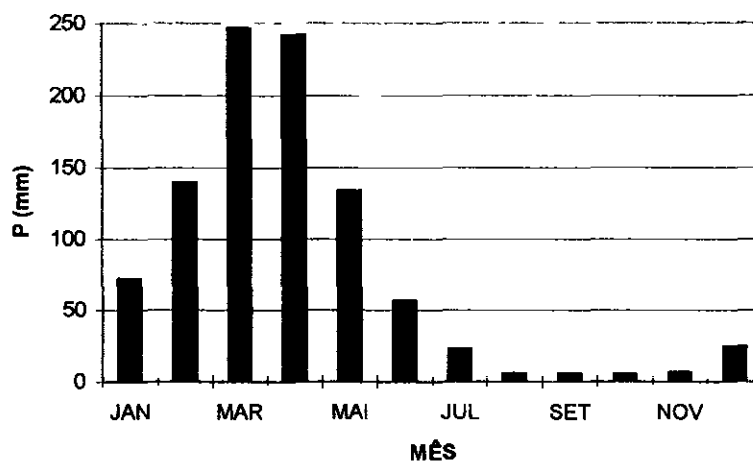


Figura 4.3 - Hietograma Médio para a bacia de contribuição do açude Sítios Novos

#### 4.2.2 Evapotranspiração

A série de evapotranspirações mensais, apresentada no Quadro 4 3, foi obtida a partir do método de Hargreaves, utilizando-se para tanto os dados da estação climatológica de Fortaleza (código 82397 do INEMET), considerada como representativa da região em estudo

Quadro 4.3 - Evapotranspiração Potencial segundo Hargreaves

Código	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ
82397	143,9	126,4	119,1	105,7	110	105,9	111,2	135,2	145,1	159,5	151,7	149,4

C WINWORDIRELATORIT204396 DOC





### 4.2.3 Fluviometria

A série fluviométrica a nível mensal para a estação Sítios Novos está apresentada abaixo no Quadro 4.4. As características da série observada são

- Coeficiente de Escoamento 23,6%
- Lâmina Escoda Média 260,1 mm
- Coeficiente de Variação 1,15

**Quadro 4.4 - Fluviometria mensal da estação Sítios Novos**

ANO	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ
1968	0,00	0,00	2,45	8,39	8,11	0,79	0,15	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
1969	0,00	0,00	1,07	15,03	5,97	0,47	1,07	0,15	0,00	0,00	0,00	0,00
1970	0,46	0,00	0,92	6,80	0,92	0,16	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
1971	0,00	0,00	0,77	5,22	3,37	2,85	0,92	0,15	0,00	0,00	0,00	0,00
1972	-	-	-	-	-	-	-	-	0,00	0,00	0,00	0,00
1973	0,00	0,65	11,02	19,62	7,96	4,59	0,92	0,31	0,00	0,00	0,00	0,00
1974	5,97	5,24	35,06	48,89	31,54	4,11	1,07	0,15	0,00	0,00	0,00	0,00

### 4.3 AJUSTE DO MODELO

Na tentativa de garantir que o mínimo obtido pelo método de Rosembrook seja um mínimo global, o processo de calibração foi repetido várias vezes com diferentes condições iniciais para estes parâmetros, sendo empregada a função objetivo do tipo mínimos quadrados

C:\WINWORD\RELATOR\T204396.DOC



Obteve-se, para a estação Sítios Novos, na fase de calibração, uma lâmina média escoada de 217 mm, coeficiente de deflúvio de 24,0% e um coeficiente de variação de 1,33 para o período compreendido entre 1968 e 1974. É importante notar que estes valores são marcadamente influenciados pelo ano altamente chuvoso de 1974, bem como pela pequena extensão da série.

O Quadro 4.5 mostra os parâmetros obtidos na calibração automática pelo método de Rosembrook

**Quadro 4.5 - Parâmetros Utilizados pelo Modelo MODHAC - CALIBRAÇÃO.**

RSPX mm	RSSX mm	RSBX	RSBF	IMAX mm/ dia	IMIN mm/ dia	IDEC	ASP	ASS	ASB	PRED	CEVA
Função Objetivo Coef Deflúvio = 24,0% Lâmina Média Escoada = 217,0 mm											
93,14	137,60	0,0	0,0	13,37	6,63	0,9903	0,0736	0,0006	0,0	999,0	0,9999

Os Quadros 4.6 e 4.7 apresentam respectivamente as vazões observadas e calculadas pelo MODHAC no processo de calibração para o posto Sítios Novos

**Quadro 4.6 - Vazões Observadas (mm) no posto Sítios Novos**

ANO	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ
1968	0	0	16	53	53	5	1	0	0	0	0	0
1969	0	0	7	95	39	3	7	1	0	0	0	0
1970	3	0	6	43	6	1	0	0	0	0	0	0
1971	0	0	5	33	22	18	6	1	0	0	0	0
1972	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0	0	0
1973	0	4	72	124	52	29	6	2	0	0	0	0
1974	39	32	229	309	206	26	7	1	0	0	0	0

C:\WINWORD\RELATORIO\T204396.DOC

**Quadro 4.7 - Vazões calculadas (mm) pelo MODHAC no posto Sítios Novos**

ANO	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ
1968	0,00	0,01	0,67	11,73	47,27	1,88	0,62	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
1969	0,01	0,00	0,39	136,22	33,36	1,60	1,46	0,52	0,00	0,00	0,00	0,00
1970	0,43	0,41	0,41	18,59	8,96	1,17	0,07	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
1971	0,00	0,02	0,09	0,12	0,84	0,57	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
1972	0,00	0,03	0,04	0,64	14,96	38,06	14,18	1,73	0,44	0,00	0,00	0,00
1973	0,01	0,15	78,97	148,37	65,73	80,60	5,57	0,94	0,00	0,00	0,00	0,00
1974	12,38	32,72	205,74	336,26	198,13	14,57	1,23	0,04	0,00	0,00	0,00	0,02

A Figura 4 4, apresentada a seguir, mostra os fluviogramas com as vazões calculadas e observadas para um período de calibração entre 1968 e 1974, sendo que ocorrem alguns meses de falha no ano de 1972. Os resultados da calibração encontram-se no Anexo A

#### **4.4 GERAÇÃO DA SÉRIE DE VAZÕES**

Utilizando os parâmetros obtidos na fase de calibração (Quadro 4 5) para a estação Sítios Novos, gerou-se com o MODHAC a série de vazões para a bacia hidrográfica afluyente ao açude Sítios Novos. As características da série gerada a partir dos parâmetros do MODHAC obtidos na calibração são as seguintes:

- Coeficiente de Escoamento 21,0%
- Lâmina Escoda Média 201,8 mm
- Coeficiente de Variação 1,13

No Anexo B estão os relatórios de saída do modelo MODHACX para o período de simulação, de 1922 a 1988, contendo informações acerca da lâmina precipitada e escoada, evapotranspiração e do armazenamento em cada

C:\WINWORD\RELATOR\RT204396.DOC



reservatório O coeficiente de deflúvio, calculado pela razão entre a lâmina escoada e a precipitada, situa-se em torno de 21%

C:\WINWORD\RELATOR\T204396.DOC

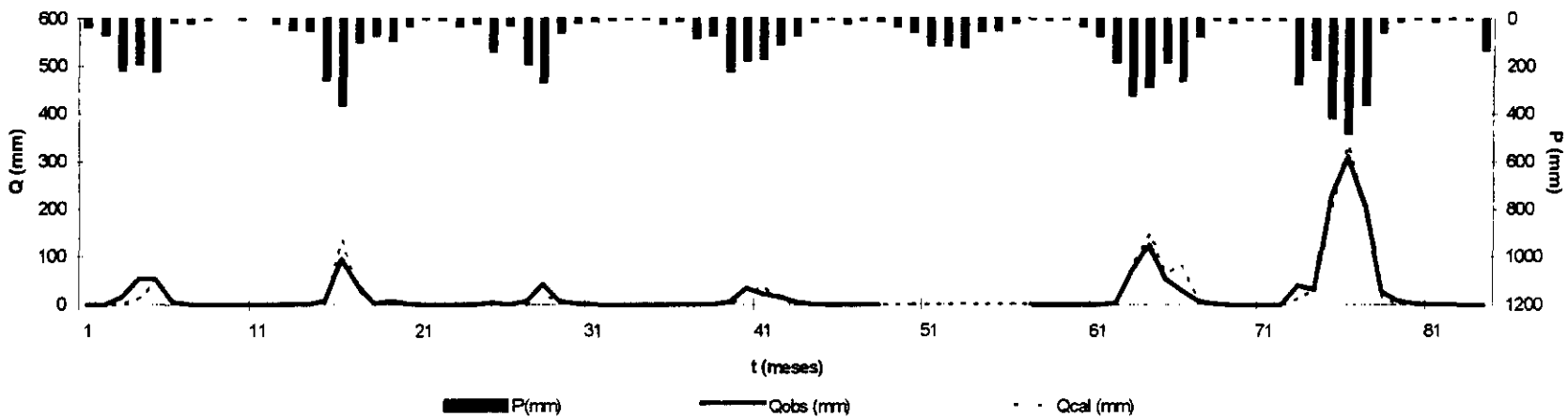


Figura 4.4 - Resultados da Calibração do Modelo MODHACX para a Bacia do Rio São Gonçalo em Sítios Novos





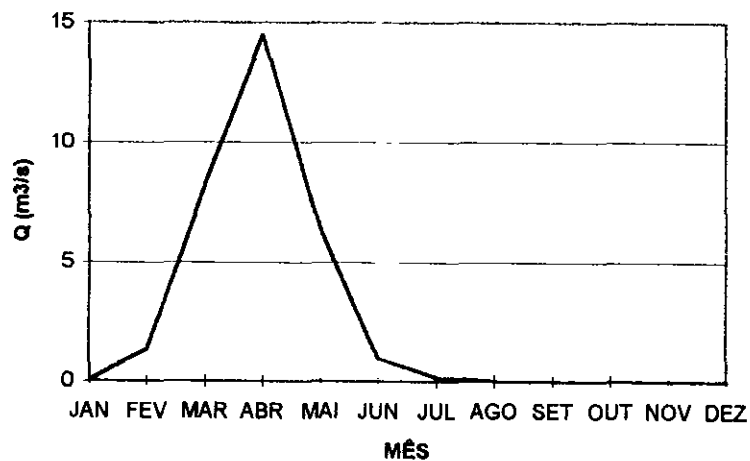
O Quadro 4.8 apresenta as vazões mensais afluentes ao açude, em m<sup>3</sup>/s, geradas pela simulação com MODHAC entre no período 1922-1988, enquanto que a Figura 4.5 apresenta o fluviograma médio gerado. A Figura 4.6 apresenta a série gerada em mm para o período entre 1922 e 1988.

**Quadro 4.8 - Vazões geradas( m<sup>3</sup>/s) para a bacia do Rio São Gonçalo em Sítios Novos**

ANO	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ
1922	0,00	0,00	0,00	0,22	6,77	0,33	0,22	0,03	0,00	0,00	0,00	0,00
1923	0,00	0,04	0,18	0,29	0,84	0,21	0,02	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
1924	0,39	5,57	26,31	49,37	28,79	5,43	0,28	0,02	0,00	0,00	0,00	0,00
1925	0,00	0,01	0,02	8,20	14,16	0,22	0,02	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
1926	0,00	0,13	47,67	83,43	23,22	0,53	0,05	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
1927	0,00	0,04	0,19	26,71	3,89	0,52	0,32	0,06	0,00	0,00	0,00	0,01
1928	0,00	0,00	0,10	5,03	1,84	0,13	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
1929	0,00	0,05	22,25	24,53	4,04	0,35	0,12	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
1930	0,00	0,00	0,01	0,13	0,09	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
1931	0,00	0,09	8,69	3,39	0,69	0,13	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
1932	0,00	0,00	0,06	0,05	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
1933	0,03	0,18	0,44	54,01	2,26	0,24	0,03	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
1934	0,07	5,96	79,24	16,31	12,33	1,19	0,12	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
1935	0,00	0,03	5,33	28,72	13,18	5,86	0,93	0,07	0,00	0,00	0,00	0,00
1936	0,00	0,00	0,04	0,00	0,11	0,24	0,07	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
1937	0,00	0,03	1,69	28,16	17,30	2,65	0,27	0,04	0,00	0,00	0,00	0,00
1938	0,01	0,01	26,39	34,76	6,66	0,45	0,16	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
1939	0,00	32,02	36,69	23,63	3,68	0,33	0,10	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
1940	0,00	0,05	10,26	34,29	5,49	0,31	0,05	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
1941	0,00	0,00	0,11	0,19	0,35	0,11	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
1942	0,00	0,06	0,05	0,06	0,14	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
1943	0,00	0,01	0,07	22,69	0,35	0,14	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01
1944	0,00	0,00	0,01	0,19	6,06	1,18	0,12	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
1945	0,00	10,05	14,41	36,59	23,73	2,81	1,14	0,05	0,00	0,00	0,00	0,01
1946	0,08	0,02	16,89	27,04	5,25	2,15	0,16	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
1947	0,01	0,11	9,16	9,46	8,76	0,30	0,09	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
1948	0,00	0,01	6,46	5,92	17,32	2,72	0,22	0,05	0,00	0,00	0,00	0,00
1949	0,00	0,01	10,49	25,29	51,30	1,73	0,20	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

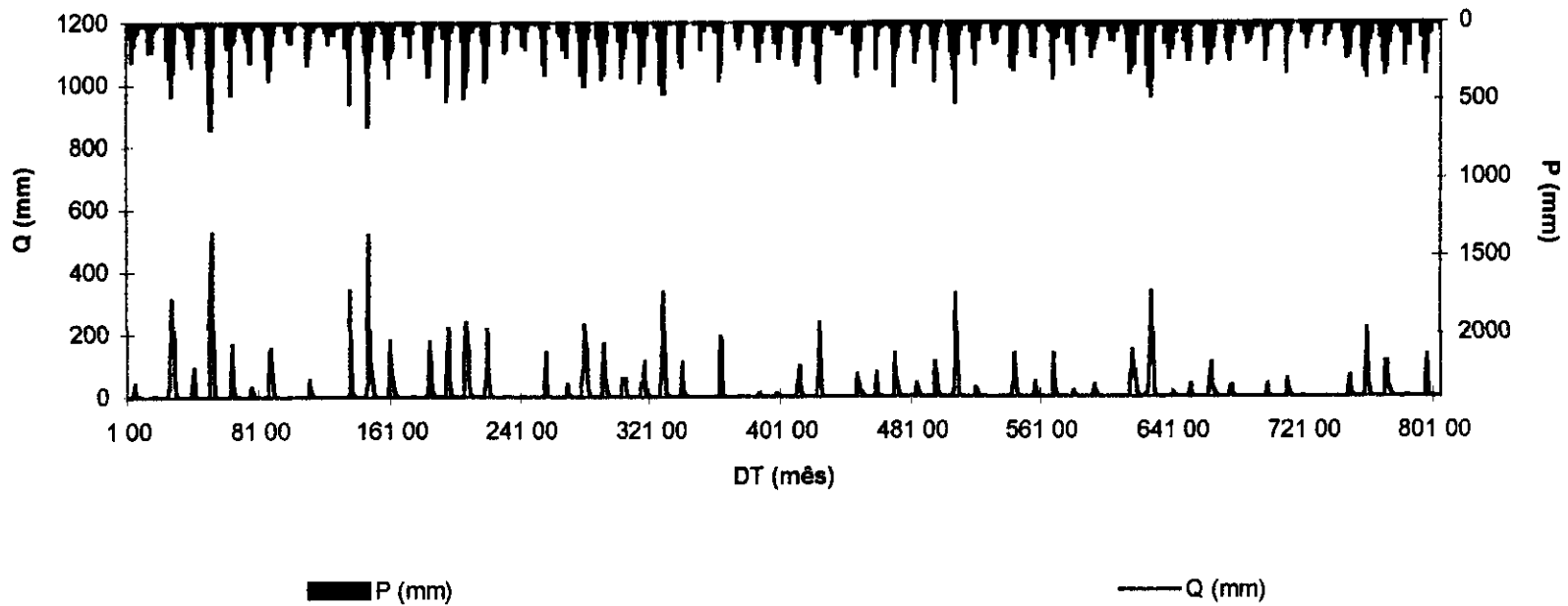


ANO	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ
1950	0,00	0,04	3,17	17,39	3,04	0,19	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
1951	0,00	0,00	0,00	0,10	0,08	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
1952	0,00	0,00	29,37	27,47	0,34	0,11	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
1953	0,00	0,01	0,20	0,26	0,31	0,10	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
1954	0,00	0,04	1,97	0,47	0,37	0,25	0,06	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01
1955	0,02	1,45	0,08	0,06	0,32	0,28	0,06	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
1956	0,00	0,08	8,44	15,20	2,73	0,23	0,03	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
1957	0,02	0,01	10,93	37,55	9,92	0,35	0,14	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
1958	0,00	0,00	0,00	0,04	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
1959	0,01	0,12	10,98	5,57	1,71	2,60	0,20	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00
1960	0,00	0,00	11,40	0,28	0,18	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
1961	0,02	23,41	11,03	4,34	0,63	0,20	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
1962	0,00	0,00	1,09	6,88	1,71	0,25	0,03	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
1963	0,03	0,10	16,78	10,89	1,45	0,15	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
1964	0,03	2,55	13,68	52,02	10,95	0,37	0,28	0,04	0,00	0,00	0,00	0,00
1965	0,00	0,00	0,02	4,97	2,77	0,36	0,31	0,04	0,00	0,00	0,00	0,00
1966	0,00	0,00	0,01	0,02	0,08	0,05	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
1967	0,00	0,14	5,86	21,63	13,09	0,34	0,11	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
1968	0,00	0,00	0,12	1,89	7,27	0,34	0,11	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
1969	0,00	0,00	0,07	21,57	5,14	0,29	0,25	0,09	0,00	0,00	0,00	0,00
1970	0,07	0,08	0,07	2,97	1,41	0,21	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
1971	0,01	0,01	0,11	2,40	5,85	2,28	0,30	0,08	0,00	0,00	0,00	0,00
1972	0,00	0,00	0,02	0,02	0,15	0,10	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
1973	0,00	0,03	12,09	23,48	10,08	12,78	0,89	0,16	0,00	0,00	0,00	0,00
1974	1,90	5,57	31,52	53,21	30,36	2,34	0,21	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00
1975	0,00	0,01	0,13	0,81	2,32	0,37	0,28	0,06	0,00	0,00	0,00	0,01
1976	0,01	0,04	1,62	6,32	0,32	0,12	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
1977	0,01	0,19	3,84	17,13	5,11	3,35	1,29	0,11	0,00	0,00	0,00	0,00
1978	0,00	0,05	0,15	4,98	5,35	0,28	0,10	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
1979	0,00	0,00	0,07	0,04	0,13	0,10	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
1980	0,01	0,73	6,21	0,25	0,05	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
1981	0,00	0,00	8,66	3,50	0,29	0,06	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01
1982	0,00	0,00	0,07	0,15	0,16	0,03	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
1983	0,00	0,05	0,05	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
1984	0,00	0,01	0,06	4,51	9,98	1,32	0,19	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00
1985	0,02	1,98	21,37	34,47	7,85	0,36	0,36	0,11	0,00	0,00	0,00	0,00
1986	0,01	0,13	17,38	17,87	4,91	2,53	0,43	0,07	0,00	0,00	0,00	0,00
1987	0,01	0,00	0,10	0,80	0,43	0,14	0,13	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
1988	0,00	0,01	0,10	21,03	14,01	0,34	0,22	0,03	0,00	0,00	0,00	0,00
<b>MEDIA</b>	<b>0,04</b>	<b>1,36</b>	<b>8,24</b>	<b>14,50</b>	<b>6,26</b>	<b>0,95</b>	<b>0,16</b>	<b>0,02</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>



**Figura 4.5 - Fluviograma médio mensal na seção Sítios Novos**





**Figura 4.6 - Resultados da Simulação com o Modelo MODHACX para a Bacia do Rio São Gonçalo em Sítios Novos (Estação:35650000 ) 1922-1988.**





## 5. ESTUDOS DAS CHEIAS DE PROJETO

C:\WINWORD\RELATOR\T204396.DOC

**GEONORTE - Engenharia de Solos e Fundações Ltda**

Rua Jorge Sevenano, 900 - Vila União - Fone 272 4777 - Fax 272 7799 - CEP 60 420-180 - Fortaleza - Ceará

C G C 07 542 392/0001-60 - C G F 06 013 384-8

000000



## **5. ESTUDO DAS CHEIAS DE PROJETO**

A determinação da cheia de projeto para dimensionamento do sangradouro pode ser realizada com base em dados históricos de vazão (métodos diretos) e com base na precipitação (métodos indiretos), estando em ambos os casos associados a um risco previamente escolhido. Diante da escassez de registros históricos de vazões, é mais usual a determinação do hidrograma de projeto com base na precipitação

O estudo da cheia de projeto é de fundamental importância para a segurança e economia da barragem, podendo o hidrograma de projeto estar baseado em

- PMP (precipitação máxima provável) para projetos de importantes obras hidráulicas,
- cheia padrão para obras hidráulicas de risco intermediário,
- precipitações associadas a um risco ou probabilidade de ocorrência

Em barragem pequenas e médias, onde grandes riscos não estão envolvidos, pode-se utilizar o hidrograma de projeto baseado no último caso, podendo o período de retorno de 1000 anos ser suficiente

### **5.1 METODOLOGIA**

Os métodos estatísticos de obtenção de vazões máximas que se utilizam séries históricas de vazões observadas, procedimento comum para bacias naturais, não podem ser aplicados pela escassez de dados ou, ainda, sua inexistência. Esta falta de dados dos eventos na bacia a ser estudada indicaram a escolha de métodos de transformação chuva-deflúvio como metodologia a ser adotada



A metodologia procura descrever as diversas hipóteses de cálculo da cheia de projeto a escolha da chuva de projeto, o hietograma utilizado, a definição da precipitação efetiva, o hidrograma da cheia na bacia e, por fim, o seu amortecimento no sangradouro. A ferramenta utilizada para a implementação desta metodologia foi o programa HEC-1<sup>8</sup>

As relações chuva-deflúvio para a bacia do Açude Sítios Novos foram estabelecidas utilizando-se o modelo HEC-1, um modelo projetado para simular o escoamento superficial em uma bacia, sendo esta representada como um sistema de componentes hidrológicos e hidráulicos. Para esta bacia foi estudada a sua resposta ao hietograma de projeto correspondentes a 1000 anos ( $T_r =$  tempo de retorno)

O modelo HEC-1 permite o uso de várias metodologias para determinação da chuva efetiva, simulação do escoamento superficial em bacia (overland flow) e propagação do escoamento em canais e reservatórios. No caso da bacia do Sítios Novos, diante dos dados disponíveis, foi adotado o seguinte

- 1 Método Curva-Número (Soil Conservation Service) na determinação da chuva efetiva,
- 2 Método do Soil Conservation Service na determinação do hidrograma unitário sintético - Escoamento Superficial na bacia (Overland flow),
- 3 Método de Puls para propagação do escoamento em reservatórios

### **5.1.1 Precipitação**

Para cálculo do escoamento superficial para a bacia do Sítios Novos foi assumido uma precipitação uniformemente distribuída sobre a

---

<sup>8</sup> US ARMY CORPS OF ENGINEERS - HYDROLOGIC ENGINEERING CENTER, 1990 HEC-1 FLOOD HYDROGRAPH PACKAGE - USERS MANUAL, 415 p



referida bacia O HEC-1 permite a entrada de tormentas históricas ou sintéticas, sendo as últimas frequentemente utilizadas para planejamento e estudos de projetos

O hietograma adotado baseia-se nas curvas altura-duração-frequência obtida nos estudos hidroclimatológicos, sendo aplicado um fator redutor de área de acordo com o programa HEC-1 O Quadro 5.1 apresenta a chuva de projeto associada ao tempo de retorno de 1000 anos sem aplicar o fator redutor de área

**Quadro 5.1 - Chuva Pontual (mm)**

Duração	5'	15'	1h	2h	3h	6h	12h	24h
P (mm)	Tr = 1 000 anos							
	27,7	55,6	109,3	146,4	189,6	234,3	275,2	313,6
P (mm)	Tr = 10 000 anos							
	44,2	78,1	153,7	205,8	296,3	366,2	430,1	490,2

O hietograma de projeto tem uma duração igual a 24 horas, estimado aqui pela fórmula do Califórnia Highways, também conhecida como fórmula de Kirpich

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

onde TC = tempo de concentração em minutos, L = comprimento do maior talvegue em km, ΔH = diferença de elevação entre o ponto mais remoto da bacia e o exutório Logo, para a bacia do Sítios Novos tem-se

Seção Sítios Novos L = 52 km

ΔH = 552 m

o que resulta TC = 7,91 h , TLAG = 4,75 h

C:\WINWORD\RELATOR\T204396.DOC



O HEC-1 utiliza estes dados para construir uma distribuição triangular da precipitação, onde é assumido que cada total precipitado para qualquer duração ocorre durante a parte central da tomenta (tormenta balanceada) Alturas correspondentes a 10 e 30 minutos são interpoladas das alturas precipitadas de 5, 15 e 60 minutos através das equações do HYDRO-35 (National Weather Service, 1977)

$$P_{10\text{min}} = 0,41 P_{5\text{min}} + 0,59 P_{15\text{min}}$$

$$P_{30\text{min}} = 0,51 P_{15\text{min}} + 0,49 P_{60\text{min}}$$

onde  $P_n$  é a precipitação para a duração de  $n$  minutos

### **5.1.2 Precipitação Efetiva**

O modelo HEC-1 refere-se a 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 podem ser usadas nos outros componentes do modelo HEC-1, em especial, hidrograma unitário No caso do hidrograma unitário, estas perdas são consideradas uniformemente distribuídas sobre a bacia (ou sub-bacia)

De maneira geral, existem três metodologias utilizadas para determinação da chuva efetiva equações de infiltração, índices e relações funcionais Especificamente, o HEC-1 possibilita o uso de 5 métodos 1) taxa de perda inicial e uniforme, 2) taxa de perda exponencial, 3) Curva-Número, 4) Holtan, 5) Função de Infiltração Green e Ampt Foi considerado mais adequado, diante dos dados disponíveis, o método curva número do Soil Conservation Service

O método Curva Número é um procedimento desenvolvido pelo Serviço de Conservação do Solo USDA, no qual a lâmina escoada (isto é, a altura de chuva efetiva) é uma função da altura total de chuva e um parâmetro de abstração denominado Curva-Número, CN Este coeficiente



varia de 1 a 100, sendo uma função das seguintes propriedades geradoras de escoamento na bacia (1) tipo de solo hidrológico, (2) uso do solo e tratamento, (3) condição da superfície subterrânea, e (4) condição de umidade antecedente

A equação de escoamento do SCS é dada por

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

onde

Q = escoamento

P = precipitação

S = capacidade máxima de armazenamento do solo

$I_a$  = perdas antes do início do escoamento

As perdas antes do início do escoamento ( $I_a$ ) incluem água retida em depressões superficiais, água interceptada pela vegetação, evaporação, e infiltração.  $I_a$  é altamente variado, mas a partir de dados de pequenas bacias  $I_a$  é aproximado pela seguinte relação empírica

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

Substituindo (2) em (1) elimina-se  $I_a$ , resultando em

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

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

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

onde 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

WINWORD\RELATOR\T204396.DOC



úmidas (AMC III), CNs equivalentes podem ser calculados pelas seguintes fórmulas

**CONDIÇÕES SECAS**

$$CN(I) = \frac{4,2 \text{ CN(II)}}{10 - 0,058 \text{ CN(II)}}$$

**CONDIÇÕES ÚMIDAS**

$$CN(III) = \frac{2,3 \text{ CN(II)}}{10 + 0,13 \text{ CN(II)}}$$

Alternativamente, os CNs para estas condições podem ser obtidos, a partir da condição normal (AMC II), utilizando-se tabelas<sup>9</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
- 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 profundos
- D - solos contendo argilas expansivas e pouco profundos com muito baixa capacidade de infiltração, gerando a maior proporção de escoamento superficial

Desde que o método do SCS dá o excesso total para uma tormenta, o excesso incremental de precipitação para um período de tempo é

<sup>9</sup> PONCE, V.M., 1989 ENGINEERING HYDROLOGY PRINCIPLES AND PRACTICES PRENTICE HALL, NEW JERSEY, 640 p





calculado como a diferença entre o excesso acumulado no fim do presente período e o acumulado do período anterior

Para a bacia do Sítios Novos foi estimado um CN = 78 com base nos tipos e usos dos solos, sendo adotado um CN = 78 (AMC II)

**5.1.3 Hidrograma Unitário - SCS**

A técnica do hidrograma unitário é usada para transformar a precipitação efetiva em escoamento superficial de uma sub-bacia Este método foi escolhido por ter sido idealizado para bacias de áreas entre 2,5 e 1000 km², e por ser construído exclusivamente a partir de informações hidrológicas Além disto, este modelo necessita apenas de um parâmetro o TLAG Este parâmetro, TLAG, é igual à distância (lag) entre o centro de massa do excesso de chuva e o pico do hidrograma unitário A vazão de pico e o tempo de pico são calculados por

$$Q_p = 208 \frac{A}{t_p} \quad t_p = \frac{\Delta t}{2} + t_{LAG}$$

onde  $Q_p$  = é a vazão de pico (m³/s),  $t_p$  = tempo de pico do hidrograma (h),  $A$  = área da bacia em km² e  $\Delta t$  = o intervalo de cálculo

Uma vez determinados estes parâmetros e o intervalo de cálculo (duração do hidrograma unitário), o HEC-1 utiliza estes para interpolar um hidrograma unitário a partir de um hidrograma unitário adimensional do SCS A seleção do intervalo de cálculo é baseado na relação  $\Delta t = 0,20 t_p$ , não devendo exceder  $0,25.t_p$ . Estas relações baseiam-se nas seguintes relações empíricas

$$FLAG = 0,60 T_c \quad e \quad 1,7 t_p = \Delta t + T_c$$

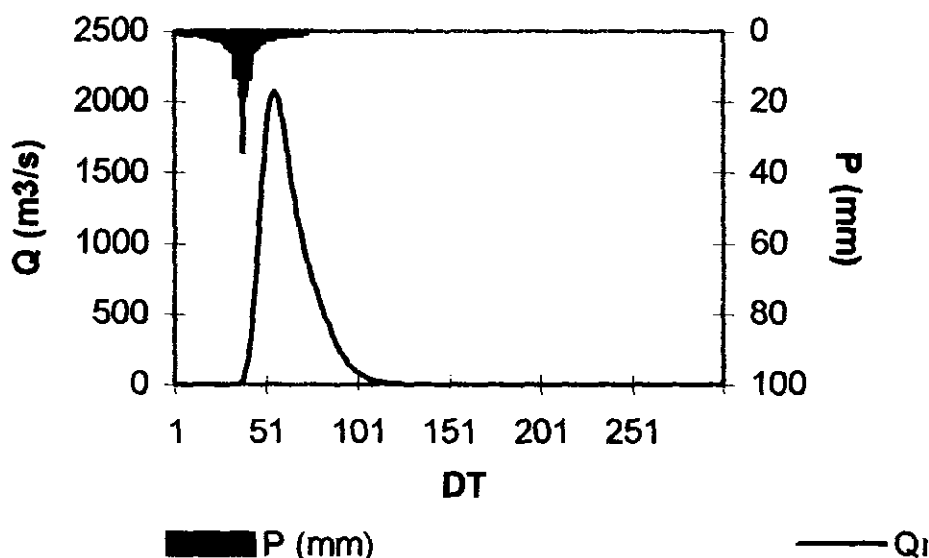
onde  $T_c$  = é o tempo de concentração da bacia O HEC-1 sugere que  $\Delta t \leq 0,29 TLAG$  Para cálculo do hidrograma de projeto por esta metodologia, é necessário uma estimativa do tempo de concentração da bacia Estes tempos de concentração foram avaliados através da aplicação da fórmula de Kirpich (item 5 1 1)



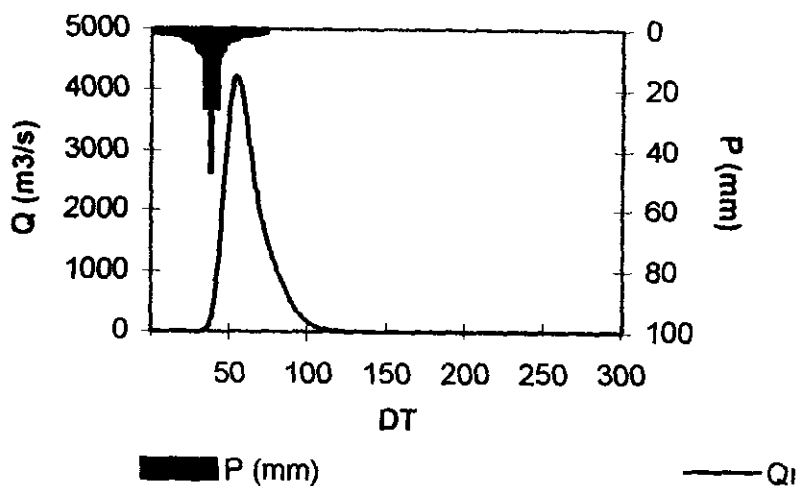
### 5.2 RESULTADOS

A adoção de cheias de projeto da magnitude da cheia máxima provável não se justifica para o reservatório em estudo, por suas localizações, capacidades e finalidades. Assim, dentro desta perspectiva, optou-se por utilizar a cheia associada ao hietograma de 1 000 anos e verificar posteriormente para o hietograma de 10 000 anos.

Apesar do tempo de concentração ser de aproximadamente 8 horas, verificou-se que existia ainda uma forte influência da duração da chuva sobre o hidrograma efluente, sendo adotado portanto uma chuva de duração igual a 24 horas. Os hidrogramas afluentes para os tempos de retorno 1 000 e 10.000 anos encontram-se apresentados nas figuras 5.1 e 5.2. O pico do hidrograma afluente ao açude Sítios Novos associado a 1 000 e 10 000 anos foram respectivamente de 2 070,27 m<sup>3</sup>/s e 4 217,24 m<sup>3</sup>/s.



**Figura 5.1 - Hidrograma Afluente associado ao tempo de retorno 1.000 anos.  
Açude Sítios Novos.**



**Figura 5.2 - Hidrograma Afluente associado ao tempo de retorno 10.000 anos.  
Açude Sítios Novos.**



## 6. DIMENSIONAMENTO DO RESERVATÓRIO

C:\WINWORD\RELATOR\IT204396.DOC

**GEONORTE - Engenharia de Solos e Fundações Ltda**

Rua Jorge Severiano 900 - Vila União - Fone 272 4777 - Fax 272 7799 - CEP 60 420-180 - Fortaleza - Ceará

C G C 07 542 392/0001-60 - C G F 06 013 384-8

000000



## **6. DIMENSIONAMENTO DO RESERVATÓRIO**

A importância do estudo da capacidade de regularização de um reservatório está ligada ao conhecimento das mudanças temporais e espaciais dos deflúvios naturais, visando o atendimento das demandas da sociedade. Busca-se aqui avaliar o tamanho que deve ser a obra de maneira que ganhos em regularização de águas justifique os investimentos a serem realizados.

Hidrologicamente, os objetivos centrais deste capítulo são

- 1 análise incremental do ganho em volume regularizado em relação ao aumento da capacidade para a Barragem Sítios Novos,
- 2 estimativa das perdas por evaporação e sangria da Barragem Sítios Novos

O traçado das curvas de regulação, inclui volumes evaporado (E), liberado (M) e sangrado (S) versus capacidade (K) e  $dM/dK$  versus K

### **6.1 METODOLOGIA**

Na determinação das curvas de regulação do reservatório foi utilizado o método da solução direta do balanço hídrico, sendo também utilizados os métodos abaixo para comparação dos valores obtidos da capacidade de regularização do reservatório

- Diagrama Triangular de Regularização<sup>10</sup>,
- Simulação da Operação do Reservatório utilizando-se como Série Afluente aquela gerada pelo MODHAC - Programa Opera (Plano Estadual de Recursos Hídricos - Ceará)

<sup>10</sup> CAMPOS, J N B 1990, REGULARIZAÇÃO DE VAZÕES EM RIOS INTERMITENTES TESE PARA CONCURSO DE PROF TITULAR UFC



### 6.1.1 Solução Direta da Equação do Balanço Hídrico

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

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

com

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

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

onde

$Z_t$  = 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  $t$ ,

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

$K$  = capacidade do reservatório,

$S_t$  = volume perdido por sangria durante o ano  $t$

Representando-se a bacia hidrográfica por

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

$h$  - altura d'água     $\alpha$  - fator de forma (obtido por regressão entre  $z$  e  $h^3$ )

supondo um modelo mutuamente exclusivo com volume contínuo e uma série de vazões afluentes com uma extensão de 2000 anos seguindo uma distribuição Gamma de 2 parâmetros, pode-se resolver a equação de



balanço hídrico segundo o processo descrito por CAMPOS (1990)<sup>11</sup>, a saber

- 1 estabelece-se um valor inicial para a retirada M,
- 2 considera-se um volume inicial igual MIN(0,5 K, 0,5 m),
- 3 Calcula-se

$$ZU = Zt + It \quad p/ Zt + It \leq K$$

$$ZU = K \quad \text{caso contrário}$$

$$DS = \text{MAX}(Zt + It - K, 0)$$

onde 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 (no caso L=6),
  - b) retirada da reserva, se disponível, de M/L

**ATUALIZAÇÃO DO VOLUME ARMAZENADO**

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

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

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

**VOLUME UTILIZADO**

$$D_M = Z_1 - Z_2$$

<sup>11</sup> CAMPOS, J N B 1990, REGULARIZAÇÃO DE VAZÕES EM RIOS INTERMI-TENTES TESE PARA CONCURSO DE PROF TITULAR UFC

**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 2000 anos da série gerada, totalizando os volumes evaporado, sangrado e liberado,

6 Concluído os 2000 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





### 6.1.2 O Diagrama Triangular de Regularização

O método do Diagrama Triangular baseia-se no balanço de massas de um reservatório para um período longo

$$\Sigma I = \Sigma M + \Sigma S + \Sigma E + Z$$

onde  $\Sigma I$ ,  $\Sigma M$ ,  $\Sigma S$ ,  $\Sigma E$  representam as somas dos volumes afluente, retirado, sangrado e evaporado, enquanto  $Z$  representa a diferença entre os volumes final e inicial do reservatório. Dividindo-se a equação de balanço de massas acima por  $N$ ,  $N$  suficientemente grande, obtém-se

$$\mu = E \{M\} + E \{S\} + E \{E\}$$

onde  $E \{ \}$  representa o operador valor esperado e  $m$  o deflúvio afluente médio. Pela última equação verifica-se que o volume afluente divide-se em três componentes, o que sugere o uso do Diagrama Triangular para estabelecer como esta divisão se processa em função dos parâmetros estatísticos dos deflúvios e das características do reservatório (CAMPOS, 1990) <sup>12</sup>

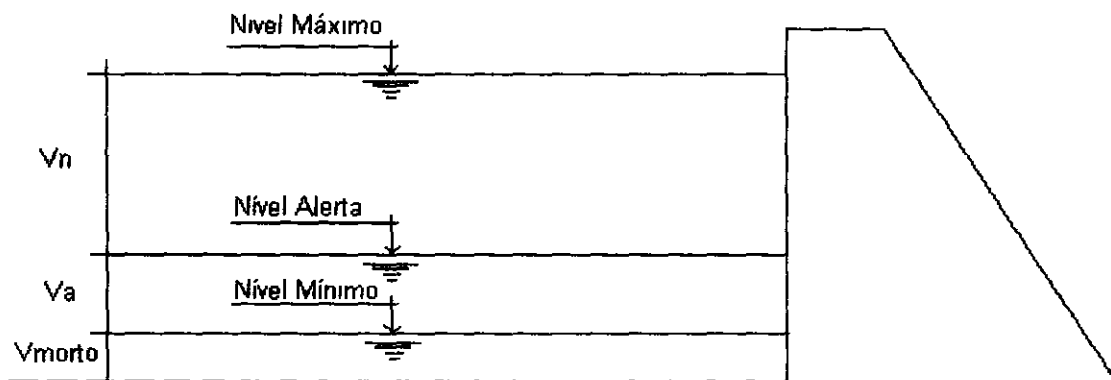
### 6.1.3 Simulação com a Série Afluente do MODHAC - Programa Opera

Devido a ocorrência de falhas em longos períodos de liberações de vazão, no PERH-CE (Plano Estadual de Recursos Hídricos - Ceará) estabeleceu-se o conceito de volume de alerta. Assim, na operação do reservatório, retira-se uma vazão  $Q_{90}$  (vazão regularizada com 90% de garantia sem volume de alerta) constante enquanto o volume do reservatório estiver acima deste volume de alerta. Ao atingir o volume de alerta, retira-se uma vazão  $Q_{emerg} < Q_{90}A$  (vazão regularizada com 90% de garantia com volume de alerta) - a demanda de emergência, capaz de garantir o fornecimento em grande parcela dos períodos considerados como secos. Aqui pretendeu-se que esta demanda de emergência fosse atendida com

<sup>12</sup> CAMPOS, J N B 1990, REGULARIZAÇÃO DE VAZÕES EM RIOS INTERMI-TENTES. TESE PARA CONCURSO DE PROF TITULAR UFC



uma garantia teórica de 100% A representação deste volumes encontra-se esquematicamente representada na Figura 6.1 abaixo



**Figura 6.1 - Representação Esquemática dos Níveis Operacionais**

Ainda segundo o PERH-CE, adotou-se que o fornecimento desta vazão de emergência se dá em 100% do total do período seco (onde ocorrem as falhas) Foram simuladas duas situações, a primeira com uma demanda de emergência igual a 30% de  $Q_{90A}$  e a outra igual a 50% de  $Q_{90A}$  Além destas simulações considerando o volume de alerta, também foi simulada a operação do reservatório sem este volume

## 6.2 RESULTADOS

As características do escoamento estabelecidas com base nos valores obtidos da série gerada pelo MODHAC por ocasião do PERH (1992) foram considerados suspeitos tendo em vista o alto coeficiente de escoamento da série gerada, superior a 30% Assim, como mencionado no capítulo 4 deste relatório, foi realizada novamente a calibração do modelo MODHAC e, após isto, a geração da série de vazões afluentes ao reservatório As características da série gerada são as seguintes

- lâmina média escoada 201,81 mm,



- volume afluente médio escoado (m) 84,4 hm<sup>3</sup>,
- coeficiente de variação (CV) 1,13,
- coeficiente de deflúvio 21%

No caso da Solução Direta da Equação do Balanço Hídrico, as características do regime fluviométrico acima foram utilizadas para a geração da série afluente ao reservatório. Para aplicação deste método faz-se necessário a determinação do fator de forma  $a$ , lâmina evaporada e fator adimensional de evaporação e capacidade. O fator adimensional de capacidade é variável, uma vez que pretende-se analisar o ganho na regularização em função do aumento da capacidade. Assim,

$$a = 22492,97$$

$$E = 0,8 \cdot (94,7 + 118,3 + 151,8 + 167,8 + 173,5 + 168,1 + 154,3)^{13}$$

$$E = 822,8 \text{ mm}$$

$$f_E = \frac{3 \alpha^{1/3} E}{\mu^{1/3}}$$

$$f_E = 0,16$$

Com base nestes valores utilizou-se a solução direta da equação do balanço hídrico para o estudo incremental de capacidades do açude Sítios Novos. No Quadro 6.1 apresenta-se o percentual e seu valor correspondente dos volumes regularizados, evaporados e sangrados em função de  $f_k$ , assim como a vazão regularizada com 90% de garantia. A figura 6.2 apresenta as curvas de regulação para o reservatório, que nada mais é que a representação gráfica dos valores apresentados no Quadro 6.1. O Quadro 6.1 mostra que para a cota 45 tem-se uma vazão de 1,09 m<sup>3</sup>/s com 90% de garantia.

<sup>13</sup> INEMET, 1991 - NORMAIS CLIMATOLÓGICAS



Quadro 6.1 - Estudo incremental de capacidades do açude Sítios Novos 90% de Garantia. (CAMPOS, 1990)<sup>14</sup>

Cota (m)	K (hm³)	fk=K/μ	%LIB	LIB (hm³/ano)	%EV	EV (hm³/ano)	%SG	SG (hm³/ano)	dM/dK	Q90 (m³/s)
42	71,2	0,80	26,1	23,78	8,9	8,11	65,1	59,37	-----	0,793
43	86,5	0,97	29,3	26,77	10,2	9,27	60,5	55,21	0,195	0,892
44	103,7	1,16	32,5	29,67	11,5	10,49	56,0	51,07	0,168	0,989
45	123,2	1,38	35,8	32,55	12,8	11,74	51,3	46,01	0,151	1,080
46	144,3	1,61	39,1	35,64	14,2	12,97	46,7	42,58	0,142	1,192
47	167,6	1,87	42,4	38,66	15,6	14,20	42,0	38,35	0,130	1,295

LIB - VOLUME LIBERADO

SG - VOLUME SANGRADO

EV - VOLUME EVAPORADO

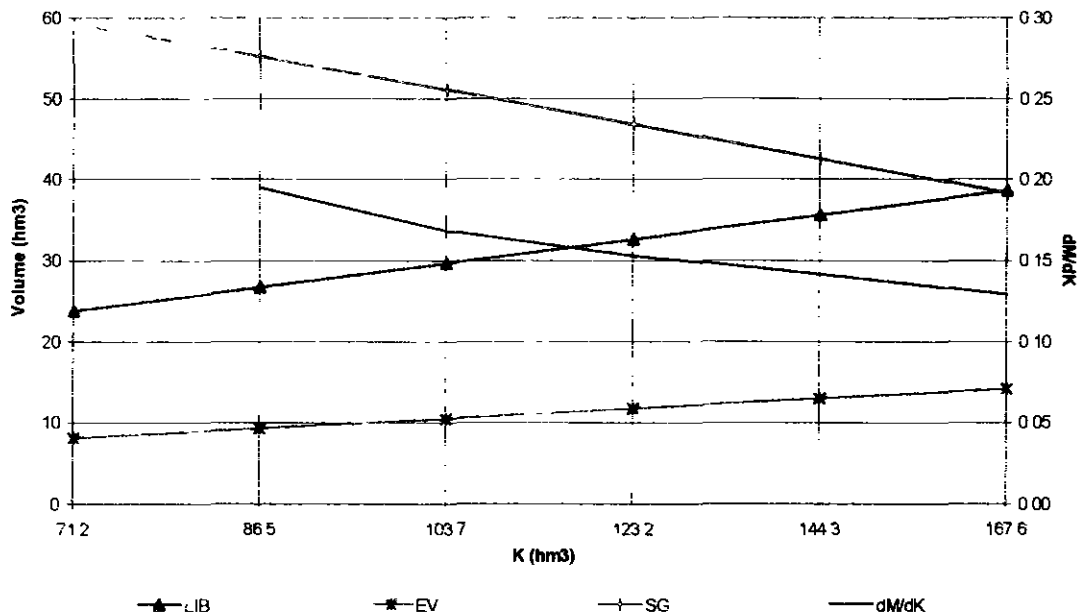
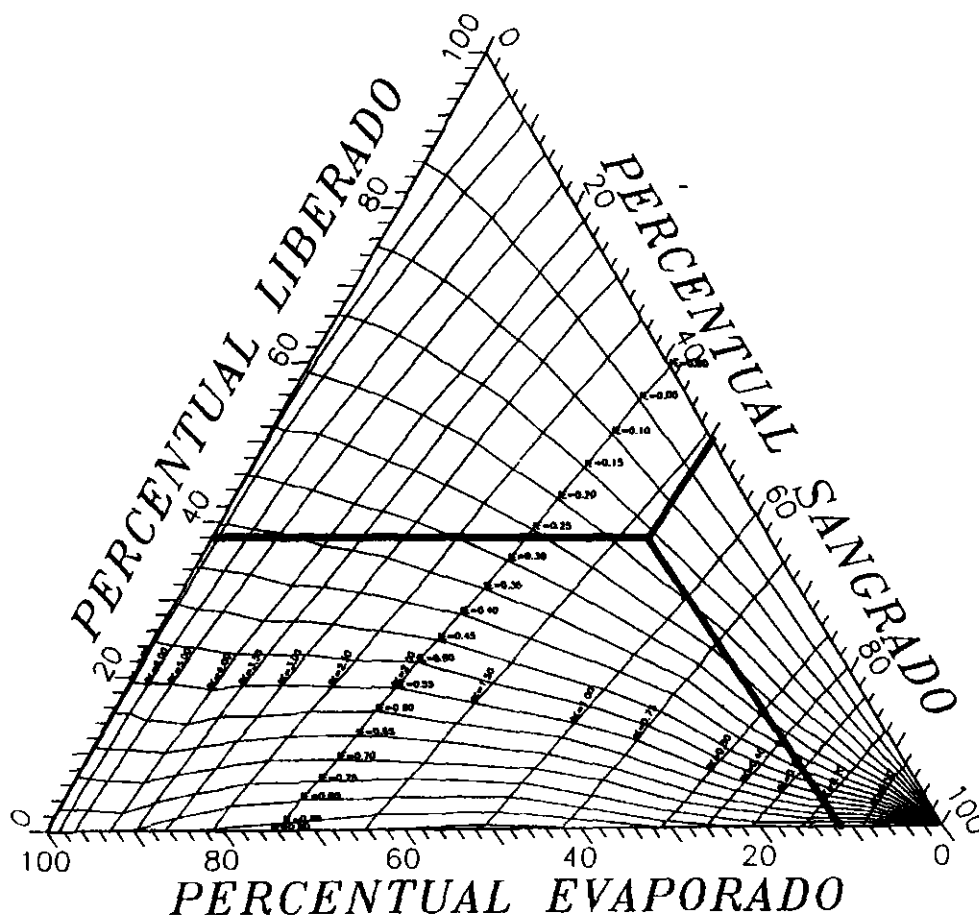


Figura 6.2 - Curvas de Regulação do Reservatório Sítios Novos.

<sup>14</sup> CAMPOS, J N B 1990, REGULARIZAÇÃO DE VAZÕES EM RIOS INTERMITENTES TESE PARA CONCURSO DE PROF TITULAR UFC



Utilizando-se o método do Diagrama Triangular de Regularização com  $f_E = 0,16$ ,  $f_K = 1,38$  e  $CV = 1,1$ , obtem-se um volume de 33,973 hm<sup>3</sup> regularizado anualmente, ou em termos de vazão,  $Q_{90} = 1,077$  m<sup>3</sup>/s Este valor está bem próximo ao valor obtido pela solução direta da equação do balanço hídrico (Quadro 6.1) A Figura 6.3 apresenta o Diagrama Triangular (CV = 1,10) e nele o caso da Barragem Sítios Novos



**Figura 6.3 - Diagrama Triangular de Regularização para CV = 1,10. Açude Sítios Novos.**

Alternativamente aos dois métodos acima, foi utilizada a série gerada pelo MODHAC para obtenção da vazão regularizada com 90% de garantia a partir do uso do programa opera, conforme regra operacional anteriormente definida, para várias alternativas Foram estudados, para

C:\WINWORD\RELATOR\T204396.DOC



**Quadro 6.3 - Alternativas de barramento para o eixo da tubulação da tomada d'água na cota 31,0m sem volume de alerta**

COTA (m)	VOL. MAX. (m3)	Q90 (m3/s)
42	71208725	0,902
43	86507725	1,034
44	103672850	1,155
45	123236225	1,262
46	144348225	1,373
47	167555725	1,499

**Quadro 6.4 - Alternativas de barramento para o eixo da tubulação da tomada d'água na cota 32,0m com volume de alerta**

COTA (m)	VOL. MAX. (m3)	Q90/50 (m3/s)	VOL. ALERTA (m3)	Q90/30 (m3/s)	VOL. ALERTA (m3)
42	71208725	0,570	22462040	0,630	18980132
43	86507725	0,622	29175168	0,718	24928310
44	103672850	0,711	34753832	0,845	27096162
45	123236225	0,812	38070288	0,949	28945364
46	144348225	0,881	44403888	1,014	33695568
47	167555725	0,975	51366136	1,068	43066880

C:\WINWORD\RELATORIO\204396.DOC



**Quadro 6.5 - Alternativas de barramento para o eixo da tubulação da tomada d'água na cota 32,0m sem volume de alerta**

COTA (m)	VOL. MAX. (m3)	Q90 (m3/s)
42	71208725	0,870
43	86507725	0,985
44	103672850	1,115
45	123236225	1,245
46	144348225	1,342
47	167555725	1,499

Até agora todas as metodologias empregadas só visam determinar a eficiência hidrológica do barramento, mas a determinação do tamanho do reservatório não usará somente esta informação, mas também tendo como base o custo da obra. Assim, para este dimensionamento hidrológico-econômico da capacidade do açude a ser projetado foi realizado o pré-dimensionamento do sangradouro para diversas cotas de sangria e larguras, simulando a laminação da cheia de 1.000 anos.

Para as diversas cotas determinou-se a melhor opção de largura do sangradouro e seu respectivo custo, tendo-se assim associado a cada cota um custo correspondente da obra. A partir deste pares (cota, custo) foi determinada a curva de custo do metro cúbico regularizado associado a 90% de garantia, sendo o volume regularizado calculado com base nos valores do Quadro 6.3. O Quadro 6.6 abaixo apresentam o sumário da análise de custo para a garantia de 90%, enquanto que a Figura 6.4 mostra a respectiva curva custo/volume regularizado com 90% de garantia em função da cota a ser adotada.

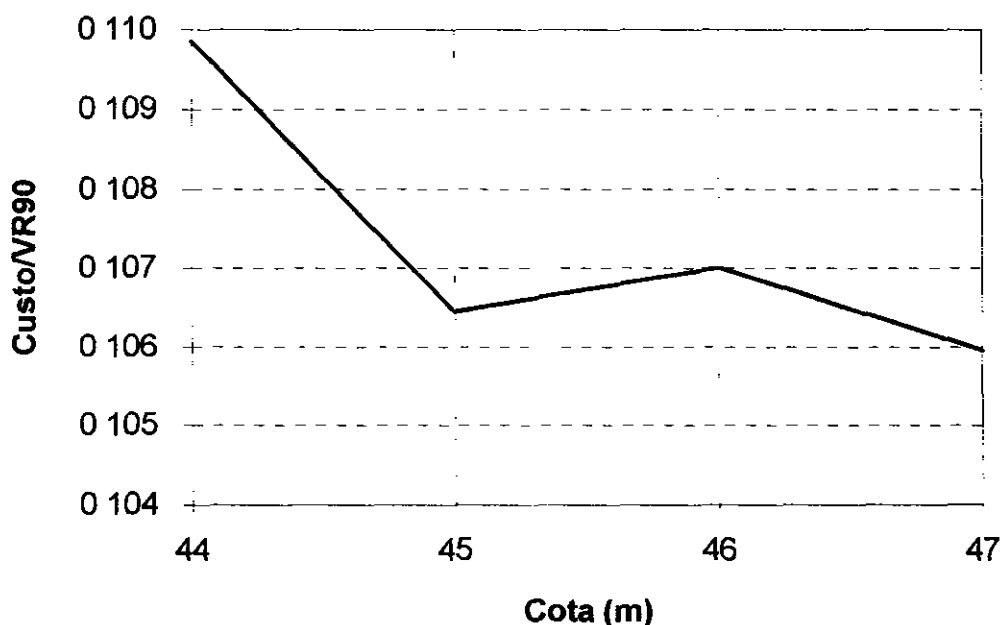
C:\WINWORD\RELATORIO\T204396.DOC



Os resultados da análise hidrológica juntamente com a análise de custo do barramento por volume regularizado anualmente (90% de garantia) sugerem como cota de soleira do sangradouro a cota 45 m, correspondente ao volume 123,2 hm<sup>3</sup>

**Quadro 6.6 - Custo do barramento por volume regularizado 90% de garantia.**

COTA	Qr 90% m3/s	CUSTO R\$	CUSTO/VR 90 R\$/m3
44	1 155	4001145	0 110
45	1 262	4236492	0 106
46	1 373	4632894	0 107
47	1 499	5008917	0 106



**Figura 6.4 - Custo/Volume Regulariza com 90% de Garantia x Cota Máxima de Armazenamento**





## 7. DIMENSIONAMENTO DO SANGRADOURO

C:\WINWORD\RELATOR\IT204396.DOC



## 7. DIMENSIONAMENTO DO SANGRADOURO

Uma vez realizado o dimensionamento do reservatório com base nos estudos hidrológicos e econômicos do capítulo anterior, faz-se necessário agora o dimensionamento do sangradouro visando definição de sua largura, seu tipo e a cota de coroamento da barragem associada à alternativa adotada

No dimensionamento do sangradouro foi adotada a cheia associada ao tempo de retorno de 1 000 anos, realizando-se para esta os estudos de laminação, e determinada a cota de coroamento da barragem com base na cheia associada a 10 000 anos, para garantir o não galgamento nesta cheia

Dentre destes princípios, apresenta-se neste capítulo o dimensionamento do sangradouro

### 7.1 PROPAGAÇÃO DA CHEIA NO RESERVATÓRIO

Técnicas de propagação em reservatórios são baseadas no conceito de armazenamento, sendo o método de Puls um dos mais conhecidos para propagação em reservatórios. Este método consiste em uma expressão discretizada da equação de continuidade concentrada e na relação entre vazão e armazenamento

A equação discretizada da continuidade é dada por

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

onde  $I_t$  e  $I_{t+1}$  = vazões afluentes ao reservatório em  $t$  e  $t+1$ ,  $Q_t$  e  $Q_{t+1}$  = vazões de saída ao reservatório em  $t$  e  $t+1$ ,  $S_t$  e  $S_{t+1}$  = armazenamento em  $t$  e  $t+1$ ,  $\Delta t$  = intervalo de tempo. As incógnitas  $Q_{t+1}$  e  $S_{t+1}$  podem ser colocadas em um mesmo lado, resultando em

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



Conhecendo-se a função  $Q=f(S)$ , constroi-se uma função  $Q=h(Q+2S/Dt)$ , resultando no seguinte processo de cálculo

- 1 determinação do volume inicial  $S_0$  (conforme objetivo do estudo), e a partir deste, determina-se  $Q_0$ ,
- 2 calcular o termo direito da equação 2, uma vez que o hidrograma de entrada foi determinado pelo método do hidrograma unitário do SCS,
- 3 com este valor  $(Q_{t+1} + 2 S_{t+1}/ Dt)$  é possível obter  $Q_{t+1}$  através de  $Q=h(Q+2S/Dt)$  e  $S_{t+1}$  através de  $S_{t+1} = f^{-1}(Q_{t+1})$ ,
- 4 repete-se 2 e 3 para todos intervalos de cálculo

Para determinar a curva que relaciona vazão e armazenamento faz-se uso de duas funções

$$Z = \alpha S^\beta \quad \text{e} \quad Q = C L (Z-Z_w)^{3/2}$$

onde  $Z$  = cota (m),  $S$  = armazenamento (m<sup>3</sup>),  $Q$  = vazão (m<sup>3</sup>/s),  $C$  = coeficiente de descarga,  $L$  = largura do sangradouro (m),  $Z_w$  = cota da soleira do sangradouro e  $a$ ,  $b$  são coeficientes obtidos por regressão. A relação lâmina x vazão de saída do sangradouro foi determinada pelo Step method, considerando-se um sangradouro escavado em rocha com comprimento variável em função da cota da soleira, declividade 0,0 m/m um Manning de 0,040 (canais em rochas escavadas por explosivos). Esta relação Vazão x lâmina foi determinada para cada cota de soleira, sendo determinado para cada caso os coeficientes  $a$  e  $b$  da relação  $Q = \alpha h^\beta$ , obtendo-se o Quadro 7.1 abaixo. Assim, a equação para o sangradouro escavado em rocha ficou da forma

$$Q = \alpha h^\beta$$



Após a análise hidrológico-econômica realizada no capítulo anterior, definiu-se como melhor alternativa a cota de soleira de 45 m e largura de sangradouro de 70 m. Para esta alternativa, apresentam-se, respectivamente, nas Figuras 7.2 e 7.3 os hidrogramas afluentes e efluentes associados a 1.000 e 10.000 anos de tempo de retorno. O Quadro 7.2 apresenta as vazões afluentes, efluentes e cota de sangria para as cheias associadas aos hietogramas de 1.000 e 10.000 anos de tempo de retorno.

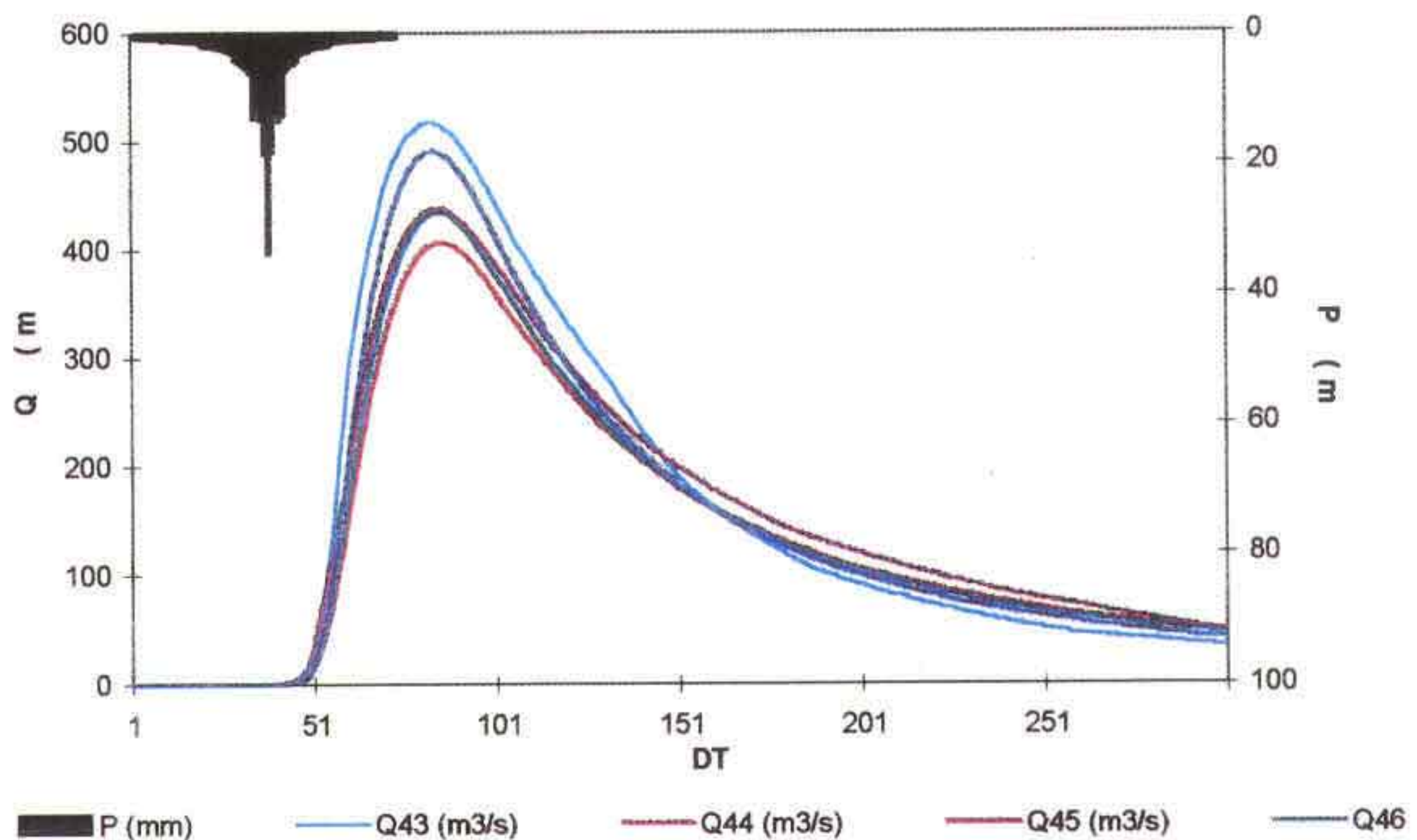


Figura 7.1 - Hidrogramas efluentes associados a 1.000 anos de tempo de retorno.



C:\WINWORD\RELATOR\T204396.DOC



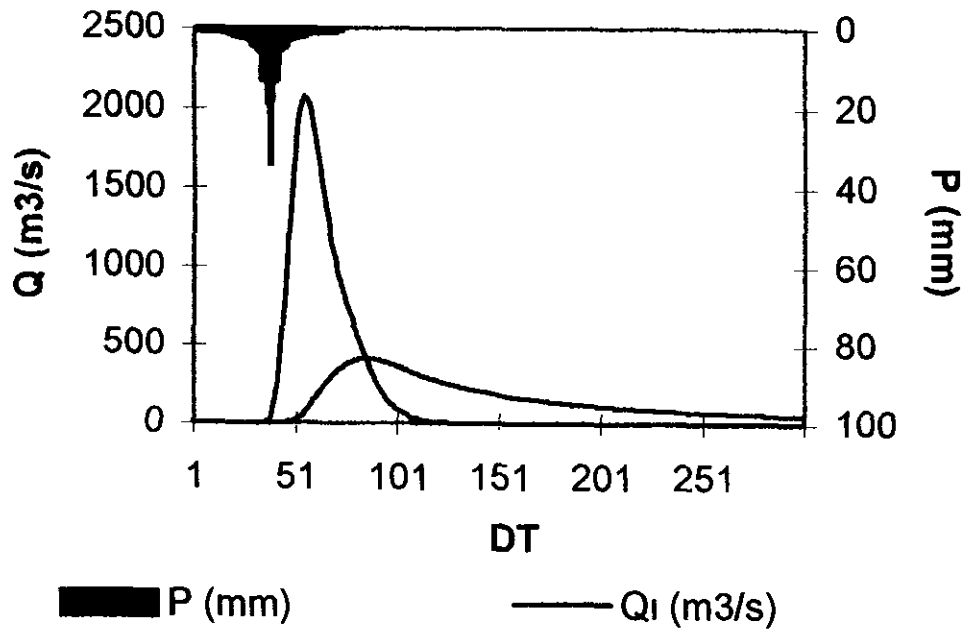
**Quadro 7.1 - Relação Vazão x Altura para a opção do Sítios Novos: sangradouro escavado em rocha.  $S_o = 0$  (Declividade)**

Cota (m)	Comprimento do Canal (m)	$\alpha$	$\beta$
47	50	1,327	1,897
46	100	1,039	1,962
45	135	0,927	1,982
44	240	0,730	2,026
43	270	0,696	2,027

## 7.2 RESULTADOS

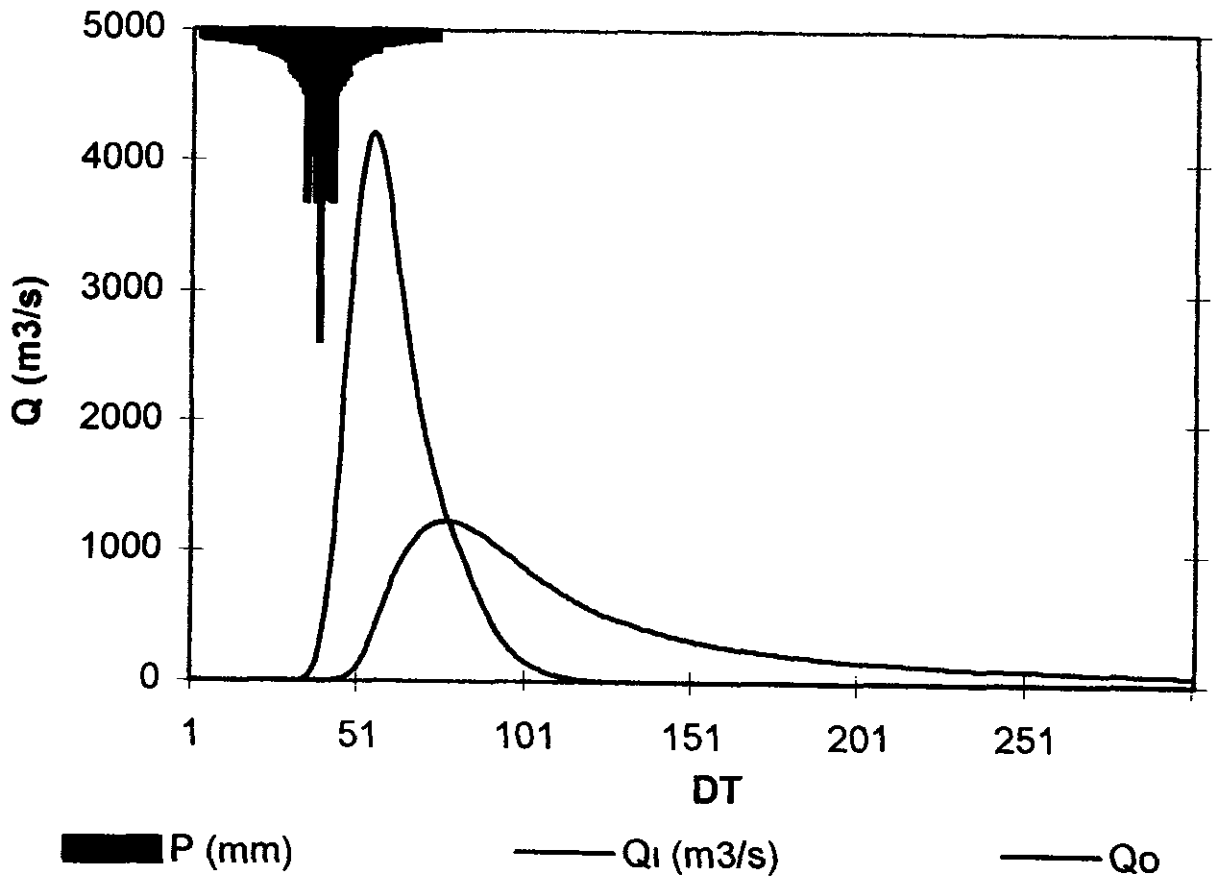
Como auxílio na definição da dimensão do reservatório Sítios Novos, foi realizado estudos de laminação para as várias cotas de sangria e largura de sangradouro, ficando para o estudo definitivo a laminação para a cheia de 10 000 anos, visando garantir que a barragem não seja galgada nesta cheia, servindo assim para a definição da cota de coroamento da barragem. Como mencionado anteriormente, foi verificada uma forte influência na magnitude da vazão de pico efluente em função da duração da chuva. Assim, foi adotada nos estudos de cheia hidrogramas de projeto com duração de 24 horas.

Os picos dos hidrogramas de entrada e saída, a cota e altura da lâmina vertida encontram-se no Quadro 7.2 para várias alternativas da barragem, usando-se como hidrograma de projeto aquele associado ao tempo de retorno de 1 000 anos. Os hidrogramas efluentes associados a 1 000 anos de tempo de retorno estão apresentados na Figura 7.1.



**Figura 7.2 - Hidrogramas Afluente e Efluente associados a 1.000 anos de tempo de retorno.**





**Figura 7.3 - Hidrogramas Afluente e Efluente associados a 10.000 anos de tempo de retorno.**



**Quadro 7.2 - Resultado da simulação acima descrita para a opção de Sangradouro escavado em rocha ( $Q_{in} = 2070,27 \text{ m}^3/\text{s}$ )  $T_r = 1000$  anos para várias capacidades do Reservatório Sítios Novos e larguras de sangradouro.**

Zw	Largura (m)	Qout (m <sup>3</sup> /s)	Cota (m)	Lâmina
43	50	315,68	45,96	2,96
	70	404,04	45,84	2,84
	90	481,50	45,73	2,73
	110	551,33	45,64	2,64
	130	613,60	45,56	2,56
44	50	265,52	46,66	2,66
	70	342,27	46,55	2,55
	90	408,10	46,46	2,46
	110	465,38	46,38	2,38
	130	519,30	46,31	2,31
45	50	246,86	47,32	2,32
	70	317,04	47,22	2,22
	90	378,46	47,14	2,14
	110	433,35	47,07	2,07
	130	481,98	47,01	2,01
46	50	265,60	48,29	2,29
	70	339,74	48,19	2,19
	90	404,46	48,11	2,11
	110	461,20	48,03	2,03
	130	511,02	47,97	1,97
47	50	305,50	49,24	2,24
	70	388,21	49,12	2,12
	90	458,80	49,03	2,03
	110	520,27	48,95	1,95
	130	574,43	48,88	1,88

Zw = cota da soleira do sangradouro

L = Largura do Sangradouro

$Q_{in}$  = Vazão afluente ao reservatório

Qout = Vazão de saída (sangradouro)





### 7.3 VERIFICAÇÃO DO AJUSTE DO MODHACX, INCLUINDO O PERÍODO DE 1982-1988

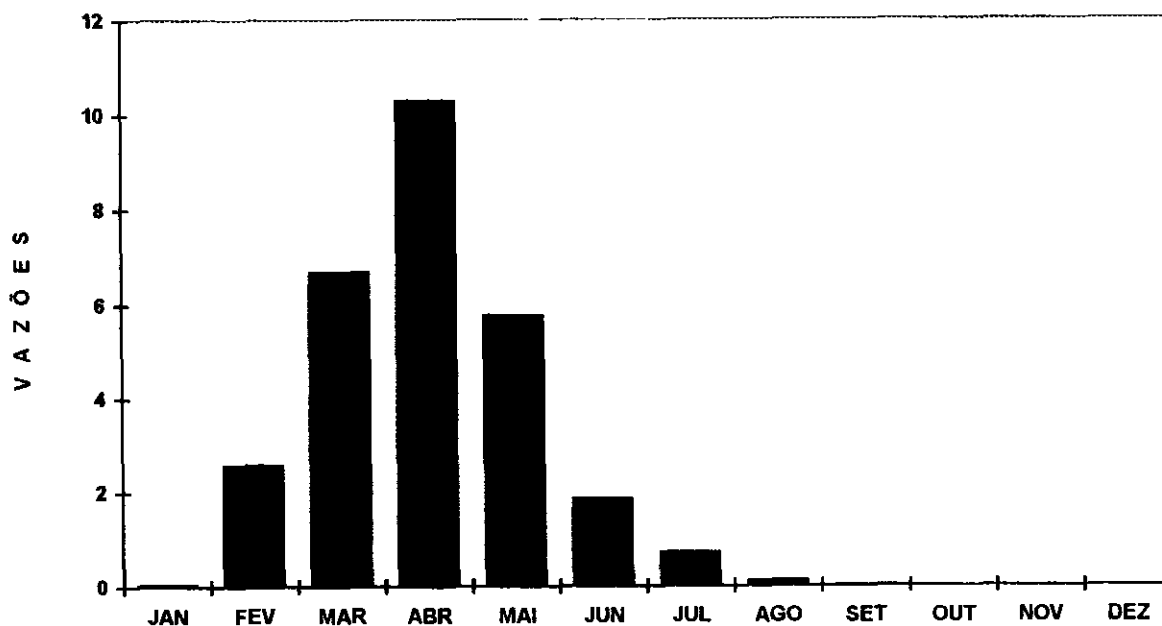
Com o intuito de se comparar o ajuste do modelo chuva-vazão face à disponibilidade de novos dados fluviométricos, procedeu-se uma calibração do modelo utilizando a série de vazões compreendida entre janeiro de 1982 e dezembro de 1988, juntamente com período já disponível, 1968-1974

O período 1989-1994 carece de dados pluviométricos consistidos no inventário do DNAEE, não sendo possível, portanto, a sua utilização imediata neste estudo. No Quadro 7.3 é apresentada a série de vazões mensais, em m<sup>3</sup>/s, no posto 35660000 (rio São Gonçalo em Sítios Novos). Na Figura 7.4 pode-se ver um histograma das vazões médias mensais para este período.

**Quadro 4.2 - Pluviometria média mensal na bacia de contribuição do Reservatório Sítios Novos**

ANO	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ
1982	0,00	0,00	0,00	0,15	0,08	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
1983	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
1984	0,00	0,00	1,58	7,00*	11,6	1,31	0,22	0,02	0,03	0,00	0,00	0,00
1985	0,77	28,9	34,0	39,7	15,0*	3,00*	3,50*	0,70*	0,20*	0,00	0,00	0,00
1986	0,00	3,00*	38,3	39,5	11,0*	8,00*	1,00	0,05*	0,00	0,00	0,00	0,00
1987	0,00	0,00	3,01	1,40*	0,51	1,00	0,19	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
1988	0,00	0,00	2,06	15,2	16,7	2,27	1,24	0,30	0,00	0,00	0,00	0,00
1989	0,00	0,00	1,69	21,9	12,8	4,40	2,14	0,51	0,00	0,00	0,00	0,00
1990	0,00	0,27	0,29	0,14	0,44	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
1991	0,00	0,00	5,07	4,25	2,39	0,31	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
1992	0,00	0,00	0,20	0,75	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
1993	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
1994	0,00	0,00	0,59	3,74	4,52	3,83	0,91	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
MÉDIA	0,06	2,47	6,68	10,3	5,77	1,86	0,71	0,12	0,02	0,00	0,00	0,00

C:\WINWORD\RELATOR\IT204396.DOC



**Figura 7.4 - Histograma de vazões médias mensais no período 1982-1994**

Com os novos parâmetros, obteve-se, após a simulação para todo o período de estudo, isto é, 1921-1988, uma lâmina média escoada de 215 mm, um coeficiente de deflúvio de 22,0% e um coeficiente de variação igual a 1,1

O Quadro 7.4 mostra os valores obtidos dos parâmetros obtidos com nova calibração (1968-1974 / 1982-1988) em relação aos parâmetros do período 1968-1974)

**Quadro 7.4 - Comparação entre os parâmetros obtidos com nova calibração (1968-1974 / 1982-1988) em relação aos parâmetros do período 1968-1974.**

RSPX mm	RSSX mm	RSBX	RSBF	IMAX mm/ dia	IMIN mm/ dia	IDEC	ASP	ASS	ASB	PRED	CEVA
Calibração 1968-1974		Simulação 1921-1988		Coef Deflúvio = 21,0%			Lâmina Média Escoada = 202,0 mm				
93,14	137,60	0,0	0,0	13,37	6,63	0,9903	0,0736	0,0006	0,0	999,0	0,9999
Calibração 1968-1988		Simulação 1921-1988		Coef Deflúvio = 22,0%			Lâmina Média Escoada = 215,3 mm				
89,10	131,50	0,0	0,0	13,08	6,43	0,9912	0,0532	0,0009	0,0	999,0	1,0000

C:\WINWORD\RELATOR\IT204396.DOC



Observa-se, no Quadro 7 4, que a mudança nos parâmetros do MODHAC foram muito pequenas, traduzindo-se certamente numa variação também pequena no padrão dos deflúvios gerados, haja vista a conceituação determinística do modelo propriamente dito

Na Figura 7 5 é mostrado o fluviograma médio afluente ao açude Sítios Novos, de acordo com a nova calibração O quadro 7 5 apresenta a série de vazões calculadas, em m<sup>3</sup>/s

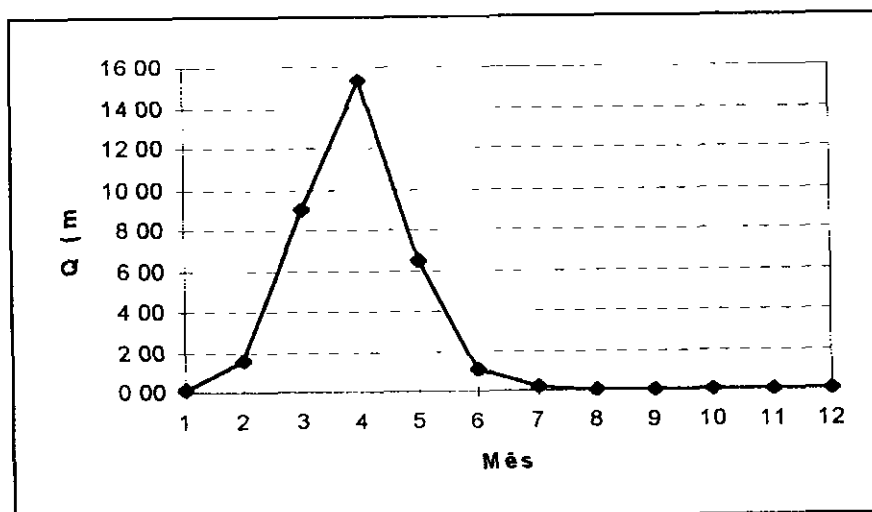


Figura 7.5 - Fluviograma médio mensal em Sítios Novos



Quadro 7.5 - Série de Vazões Calculadas

ANO	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ
1922	0,00	0,00	0,00	1,13	5,42	0,51	0,34	0,05	0,00	0,00	0,00	0,00
1923	0,00	0,05	0,24	0,41	0,95	0,31	0,03	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
1924	1,42	3,98	27,42	52,47	28,27	7,22	0,45	0,02	0,00	0,00	0,00	0,00
1925	0,00	0,02	0,03	9,48	14,42	0,32	0,02	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
1926	0,00	0,44	48,15	85,54	24,42	0,67	0,08	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
1927	0,01	0,05	0,25	29,24	3,57	1,03	0,46	0,08	0,00	0,00	0,00	0,01
1928	0,00	0,00	0,12	4,79	1,191	0,21	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
1929	0,00	0,18	23,69	25,67	4,06	0,58	0,19	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
1930	0,00	0,00	0,01	0,16	0,13	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
1931	0,00	1,41	8,09	3,61	0,86	0,20	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
1932	0,00	0,00	0,07	0,07	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
1933	0,03	0,24	0,39	57,53	2,18	0,35	0,04	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
1934	0,09	7,32	80,42	17,31	12,95	1,41	0,17	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
1935	0,00	1,00	6,43	30,93	12,51	5,79	1,13	0,11	0,00	0,00	0,00	0,00
1936	0,00	0,00	0,05	0,00	1,61	0,31	0,08	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
1937	0,00	0,04	3,53	28,34	19,64	2,67	0,41	0,06	0,00	0,00	0,00	0,00
1938	0,01	0,01	27,91	37,39	5,99	1,14	0,23	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
1939	0,00	33,70	37,36	26,18	3,46	0,58	0,14	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
1940	0,00	0,07	11,57	35,01	5,07	0,46	0,07	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
1941	0,00	0,00	0,14	0,26	0,50	0,18	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
1942	0,00	0,07	0,08	0,07	0,19	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
1943	0,00	0,01	0,09	22,87	0,53	0,23	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01
1944	0,00	0,00	0,01	0,24	5,74	1,55	0,19	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
1945	0,00	11,17	16,44	49,38	25,03	2,61	1,17	0,07	0,00	0,00	0,00	0,01
1946	0,10	0,03	18,94	29,35	5,29	1,97	0,24	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
1947	0,01	0,14	9,62	10,29	11,26	0,45	0,13	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
1948	0,00	0,01	8,96	7,00	18,85	2,61	0,34	0,08	0,00	0,00	0,00	0,00
1949	0,00	0,01	12,19	28,03	51,55	1,79	0,31	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
1950	0,00	0,04	3,69	19,20	3,21	0,29	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
1951	0,00	0,00	0,00	0,12	0,12	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
1952	0,00	0,00	31,28	26,96	0,50	0,16	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
1953	0,00	0,01	0,25	0,38	0,45	0,14	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
1954	0,00	0,05	4,66	0,67	0,55	0,36	0,09	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01
1955	0,02	3,57	0,07	0,61	0,42	0,40	0,08	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
1956	0,00	0,10	9,68	16,03	2,98	0,35	0,04	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
1957	0,02	0,01	9,77	40,03	10,67	0,51	0,21	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

C:\WINWORD\RELATORIO\T204396.DOC

GEONORTE - Engenharia de Solos e Fundações Ltda

Rua Jorge Severiano 900 - Vila União - Fone 272 4777 - Fax 272 7799 - CEP 60 420-180 - Fortaleza - Ceará

C G C 07 542 392/0001-60 C G F 06 013 384-8

000091



ANO	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ
1958	0,00	0,00	0,00	0,05	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
1959	0,13	0,17	14,23	4,67	1,62	2,77	0,30	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00
1960	0,00	0,00	13,01	0,36	0,22	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
1961	0,02	24,07	9,91	4,73	0,91	0,30	0,02	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
1962	0,00	0,00	2,85	5,33	2,00	0,37	0,04	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
1963	0,03	0,13	17,71	11,73	1,67	0,23	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
1964	0,03	4,18	12,97	54,22	9,77	0,55	0,43	0,07	0,00	0,00	0,00	0,00
1965	0,00	0,00	0,02	5,87	2,81	0,54	0,46	0,06	0,00	0,00	0,00	0,00
1966	0,00	0,01	0,02	0,03	0,11	0,07	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
1967	0,00	0,17	6,30	24,65	13,02	0,50	0,17	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
1968	0,00	0,00	0,14	0,92	7,02	0,51	0,18	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
1969	0,00	0,00	0,08	25,15	4,71	0,44	0,37	0,13	0,00	0,00	0,00	0,00
1970	0,98	0,09	0,09	5,20	1,38	0,31	0,02	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
1971	0,01	0,01	0,14	1,58	5,87	2,35	0,43	0,11	0,00	0,00	0,00	0,00
1972	0,00	0,00	0,02	0,03	0,19	0,15	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
1973	0,00	0,04	13,31	24,74	8,90	16,17	1,07	0,24	0,00	0,00	0,00	0,00
1974	2,94	4,50	35,12	54,43	32,15	2,22	0,31	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00
1975	0,00	0,01	0,16	0,66	2,57	0,54	0,42	0,08	0,20*	0,00	0,00	0,01
1976	0,01	0,04	2,66	5,76	0,49	0,20	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
1977	0,01	0,24	3,41	19,90	5,09	3,29	1,61	0,17	0,00	0,00	0,00	0,00
1978	0,00	0,06	0,20	4,38	5,33	0,43	0,17	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00
1979	0,00	0,00	0,09	0,06	0,17	0,15	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
1980	0,01	2,28	6,78	0,38	0,08	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
1981	0,00	0,00	11,70	2,28	0,43	0,09	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01
1982	0,00	0,00	0,09	0,21	0,24	0,04	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
1983	0,00	0,06	0,08	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
1984	0,00	0,01	0,07	3,44	9,74	1,69	0,30	0,02	0,00	0,00	0,00	0,00
1985	0,02	2,46	25,04	34,25	7,48	0,56	0,90	0,15	0,00	0,00	0,00	0,00
1986	0,01	0,16	19,68	21,23	4,53	2,37	0,77	0,10	0,00	0,00	0,00	0,00
1987	0,01	0,00	0,61	0,96	0,60	0,18	0,17	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
1988	0,00	0,01	2,06	20,86	14,83	0,52	0,33	0,05	0,00	0,00	0,00	0,00
MÉDIA	0,09	1,53	8,96	15,30	6,41	1,12	0,23	0,03	0,00	0,00	0,00	0,00

Na Figura 7 6 é mostrada uma comparação entre as vazões calculadas na situação anterior (Q1) e com os novos parâmetros (Q2) Nota-se claramente a concordância entre as duas séries de deflúvios calculadas



Assim, os parâmetros da série de deflúvios, calculadas com os novos parâmetros do MODHAC, são os seguintes

- Coeficiente de Escoamento 22,0%,
- Lâmina Escoda Média 215,3 mm,
- Coeficiente de Variação dos deflúvios 1,1
- $f_k = 1,38$ ,
- $f_E = 0,15$

A partir deste valores, verificou-se, finalmente, que a vazão regularizada com 90% de garantia Finalmente, utilizando o diagrama triangular de regularização, já citado no Capítulo 6 - Dimensionamento do Reservatório, obteve-se uma vazão regularizada praticamente idêntica a calculada anteriormente para a cota 45 ( $1,10 \text{ m}^3/\text{s}$ )

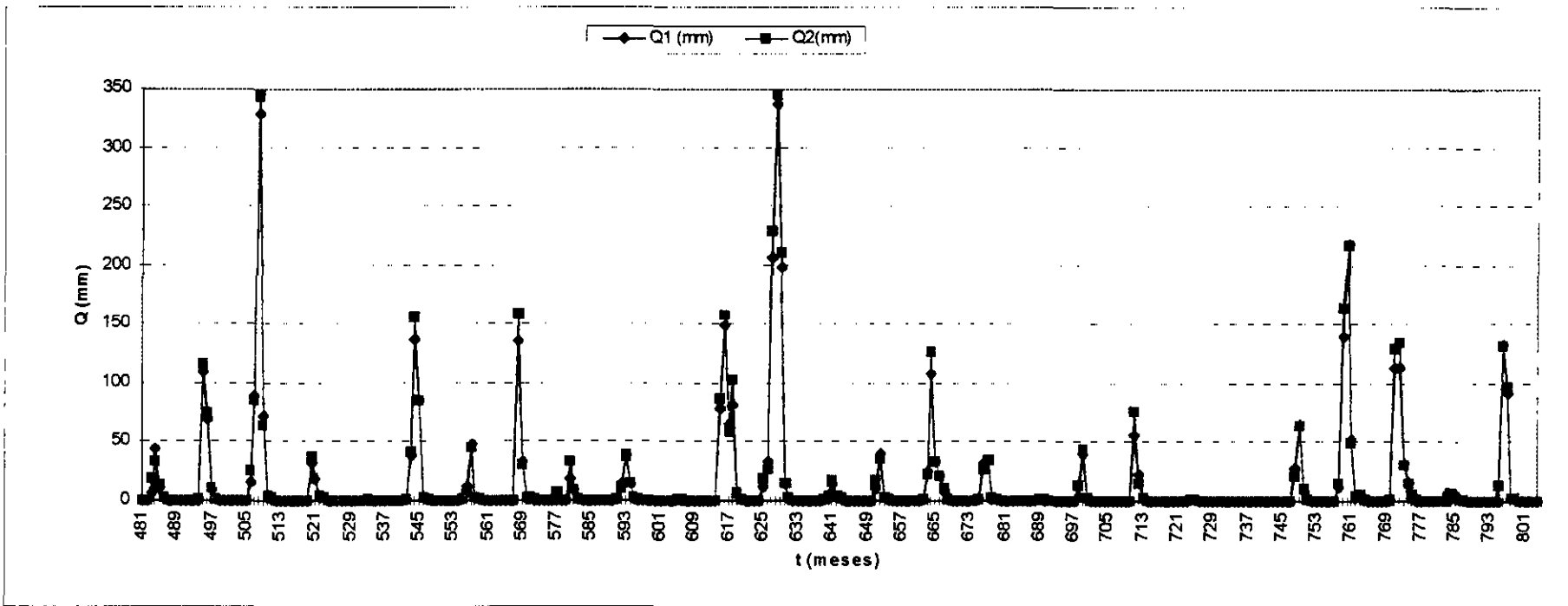


Figura 7.6 - Comparação entre as vazões calculadas (Q1) com a nova vazão calculada utilizando os parâmetros de segunda calibração (Q2)



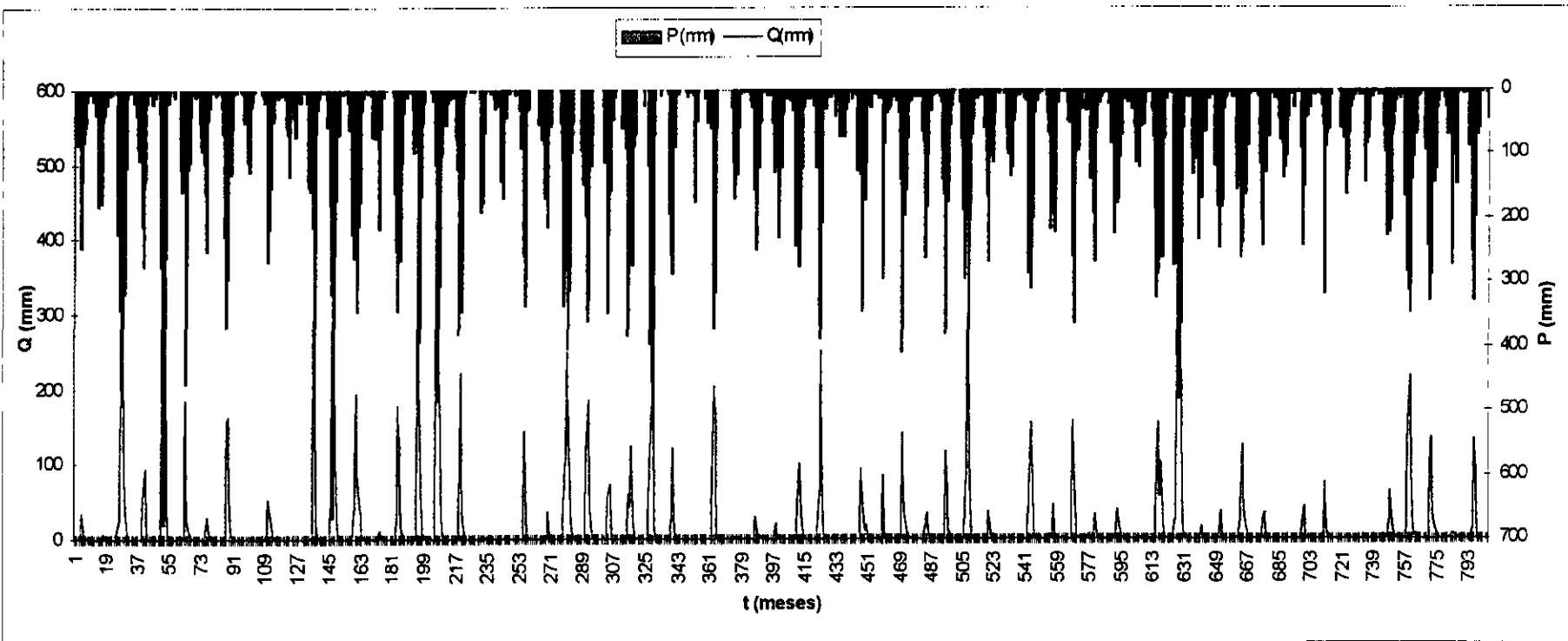


Figura 7.7 - Vazões afluentes calculadas em mm (1922-1988) com os parâmetros modificados pela nova calibração do MODHACX.





#### **7.4 COMENTÁRIOS**

O Painel de Segurança, após a análise dos estudos básicos de hidrologia, concluiu que "Os valores para cheia de projeto de 1 000 anos de período de retorno são adequadamente conservadores. A cheia de 10 000 anos é claramente excessiva para as condições da bacia considerada. Valores da ordem de 75% dos encontrados seriam ainda conservadores"<sup>15</sup>

A GEONORTE, então, fez um estudo de laminação com sangradouro na cota 45 m, largura de 70 m, associadas ao tempo de retorno de 1 000 anos e 10 000 anos e de uma cheia de projeto de 75% da chuva decamilenar, denominadas respectivamente de situação I, II e III, obtendo-se os valores apresentados no Quadro 7.6, a seguir

**Quadro 7.6 - Estudo de Laminação**

<b>Situação</b>	<b>Cota da Soleira (m)</b>	<b>Largura do Sangradouro (m)</b>	<b>Tempo de Retorno (anos)</b>	<b>Vazão Afluente (m<sup>3</sup>/s)</b>	<b>Vazão Efluente (m<sup>3</sup>/s)</b>	<b>Lâmina de Sangria (m)</b>	<b>Cota Máxima de Sangria (m)</b>
I	45	70	1 000	2 070	317	2,22	47,22
II	45	70	10 000	4 217	998	3,97	48,97
III	45	70	-	3 162	570	3,00	48,00

A partir de fórmulas empíricas recomendadas pelo U S Bureau of Reclamation para revanche, em função do "fetch" e da velocidade de ventos máximos atuantes na superfície do reservatório, determinou-se a cota do coroamento da Barragem Sítios Novos como sendo a 49,20 m,

<sup>15</sup> 7ª Reunião do Painel de Inspeção e Segurança de Barragens (PISB) do PROURB-CE, no período de 16 a 21 de dezembro de 1996



considerando a cheia associada ao tempo de retorno de 1 000 anos Na memória de cálculo, Tomo II do Projeto Executivo são apresentados os cálculos elaborados Percebe-se que a barragem principal não é galgada para a cheia decamilenar, pois a cota de coroamento é superior a cota da lâmina máxima de sangria a este tempo de retorno

O Painel de Segurança sugeriu que a cota de coroamento da Barragem Auxiliar fosse a 48,70 m Neste caso, percebe-se que a barragem auxiliar não é galgada pela cheia milenar nem tão pouco pela cheia correspondente a 75% da chuva decamilenar, porém é galgada pela cheia decamilenar Mesmo assim a GEONORTE acata a sugestão do Painel de Segurança, adotando a cota de coroamento da barragem auxiliar como a 48,70 m, considerando que o valor de 75% da chuva decamilenar é, realmente um valor adequadamente conservador



## 8. ESTUDOS ADICIONAIS

C:\WINWORD\RELATOR\IT204396.DOC



## **8. ESTUDOS ADICIONAIS**

Este capítulo apresenta estudos adicionais visando fornecer características do reservatório durante a fase de operação, sendo estudado

- a probabilidade de enchimento do reservatório na fase transiente,
- a probabilidade de esvaziamento do reservatório na fase de equilíbrio,
- a probabilidade de enchimento do reservatório na fase de equilíbrio,

Além dos estudos citados acima, neste capítulo procurou-se caracterizar a estrutura regional da área da Barragem Sítios Novos, para se fazer uma análise de sismicidade

### **8.1 ESTUDO DA DISPONIBILIDADE HÍDRICA**

O estudo da disponibilidade hídrica do reservatório Sítios Novos compreende o estudo das probabilidades de enchimento na fase transiente e de esvaziamento e enchimento do reservatório na fase de equilíbrio. Este estudo pode ser realizado diante duas óticas na fase transiente, quando essa probabilidade depende do volume inicial do reservatório, na fase de equilíbrio, quando o processo estocástico de armazenamento torna-se ergódico. A metodologia aqui empregada tem suporte teórico na teoria estocástica de reservatórios ou Teoria de Moran<sup>16</sup>, apresentando como novidade a inclusão da matriz de evaporação para considerar as perdas por este processo - método de CAMPOS (1990)

---

<sup>16</sup> MORAN, P A P 1959 THE THEORY OF STORAGE LONDON METHUEN & CO LTD, 111 p



As etapas de cálculo destas probabilidades para um reservatório de uma determinada capacidade e retirada são descritas a seguir

- 1 dividir o volume total do reservatório K, por 20, definindo 21 estados que podem ser atingidos pela reserva A representação gráfica do espaço de definição destes estados de reserva é apresentada na figura 8 1 e no Quadro 8 1

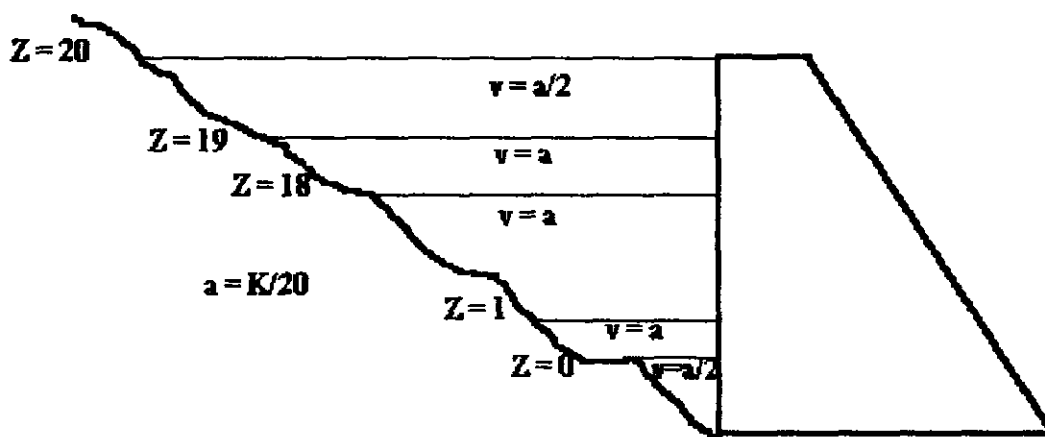


Figura 8.1 - Espaço de definição dos estados de reserva

Quadro 8.1 - Limite, em volume, dos estados de reserva

NÚMERO DO ESTADO (z)	LIMITES DE ARMAZENAMENTO	ARMAZENAMENTO NO ESTADO (2)
0	$0 < z \leq (1/2) a$	$z = \text{seco}$
1	$(1/2) a < z \leq (3/2) a$	$z = a$
2	$(3/2) a < z \leq (5/2) a$	$z = 2 a$
n-1	$(n-3/2) a < z \leq (n-1/2) a$	$z = (n-1) a$
n	$(n-1/2) a < z \leq K$	$z = \text{cheio}$



- 2 Calcular a matriz de transição de probabilidades devido aos deflúvios anuais [W] Supõe-se que os deflúvios seguem uma distribuição Gamma de dois parâmetros na estação úmida e com uma massa de probabilidades para a estação seca
- 3 Calcular a matriz de transição de probabilidades devido à metade da evaporação (E), supondo que a relação cota x área x volume é determinada por

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

onde h - altura do espelho d'água,  $\alpha$  - fator de forma (obtido por regressão entre z e h<sup>3</sup>), A - área do espelho d'água a altura h e V - volume acumulado a altura h

- 4 Calcular a matriz de transição de probabilidades para uma retirada anual de M unidades de água [M],
- 5 Calcular a matriz de transição de probabilidade anual através do produto das matrizes parciais

$$[Q] = [E] [M] [E] [W]$$

- 6 Formar o sistema de equações para determinar a probabilidade de interesse

$$q_{00} p_0 + q_{01} p_1 + \dots + q_{0N} p_N = p_0$$

$$q_{10} p_0 + q_{11} p_1 + \dots + q_{1N} p_N = p_1$$

$$q_{N0} p_0 + q_{N1} p_1 + \dots + q_{NN} p_N = p_N$$

onde  $q_{ij}$  = probabilidade da reserva passar do estado i ao j em um ano e  $\pi_i$  = probabilidade da reserva atingir o estado i em

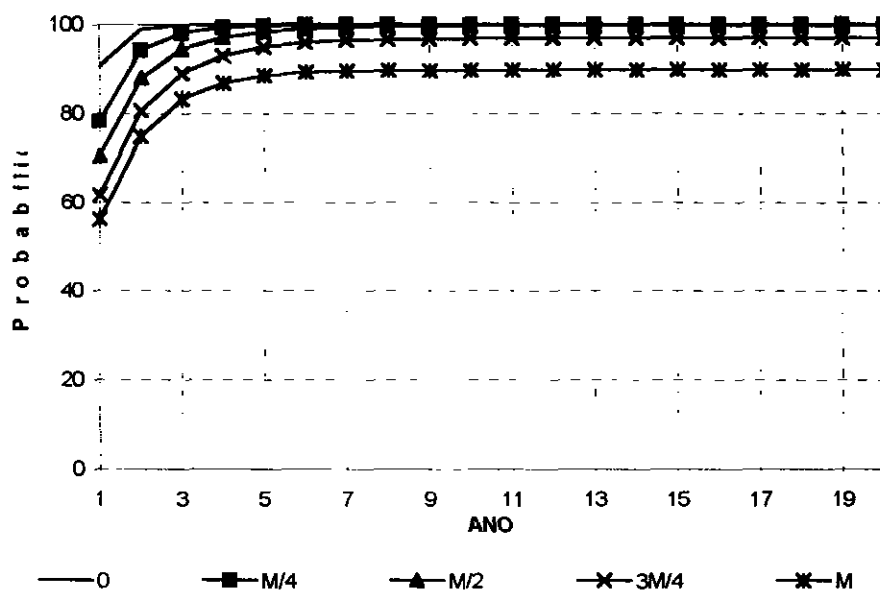


condições de equilíbrio Como o sistema acima não é homogêneo, uma de suas equações deve ser substituída por

$$p_0 + p_1 + \dots + p_N = 1$$

- 7 Resolver o sistema acima e calcular  $\pi_0$  e  $\pi_N$ , respectivamente, a probabilidade do reservatório estar seco e cheio em condições de equilíbrio

Através desta metodologia foram determinadas as curvas de probabilidade de enchimento do reservatório (inicialmente seco) na fase transiente considerando as retiradas de 0, Qr90 /4, Qr90 /2, 3 Qr90 /4 e Qr90 (Quadro 8 2) Como pode-se observar pela figura 8 2, a retirada de Qr90 ao atingir o equilíbrio tem uma garantia próxima a 90%, como era esperado (volume anual regularizado com 90% de garantia) Na figura 8 2 apresenta-se as curvas de garantia para as retiradas de 0, Qr90 /4, Qr90 /2, 3 Qr90 /4 e Qr90



**Figura 8.2 - Análise Probabilística da Garantia do Reservatório - fase transiente M= Qr90**



**Quadro 8.2 - Análise Probabilística do Enchimento do Reservatório na Fase Transiente. Reservatório inicialmente seco.**

ANO	0	M/4	M/2	3M/4	M
1	90,40	78,38	70,41	61,70	56,11
2	98,80	94,18	87,95	80,65	74,84
3	99,82	98,02	94,28	88,91	83,12
4	99,97	99,24	97,03	92,94	86,79
5	99,99	99,68	98,35	94,93	88,41
6	100,00 *	99,86	99,01	95,92	89,12
7	100,00	99,93	99,35	96,41	89,44
8	100,00	99,97	99,53	96,65	89,58
9	100,00	99,98	99,62	96,77	89,64
10	100,00	99,99	99,66	96,83	89,67
11	100,00	99,99	99,69	96,86	89,68
12	100,00	100,00 *	99,70	96,88	89,69 *
13	100,00	100,00	99,71 *	96,88	89,69
14	100,00	100,00	99,71	96,89*	89,69

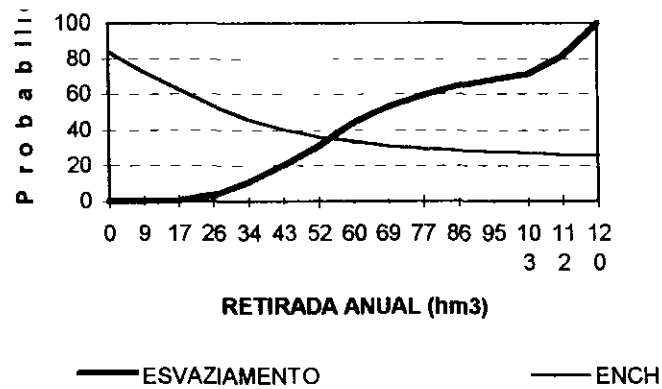
M = Retirada anual (hm<sup>3</sup>)

\* início do estado de equilíbrio (independência das condições iniciais)

Também foi realizada a análise probabilística de esvaziamento e de enchimento na fase de equilíbrio. A última análise mostra que, em equilíbrio, cerca de 46% dos anos ocorrem sangria para uma retirada anual de 34,375 hm<sup>3</sup>. A figura 8.3 apresenta as duas curvas probabilísticas (esvaziamento e enchimento), enquanto que o Quadro 8.3 os seus valores correspondentes. No Quadro 8.3 pode-se observar que para uma retirada igual a 34,375 hm<sup>3</sup>/ano tem-se uma probabilidade de esvaziamento na fase de equilíbrio igual a 10,3%, o que implica em uma garantia próxima a 90%.

C:\WINWORD\RELATORIO\204396.DOC





**Figura 8.3 - Análise Probabilística de esvaziamento e enchimento - fase de equilíbrio**

**Quadro 8.3 - Análise Probabilística de esvaziamento e enchimento - fase de equilíbrio**

RETIRADA	ESVAZIAMENTO	ENCHIMENTO
-	-	83,80
8,59	-	72,60
17,19	0,30	62,40
25,78	3,10	53,40
34,38	10,30	46,00
42,97	19,90	40,30
51,56	31,10	36,20
60,16	43,90	33,20
68,75	52,60	31,00
77,34	59,10	29,40
85,94	64,20	28,20
94,53	68,00	27,50
103,13	71,40	26,80
111,72	81,80	26,10
120,31	100,00	25,60



## **8.2 ANÁLISE DE SISMICIDADE**

Este estudo visa a caracterização estrutural regional da área do distrito de Sítios Novos no Município de Caucaia, Ceará, para análise do comportamento de fotolineamentos na região da barragem de Sítios Novos no Rio São Gonçalo

Para tanto, foram utilizadas imagens do satélite LANDSAT-5 nos comprimentos de onda de 0,76 a 0,90  $\mu\text{m}$  e 1,55 a 1,75  $\mu\text{m}$  - faixas do infravermelho próximo e médio do espectro eletromagnético, respectivamente

As imagens foram interpretadas após tratamentos específicos para realce de fotolineamentos, como filtragens direcionais de convolução, contrastes lineares e multilineares, além de filtragens isotrópicas

Após fotointerpretadas, as feições lineares foram estatisticamente tratadas, de forma a obter-se a sua distribuição espacial e as direções preferenciais (vetores médios)

### **8.2.1 Localização da Área**

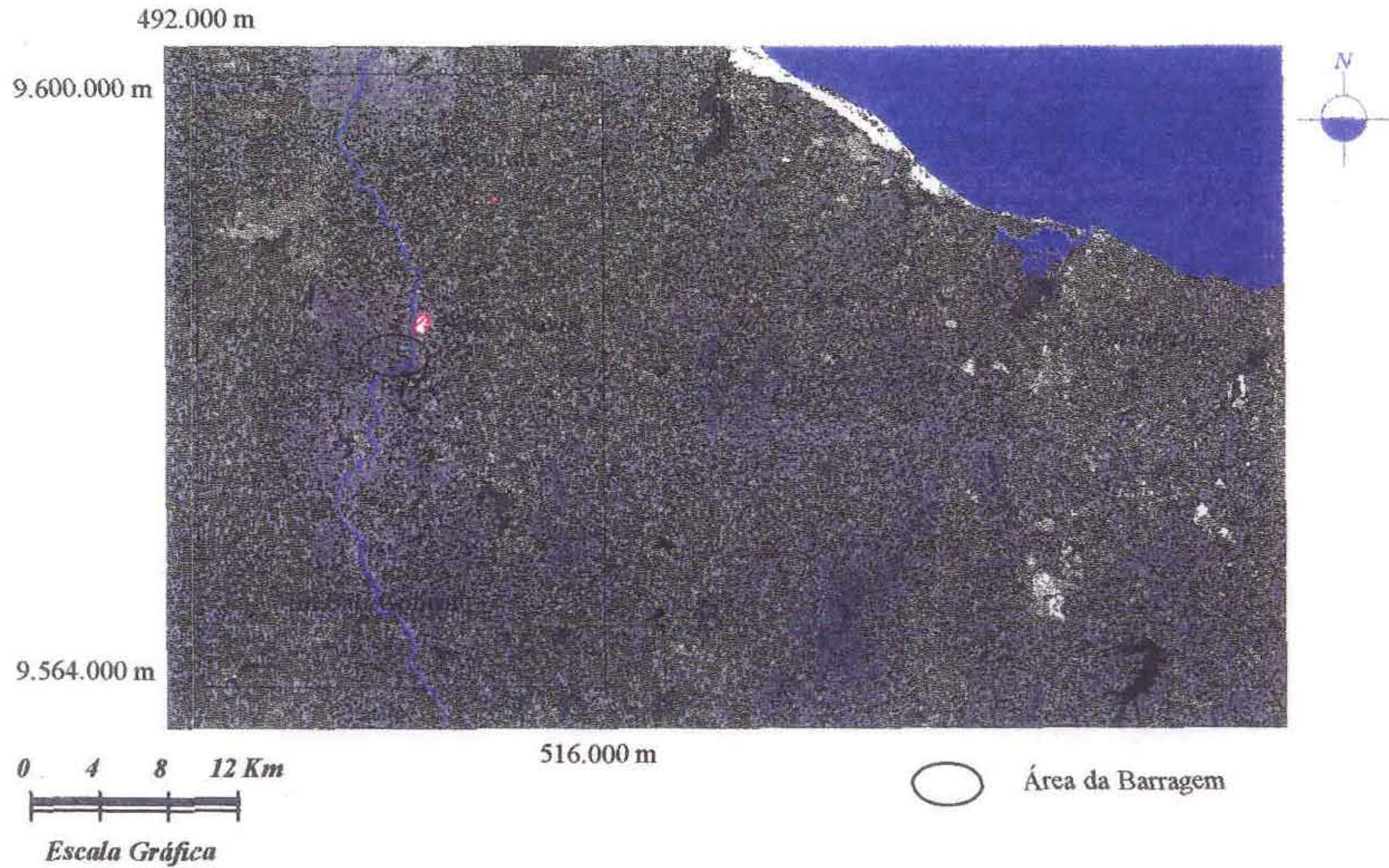
A área de pesquisa está localizada entre as coordenadas 492 000 m e 516 000 m de longitude leste e 9 600 000 m e 9 564 000 m de latitude norte, distando aproximadamente 30 km a oeste de Fortaleza como apresentado na Figura 8 4

A escolha do seu limite deu-se em função de se viabilizar uma análise regional do padrão de fraturamento, dessa forma, optou-se pela centralização aproximada da obra de barramento (9 583 734 m de latitude norte e 503 254 m de longitude leste) na área, com a distinção de duas regiões de montante e de jusante a parede da barragem



Figura 8.4

Localização da Área de Pesquisa



GEONORTE - Engenharia de Solos e Fundações Ltda.  
Rua Jorge Severiano, 900 - Vila União - Fone: 272.4777 - Fax: 272.7799 - CEP 60.420-180 - Fortaleza - Ceará  
C.G.C. 07.542.392/0001-60 - C.G.F. 06.013.384-8

000106







### **8.2.2 Caracterização Geológica**

Do ponto de vista geológico e de acordo com o mapa geológico do Estado do Ceará (escala 1 500 000), a área está representada na sua totalidade, por rochas do Proterozóico Inferior compostas de migmatitos gnaisses diversos, encerrando corpos de metacalcários, anfíbolitos, metabasitos, rochas calcissilicáticas e quartzitos

A sul e sudeste de Sítios Novos podem ser encontradas ocorrências de calcários inclusive com minas e garimpos

Para maiores detalhes da geologia da área da Barragem Sítios Novos, consultar o Tomo II - Estudos Geológicos e Geotécnicos

### **8.2.3 Tratamento das Imagens**

As imagens do satélite LANDSAT-5 utilizadas, referem-se a passagem de agosto de 1984, e para esse propósito específico, foram tratadas as bandas TM-4 e TM-5, por terem sido estas as que melhor efeitos produziram para a fointerpretação dos lineamentos

Em uma primeira estância, foram reduzidos os efeitos da interferência da atmosfera sobre os valores de nível de cinza registrados na imagem, através da técnica de subtração do pixel escuro. Em fase posterior, foram testados filtros direcionais NE, NW, NS e EW, de Sobel, Prewitt e variações propostas por LEITE, 1996, usando a metodologia proposta pelo mesmo autor. Dessa forma, também foram testadas matrizes de tamanhos diversos 3X3, 5X5 e 7X7, levando-se em consideração que filtros de grandes tamanhos ressaltam grandes estruturas (de caráter regional)

As Figuras 8 5, 8 6, 8 7 e 8 8 são os resultados de filtragens direcionais de convolução NE e NW para a área pesquisada

De acordo com os resultados obtidos em função das filtragens, foram trabalhadas as imagens filtradas nas direções NW e NE. Além disso também foram aplicadas máscaras isotrópicas nas bandas TM-4 e TM-5, cujos resultados são mostrados nas figuras 8 9 e 8 10

C:\WINWORD\RELATOR\IT204396.DOC



Figura 8.5

*Filtragem direcional NE na Banda TM - 5*

*Fotolineamentos NE na área de pesquisa*

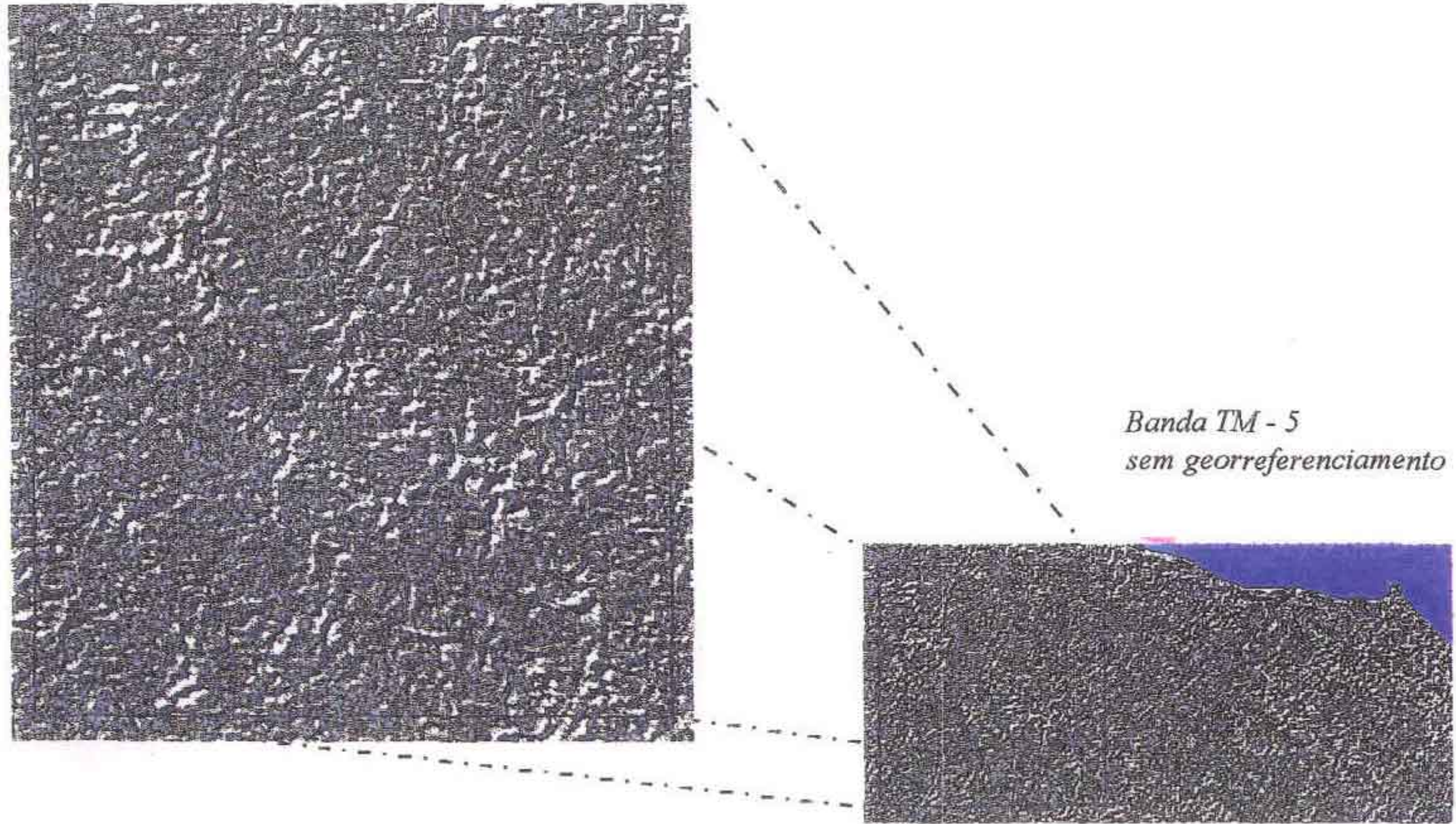




Figura 8.6

*Filtragem direcional NE na Banda TM - 4*

*Fotolineamentos NE na área de pesquisa*



*Banda TM - 4  
sem georreferenciamento*



000109





Figura 8.7

*Filtragem direcional NW na Banda TM - 4*

*Fotolineamentos NW na área de pesquisa*

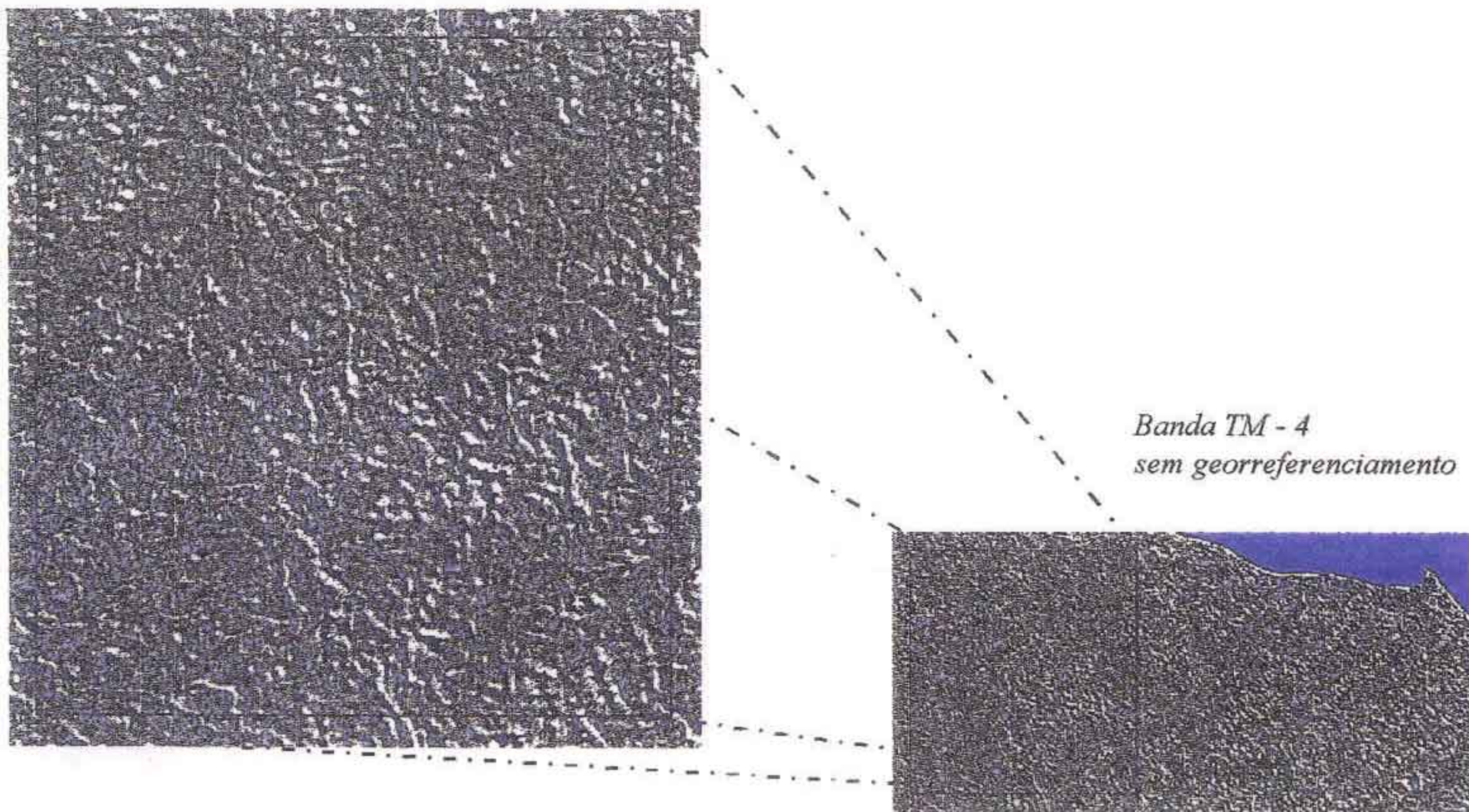




Figura 8.8

*Filtragem direcional NW na Banda TM - 5*

*Fotolineamentos NW na área de pesquisa*

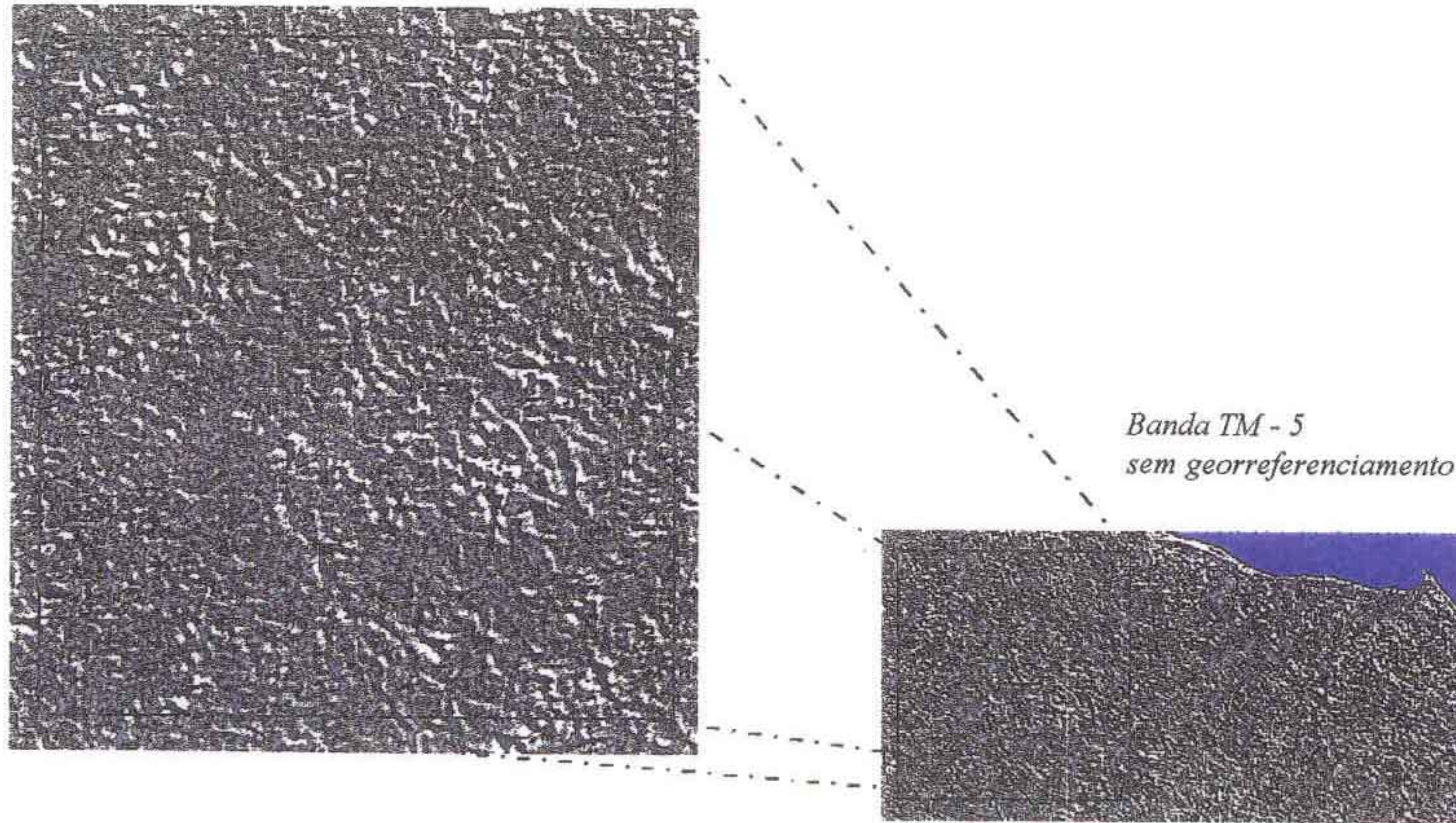




Figura 8.9

*Filtragem isotrópica na Banda TM - 4*

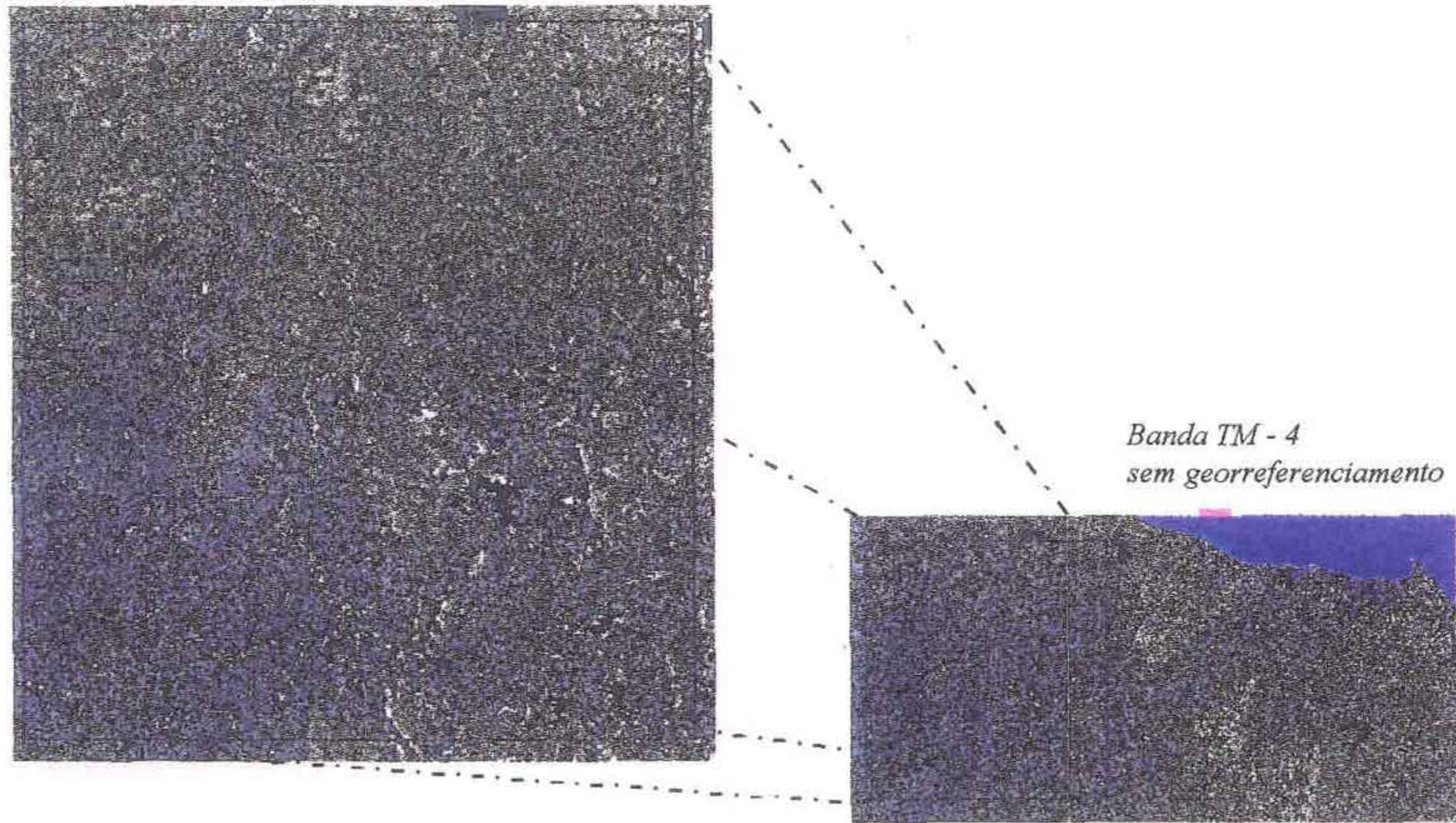
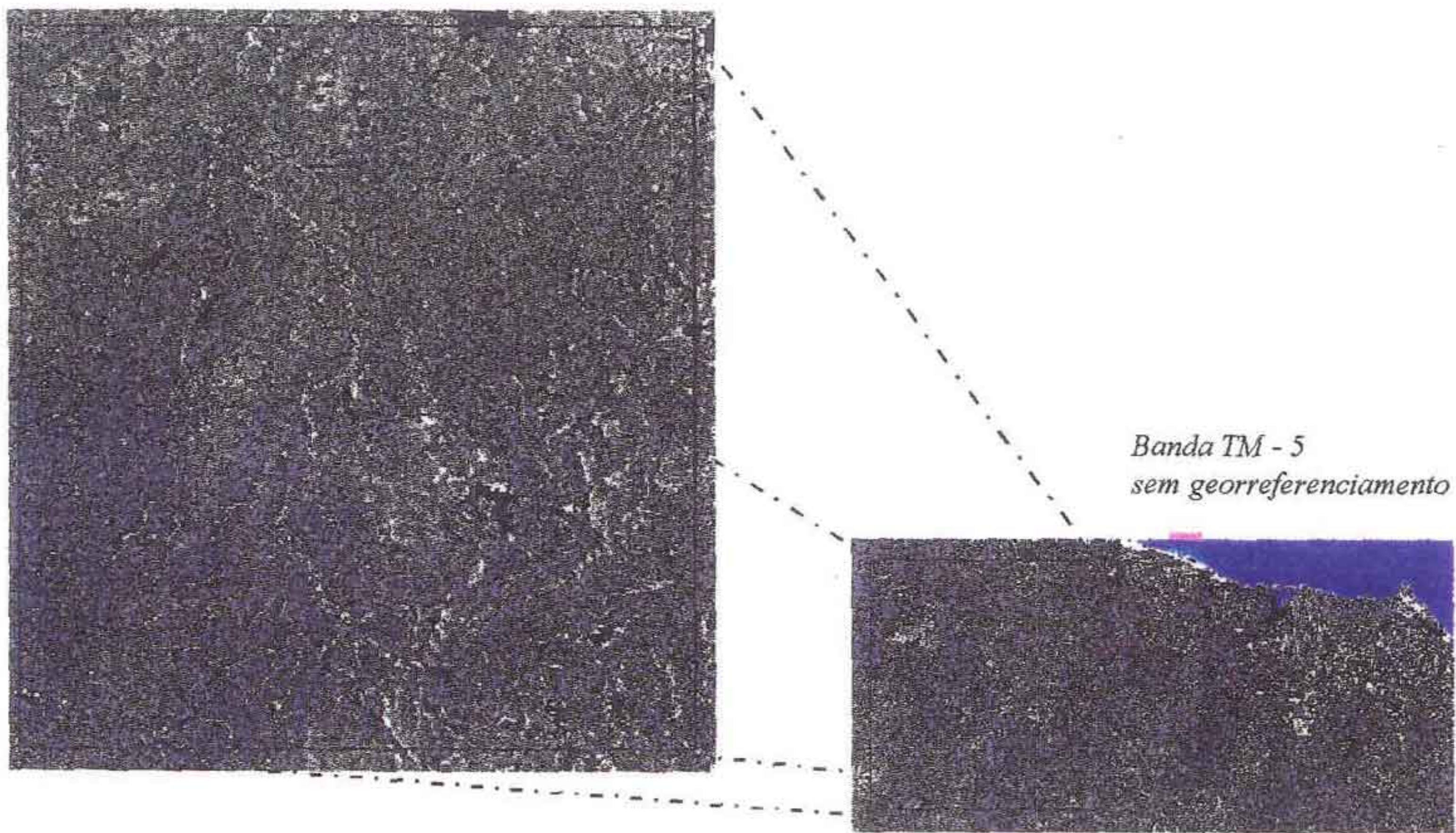




Figura 8.10

*Filtragem isotrópica na Banda TM - 5*

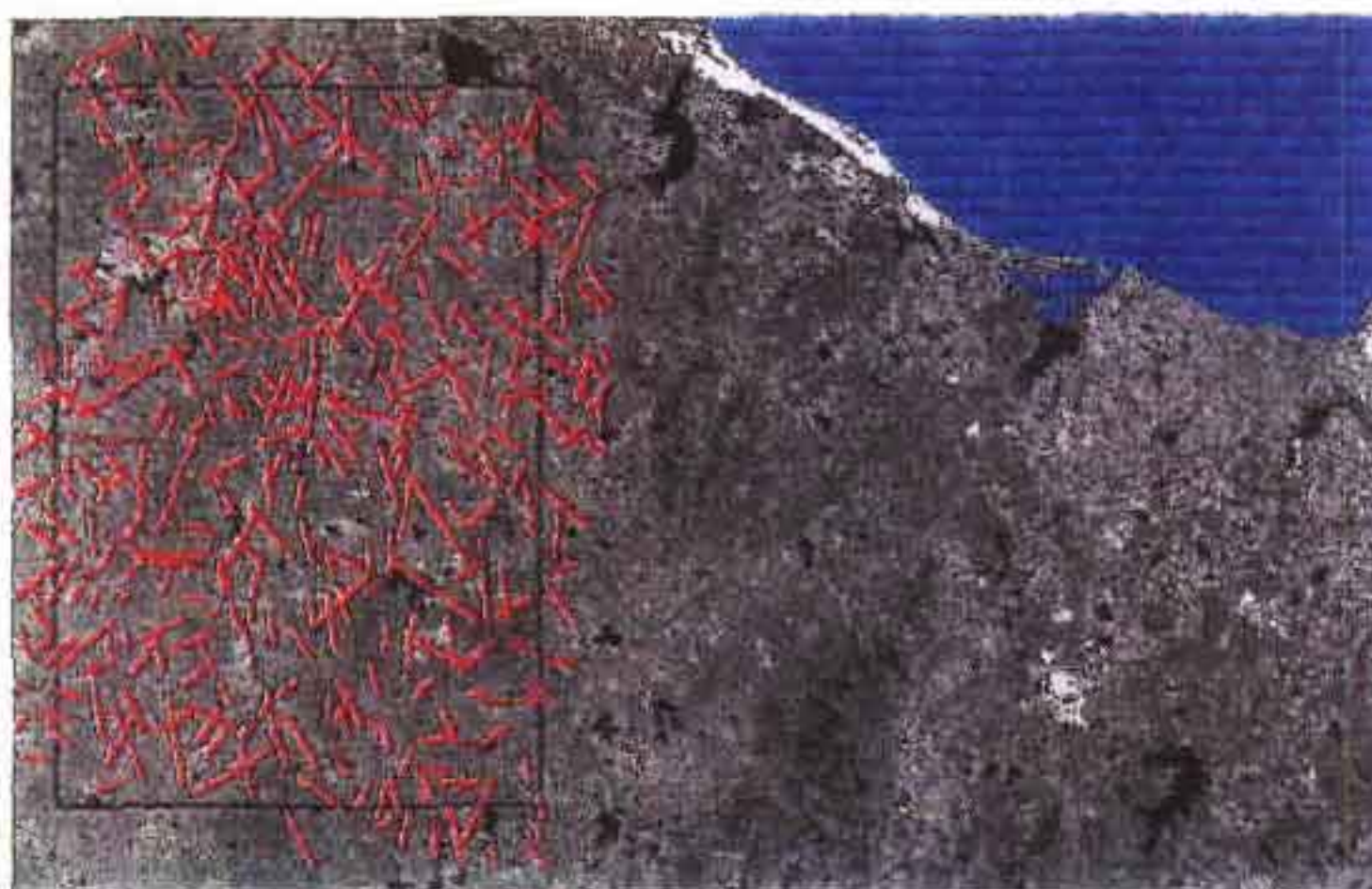






#### 8.2.4 Fotolineamentos

A interpretação dos fotolineamentos foi feita nas imagens tratadas anteriormente (filtragens direcionais e isotrópicas), tendo como resultado o que é mostrado na Figura 8.11.



**Figura 8.11: Fotolineamentos interpretados (banda TM-5)**

A princípio foram analisadas as imagens das bandas TM-4 e TM-5 com tratamento na direção NE e posteriormente as mesmas bandas na direção NW. As imagens com filtros isotrópicos serviram de apoio a fotointerpretação das imagens anteriores.

A área de pesquisa foi dividida de três formas diferentes para análise:

- 24 sub-áreas de 36 Km<sup>2</sup>, apresentado na Figura 8.12
- 06 sub-áreas de 144 Km<sup>2</sup>, apresentado na Figura 8.13
- 02 sub-áreas de 432 Km<sup>2</sup>, apresentado na Figura 8.14

Esse procedimento permitiu a análise quantitativa das estruturas presentes na área de montante e jusante da obra de barramento, e em áreas mais localizadas para definição das direções dos vetores médios





Figura 8.12

Divisão da área em 24 sub-áreas

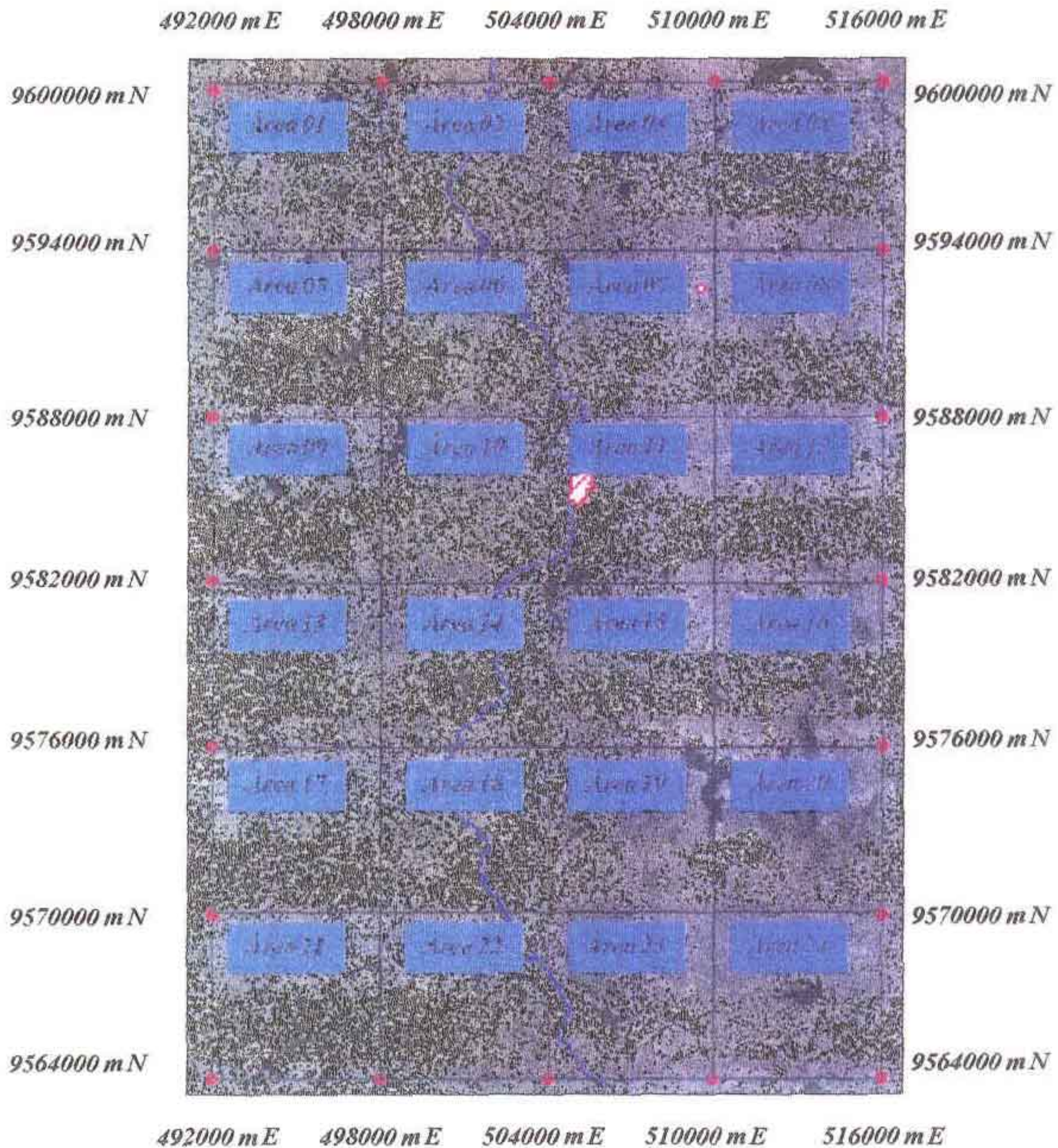






Figura 8.13

Divisão da área em 6 sub-áreas

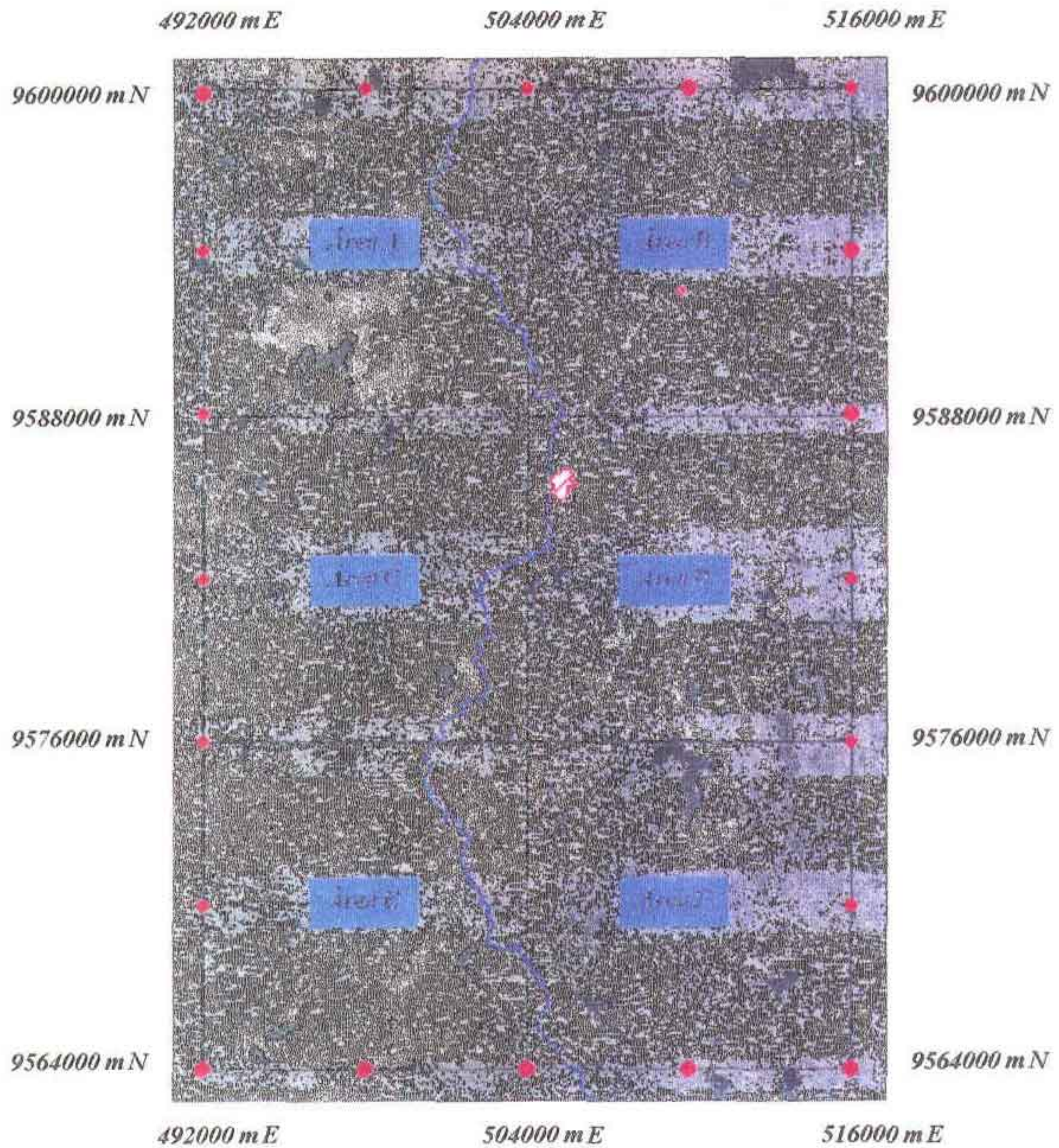
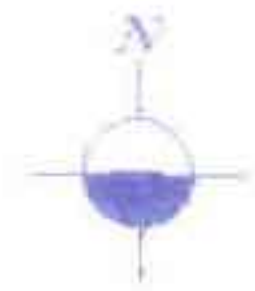
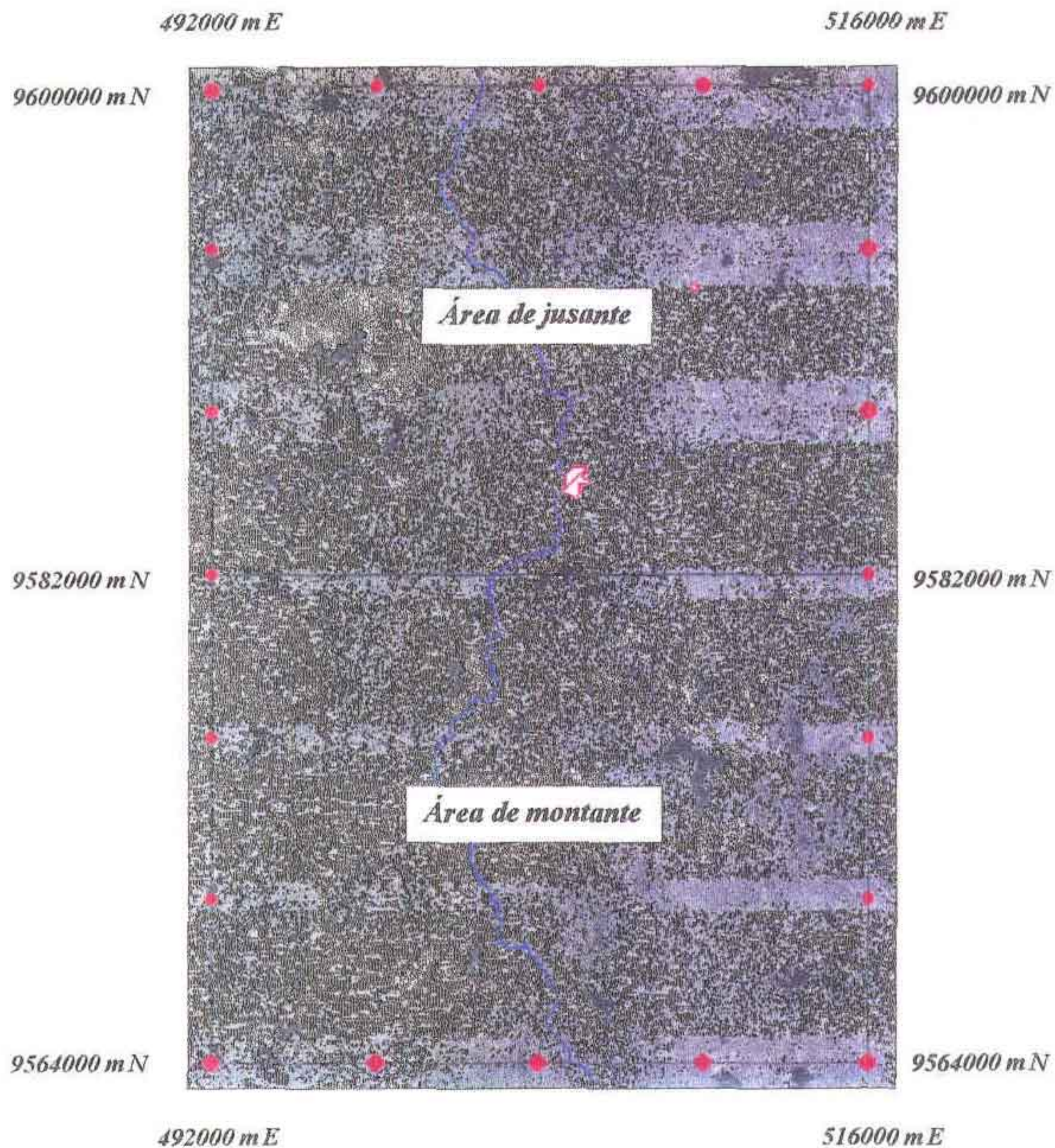
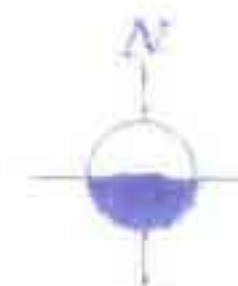






Figura 8.14

Divisão da área em 2 sub-áreas







A Figura 8.15 mostra o número de fotolineamentos encontrados para cada sub-área trabalhada nos três casos.

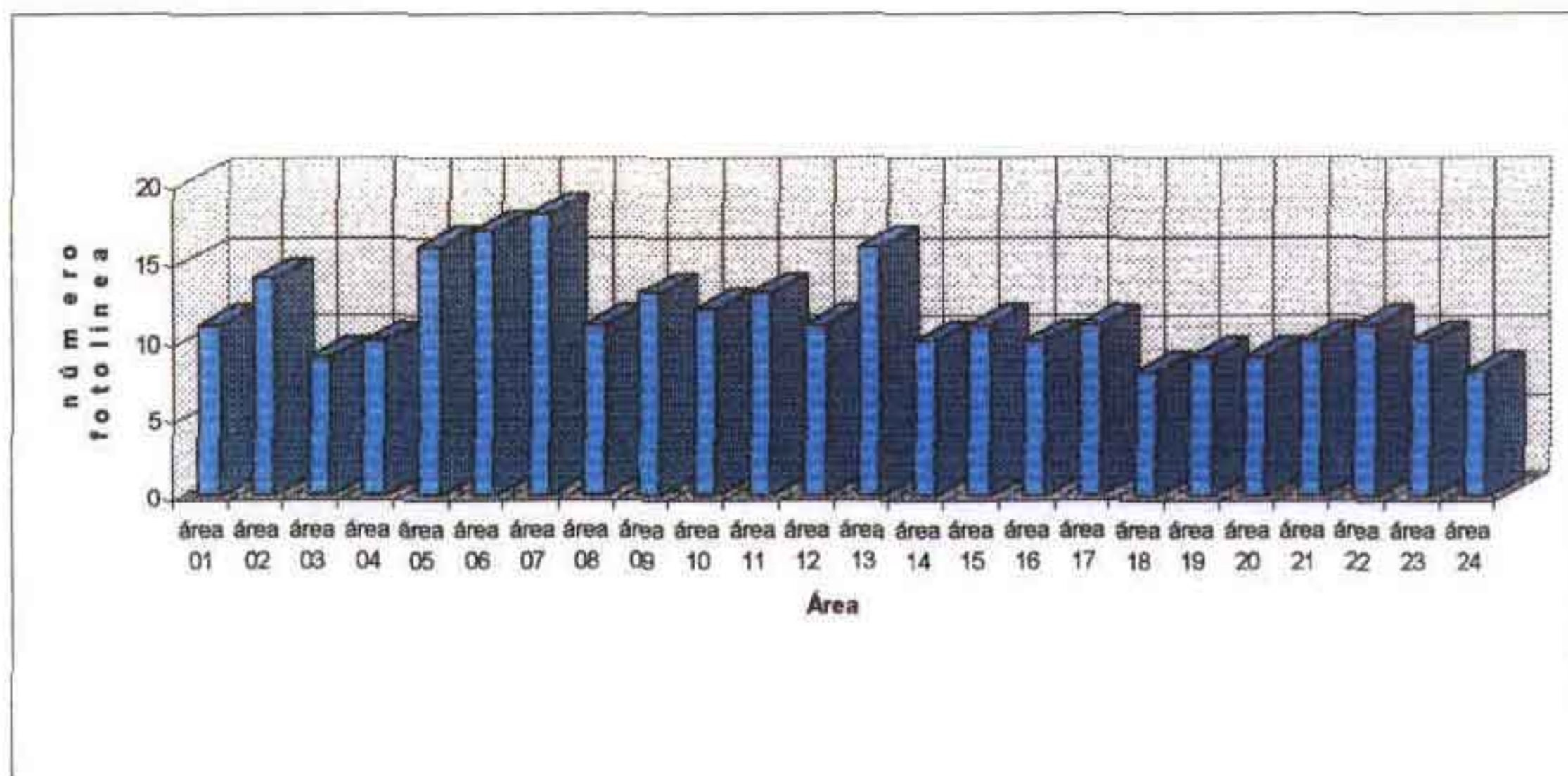


Figura 8.15a: Número de fotolineamentos encontrados para cada uma das 24 sub-áreas.

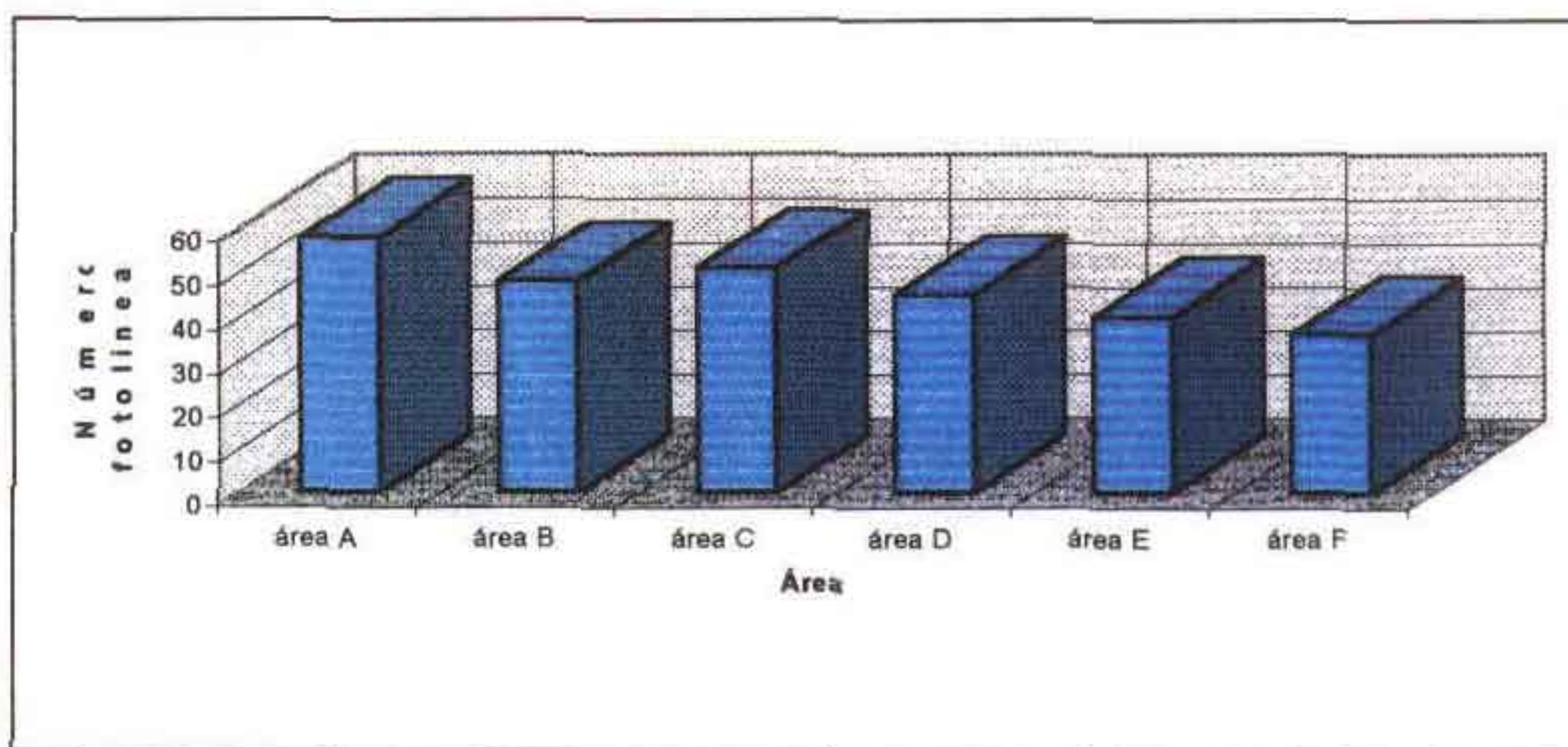


Figura 8.15b: Número de fotolineamentos encontrados para cada uma das 6 sub-áreas.



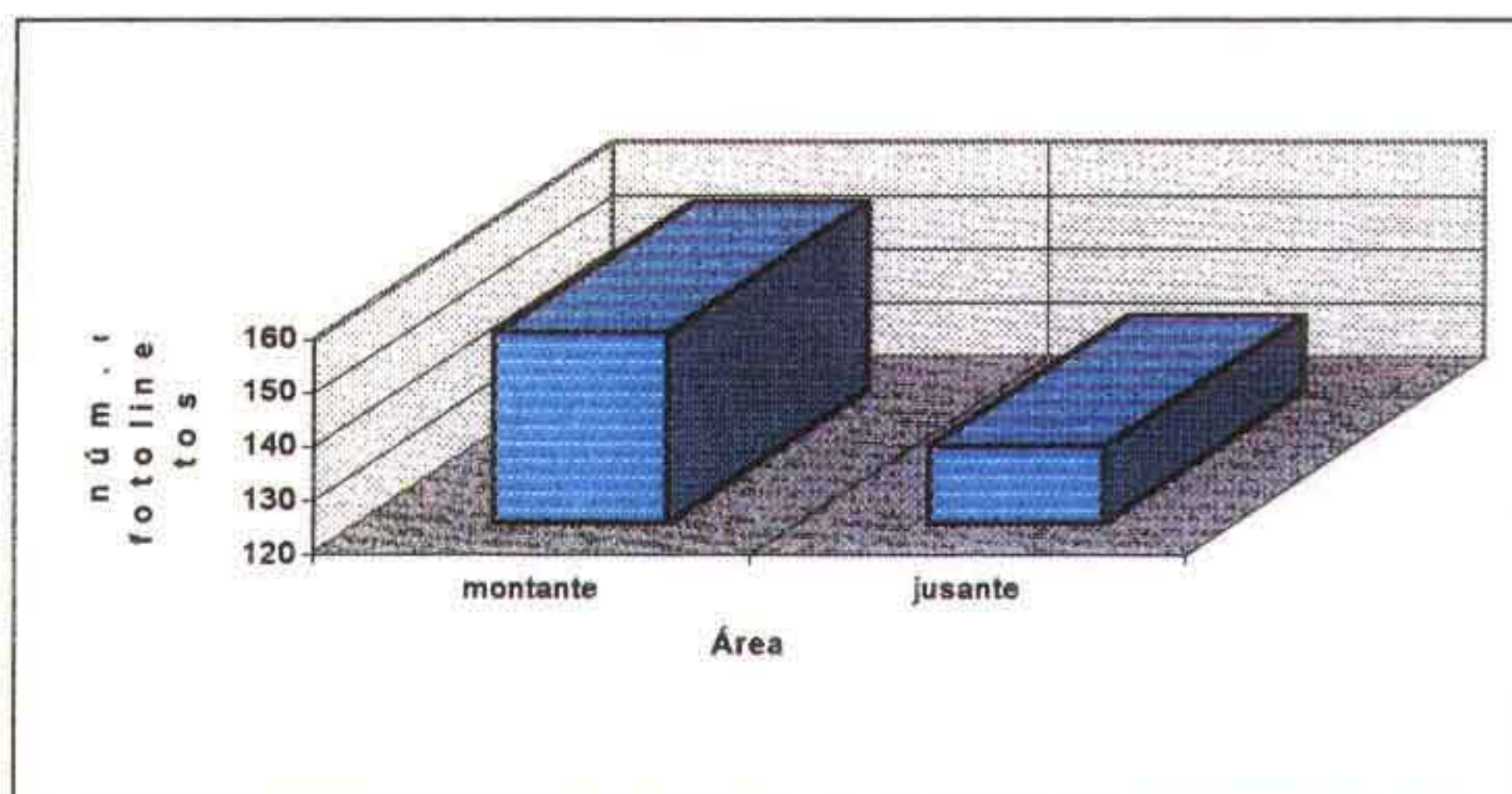


Figura 12c: Número de fotolineamentos encontrados para a área de jusante e de montante da barragem.

Diagrama de roseta referente a área de jusante e de montante da barragem é mostrado na Figura 8.16. Em todos os diagramas, a seta indica a direção média dos lineamentos (FM)



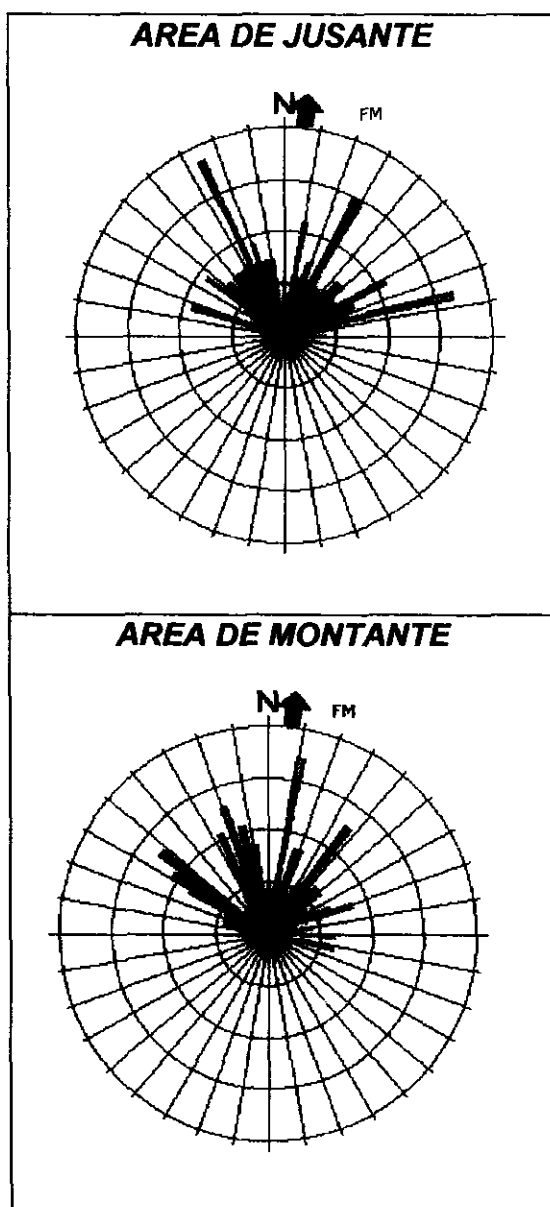


Figura 8 16 Diagramas de roseta para as áreas de montante e de jusante ao barramento

Na Figura 8 17 estão representados os mesmos diagramas para cada uma das vinte e quatro sub-áreas, enquanto na Figura 8 18, são mostrados os vetores médios calculados para cada um desses diagramas

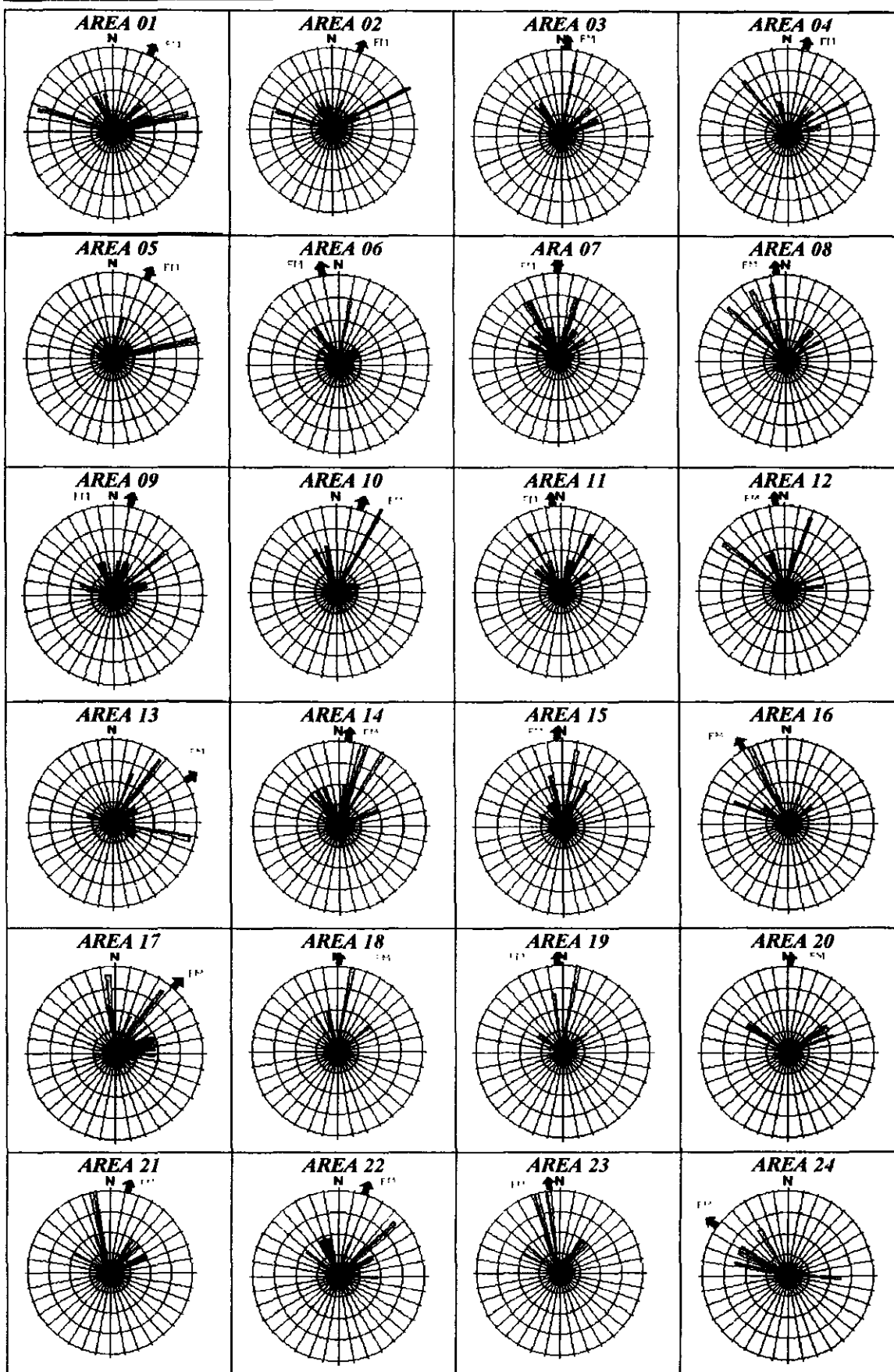


Figura 8.17 Diagramas de roseta para cada uma das 24 sub-áreas

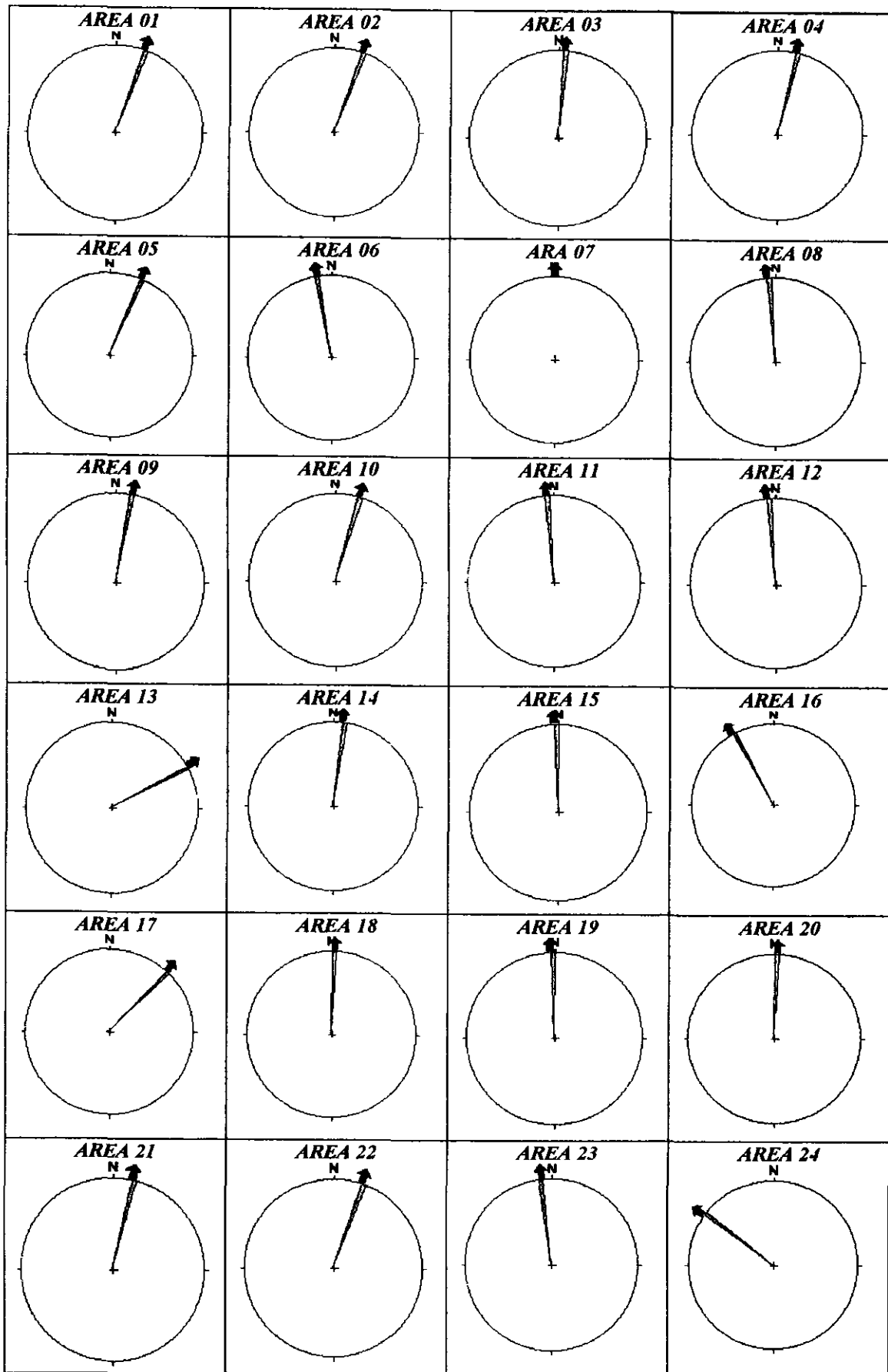


Figura 8 18 Vetores médios calculados para as 24 sub-áreas



Da mesma forma, foram construídos os diagramas para cada uma das 6 sub-áreas e para toda a área são apresentadas nas Figuras 8 19 e 8 20)

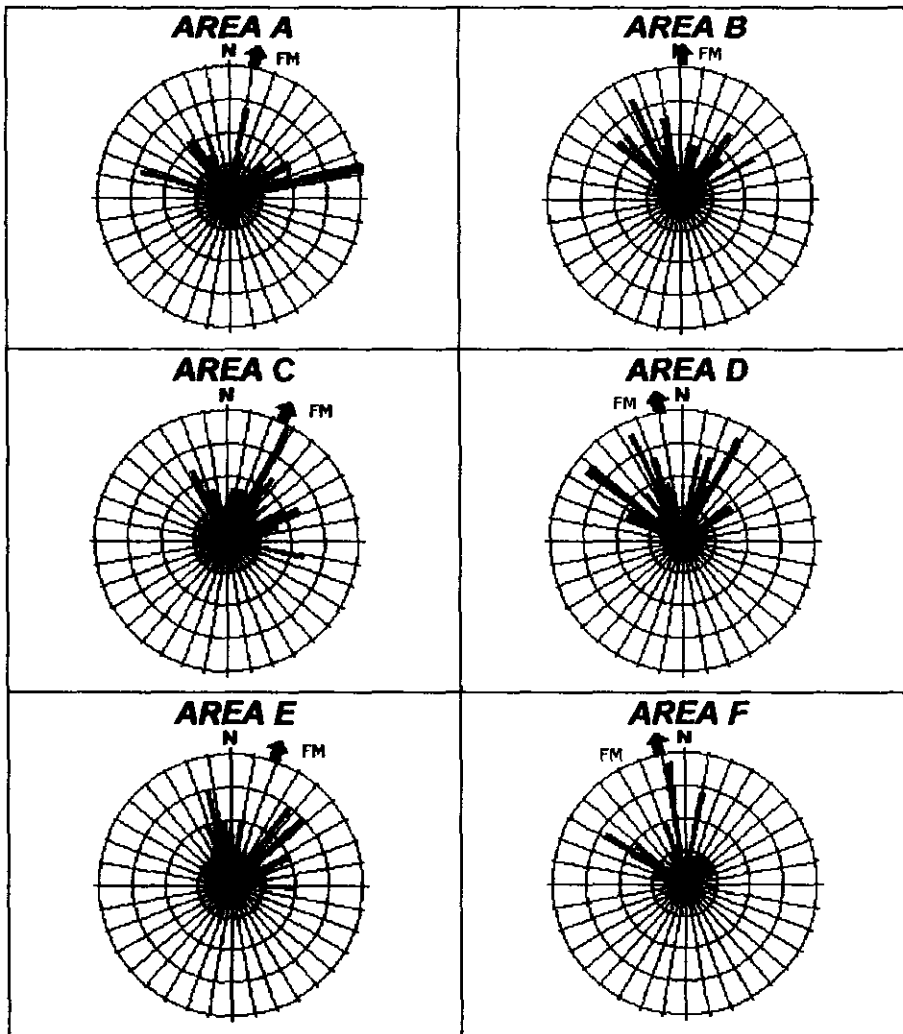
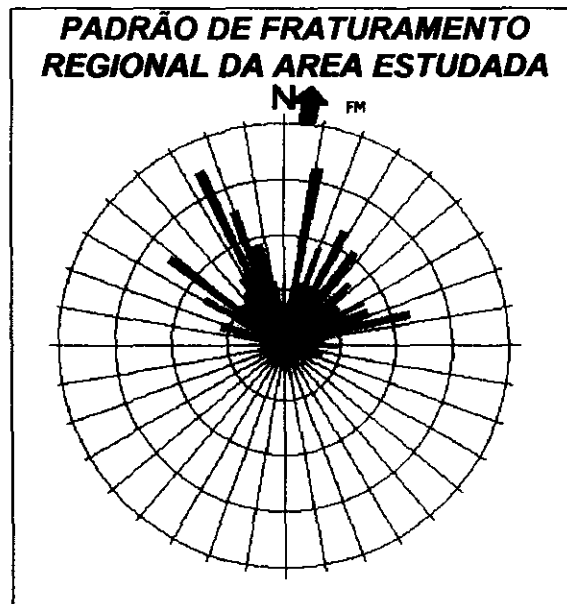


Figura 8.19: Diagramas de roseta para cada uma das 6 sub-áreas.



**Figura 17: Diagrama de roseta geral da área pesquisada.**

### **8.2.5 Conclusões**

A área de pesquisa é representada por rochas do embasamento cristalino com incidência alta de fraturamentos. Em um estudo a nível regional, como o aqui proposto, são feitas análises e interpretações com relação ao padrão geral de descontinuidades geológicas.

A análise dos diagramas de roseta mostram uma tendência de fraturamentos nordeste e noroeste, enquanto os vetores médios indicam uma tendência norte-sul na faixa central da área.

O Rio São Gonçalo tem seu curso claramente condicionado pela existência de descontinuidades geológicas de direções nordeste e noroeste. Em função do porte da obra, nesse primeiro levantamento parece não haver implicações mais sérias dessas estruturas, entretanto é interessante, em fase posterior, uma análise detalhada da área de sua construção, uma vez que o reconhecimento regional do padrão de fraturamento agora já é conhecido.



Do ponto de vista hidrogeológico, o lago que será formado servirá de recarga as fraturas existentes, para captação de água na área de jusante. Para que isso ocorra, entretanto, essas mesmas fraturas devem ter características favoráveis, como serem abertas e com pouco ou nenhum preenchimento.



**Geonorte**

**ANEXOS**

000123



**ANEXO A: RESULTADO DA CALIBRAÇÃO DO MODELO MODHACX  
PARA A BACIA DO RIO SÃO GONÇALO EM SÍTIOS  
NOVOS, PARA UM PERÍODO ENTRE 1968 E 1974.**

C:\WINWORD\RELATOR\IT204396.DOC



# - CALIBRAÇÃO DO MODHAC - SÍTIOS NOVOS

\*\*\*\*\* MODHAC \*\*\*\*\*

MODELO HIDROLOGICO MODHAC

desenvolvido por  
ANTONIO EDUARDO LANNA e MERIEM SCHARZBACH  
INSTITUTO DE PESQUISAS HIDRAULICAS DA UFRGS

IDENTIFICAÇÃO DO PROBLEMA

Curso de água            Rio São Gonçalo  
Secção fluvial            Secção Sítios Novos - 3565000  
Área de drenagem        410,1 Km<sup>2</sup>

Período                    Período    1962-1988    - CALIBRAÇÃO  
Intervalo de simulação            Mensal  
Número de intervalos de simulação    84  
Intervalo de computação            Diário  
Tamanho arquivo de chuvas        1959

Nome arquivo de chuvas            SITIOCB.FLU  
Nome arquivo ET Potencial        FORTALEZ.ETF  
Nome arquivo de vazões            SITI.QC

MODHAC    PARAMETROS DESTA SIMULAÇÃO

	VALOR	MIN	MAX	PASSO	EFEC
RSPX	88 9500	80 0000	95 0000	1000	1000
RSSX	135 5000	120 0000	150 0000	1000	1000
RSBX	0000	0000	0000	0000	0000
RSBF	0000	0000	0000	0000	0000
IMAX	13 1800	12 7000	13 7000	0050	0100
IMIN	6 2100	6 6000	7 8000	0050	0100
IDEC	986800	000000	1 000000	005000	010000
ASP	074700	000000	100000	005000	001000
ASS	001000	000000	002000	005000	001000
ASB	000000	000000	000000	000000	000100
PRED	999 0000	999 0000	999 0000	0000	0000
CEVA	9963	9500	1 0000	0500	0010

CONTROLE DO PROCEDIMENTO AUTOMÁTICO DE CALIBRAÇÃO

NÚMERO MÁXIMO DE SIMULAÇÕES        401  
SIMULAÇÕES ENTRE LISTAGENS        401  
PRECISÃO MÍNIMA DA F O            10

FUNÇÃO-OBJETIVO TIPO MÍNIMOS QUADRADOS  
PASSO INICIAL DE VARIACÃO MANTIDO A CADA ROTACÃO

CONDIÇÕES SUPLEMENTARES E INICIAIS

RETARDO NOS ESCOAMENTOS  
SUPERFICIAL                    0  
SUBTERRÂNEO                    1

RESERVAS INICIAIS DE UMIDADE NA BACIA  
RESERVA SUPERFICIAL                0  
RESERVA SUBSUPERFICIAL            0  
RESERVA SUBTERRÂNEA                0

=====  
 MODHAC CALIBRAÇÃO AUTOMÁTICA PELO MÉTODO DE OTIMIZAÇÃO BLOQUEADA DE ROSENBROCK

NUMERO DE PARAMETROS = 8 OPCAO PASSO INICIAL = 0  
 MAXIMO NUMERO DE INTERACOES = 400 PRECISAO FUNCAO OBJETIVO = 10000000E-01  
 =====

ESTAGIO FUNCAO  
 2 179 729

NUMERO DE SIMULACOES = 54

VALORES DOS PARAMETROS NESTE ESTAGIO

X(1) = 92 9500 X(2) = 137 475 X(3) = 13 3800 X(4) = 6.60750  
 X(5) = 990775  
 X(6) = 7 360625E-02 X(7) = 5 625001E-04 X(8) = 1 00000 X(

OTIMO ATINGIDO NA SIMULACAO 101, PELA PRECISAO DA FUNCAO OBJETIVO

ESTAGIO FUNCAO  
 2 178 592

NUMERO DE SIMULACOES = 101

VALORES DOS PARAMETROS NESTE ESTAGIO

X(1) = 93 1439 X(2) = 137 598 X(3) = 13 3679 X(4) = 6 62873  
 X(5) = 990344  
 X(6) = 7 360319E-02 X(7) = 5 282792E-04 X(8) = 999930 X(

MATRIZ DOS VETORES DIRECIONAIS FINAIS

V(1,1) = 893709	V(1,2) = 441269	V(1,3) = 446854E-01	V(1,4) = -
675867E-01	V(1,5) = 889122E-03		
V(1,6) = - 244374E-03	V(1,7) = - 977494E-04	V(1,8) = 826698E-03	V(
V(2,1) = - 448647	V(2,2) = 879011	V(2,3) = 890137E-01	V(2,4) = -
134633	V(2,5) = 176915E-02		
V(2,6) = - 486794E-03	V(2,7) = - 194718E-03	V(2,8) = 164679E-02	V(
V(3,1) = - 726596E-01	V(3,2) = - 358772E-01	V(3,3) = 549636	V(3,4) = -
831325	V(3,5) = 109240E-01		
V(3,6) = - 390582E-02	V(3,7) = - 120233E-02	V(3,8) = 101685E-01	V(
V(4,1) = - 605555E-01	V(4,2) = - 299973E-01	V(4,3) = - 302758E-02	V(4,4) = -
997544	V(4,5) = 131082E-01		
V(4,6) = - 360682E-02	V(4,7) = - 144273E-02	V(4,8) = 122016E-01	V(
V(5,1) = - 110959E-02	V(5,2) = - 547861E-03	V(5,3) = - 554796E-04	V(5,4) =
839128E-04	V(5,5) = 715329		
V(5,6) = - 196828	V(5,7) = - 787313E-01	V(5,8) = 665855	V(
V(6,1) = - 775368E-03	V(6,2) = - 382839E-03	V(6,3) = - 387684E-04	V(6,4) =
586372E-04	V(6,5) = - 770521E-06		
V(6,6) = - 281671	V(6,7) = - 112668	V(6,8) = 952873	V(
V(7,1) = - 743974E-03	V(7,2) = - 367339E-03	V(7,3) = - 371987E-04	V(7,4) =
562631E-04	V(7,5) = - 739323E-06		
V(7,6) = 203431E-06	V(7,7) = - 117423	V(7,8) = 993082	V(
V(8,1) = - 738828E-03	V(8,2) = - 364796E-03	V(8,3) = - 369414E-04	V(8,4) =
558738E-04	V(8,5) = - 734209E-06		
V(8,6) = 202023E-06	V(8,7) = 808093E-07	V(8,8) = 1 00000	V(

DIMENSÃO DOS PASSOS FINAIS

E(1) = 8.50776E-02 E(2) = -4.41062E-02 E(3) = 6.916813E-03 E(4) =  
 5.764272E-03 E(5) = 1.056228E-04  
 E(6) = -1.009599E-04 E(7) = -6.512177E-05 E(8) = -1.194471E-04 E(9)

MODHAC RESULTADOS OBTIDOS

PARAMETROS USADOS NESTA SIMULAÇÃO

RSEY= 93 1439 RSSX= 137 5983 RSBY= 0000 RSBZ= 0000  
 IMAX= 13 3679 IMIN= 6 6287 IDEC= 0003 ASP= 0736  
 ASS = 0005 ASB = 0000 PRED= 999 0000 CEVA= 3999

	CHUVA	VAZAO OBS	VAZAO CAL	EVAPO-TRANSPIRAÇÕES			UMIDADES			INFILTRAÇÃO FREQUENCIA
				POTENCIAL	SUPERFICIE	SUBSOLO	TOTAL	SUPERFICIE	SUBSOLO	
1	32 900	000	000	143 600	1 374	724	33 600	000	000	000
2	66 300	000	000	116 411	1 344	2 011	54 432	2 706	2 696	000
3	216 500	16 000	670	119 102	26 904	000	119 102	22 691	65 404	000
4	191 500	53 031	11 733	105 690	43 374	000	105 690	31 615	137 526	000
5	221 800	52 970	47 274	109 989	47 364	000	109 989	46 480	137 526	000
6	12 900	4 993	1 983	105 900	36 746	59 545	105 899	000	77 304	000
7	17 700	780	621	111 197	621	111 197	76 768	94 424	000	000
8	1 700	000	000	175 191	000	000	000	1 700	000	000
9	000	000	000	144 110	000	000	000	000	000	000
10	3 100	000	000	159 495	000	000	3 100	000	000	000
11	800	000	000	151 710	000	000	000	000	000	000
12	14 300	000	000	149 389	447	000	000	14 300	000	000
13	47 500	000	000	143 002	15 778	3 773	47 494	000	000	000
14	51 300	000	000	122 052	6 899	3 773	47 344	2 918	1 025	000
15	256 600	6 889	386	119 100	76 535	6 300	118 967	47 606	75 552	000
16	362 700	35 002	136 216	105 690	25 553	000	105 690	42 776	137 526	000
17	96 800	38 493	37 763	109 989	40 948	5 460	109 989	000	131 826	000
18	68 400	2 571	1 598	105 900	6 753	56 056	105 699	13 344	79 412	000
19	35 000	6 889	1 464	111 197	40 873	23 240	111 196	000	72 120	000
20	28 800	980	523	175 191	14 588	75 546	101 416	000	000	000
21	2 600	000	000	145 110	000	000	2 600	000	000	000
22	3 800	000	000	149 495	000	000	3 800	000	000	000
23	31 000	000	000	152 710	8 294	1 176	26 999	000	000	000
24	18 500	000	000	149 389	000	000	8 519	9 273	708	000
25	137 700	7 004	429	143 002	40 373	1 023	73 127	24 563	49 538	000
26	26 000	000	412	122 052	21 566	55 952	97 715	000	000	000
27	191 500	6 003	405	119 102	44 630	000	118 160	11 917	62 985	000
28	268 000	47 381	18 589	105 690	41 520	7 048	105 690	71 041	137 526	000
29	8 500	6 003	8 960	105 988	65 735	27 320	109 988	4 786	172 384	000
30	18 600	1 011	1 173	107 900	4 931	32 676	105 897	000	28 745	000
31	2 000	000	000	111 197	000	28 658	40 486	000	000	000
32	4 700	000	000	125 191	000	000	4 700	000	000	000
33	1 800	000	000	145 110	000	000	1 800	000	000	000
34	3 000	000	000	149 389	000	000	3 000	000	000	000
35	21 000	000	000	157 710	6 323	1 018	20 993	000	000	000
36	8 700	000	000	149 389	000	000	8 700	000	000	000
37	91 700	000	033	143 002	15 455	000	57 062	13 083	11 515	000
38	69 900	000	039	122 052	20 778	75 552	75 784	13 473	1 209	000
39	223 500	5 023	637	119 102	35 072	000	119 100	33 126	55 273	000
40	176 300	72 995	14 956	105 690	26 449	000	105 690	25 779	137 526	000
41	169 500	22 011	38 058	109 989	39 515	000	109 988	19 473	137 526	000
42	104 100	18 024	14 193	105 900	46 755	11 206	105 900	000	129 954	000
43	75 200	6 003	1 725	111 197	21 674	47 919	11 736	000	78 255	000
44	22 700	687	437	125 191	000	75 548	90 460	000	000	000
45	1 800	000	000	145 110	000	000	1 800	000	000	000
46	13 400	000	000	149 495	1 750	000	13 400	000	000	000
47	3 000	000	000	151 710	000	000	3 000	000	000	000
48	11 500	000	000	149 389	000	000	11 500	000	000	000
49	30 200	5524 957	002	143 002	8 168	7 982	30 197	000	000	000
50	56 100	-6103 992	077	126 411	10 879	6 215	53 142	2 732	2 799	000
51	112 100	-6524 957	092	119 102	27 508	453	35 072	0 531	16 469	000
52	112 100	5714 474	119	105 690	72 869	16 475	82 668	23 120	26 151	000
53	119 300	-6524 957	836	109 988	47 271	7 941	109 988	000	57 777	000
54	54 900	6314 474	572	105 900	16 357	52 630	105 897	000	6 223	000
55	56 900	-6524 957	013	111 197	15 377	9 470	49 173	000	000	000
56	16 900	6524 957	006	125 191	7 701	216	19 900	000	000	000
57	1 900	000	000	145 110	000	000	1 900	000	000	000
58	3 900	000	000	149 495	000	000	3 900	000	000	000
59	1 400	000	000	151 710	000	000	1 400	000	000	000
60	32 100	000	001	149 389	8 064	887	25 516	6 114	467	000
61	71 600	000	007	143 002	24 985	4 340	78 174	000	000	000
62	184 200	3 835	153	122 052	35 092	5 474	86 827	63 440	33 783	000
63	322 600	71 977	78 968	119 102	27 448	000	119 100	72 999	137 526	000
64	286 600	124 014	148 369	105 690	11 738	000	105 690	74 343	137 526	000
65	184 200	51 991	65 724	109 988	37 172	000	109 988	35 149	137 526	000
66	261 400	29 012	80 601	105 900	50 970	000	105 900	37 352	137 526	000
67	74 200	6 909	5 370	111 197	39 902	35 073	111 197	9 162	111 242	000
68	3 500	2 025	338	125 191	8 731	120 834	123 055	000	000	000
69	13 100	000	070	145 110	8 244	019	13 100	000	000	000
70	2 900	000	000	149 495	000	000	2 900	000	000	000
71	2 300	000	000	151 710	000	000	2 300	000	000	000
72	5 000	000	000	149 389	000	000	5 000	000	000	000
73	213 800	39 433	12 383	743 902	7 152	000	47 240	77 475	30 654	000
74	168 400	30 913	32 719	122 052	30 149	000	122 052	29 958	137 526	000
75	413 100	228 994	203 735	119 102	29 704	000	119 102	61 145	137 526	000
76	480 200	309 024	336 263	105 690	8 392	000	105 690	79 444	137 526	000
77	362 400	206 003	198 127	109 988	31 520	000	109 988	86 774	137 526	000
78	4 500	25 978	14 571	105 900	52 280	14 907	105 900	000	122 307	000
79	11 200	6 389	1 226	111 197	2 520	33 486	111 194	000	21 840	000
80	3 000	960	077	125 191	700	21 815	74 815	000	000	000
81	11 200	000	000	145 110	000	000	11 200	000	000	000
82	3 000	000	000	149 495	000	000	3 000	000	000	000
83	3 000	000	000	151 710	000	000	3 000	000	000	000
84	132 300	000	018	149 389	43 754	6 596	111 223	13 160	6 466	000
700	4069 500	1443 691	1455 702	5797 306	1069 403	902 246	4144 271			000

VALORES DAS FUNCOES-OBJETIVO  
 FUNCAO-OBJETIVO MINIMOS QUADRAPOS = 179  
 FUNCAO-OBJETIVO MODULADA = 220  
 FUNCAO-OBJETIVO VALOR ABSOLUTO = 5.00

VALOR OTIMO DOS PARAMETROS									
	RSEF	RSSX	RSBX	RSBE	IMAX	IMIN	IIEC	ASP	ASS
ASB	PRED	CEVA							
	93 14	137 6	0000	0000	13 37	6 629	9903	7 3603E-	
	025.2828E-04	0000	999 0	9999					

Valor otimo da funcao-objetivo = 179 58950



**ANEXO B: RESULTADO DA SIMULAÇÃO DO MODELO MODHACX  
PARA A BACIA DO RIO SÃO GONÇALO EM SÍTIOS  
NOVOS, PARA UM PERÍODO ENTRE 1922 E 1988.**

C:\WINWORD\RELATOR\IT204396.DOC

# - GERAÇÃO DE VAZÕES COM O MODHAC - SÍTIOS NOVOS

**PERÍODO 1922-1961**

-----  
 \*\*\*\*\* MODHAC \*\*\*\*\*

MODELO HIDROLOGICO MODHAC

desenvolvido por  
 ANTONIO EDUARDO LANNA e MIRIAM SCHAPZBACH  
 INSTITUTO DE PESQUISAS HIDRAULICAS DA UFRGS

-----  
 IDENTIFICACAO DO PROBLEMA

Curso de agua            Rio Sao Goncalo  
 Secao fluviatil        Secao Sítios Novos - 35650000  
 Area de drenager      410 1 Km2

Periodo                Periodo    1922-1961 - GERAÇÃO  
 Intervalo de simulacao            Mensal  
 Numero de intervalos de simulacao    480  
 Intervalo de computacao            Diario  
 Tamanho arquivo de chuvas        6380

-----  
 Nome arquivo de chuvas            SITI2261 PLU  
 Nome arquivo ET Potencial        FORTALEZ ETP

-----  
 MODHAC    PARAMETROS DESTA SIMULACAO

	VALOR	MIN	MAY	PASSO	PREC
RSPX	: 93 1400	92 0900	: 95 2100	1 0000	: 0010
RSSX	: 137 6000	138 6000	: 131 2000	1 0000	: 0010
RSBX	0000	: 0000	0000	: 0000	0010
RSBF	0000	: 0000	0000	: 0000	0000
IMAX	13 3700	13.1900	13 1800	: 5 0000	0100
IMIN	: 6 6300	6 9600	: 6 9100	1 0000	: 0100
IDEC	: 990300	986800	: 762100	010000	: 000100
ASP	: 073600	074700	: 077800	000100	: 000000
ASS	: 000600	001500	: 000300	: 000100	000000
ASB	000000	: 000000	000000	: 000000	000100
PRED	999 0000	: 999 0000	: 999 0000	: 0000	0000
CEVA	9999	9991	: 9821	: 0010	: 0000

-----  
 CONDICAOES SUPLEMENTARES E INICIAIS

RETARDO DOS ESCOAMENTOS

                  SUPERFICIAL        0  
                   SUBTERRANEO        1

RESERVAS INICIAIS DE UMIDADE NA BACIA

RESERVA SUPERFICIAL            0  
 RESERVA SUBSUPERFICIAL        0  
 RESERVA SUBTERRANEA            0

MODHAC RESULTADOS OBTIDOS

PARAMETROS USADOS NESTA SIMULACAO

RSPY= 93 1400 RSSX= 137 6000 RSBX= 0000 RSBF= 0000  
 IMAX= 13 3700 IMIN= 6 6300 IDEC= 0003 ASP = 0736  
 ASS = 0006 ASB = 0000 BREC= 999 0000 CEVA= 9999

	CHUVA	VAZAO	OBS	POTENCIAL				UNIDADES			
				POTENCIAL	SUPERFICIE	SUBSOLO	TOTAL	SUPERFICIE	SUBSOLO	AQUIFERO	PROFUNDA
1	38 000	-6524 957	000	143 902	5 147	423	38 000	000	000	000	000
2	60 500	-5893 509	001	127 052	2 343	099	38 777	18 199	2 611	000	000
3	85 000	-6524 957	028	119 102	17 149	4 841	67 359	27 592	10 736	000	000
4	245 300	-6314 474	1 409	105 690	31 744	000	105 690	39 344	137 070	000	000
5	141 300	-6524 957	44 211	109 988	17 176	4 276	109 988	000	137 070	000	000
6	78 300	-6314 474	32 103	105 690	19 176	35 983	105 690	000	104 354	000	000
7	56 400	-6524 957	1 424	111 197	12 147	56 873	111 197	000	48 169	000	000
8	16 100	-6524 957	195	135 191	3 793	48 360	64 103	000	000	000	000
9	5 300	-6314 474	000	145 110	000	000	5 300	000	000	000	000
10	200	-6524 957	000	159 495	000	000	200	000	000	000	000
11	16 300	-6314 474	000	151 710	2 747	000	13 274	2 223	562	000	000
12	2 000	-6524 957	000	149 389	2 223	347	4 785	000	000	000	000
13	37 500	-6524 957	000	143 902	2 038	176	37 500	000	000	000	000
14	182 700	-5893 509	236	122 052	17 231	000	112 075	23 345	41 364	000	000
15	158 100	-6524 957	3 173	109 102	54 882	1 700	117 102	17 775	30 385	000	000
16	177 400	-6314 474	1 822	105 690	43 135	8 300	105 690	54 130	123 899	000	000
17	47 300	-6524 957	5 455	109 988	36 352	33 214	109 988	000	102 696	000	000
18	37 800	-6314 474	1 313	105 690	11 905	64 702	105 690	000	33 319	000	000
19	20 600	-6524 957	149	151 197	3 431	32 485	43 100	000	000	000	000
20	3 400	-6524 957	000	135 191	000	000	3 400	000	000	000	000
21	9 150	-6314 474	000	145 110	000	000	9 150	000	000	000	000
22	6 000	-6524 957	000	159 495	000	000	6 000	000	000	000	000
23	200	-6314 474	000	151 710	000	000	200	000	000	000	000
24	2 950	-6524 957	000	149 389	000	000	2 950	000	000	000	000
25	224 270	-6524 957	2 556	143 902	12 430	3 293	28 620	81 002	41 947	000	000
26	216 480	-6103 492	34 032	105 411	29 167	000	126 411	38 449	137 517	000	000
27	342 330	-6524 957	171 822	109 102	6 270	000	115 102	67 398	137 517	000	000
28	464 230	-6314 474	312 103	105 690	7 635	000	105 690	86 521	137 517	000	000
29	317 200	-6524 957	188 048	109 988	16 176	000	109 988	71 323	137 517	000	000
30	119 600	-6314 474	34 343	105 690	53 390	000	105 690	2 479	137 517	000	000
31	11 770	-6524 957	1 829	151 197	5 111	47 296	111 197	38 734	000	000	000
32	000	-6524 957	115	135 191	000	38 642	38 642	000	000	000	000
33	3 900	-6314 474	000	145 110	000	000	3 900	000	000	000	000
34	17 600	-6524 957	001	159 495	4 932	000	17 600	000	000	000	000
35	5 200	-6314 474	000	151 710	000	000	5 200	000	000	000	000
36	37 900	-6524 957	002	149 389	10 281	1 641	37 900	000	000	000	000
37	90 000	-6524 957	005	143 902	19 773	3 071	90 000	000	000	000	000
38	109 190	-5893 509	078	122 052	38 258	15 368	93 668	10 359	796	000	000
39	211 200	-6524 957	1 555	112 102	36 806	2 821	116 440	63 611	41 909	000	000
40	275 900	-6314 474	51 823	105 690	9 735	000	105 690	86 521	137 517	000	000
41	141 000	-6524 957	92 459	109 988	52 070	15 326	109 988	000	121 567	000	000
42	18 870	-6314 474	1 390	105 690	1 198	87 178	105 690	000	33 174	000	000
43	000	-6524 957	102	151 197	000	37 072	37 072	000	000	000	000
44	5 300	-6524 957	000	135 191	000	000	5 300	000	000	000	000
45	21 050	-6314 474	000	145 110	3 676	447	21 050	000	000	000	000
46	3 500	-6524 957	000	159 495	000	000	3 500	000	000	000	000
47	11 100	-6314 474	000	151 710	000	000	11 100	000	000	000	000
48	3 900	-6524 957	000	149 389	000	000	3 900	000	000	000	000
49	35 800	-6524 957	003	143 902	15 178	2 737	35 800	000	000	000	000
50	276 000	-5893 509	176	109 102	38 271	000	120 692	47 171	137 517	000	000
51	489 200	-6314 474	411 340	117 102	26 752	000	117 102	75 000	137 517	000	000
52	676 800	-6314 474	527 321	105 690	21 664	000	105 690	84 710	137 517	000	000
53	261 800	-6524 957	151 624	109 988	67 310	000	109 988	19 179	137 517	000	000
54	17 900	-6314 474	3 326	105 690	17 411	72 621	105 690	000	63 482	000	000
55	5 500	-6524 957	354	111 197	000	63 156	63 156	000	000	000	000
56	000	-6524 957	000	135 191	000	000	000	000	000	000	000
57	000	-6314 474	000	145 110	000	000	000	000	000	000	000
58	10 500	-6524 957	000	149 389	000	000	10 500	000	000	000	000
59	000	-6314 474	000	151 710	000	000	000	000	000	000	000
60	000	-6524 957	000	149 389	000	000	000	000	000	000	000
61	124 200	-6524 957	029	143 902	13 796	000	84 746	26 685	12 432	000	000
62	157 700	-5893 509	025	122 052	30 881	20 686	114 702	44 638	37 864	000	000
63	116 700	-6524 957	1 218	119 102	56 693	4 906	119 102	2 187	76 672	000	000
64	458 100	-6314 474	169 827	105 690	16 544	000	105 690	83 702	137 517	000	000
65	122 800	-6524 957	25 424	109 988	57 924	000	109 988	15 637	137 517	000	000
66	111 300	-6314 474	3 716	105 690	51 537	14 692	105 690	11 112	137 517	000	000
67	37 600	-6524 957	2 081	111 197	22 369	64 272	111 197	000	72 381	000	000
68	5 400	-6524 957	380	135 191	000	72 044	77 444	000	000	000	000
69	11 800	-6314 474	000	145 110	000	000	11 800	000	000	000	000
70	000	-6524 957	000	159 495	000	000	000	000	000	000	000
71	7 500	-6314 474	000	151 710	000	000	7 500	000	000	000	000
72	49 200	-6524 957	040	143 902	30 475	10 246	49 200	000	000	000	000
73	92 900	-6524 957	018	143 902	27 768	1 573	82 777	3 006	6 593	000	000
74	113 300	-6103 492	019	105 411	25 248	10 504	70 396	45 447	7 434	000	000
75	60 600	-6524 957	624	119 102	66 635	7 044	119 102	40 859	13 664	000	000
76	251 200	-6314 474	31 778	105 690	45 491	000	105 690	54 802	137 517	000	000
77	44 600	-6524 957	12 045	109 988	40 877	42 259	109 988	000	84 256	000	000
78	26 100	-6314 474	625	105 690	6 160	35 345	105 690	4 172	10 311	000	000
79	3 700	-6524 957	021	111 197	4 770	10 178	17 966	000	000	000	000
80	000	-6524 957	000	135 191	000	000	000	000	000	000	000
81	9 300	-6314 474	000	145 110	1 763	104	9 300	000	000	000	000
82	5 570	-6524 957	000	159 495	000	000	5 570	000	000	000	000
83	2 000	-6314 474	000	151 710	000	000	2 000	000	000	000	000
84	25 000	-6524 957	003	149 389	9 683	1 846	25 000	000	000	000	000
85	67 000	-6524 957	006	143 902	11 599	285	40 494	13 959	4 538	000	000
86	227 000	-5893 509	238	122 052	36 657	000	122 052	75 101	54 216	000	000
87	359 000	-6524 957	145 332	119 102	40 194	000	119 102	84 254	137 517	000	000
88	293 000	-6314 474	155 022	105 690	61 831	000	105 690	59 442	137 517	000	000
89	132 000	-6524 957	26 365	109 988	61 980	000	109 988	4 804	137 517	000	000
90	60 000	-6314 474	2 240	105 690	31 633	44 436	105 690	000	84 200	000	000
91	6 000	-6524 957	807	111 197	000	93 450	93 450	000	000	000	000
92	3 000	-6524 957	000	125 191	000	000	3 000	000	000	000	000
93	3 000	-6314 474	000	145 110	000	000	3 000	000	000	000	000
94	1 000	-6524 957	000	159 495	000	000	1 000	000	000	000	000
95	3 000	-6314 474	000	151 710	000	000	3 000	000	000	000	000
96	6 000	-6524 957	000	149 389	000	000	6 000	000	000	000	000
97	50 000	-6524 957	013	143 902	17 245	4 164	49 387	000	000	000	000
98	24 000	-5893 509	000	122 052	3 043	333	24 000	000	000	000	000
99	113 000	-6524 957	056	119 102	11 643						

104	10 000	4524 957	000	143 753	200	000	10 000	000	000	000	000	000	000	000
105	70 000	4524 957	001	743 902	717	702	10 000	000	000	000	000	000	000	000
110	746 300	4524 957	525	222 052	41 306	637	21 443	59 436	78 442	000	000	000	000	000
111	217 400	4524 957	56 153	110 102	52 600	000	119 102	16 257	137 517	000	000	000	000	000
112	251 600	4524 957	21 455	105 690	55 772	2 441	105 690	20 303	127 517	000	000	000	000	000
113	39 000	4524 957	4 574	109 988	22 317	58 035	109 988	000	000	000	000	000	000	000
114	40 400	4524 957	4 647	105 900	19 477	65 569	105 900	000	19 548	000	000	000	000	000
115	9 400	4524 957	039	111 197	091	19 347	78 721	000	000	000	000	000	000	000
116	14 000	4524 957	002	75 191	8 529	1 508	19 988	000	000	000	000	000	000	000
117	5 500	4524 957	000	745 110	000	000	5 500	000	000	000	000	000	000	000
118	7 700	4524 957	000	159 495	000	000	7 700	000	000	000	000	000	000	000
119	3 000	4524 957	000	151 710	000	000	3 000	000	000	000	000	000	000	000
120	14 300	4524 957	000	149 389	4 321	331	14 300	000	000	000	000	000	000	000
121	58 000	4524 957	004	143 002	27 517	1 040	50 203	5 534	2 251	000	000	000	000	000
122	70 000	4524 957	015	126 411	24 255	2 556	48 578	19 312	3 675	000	000	000	000	000
123	133 000	4524 957	784	119 102	72 389	4 366	119 102	15 101	157	42 485	000	000	000	000
124	32 000	4524 957	295	105 690	12 389	42 57	74 902	000	000	000	000	000	000	000
125	42 100	4524 957	708	109 988	23 924	3 377	42 097	000	000	000	000	000	000	000
126	72 500	4524 957	007	105 900	25 250	585	63 070	8 174	4 246	000	000	000	000	000
127	17 000	4524 957	023	111 197	3 861	4 755	29 410	000	000	000	000	000	000	000
128	000	4524 957	000	111 197	000	000	000	000	000	000	000	000	000	000
129	17 600	4524 957	001	155 110	6 471	691	17 276	337	926	000	000	000	000	000
130	3 200	4524 957	000	159 495	337	628	3 563	000	000	000	000	000	000	000
131	000	4524 957	000	151 710	000	000	000	000	000	000	000	000	000	000
132	18 000	4524 957	002	149 389	11 573	1 607	17 948	000	000	000	000	000	000	000
133	150 400	4524 957	167	743 902	35 436	000	92 214	23 479	76 517	000	000	000	000	000
134	157 500	4524 957	1 087	122 052	54 721	000	122 052	7 005	45 318	000	000	000	000	000
135	212 800	4524 957	2 844	119 102	34 801	23 000	113 890	56 738	127 517	000	000	000	000	000
136	516 600	4524 957	341 338	105 690	26 307	000	105 690	76 072	137 517	000	000	000	000	000
137	66 600	4524 957	14 767	109 988	61 253	17 447	109 988	000	122 490	000	000	000	000	000
138	28 200	4524 957	1 504	105 900	4 654	78 052	105 900	000	43 337	000	000	000	000	000
139	9 700	4524 957	213	111 197	1 406	42 257	52 450	000	000	000	000	000	000	000
140	7 700	4524 957	000	135 191	000	000	3 700	000	000	000	000	000	000	000
141	3 200	4524 957	000	145 110	000	000	3 200	000	000	000	000	000	000	000
142	500	4524 957	000	149 495	000	000	500	000	000	000	000	000	000	000
143	13 200	4524 957	000	151 710	000	000	13 200	000	000	000	000	000	000	000
144	56 700	4524 957	201	149 389	9 129	1 000	26 318	28 223	2 154	000	000	000	000	000
145	177 800	4524 957	439	143 902	43 442	74 877	143 902	56 738	137 517	000	000	000	000	000
146	317 500	4524 957	35 160	122 052	37 767	000	122 052	94 531	137 517	000	000	000	000	000
147	664 500	4524 957	517 552	119 102	15 910	000	119 102	86 531	137 517	000	000	000	000	000
148	255 900	4524 957	103 091	105 690	26 776	000	105 690	77 729	137 517	000	000	000	000	000
149	171 200	4524 957	90 525	109 988	57 560	000	109 988	5 871	137 517	000	000	000	000	000
150	69 500	4524 957	7 495	105 900	33 695	42 177	105 900	000	94 516	000	000	000	000	000
151	000	4524 957	768	111 197	000	63 205	93 801	000	900	000	000	000	000	000
152	5 200	4524 957	000	135 191	000	000	4 367	779	059	000	000	000	000	000
153	5 500	4524 957	000	145 110	779	000	6 333	000	000	000	000	000	000	000
154	3 400	4524 957	000	149 495	000	000	3 400	000	000	000	000	000	000	000
155	19 000	4524 957	000	11 710	4 275	346	19 000	000	000	000	000	000	000	000
156	000	4524 957	001	743 902	5 872	000	60 300	000	000	000	000	000	000	000
157	48 000	4524 957	004	143 902	7 480	000	94 548	7 776	3 102	000	000	000	000	000
158	274 300	4524 957	765	127 052	23 554	4 344	90 556	76 341	56 457	000	000	000	000	000
159	260 600	4524 957	34 636	119 102	46 472	000	119 102	76 878	137 517	000	000	000	000	000
160	345 900	4524 957	181 530	105 690	27 153	000	105 690	81 645	137 517	000	000	000	000	000
161	210 200	4524 957	86 060	109 988	44 416	000	109 988	37 562	137 517	000	000	000	000	000
162	173 500	4524 957	37 019	105 900	55 140	000	105 900	27 278	137 517	000	000	000	000	000
163	32 300	4524 957	6 065	111 197	50 335	62 547	111 197	000	15 445	000	000	000	000	000
164	10 400	4524 957	447	125 191	779	74 204	85 144	000	000	000	000	000	000	000
165	3 700	4524 957	000	145 110	000	000	3 700	000	000	000	000	000	000	000
166	5 300	4524 957	000	149 495	144	000	5 300	000	000	000	000	000	000	000
167	2 300	4524 957	000	151 710	000	000	2 300	000	000	000	000	000	000	000
168	8 000	4524 957	000	149 389	3 639	000	8 000	000	000	000	000	000	000	000
169	72 700	4524 957	027	143 902	38 231	8 632	72 700	000	000	000	000	000	000	000
170	75 800	4524 957	074	126 411	29 129	3 405	53 528	16 439	5 816	000	000	000	000	000
171	70 700	4524 957	267	119 102	43 958	29 850	32 692	000	000	000	000	000	000	000
172	55 200	4524 957	002	105 690	10 189	1 218	43 544	10 387	1 260	000	000	000	000	000
173	216 000	4524 957	733	109 988	70 956	000	109 988	22 115	94 761	000	000	000	000	000
174	59 100	4524 957	1 522	105 900	45 945	37 274	105 900	000	68 570	000	000	000	000	000
175	11 200	4524 957	452	111 197	3 740	68 445	79 150	000	000	000	000	000	000	000
176	500	4524 957	000	125 191	000	000	500	000	000	000	000	000	000	000
177	1 100	4524 957	000	145 110	000	000	1 100	000	000	000	000	000	000	000
178	000	4524 957	000	149 495	000	000	000	000	000	000	000	000	000	000
179	000	4524 957	000	11 710	000	000	000	000	000	000	000	000	000	000
180	000	4524 957	000	149 389	000	000	000	000	000	000	000	000	000	000
181	3 200	4524 957	000	143 902	7 376	141	3 200	000	000	000	000	000	000	000
182	160 900	4524 957	189	122 052	54 467	000	95 898	28 611	36 282	000	000	000	000	000
183	252 200	4524 957	11 019	119 102	54 214	000	119 102	43 401	123 718	000	000	000	000	000
184	345 500	4524 957	177 991	105 690	47 545	000	105 690	47 576	137 517	000	000	000	000	000
185	264 700	4524 957	115 025	109 988	53 469	000	109 988	23 098	137 517	000	000	000	000	000
186	112 400	4524 957	16 751	105 900	61 463	3 267	105 900	1 250	130 224	000	000	000	000	000
187	34 100	4524 957	1 792	111 197	20 715	73 716	111 197	000	53 219	000	000	000	000	000
188	9 200	4524 957	246	105 191	365	53 079	62 204	000	000	000	000	000	000	000
189	11 500	4524 957	000	144 110	2 195	168	11 500	000	000	000	000	000	000	000
190	2 200	4524 957	000	159 495	000	000	2 200	000	000	000	000	000	000	000
191	000	4524 957	000	151 710	000	000	000	000	000	000	000	000	000	000
192	30 100	4524 957	005	149 389	15 743	2 712	30 095	000	000	000				



234	3 100	-6314 474	707	17 300	2 900	84 414	32 418	0 00	0 00	0 00	0 00
235	0 00	-6524 957	0 00	111 197	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00
236	4 300	-6524 957	0 00	111 197	0 00	0 00	4 300	0 00	0 00	0 00	0 00
237	3 200	-6314 474	0 00	145 110	0 00	0 00	3 200	0 00	0 00	0 00	0 00
238	12 500	-6524 957	0 00	145 110	0 00	0 00	12 500	0 00	0 00	0 00	0 00
239	28 200	-6314 474	0 00	151 710	5 130	376	28 200	0 00	0 00	0 00	0 00
240	24 600	-6524 957	0 00	149 589	5 167	194	24 600	0 00	0 00	0 00	0 00
241	100	-6524 957	0 00	149 502	0 00	0 00	100	0 00	0 00	0 00	0 00
242	142 300	-6524 957	355	122 052	37 114	3 0 11	142 300	0 00	0 00	41 543	0 00
243	81 800	-6524 957	355	119 102	37 834	52 746	119 200	0 00	0 00	3 912	0 00
244	169 600	-6314 474	369	125 690	19 067	5 912	83 418	26 0 11	65 637	0 00	0 00
245	43 500	-6524 957	910	129 988	29 673	43 719	109 988	1 534	22 786	0 00	0 00
246	0 00	-6314 474	0 00	125 900	1 534	22 712	24 277	0 00	0 00	0 00	0 00
247	6 200	-6524 957	0 00	111 197	2 428	1 35	6 200	0 00	0 00	0 00	0 00
248	0 00	-6524 957	0 00	135 191	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00
249	0 00	-6314 474	0 00	145 110	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00
250	7 600	-6524 957	0 00	159 495	1 253	0 00	7 600	0 00	0 00	0 00	0 00
251	0 00	-6314 474	0 00	145 110	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00
252	0 00	-6524 957	0 00	149 589	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00
253	31 700	-6524 957	0 00	149 502	10 152	8 3	31 700	5 164	0 00	0 00	0 00
254	0 00	-6524 957	0 00	122 052	38 459	4 1 3	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00
255	259 700	-6524 957	438	119 102	29 444	9 284	259 700	66 235	30 700	0 00	0 00
256	336 300	-6314 474	143 411	105 690	60 214	0 00	336 300	51 674	157 517	0 00	0 00
257	31 300	-6524 957	2 302	109 988	50 433	44 581	109 988	0 00	93 371	0 00	0 00
258	28 700	-6314 474	880	105 900	16 387	78 972	105 900	0 00	15 343	0 00	0 00
259	0 00	-6524 957	0 00	111 197	0 00	15 277	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00
260	0 00	-6524 957	0 00	135 191	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00
261	0 00	-6314 474	0 00	145 110	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00
262	0 00	-6524 957	0 00	159 495	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00
263	0 00	-6314 474	0 00	151 710	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00
264	54 300	-6524 957	0 00	149 589	51 820	4 7 11	48 189	0 00	6 277	0 00	0 00
265	76 300	-6524 957	0 00	149 502	41 212	7 0 17	50 339	0 00	0 00	0 00	0 00
266	32 500	-6303 982	0 00	125 411	18 769	4 6 09	32 498	0 00	0 00	0 00	0 00
267	169 400	-6524 957	0 00	119 102	28 419	4 0 30	93 981	56 129	17 329	0 00	0 00
268	164 300	-6314 474	1 198	105 690	39 514	0 00	164 300	20 210	112 603	0 00	0 00
269	214 300	-6524 957	39 561	109 988	39 520	0 00	109 988	14 893	137 517	0 00	0 00
270	56 600	-6314 474	7 475	105 900	39 453	47 637	105 900	0 00	95 430	0 00	0 00
271	0 00	-6524 957	783	111 197	0 00	34 777	94 705	0 00	0 00	0 00	0 00
272	0 00	-6524 957	0 00	135 191	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00
273	0 00	-6314 474	0 00	145 110	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00
274	0 00	-6524 957	0 00	159 495	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00
275	0 00	-6314 474	0 00	151 710	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00
276	51 500	-6524 957	0 00	149 589	22 756	6 1 02	51 493	0 00	0 00	0 00	0 00
277	109 400	-6524 957	0 00	145 992	21 452	3 317	52 479	51 467	5 245	0 00	0 00
278	335 600	-5893 509	59 294	122 052	48 867	0 00	122 052	57 792	137 517	0 00	0 00
279	279 400	-6524 957	94 127	119 102	49 414	0 00	119 102	62 462	137 517	0 00	0 00
280	402 800	-6314 474	231 225	105 690	18 467	0 00	105 690	78 376	137 517	0 00	0 00
281	312 400	-6524 957	154 998	109 988	30 472	0 00	109 988	74 440	137 517	0 00	0 00
282	95 800	-6314 474	17 727	105 900	71 190	0 00	105 900	7 245	137 517	0 00	0 00
283	50 800	-6524 957	7 464	111 197	22 900	71 021	111 197	309	65 240	0 00	0 00
284	0 00	-6524 957	311	125 191	0 00	64 345	64 345	0 00	0 00	0 00	0 00
285	500	-6314 474	0 00	145 110	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00
286	0 00	-6524 957	0 00	159 495	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00
287	0 00	-6314 474	0 00	151 710	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00
288	92 900	-6494 957	267	148 389	37 646	17 969	92 581	8 456	1 685	0 00	0 00
289	146 400	-6524 957	498	143 992	60 736	31 485	143 899	0 00	12 138	0 00	0 00
290	196 300	-5893 509	127	122 052	38 275	13 239	196 300	73 667	33 326	0 00	0 00
291	360 100	-6524 957	110 279	119 102	29 204	0 00	119 102	82 024	137 517	0 00	0 00
292	329 100	-6314 474	170 916	105 690	24 576	0 00	105 690	78 140	137 517	0 00	0 00
293	38 500	-6524 957	34 266	109 988	57 992	6 174	109 988	0 00	131 172	0 00	0 00
294	117 300	-6314 474	13 572	105 900	38 764	28 596	105 900	0 00	111 854	0 00	0 00
295	0 00	-6524 957	1 069	111 197	0 00	170 853	110 853	0 00	0 00	0 00	0 00
296	0 00	-6524 957	0 00	135 191	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00
297	1 000	-6314 474	0 00	145 110	0 00	0 00	1 000	0 00	0 00	0 00	0 00
298	0 00	-6524 957	0 00	159 495	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00
299	0 00	-6314 474	0 00	151 710	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00
300	23 400	-6524 957	0 00	143 389	5 540	640	23 399	0 00	0 00	0 00	0 00
301	111 900	-6524 957	534	143 992	13 926	0 00	37 052	52 677	22 124	0 00	0 00
302	101 200	-5893 509	632	122 052	65 427	25 028	122 052	13 508	40 295	0 00	0 00
303	348 400	-6524 957	59 907	119 102	37 604	0 00	119 102	63 243	137 517	0 00	0 00
304	225 600	-6314 474	59 792	105 690	45 591	0 00	105 690	62 207	137 517	0 00	0 00
305	156 700	-6524 957	57 232	109 988	78 223	2 829	109 988	0 00	134 580	0 00	0 00
306	45 500	-6314 474	1 911	105 900	20 052	43 657	105 899	0 00	72 308	0 00	0 00
307	11 900	-6524 957	575	111 197	0 00	71 736	83 478	0 00	0 00	0 00	0 00
308	0 00	-6524 957	0 00	135 191	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00
309	0 00	-6314 474	0 00	145 110	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00
310	0 00	-6524 957	0 00	159 495	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00
311	58 800	-6314 474	0 00	151 710	25 780	2 574	57 734	0 00	1 574	0 00	0 00
312	4 900	-6524 957	0 00	149 589	0 00	1 534	6 454	0 00	0 00	0 00	0 00
313	28 100	-6524 957	0 00	143 992	7 796	478	28 100	0 00	0 00	0 00	0 00
314	89 700	6103 932	0 00	26 417	35 487	10 717	89 642	0 00	0 00	0 00	0 00
315	382 100	-6524 957	42 172	119 102	19 736	0 00	107 578	26 431	137 517	0 00	0 00
316	164 700	-6314 474	37 370	105 690	72 706	0 00	105 670	30 429	137 517	0 00	0 00
317	272 300	-6524 957	113 086	109 988	80 016	0 00	109 988	27 455	137 517	0 00	0 00
318	89 100	-6314 474	17 217	105 900	38 329	29 731	105 900	2 422	105 597	0 00	0 00
319	0 00	-6524 957	1 464	111 197	0 00	62 425	111 197	0 00	67 118	0 00	0 00
320	0 00	-6524 957	338	135 191	0 00	67 228	67 228	0 00	0 00	0 00	0 00
321	0 00	-6314 474	0 00	145 110	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00
322	0 00	-6524 957	0 00	159 495	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00
323	0 00	-6314 474	0 00	151 710	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00
324	24 400	-6524 957	0 00	149 589	16 544	3 0 11	24 394	0 00	0 00	0 00	0 00
325	0 00	-6524 957	0 00	143 992	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00
326	117 500	-5893 509	268	122 052	43 133	6 462	100 246	11 094	5 078	0 00	0 00
327	396 700	-6524 957	68 500	119 102	40 762	0 00	119 102	76 403	137 517	0 00	0 00
328	321 300	-6314 474	159 843	105 690	37 452	0 00	105 690	86 451	137 517	0 00	0 00
329	454 900	-6524 957	335 056	109 988	18 440	0 00	109 988	64 211	137 517	0 00	0 00
330	69 000	-6314 474	10 964	105 900	64 098	15 271	105 900	1 204	125 022	0 00	0 00
331	800	-6524 957	1 332	111 197	1 294	109 988	111 192	0 00	13 769	0 00	

357	51 000	-6524 957	013	149 384	16 844	3 774	50 287	000	000	000	000
361	58 700	-6524 957	020	147 002	22 962	6 872	58 680	000	000	000	000
362	40 400	-6103 037	006	126 411	24 048	1 742	63 734	000	000	000	000
363	372 400	-6524 957	001	119 102	23 052	000	78 420	67	801	74	301
364	314 400	-6314 474	173	105 690	41 598	000	106 610	4	890	127	617
365	59 600	-6574 957	2 229	109 988	40 962	15 477	103 987	000	000	29	851
366	000	-6314 474	000	105 900	000	23 730	89 100	000	000	000	000
367	000	-6524 957	000	112 197	000	000	100	000	000	000	000
368	000	-6524 957	000	135 191	000	000	000	000	000	000	000
369	000	-6314 474	000	145 110	000	000	000	000	000	000	000
370	000	-6524 957	000	159 495	000	000	000	000	000	000	000
371	000	-6314 474	000	151 710	000	000	000	000	000	000	000
372	000	-6524 957	000	144 389	000	000	000	000	000	000	000
373	27 800	-6524 957	007	143 902	15 311	3 736	27 743	000	000	000	000
374	112 100	-5893 509	054	122 052	22 154	000	47 590	34	877	24	551
375	169 500	-6524 957	1 301	119 102	72 682	000	19 102	4	748	104	129
376	132 100	-6314 474	1 658	105 690	32 815	70 121	105 690	21	144	107	089
377	58 200	-6524 957	2 053	109 988	47 299	73 901	109 987	000	000	84	405
378	6 000	-6314 474	637	105 900	000	23 902	89 823	000	000	000	000
379	4 300	-6524 957	000	111 187	000	000	4 700	000	000	000	000
380	3 700	-6524 957	000	135 191	000	000	3 000	000	000	000	000
381	7 200	-6314 474	000	145 110	000	000	2 200	000	000	000	000
382	7 200	-6524 957	000	159 495	000	000	3 200	000	000	000	000
383	2 200	-6314 474	000	151 710	000	000	2 200	000	000	000	000
384	15 300	-6524 957	003	149 384	1 326	74	15 300	000	000	000	000
385	28 000	-6524 957	005	142 002	14 616	2 537	17 495	000	000	000	000
386	155 600	-5893 509	239	122 052	47 949	000	78 462	29	658	47	212
387	247 500	-6524 957	17 853	119 102	24 524	000	119 102	24	058	137	117
388	81 500	-6314 474	2 971	105 690	67 605	73 907	105 690	239	000	127	126
389	120 100	-6524 957	2 396	109 988	45 453	24 652	109 988	000	000	126	362
390	49 100	-6314 474	1 561	105 900	26 770	64 008	105 898	2 872	63	208	000
391	3 200	-6524 957	420	111 187	2 632	64 827	78 859	000	000	000	000
392	3 000	-6524 957	000	135 191	000	000	000	000	000	000	000
393	3 200	-6314 474	000	145 110	000	000	9 200	000	000	000	000
394	4 000	-6524 957	000	159 495	000	000	4 000	000	000	000	000
395	7 000	-6314 474	000	151 710	000	000	7 000	000	000	000	000
396	5 000	-6524 957	040	149 389	24 951	10 377	59 960	000	000	000	000
397	129 000	-6524 957	100	143 902	9 926	000	55 704	40	250	32	627
398	120 200	-5893 509	8 529	122 052	49 568	78 688	122 051	000	000	62	779
399	53 000	-6524 957	506	119 102	27 072	66 027	115 376	000	000	000	000
400	230 200	-6314 474	389	105 690	23 707	000	102 167	49	281	70	716
401	120 100	-6524 957	2 060	109 988	75 076	000	105 898	4 475	174	742	000
402	38 200	-6314 474	1 770	105 900	26 266	63 373	129 898	000	000	66	887
403	8 300	-6524 957	421	111 187	000	63 496	74 004	000	000	000	000
404	7 200	-6524 957	000	135 191	000	000	7 200	000	000	000	000
405	13 100	-6314 474	000	145 110	000	000	13 100	000	000	000	000
406	17 200	-6524 957	000	159 495	2 652	202	17 200	000	000	000	000
407	6 000	-6314 474	000	151 710	000	000	6 000	000	000	000	000
408	31 600	-6524 957	000	149 389	000	000	31 600	000	000	000	000
409	10 000	-6524 957	000	143 902	000	000	10 000	000	000	000	000
410	243 500	-6103 037	494	126 411	8 212	000	126 411	47	478	74	721
411	273 900	-6524 957	55 112	119 102	49 357	2 467	119 102	67	801	137	517
412	216 200	-6314 474	96 377	105 690	73 492	000	105 690	7	172	100	000
413	113 500	-6524 957	17 252	109 988	42 927	15 733	109 988	000	000	122	014
414	26 400	-6314 474	1 478	105 900	2 425	73 682	105 898	000	000	41	687
415	12 300	-6524 957	191	111 187	384	42 957	83 221	000	000	000	000
416	13 500	-6524 957	000	135 191	000	000	13 500	000	000	000	000
417	12 300	-6314 474	000	145 110	000	000	12 300	000	000	000	000
418	11 200	-6524 957	000	159 495	000	000	11 200	000	000	000	000
419	5 000	-6314 474	000	151 710	000	000	5 000	000	000	000	000
420	25 300	-6524 957	000	149 389	2 026	154	25 300	000	000	000	000
421	120 200	-6524 957	123	143 902	37 253	167	95 198	4 306	20	554	000
422	21 200	-5893 509	249	122 052	5 924	20 647	40 383	4 241	000	000	000
423	365 000	-6524 957	71 403	119 102	20 052	000	119 102	42	836	137	517
424	387 000	-6314 474	237 315	105 690	000	000	105 690	86	531	137	517
425	204 500	-6524 957	64 800	109 988	48 220	000	109 988	65	471	137	517
426	12 000	-6314 474	2 200	105 900	42 658	62 711	105 898	000	000	67	646
427	30 000	-6524 957	924	111 187	10 171	82 672	111 181	000	000	1 580	000
428	9 200	-6524 957	001	135 191	000	1 592	10 700	000	000	000	000
429	10 200	-6314 474	000	145 110	000	000	10 200	000	000	000	000
430	10 100	-6524 957	000	159 495	000	000	10 100	000	000	000	000
431	6 100	-6314 474	000	151 710	000	000	6 100	000	000	000	000
432	40 100	-6524 957	072	149 389	11 841	1 700	40 098	000	000	000	000
433	18 500	-6524 957	000	143 902	2 444	154	18 500	000	000	000	000
434	12 200	-5893 509	000	122 052	000	000	12 200	000	000	000	000
435	72 300	-6524 957	022	119 102	17 373	000	72 300	27	424	15	336
436	71 200	-6314 474	242	105 690	64 178	15 002	103 272	000	000	10	446
437	72 700	-6524 957	051	109 988	24 055	18 016	83 103	000	000	000	000
438	24 100	-6314 474	000	105 900	7 695	2 211	29 095	000	000	000	000
439	17 500	-6524 957	000	111 187	2 718	207	17 500	000	000	000	000
440	2 100	-6524 957	000	135 191	000	000	2 100	000	000	000	000
441	12 200	-6314 474	000	145 110	000	000	12 200	000	000	000	000
442	4 000	-6524 957	000	159 495	000	000	4 000	000	000	000	000
443	6 500	-6314 474	000	151 710	000	000	6 500	000	000	000	000
444	9 000	-6524 957	000	149 389	000	000	9 000	000	000	000	000
445	126 100	-6524 957	035	143 902	19 271	471	41 308	57	246	27	394
446	130 800	-5893 509	733	122 052	69 041	15 474	122 051	23	839	68	852
447	345 300	-6524 957	71 770	119 102	69 156	000	119 102	56	531	137	517
448	67 500	-6314 474	35 175	105 690	42 733	13 373	105 690	000	000	112	622
449	172 200	-6524 957	11 184	109 988	65 410	10 885	109 988	1 895	137	517	000
450	11 400	-6314 474	16 463	105 900	41 478	20 722	105 900	000	000	114	734
451	16 200	-6524 957	1 322	111 187	394	25 322	111 182	000	000	20	538
452	25 300	-6524 957	047	135 191	6 639	27 982	46 023	000	000	000	000
453	4 100	-6314 474	000	145 110	000	000	4 100	000	000	000	000
454	6 300	-6524 957	000	159 495	000	000	6 300	000	000	000	000
455	5 100	-6314 474	000	151 710	000	000	5 100	000	000	000	000
456	12 600	-6524 957	000	149 389	000	000	12 600	000	000	000	000
457	7 000	-6524 957	000	143 902	1 262	096	7 000	000	000	000	000
458	14 400	-6103 037	000	126 411	1 470	112	14 400	000	000	000	000
459	295 000	-6524 957	74 465	119 102	55 262	000	97 050	39	331	84	103
460	83 400	-6314 474	1 787	105 690	55 557	14 385	105 690	000	000	99	249
461	35 300	-6524 957	1 170	109 988	8 717	723	109 984	000	000	23	541
462	29 000	-6314 474	006	105 900	8 876	24 373	62 439	000	000	000	000
463	25 300	-6524 957	000	111 187	2 053	144	25 103	000	000	000	000
464</											

# PERÍODO 1962-1988

\*\*\*\*\* MODHAC \*\*\*\*\*

## MODELO HIDROLOGICO MODHAC

desenvolvido por  
ANTONIO EDUARDO LANNA e MIRIAM SCHARZBACH  
INSTITUTO DE PESQUISAS HIDRAULICAS DA UFRGS

### IDENTIFICACAO DO PROBLEMA

Curso de agua Rio Sao Goncalo  
Secao fluviail Secao Siltos Novos - 35650000  
Area de drenagem 410 1 Km2

Periodo 1962-1988 - simulacao  
Intervalo de simulacao Mensal  
Numero de intervalos de simulacao 324  
Intervalo de computacao Diario  
Tamanho arquivo de chuvas 7077

Nome arquivo de chuvas SITI6288 PLU  
Nome arquivo ET Potencial FORTALEZ ETI

### MODHAC PARAMETROS DESTA SIMULACAO

	VALOR	MIN	MAX	PASSO	PREC
RSPX	93 1400	92 0900	95 2100	1 0000	0010
RSSX	137 6000	138 6000	131 2000	1 0000	0010
RSBX	0000	0000	0000	0000	0010
RSBF	0000	0000	0000	0000	0000
IMAX	13 3700	13 1900	13 1800	5.0000	0100
IMIN	6 6300	6 9600	6 9100	1 0000	0100
IDEC	.990300	.986800	.762100	.010000	000100
ASP	073600	074700	077800	000100	000000
ASS	000600	000500	000300	000100	000000
ASB	000000	000000	000000	000000	000100
PRED	999 0000	999 0000	999 0000	0000	0000
CEVA	9999	9991	9821	0010	0000

### CONDICOES SUPLEMENTARES E INICIAIS

#### RETARDO DOS ESCOAMENTOS

SUPERFICIAL 0  
SUBTERRANEO 1

#### RESERVAS INICIAIS DE UMIDADE NA BACIA

RESERVA SUPERFICIAL 0  
RESERVA SUBSUPERFICIAL 0  
RESERVA SUBTERRANEA 0

### MODHAC RESULTADOS OBTIDOS

#### PARAMETROS USADOS NESTA SIMULACAO

RSPX= 93 1400 RSSX= 137 6000 RSBX= 0000 RSBF= 0000  
IMAX= 13 3700 IMIN= 6 6300 IDEC= 999 ASP = 0736  
ASS = 0006 ASB = 0000 PRED= 999 0000 CEVA= 9999

000108

CÓDIGO	TIPO	VAZAO	VAZAO	EVAPORANSEIRACOES			UMIDADES		INFILTRACAO		
				POTENCIAL	SUPERFICIE	SUBSOLO	TOTAL	SUPERFICIE	SUBSOLO	AQUIFERO	PROFUNDA
1	62 000	-6524 957	004	143 902	10 218	4 229	44 707	15 051	4 333	000	000
2	25 000	-6524 957	019	122 052	24 506	4 264	43 208	27 460	6 056	000	000
3	260 000	-6524 957	7 142	159 650	23 894	7 767	113 901	62 442	107 514	000	000
4	180 700	-6524 474	43 495	105 690	24 622	000	105 690	17 894	137 517	000	000
5	98 000	-6524 957	11 142	109 988	44 152	19 864	103 998	000	17 794	000	000
6	32 000	-6524 474	1 569	105 970	12 548	75 129	105 970	000	42 172	000	000
7	8 200	-6524 957	182	111 191	000	43 217	41 217	000	000	000	000
8	2 000	-6524 957	000	135 191	000	000	2 000	000	000	000	000
9	6 300	-6524 474	000	145 110	000	000	6 300	000	000	000	000
10	1 800	-6524 957	000	159 495	000	000	1 800	000	000	000	000
11	11 400	-6524 474	000	151 710	000	000	11 400	000	000	000	000
12	20 000	-6524 957	000	149 389	000	000	20 000	000	000	000	000
13	130 600	-6524 957	166	143 902	20 278	000	50 756	15 098	34 460	000	000
14	164 200	-6524 957	363	122 052	24 378	17 669	122 052	49 363	41 876	000	000
15	370 300	-6524 957	159 597	119 152	16 079	000	119 152	74 020	137 517	000	000
16	172 600	-6524 474	68 798	105 690	23 545	000	105 690	26 568	137 517	000	000
17	54 400	-6524 957	3 455	109 988	28 157	44 295	109 988	000	32 460	000	000
18	24 100	-6524 474	963	105 900	1 977	92 039	105 900	000	9 752	000	000
19	4 600	-6524 957	011	111 157	000	0 745	14 346	000	000	000	000
20	1 100	-6524 957	000	135 191	000	000	1 100	000	000	000	000
21	400	-6524 474	000	145 110	000	000	400	000	000	000	000
22	500	-6524 957	000	159 195	000	000	500	000	000	000	000
23	18 300	-6524 474	000	151 710	000	000	18 300	000	000	000	000
24	73 800	-6524 957	005	149 389	4 825	475	41 094	3 025	3 684	000	000
25	186 000	-6524 957	164	143 902	45 842	8 896	147 942	24 254	31 521	000	000
26	294 000	-6524 957	15 532	126 411	18 113	000	126 411	96 531	121 727	000	000
27	203 300	-6524 957	89 375	119 102	31 556	000	119 102	14 671	137 517	000	000
28	515 700	-6524 474	328 810	105 690	8 938	000	105 690	56 714	137 517	000	000
29	202 000	-6524 957	71 507	109 988	28 272	000	109 988	37 395	137 517	000	000
30	68 500	-6524 474	2 333	105 900	48 564	19 616	105 900	000	125 275	000	000
31	44 700	-6524 957	1 810	111 197	0 970	67 877	111 195	000	57 611	000	000
32	10 000	-6524 957	2 688	135 191	000	56 777	46 777	000	000	000	000
33	14 200	-6524 474	000	145 110	000	000	14 200	000	000	000	000
34	4 700	-6524 957	000	159 495	000	000	4 700	000	000	000	000
35	7 700	-6524 474	000	151 710	000	000	7 700	000	000	000	000
36	7 700	-6524 957	000	149 389	000	000	7 700	000	000	000	000
37	58 200	-6524 957	021	143 902	22 571	6 124	58 178	000	000	000	000
38	76 200	-6524 957	001	122 052	11 140	352	36 195	000	000	000	000
39	163 600	-6524 957	113	119 102	8 835	576	82 829	47 374	33 265	000	000
40	266 600	-6524 474	31 386	105 690	8 215	000	105 690	51 768	137 517	000	000
41	98 500	-6524 957	18 119	109 988	39 687	5 221	109 988	3 342	132 226	000	000
42	113 400	-6524 474	2 290	105 690	25 155	12 175	105 690	4 210	134 577	000	000
43	33 700	-6524 957	2 039	111 197	11 911	74 923	111 195	000	59 296	000	000
44	1 100	-6524 957	259	135 191	000	59 075	60 175	000	000	000	000
45	3 900	-6524 474	000	145 110	000	000	3 900	000	000	000	000
46	6 200	-6524 957	000	159 495	000	000	6 200	000	000	000	000
47	4 900	-6524 474	000	151 710	000	000	4 900	000	000	000	000
48	4 400	-6524 957	000	149 389	000	000	4 400	000	000	000	000
49	5 200	-6524 957	000	143 902	000	000	5 200	000	000	000	000
50	59 800	-6524 957	027	122 052	20 784	7 495	43 773	000	000	000	000
51	98 000	-6524 957	093	119 102	36 996	7 654	97 907	000	000	000	000
52	134 300	-6524 474	178	105 690	43 327	5 086	102 767	9 577	27 745	000	000
53	121 400	-6524 957	517	109 988	41 259	19 144	109 988	18 595	23 662	000	000
54	48 600	-6524 474	316	105 690	31 382	29 621	70 553	000	000	000	000
55	35 700	-6524 957	003	111 197	0 617	1 567	35 697	000	000	000	000
56	8 000	-6524 957	000	135 191	000	000	8 000	000	000	000	000
57	8 800	-6524 474	000	145 110	000	000	8 800	000	000	000	000
58	1 400	-6524 957	000	159 495	000	000	1 400	000	000	000	000
59	3 200	-6524 474	000	151 710	000	000	3 200	000	000	000	000
60	13 400	-6524 957	000	149 389	000	000	13 400	000	000	000	000
61	15 100	-6524 957	001	143 902	5 956	782	21 780	000	000	000	000
62	285 300	-6524 957	798	122 052	23 137	000	114 134	63 969	106 335	000	000
63	214 300	-6524 957	3P 288	119 102	36 930	000	119 102	59 546	137 517	000	000
64	310 700	-6524 474	136 679	105 690	21 753	000	105 690	67 131	137 517	000	000
65	201 600	-6524 957	85 509	109 988	41 320	000	109 988	26 195	137 517	000	000
66	35 500	-6524 474	2 144	105 900	22 291	52 649	105 900	000	83 868	000	000
67	16 700	-6524 957	706	111 197	000	85 212	89 972	000	000	000	000
68	5 700	-6524 474	000	135 191	000	000	5 700	000	000	000	000
69	1 100	-6524 957	000	145 110	000	000	1 100	000	000	000	000
70	2 400	-6524 957	000	159 495	000	000	2 400	000	000	000	000
71	1 350	-6524 474	000	151 710	000	000	1 350	000	000	000	000
72	8 600	-6524 957	003	149 389	000	000	8 600	000	000	000	000
73	33 900	-6524 957	000	143 902	2 474	274	33 900	000	000	000	000
74	56 300	-6107 992	006	126 411	13 844	2 011	54 891	9 706	2 695	000	000
75	216 500	-6524 957	761	119 102	26 804	000	119 102	22 682	85 306	000	000
76	191 500	-6524 474	1 950	105 690	43 714	000	105 690	31 676	137 517	000	000
77	221 000	-6524 957	4 452	109 988	47 264	000	109 988	46 481	137 517	000	000
78	13 900	-6524 474	2 137	105 900	36 747	59 531	105 900	000	77 136	000	000
79	17 000	-6524 957	707	111 197	000	76 534	94 181	000	000	000	000
80	1 700	-6524 957	000	135 191	000	000	1 700	000	000	000	000
81	000	-6524 474	000	145 110	000	000	000	000	000	000	000
82	3 700	-6524 957	000	149 389	000	000	3 700	000	000	000	000
83	800	-6524 474	000	151 710	000	000	800	000	000	000	000
84	19 300	-6524 957	000	143 902	447	734	19 300	000	000	000	000
85	47 500	-6524 957	007	143 902	15 774	3 122	47 492	000	000	000	000
86	51 300	-6524 957	003	122 052	9 895	323	47 354	2 918	1 025	000	000
87	258 600	-6524 957	438	119 102	36 535	6 937	118 757	47 658	75 496	000	000
88	362 700	-6524 474	134 359	105 690	25 533	000	105 690	82 777	137 517	000	000
89	96 800	-6524 957	33 549	109 988	40 849	5 459	109 988	000	131 780	000	000
90	68 400	-6524 474	1 812	105 900	6 753	56 036	105 900	13 744	79 157	000	000
91	93 000	-6524 957	1 656	111 197	40 873	23 240	111 196	000	72 653	000	000
92	28 800	-6524 957	487	135 191	14 588	75 069	106 310	000	000	000	000
93	2 600	-6524 474	000	145 110	000	000	2 600	000	000	000	000
94	3 800	-6524 957	000	159 495	000	000	3 800	000	000	000	000
95	31 000	-6524 474	002	151 710	8 294	1 176	30 998	000	000	000	000
96	18 500	-6524 957	000	149 389	000	000	8 519	3 273	708	000	000
97	137 700	-6524 957	453	143 902	40 973	1 042	73 125	24 562	49 511	000	000
98	26 000	-6524 957	467	122 052	27 586	55 873	69 635	000	000	000	000
99	191 500	-6524 957	460	119 102	44 639	000	116 160	11 917	62 925	000	000
100	268 000	-6524 474	10 771	105 690	41 521	7 046	105 690	71 084	137 517	000	000
101	53 500	-6524 957	2 231	109 988	58 776	27 920	10				

100	5 100	-6124 732	020	126 311	15 877	6 242	53 334	2 752	16 209	000	000
101	112 100	-6524 474	106	11 172	27 698	453	35 339	2 332	16 454	000	000
102	173 50	-6314 474	135	10 690	12 870	16 477	82 647	23 221	56 178	000	000
103	173 75	-6524 474	948	106 958	47 211	7 842	254 988	000	57 644	000	000
104	54 900	-6524 474	646	16 900	16 900	54 688	125 846	000	6 032	000	000
105	51 900	-6524 474	014	11 197	15 327	3 272	48 322	000	000	000	000
106	10 900	-6524 474	000	135 791	2 701	216	19 900	000	000	000	000
107	7 900	-6314 474	000	145 10	000	000	1 900	000	000	000	000
108	3 900	-6524 474	000	159 494	000	000	2 900	000	000	000	000
109	1 400	-6314 474	000	151 710	000	000	1 400	000	000	000	000
110	32 100	-6524 474	001	143 289	3 094	286	28 518	6 114	467	000	000
111	71 600	-6524 474	008	143 402	24 947	4 359	78 173	000	000	000	000
112	184 200	-5893 509	173	122 052	35 092	5 415	36 621	62 440	33 745	000	000
113	322 600	-6524 474	78	969	119 102	27 448	000	119 102	72 906	137 417	000
114	286 600	-6314 474	148	429	105 690	11 38	000	105 690	74 74	137 517	000
115	184 200	-6524 474	85	865	108 288	32 172	000	108 288	35 161	137 517	000
116	261 400	-6314 474	90	793	100 300	10 970	000	105 900	37 981	137 517	000
117	74 000	-6524 474	5	823	111 197	39 302	30 077	111 197	9 197	111 681	000
118	3 500	-6524 474	1	061	135 191	8 731	173 543	122 789	000	000	000
119	13 100	-6314 474	000	145 110	244	019	13 100	000	000	000	000
120	2 900	-6524 474	000	159 494	000	000	2 900	000	000	000	000
121	2 300	-6314 474	000	151 710	000	000	2 300	000	000	000	000
122	5 000	-6524 474	200	149 289	000	000	5 000	000	000	000	000
123	273 800	-6524 474	12	430	143 062	12 152	000	93 240	77 472	90 603	000
124	148 400	-5893 509	77	858	122 052	20 249	000	122 052	29 457	137 517	000
125	413 500	-6524 474	205	860	119 102	29 104	000	119 102	51 142	137 517	000
126	480 200	-6314 474	376	304	105 690	6 532	000	105 690	73 442	137 517	000
127	362 400	-6524 474	128	278	109 288	31 525	000	109 288	46 531	137 517	000
128	57 500	-6314 474	14	795	105 900	40 281	14 869	105 900	000	122 244	000
129	11 300	-6524 474	1	390	111 197	2 527	99 485	111 197	000	21 622	000
130	3 500	-6524 474	041	135 131	000	000	21 544	24 544	000	000	000
131	11 200	-6314 474	000	145 110	000	000	11 200	000	000	000	000
132	3 000	-6524 474	000	155 494	000	000	3 000	000	000	000	000
133	3 000	-6314 474	000	151 710	000	000	3 000	000	000	000	000
134	130 900	-6524 474	020	149 289	43 754	5 594	111 221	13 190	6 464	000	000
135	56 300	-6524 474	021	143 902	20 026	8 268	66 564	8 057	1 308	000	000
136	107 300	-5893 509	066	122 052	44 484	7 411	115 841	000	000	000	000
137	231 900	-6524 474	049	119 102	35 872	000	119 102	20 457	52 093	000	000
138	155 700	-6314 474	5	125	105 690	21 722	900	105 690	14 743	137 517	000
139	168 000	-6524 474	15	142	109 988	73 565	7 846	109 988	47 916	137 517	000
140	58 300	-6314 474	1	367	105 900	46 039	21 742	105 900	000	173 535	000
141	63 100	-6524 474	1	835	111 197	17 652	52 421	111 197	000	69 994	000
142	9 000	-6524 474	762	135 791	1 337	69 776	78 674	000	000	000	000
143	13 000	-6314 474	000	145 110	151	012	13 000	000	000	000	000
144	7 300	-6524 474	000	159 494	000	000	7 300	000	000	000	000
145	3 400	-6314 474	000	151 710	000	000	3 400	000	000	000	000
146	117 400	-6524 474	062	149 289	70 844	13 288	70 177	32 274	3 405	000	000
147	24 600	-6524 474	040	143 902	27 542	10 388	61 721	000	000	000	000
148	182 200	-6124 732	049	126 411	78 304	11 664	114 748	21 542	49 572	000	000
149	246 000	-6524 474	10	559	119 102	48 304	114 102	37 238	17 517	000	000
150	182 800	-6314 474	46	923	105 690	43 841	000	105 690	37 224	137 517	000
151	29 600	-6524 474	2	121	109 988	36 900	53 743	109 988	000	83 634	000
152	14 600	-6314 474	774	105 900	2 952	83 227	97 530	000	000	000	000
153	8 600	-6524 474	000	111 197	1 406	107	4 600	000	000	000	000
154	3 000	-6524 474	000	135 191	000	000	3 000	000	000	000	000
155	1 500	-6314 474	000	145 110	000	000	1 500	000	000	000	000
156	11 500	-6524 474	000	159 494	000	000	11 500	000	000	000	000
157	11 900	-6314 474	000	151 710	000	000	11 900	000	000	000	000
158	1 600	-6524 474	000	149 289	000	000	1 600	000	000	000	000
159	154 000	-6524 474	083	143 902	7 426	000	44 062	54 571	24 116	000	000
160	131 800	-5893 509	1	120	122 052	48 362	000	122 052	10 778	86 457	000
161	262 700	-6524 474	25	075	119 102	25 852	000	119 102	62 894	137 517	000
162	237 200	-6314 474	108	285	105 690	29 648	000	105 690	37 541	137 517	000
163	124 000	-6524 474	33	369	109 988	29 381	5 435	109 988	000	13 797	000
164	161 800	-6314 474	77	164	105 900	37 980	5 530	105 900	9 036	137 517	000
165	95 500	-6524 474	8	403	111 197	39 471	40 578	11 196	000	98 527	000
166	6 500	-6524 474	746	135 791	700	97 847	104 740	000	000	000	000
167	1 200	-6314 474	000	145 110	000	000	1 200	000	000	000	000
168	3 000	-6524 474	000	159 494	000	000	3 000	000	000	000	000
169	1 800	-6314 474	000	151 710	000	000	1 800	000	000	000	000
170	7 500	-6524 474	000	149 289	000	000	7 500	000	000	000	000
171	8 000	-6524 474	000	143 902	000	000	8 000	000	000	000	000
172	115 900	-5893 509	295	122 052	45 011	13 173	30 679	000	24 921	000	000
173	203 600	-6524 474	954	119 102	40 101	1 512	119 102	73 800	84 629	000	000
174	242 300	-6314 474	31	492	105 690	24 475	000	105 690	50 073	137 517	000
175	120 100	-6524 474	54	933	109 988	47 060	000	109 988	2 989	137 517	000
176	20 300	-6314 474	1	755	105 900	2 927	82 776	105 900	000	53 120	000
177	73 100	-6524 474	667	111 197	24 137	42 808	111 194	000	14 783	000	000
178	4 900	-6524 474	019	135 191	000	14 773	19 173	000	000	000	000
179	3 800	-6314 474	000	145 110	000	000	3 800	000	000	000	000
180	12 400	-6524 474	000	159 494	000	000	12 400	000	000	000	000
181	3 000	-6314 474	000	151 710	000	000	3 000	000	000	000	000
182	15 000	-6524 474	000	149 289	000	000	15 000	000	000	000	000
183	45 800	-6524 474	013	143 902	16 761	4 142	45 767	000	000	000	000
184	77 200	-5893 509	002	122 052	1 062	878	42 654	28 620	5 918	000	000
185	136 100	-6524 474	458	119 102	49 966	12 899	119 101	22 893	28 182	000	000
186	119 900	-6314 474	271	105 690	38 087	31 140	105 690	48 395	16 618	000	000
187	100 800	-6524 474	863	109 988	49 682	9 623	109 988	000	54 940	000	000
188	43 300	-6314 474	628	105 690	19 467	58 488	37 444	000	000	000	000
189	4 700	-6524 474	000	111 197	000	000	4 700	000	000	000	000
190	5 600	-6524 474	000	135 191	000	000	5 600	000	000	000	000
191	28 800	-6314 474	903	145 110	10 462	1 786	26 737	000	000	000	000
192	1 100	-6524 474	000	159 494	000	000	1 100	000	000	000	000
193	2 300	-6314 474	000	151 710	000	000	2 300	000	000	000	000
194	1 500	-6524 474	000	149 289	000	000	1 500	000	000	000	000
195	91 500	-6524 474	080	143 902	29 621	14 526	31 420	000	000	000	000
196	242 600	-6103 982	4	487	126 411	2 087	7 58	81 745	81 551	63 794	000
197	148 300	-6524 474	40	567	119 102	50 596	17 570	119 102	000	119 494	000
198	42 200	-6314 474	1	588	105 690	3 654	67 140	105 690	2 752	51 508	000
199	40 900	-6524 474	337	109 988	14 426	53 324	34 342	000	710	000	000
200	25 600	-6314 474	001	105 900	2 952	000	26 329	000	000	000	000
201	2 500	-6524 474	000	111 197	000	000	2 500	000	000		

247	0 490	-6524 474	000	137 191	1 416	127	8 900	000	000	000	000
249	2 470	-6314 474	000	145 110	000	000	2 400	000	000	000	000
250	2 200	-6524 457	000	159 408	070	000	2 200	000	000	000	000
251	7 530	-6714 474	000	151 110	000	000	7 500	000	000	000	000
252	7 100	-6524 457	000	149 989	000	000	7 500	000	000	000	000
253	6 660	-6524 457	000	143 602	000	000	6 600	000	000	000	000
254	144 300	-5892 400	305	122 052	54 865	4 919	106 216	000	37 157	000	000
255	33 600	-6524 457	344	119 102	16 825	4 611	119 099	000	1 254	000	000
256	75 900	-6314 474	047	105 690	27 185	11 586	75 420	000	000	000	000
257	49 300	-6524 457	006	109 983	14 545	2 256	47 442	1 721	131	000	000
258	10 100	-6314 474	000	105 906	2 747	179	11 952	000	000	000	000
259	7 600	-6524 457	000	111 197	000	000	7 600	000	000	000	000
260	2 000	-6524 457	000	135 921	000	000	2 000	000	000	000	000
261	2 400	-6314 474	000	145 110	000	000	2 400	000	000	000	000
262	6 700	-6524 457	000	154 497	000	000	6 700	000	000	000	000
263	400	-6314 474	000	151 110	000	000	400	000	000	000	000
264	6 700	-6524 457	000	149 989	000	000	6 700	000	000	000	000
265	55 100	-6524 457	017	143 902	74 381	7 983	55 200	000	000	000	000
266	97 100	-6102 400	044	126 411	29 383	4 874	48 715	8 399	641	000	000
267	227 400	-6524 457	372	119 102	24 404	000	119 100	61 377	55 676	000	000
268	221 500	-6314 474	28 537	105 690	11 176	000	105 690	58 573	137 117	000	000
269	203 900	-6524 457	65 193	109 988	22 124	000	109 988	31 971	137 517	000	000
270	64 100	-6314 474	8 366	105 900	21 129	000	105 900	000	105 900	000	000
271	35 100	-6524 457	1 236	111 197	10 209	19 736	111 193	000	28 536	000	000
272	15 500	-6524 457	064	135 191	000	28 291	37 952	5 425	414	000	000
273	7 300	-6314 474	001	145 110	5 269	000	15 138	000	000	000	000
274	12 700	-6524 457	000	159 495	000	000	12 700	000	000	000	000
275	2 500	-6314 474	000	151 110	000	000	2 500	000	000	000	000
276	9 200	-6524 457	000	149 989	000	000	9 200	000	000	000	000
277	164 400	-6524 457	112	143 902	21 200	110	94 046	36 398	33 804	000	000
278	282 300	-5893 400	11 697	122 052	30 731	000	122 052	70 978	137 517	000	000
279	312 400	-6524 457	134 582	119 102	19 428	000	119 102	79 122	137 517	000	000
280	348 400	-6314 474	217 843	105 690	32 038	000	105 690	71 088	137 517	000	000
281	139 900	-6524 457	51 251	109 988	24 383	000	109 988	9 027	137 517	000	000
282	103 600	-6314 474	2 272	105 900	34 978	3 352	105 900	12 421	126 287	000	000
283	66 800	-6524 457	2 335	111 197	15 337	19 708	111 196	000	94 007	000	000
284	9 400	-6524 457	687	135 191	000	33 977	137 197	000	000	000	000
285	8 000	-6314 474	000	145 110	000	000	8 000	000	000	000	000
286	1 300	-6524 457	000	159 495	000	000	1 300	000	000	000	000
287	2 600	-6314 474	000	151 110	000	000	2 600	000	000	000	000
288	92 600	-6524 457	007	149 989	12 157	0 302	56 571	40 745	5 274	000	000
289	78 600	-6524 457	045	143 902	17 121	11 461	64 248	43 515	6 210	000	000
290	244 300	-5893 400	154	122 052	37 926	000	122 052	74 270	97 462	000	000
291	327 700	-6524 457	113 494	119 102	15 072	000	119 102	59 217	137 517	000	000
292	287 500	-6314 474	112 925	105 690	19 799	000	105 690	86 480	137 517	000	000
293	144 000	-6524 457	32 066	109 988	29 823	6 737	109 988	52 226	137 517	000	000
294	122 400	-6314 474	16 022	105 900	46 146	73 414	105 900	37 322	173 244	000	000
295	28 900	-6524 457	2 792	111 197	24 638	8 271	111 196	000	71 878	000	000
296	16 800	-6524 457	481	135 191	113	17 454	94 244	000	000	000	000
297	4 000	-6314 474	000	145 110	000	000	4 000	000	000	000	000
298	3 400	-6524 457	000	159 495	000	000	3 400	000	000	000	000
299	13 000	-6314 474	000	151 110	000	000	13 000	000	000	000	000
300	26 000	-6524 457	000	149 989	3 215	246	26 000	000	000	000	000
301	68 200	-6524 457	337	143 902	32 326	4 627	68 165	000	000	000	000
302	62 700	-5893 400	324	122 052	16 281	5 661	62 676	000	000	000	000
303	273 000	-6524 457	653	119 102	23 578	000	108 176	58 593	103 524	000	000
304	102 500	-6314 474	5 086	105 690	43 902	1 735	105 690	11 586	137 517	000	000
305	21 800	-6524 457	2 801	109 988	72 841	74 548	109 988	000	17 094	000	000
306	147 000	-6314 474	562	105 900	27 920	22 009	105 897	22 642	74 680	000	000
307	5 300	-6524 457	826	111 197	19 146	77 395	101 841	000	000	000	000
308	2 100	-6524 457	000	135 191	000	000	2 100	000	000	000	000
309	2 200	-6314 474	000	145 110	373	000	2 200	000	000	000	000
310	4 800	-6524 457	000	159 495	000	000	4 800	000	000	000	000
311	5 100	-6314 474	000	151 110	000	000	5 100	000	000	000	000
312	2 000	-6524 457	000	149 989	000	000	2 000	000	000	000	000
313	87 600	-6524 457	027	143 902	13 425	675	66 632	10 329	10 642	000	000
314	63 200	-6103 400	242	126 411	20 490	11 018	77 444	21 452	5 145	000	000
315	251 300	-6524 457	650	119 102	32 088	000	119 102	52 662	99 606	000	000
316	327 600	-6314 474	132 915	105 690	17 307	000	105 690	78 608	137 517	000	000
317	197 400	-6524 457	91 507	109 988	44 509	000	109 988	7 212	137 517	000	000
318	70 400	-6314 474	2 154	105 900	35 211	24 719	105 900	000	105 916	000	000
319	59 800	-6524 457	1 421	111 197	26 314	54 145	111 196	000	54 272	000	000
320	300	-6524 457	218	135 191	000	44 247	54 047	000	000	000	000
321	2 800	-6314 474	000	145 110	000	000	2 800	000	000	000	000
322	300	-6524 457	000	159 495	000	000	300	000	000	000	000
323	8 700	-6314 474	000	151 110	000	000	8 700	000	000	000	000
324	45 700	-6524 457	001	149 989	11 355	7 687	45 618	075	000	000	000
TOT	25323 900		000	4135 494	42116 130	4611 343	3437 279	19302 110			000

\*\*\*\*\*



**ANEXO C: DISPONIBILIDADE PLUVIOMÉTRICA**

C:\WINWORD\RELATOR\RT204396.DOC

**- DISPONIBILIDADE PLUVIOMÉTRICA**

Ord	CÓDIGO	JFMA1922SOND	JFMA1923SOND	JFMA1924SOND	JFMA1925SOND	JFMA1926SOND	JFMA1927SOND	JFMA1928SOND	JFMA1929SOND	JFMA1930SOND	JFMA1931SOND	JFMA1932SOND
1	00338006											
2	00338011											
3	00338012											
4	00338013											
5	00339005											
6	00339019											
7	00339022											
8	00339027											
9	00438027	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----
10	00438037											
11	00438031											
12	00438036	FFF-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	FFFFFFFFFF	FF-FFFFFFFFFF
13	00438047											
14	00439016	-----	-----	-----	-----	FFFFFFFF	FFFFFFFF	FFFFFFFF	FFFFFFFF	FFFFFFFF	FFFFFFFF	FF-FFFFFFFFFF
15	00439017	-----	-----	-----	-----	FF----F----	FFFFFFFF	FFFFFFFF	FFFFFFFF	FFFFFFFF	FFFFFFFF	FFFFFFFF



Def	CODIGO	JFMAI 933SOND	JFMAI 934SOND	JFMAI 935SOND	JFMAI 936SOND	JFMAI 937SOND	JFMAI 938SOND	JFMAI 939SOND	JFMAI 940SOND	JFMAI 941SOND	JFMAI 942SOND	JFMAI 943SOND
1	00338006											
2	00338011											
3	00338012											
4	00338013											
5	00339005											
6	00339019											
7	00339022											
8	00339027											
9	00438020	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----
10	00438027											
11	00438031											
12	00438038	FFFFFFFF	FFFFFFFF	FFFFFFFF	FFFFFFFF	FFFFFFFF	FFFFFFFF	FFFFFFFF	FFFFFFFF	FFFFFFFF	FFFFFFFF	FFFFFFFF
13	00438047											
14	00439016	FFFFFFFF	FFFFFFFF	FFFFFFFF	FFFFFFFF	FFFFFFFF	FFFFFFFF	FFFFFFFF	FFFFFFFF	FFFFFFFF	FFFFFFFF	FFFFFFFF
15	00439017	FFFFFFFF	FFFFFFFF	FFFFFFFF	FFFFFFFF	FFFFFFFF	FFFFFFFF	FFFFFFFF	FFFFFFFF	FFFFFFFF	FFFFFFFF	FFFFFFFF

Ord em	CÓDIGO	JFMA1955SOND	JFMA1956SOND	JFMA1957SOND	JFMA1958SOND	JFMA1959SOND	JFMA1960SOND	JFMA1961SOND	JFMA1962SOND	JFMA1963SOND	JFMA1964SOND	JFMA1965SOND
1	00338006								----	----	----	----
2	00338011								FF----	-----F	----	----
3	00338012								----	----	----	----
4	00338013								FF----	----	----	----
5	00339005								FFF----	----	----	----
6	00339019								----	----	----	----
7	00339022								--F----	----	----	----
8	00339027								----	----	----	----
9	00438020	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	FFFFFFFF	FFFFFFFF
10	00438027								----	----	----	----
11	00438031								FFFF----	----	----	----
12	00438038	FFFFFFFF	FFFFFFFF	FFFFFFFF	FFFFFFFF	FFFFFFFF	FFFFFFFF	FFFFFFFF	FFFFFFFF	FFFFFFFF	FFFFFFFF	FFFFFFFF
13	00438047								FF----	----	----	----
14	00439016	FFFFFFFF	FFFFFFFF	FFFFFFFF	FFFFFFFF	FFFFFFFF	FFFFFFFF	FFFFFFFF	FFFFFFFF	FFFFFFFF	FFFFFFFF	FFFFFFFF
15	00439017	FFFFFFFF	FFFFFFFF	FFFFFFFF	FFFFFFFF	FFFFFFFF	FFFFFFFF	FFFFFFFF	FFFFFFFF	FFFFFFFF	FFFFFFFF	FFFFFFFF

Ord	CÓDIGO	JEMAI 966SOND	JEMAI 967SOND	JEMAI 968SOND	JEMAI 969SOND	JEMAI 970SOND	JEMAI 971SOND	JEMAI 972SOND	JEMAI 973SOND	JEMAI 974SOND	JEMAI 975SOND	JEMAI 976SOND
1	00338006	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----FFFF-----
2	00338011	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----E-----
3	00338012	-----	-----	---F-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----FFFFFF-----
4	00338013	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----
5	00339005	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----
6	00339013	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----
7	00339022	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----
8	00339027	-----	-----FF-----	-----	-----	-----	-----	---E-----	-----E-----	-----	---E-----	-----FFFF-----
9	00438020	FFFFFFFFFFFF	FFFFFFFFFFFF	FFFFFFFFFFFF	FFFFFFFFFFFF	FFFFFFFFFFFF	FFFFFFFFFFFF	FFFFFFFFFFFF	FFFFFFFFFFFF	FFFFFFFFFFFF	FFFFFFFFFFFF	FFFFFFFFFFFF
10	00438027	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----
11	00438031	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----
12	00438038	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----
13	00438047	-----	-----	---FF-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	---E-----	-----
14	00439016	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----
15	00439017	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----

Ord	CÓDIGO	JFMA1977SOND	JFMA1978SOND	JFMA1979SOND	JFMA1980SOND	JFMA1981SOND	JFMA1982SOND	JFMA1983SOND	JFMA1984SOND	JFMA1985SOND	JFMA1986SOND	JFMA1987SOND
1	00338006	-----FF	FFFFFFFFFFFF	FFFFFFFFFFFF	FFFFFFFFFFFF	FFFFFFFFFFFF	FFFFFFFFFFFF	FFFFFFFFFFFF	FFFFFFFFFFFF	FFFFFFFFFFFF	FFFFFFFFFFFF	FFFFFFFFFFFF
2	00338011	-----	-----	--FFFFFFFF	FFFFFFFFFFFF	FFFFFFFFFFFF	FFFFFFFFFFFF	FFFFFFFFFFFF	FFFFFFFFFFFF	FFFFFFFFFFFF	FFFFFFFFFFFF	FFFFFFFFFFFF
3	00338012	-----	FFFFFFF----	--FFFFFFFF	FFFFFFFFFFFF	FFFFFFFFFFFF	FFFFFFFFFFFF	FFFFFFFFFFFF	FFFFFFFFFFFF	FFFFFFFFFFFF	FFFFFFFFFFFF	FFFFFFFFFFFF
4	00338013	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	---F-----	-----	-----	-----
5	00339005	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----
6	00339019	-----F-	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----
7	00339022	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----
8	00339027	FFFFFFFFFFFF	FFFFFFFFFFFF	FFFFFFFFFFFF	FFFFFFFFFFFF	FFFFFFFFFFFF	FFFFFFFFFFFF	FFFFFFFFFFFF	FFFFFFFFFFFF	FFFFFFFFFFFF	FFFFFFFFFFFF	FFFFFFFFFFFF
9	00438020	FFFFFFFFFFFF	FFFFFFFFFFFF	FFFFFFFFFFFF	FFFFFFFFFFFF	FFFFFFFFFFFF	FFFFFFFFFFFF	FFFFFFFFFFFF	FFFFFFFFFFFF	FFFFFFFFFFFF	FFFFFFFFFFFF	FFFFFFFFFFFF
10	00438027	-----F----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----
11	00438031	FFFFFFFFFFFF	FFFFFFFFFFFF	--FFFFFFFF	FFFFFFFFFFFF	FFFFFFFFFFFF	FFFFFFFFFFFF	FFFFFFFFFFFF	-F-----	-FFFFFFFFF	FFFFFFFFFFFF	FFFFFFFFFFFF
12	00438038	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----
13	00438047	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----F-	-----	-----	-----
14	00439016	-----F	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----
15	00439017	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----

Ord	CODIGO	JFMA1988SOND
1	00338006	FFFFFFFFFFFF
2	00338011	FFFFFFFFFFFF
3	00338012	FFFFFFFFFFFF
4	00338013	FFFFFFFFFFFF
5	00339005	-----
6	00339019	-----
7	00339022	-----
8	00339027	FFFFFFFFFFFF
9	00438020	FFFFFFFFFFFF
10	00438027	-----
11	00438031	FFFFFFFFFFFF
12	00438038	-----
13	00438047	-----
14	00439016	-----
15	00439017	-----