



UFSM

Dissertação de Mestrado

**SIMULAÇÃO HIDROLÓGICA DO RESERVATÓRIO
DO VACACAÍ-MIRIM / SANTA MARIA-RS
UTILIZANDO O SISTEMA IPHS1**

—
Alexandre Pereira Marins

PPGEC

Santa Maria, RS, Brasil

2004

**SIMULAÇÃO HIDROLÓGICA DO RESERVATÓRIO
DO VACACAÍ-MIRIM / SANTA MARIA-RS
UTILIZANDO O SISTEMA IPHS1**

—
por

Alexandre Pereira Marins

Dissertação apresentada ao Curso de Mestrado do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, Área de Concentração em Engenharia de Recursos Hídricos e Saneamento Ambiental, da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM, RS), como requisito parcial para obtenção do grau de **Mestre em Engenharia Civil.**

PPGEC

Santa Maria, RS, Brasil

2004

**Universidade Federal de Santa Maria
Centro de Tecnologia
Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil**

A Comissão Examinadora, abaixo assinada, aprova a Dissertação de
Mestrado

**SIMULAÇÃO HIDROLÓGICA DO RESERVATÓRIO
DO VACACAÍ-MIRIM / SANTA MARIA-RS
UTILIZANDO O SISTEMA IPHS1**

elaborada por
Alexandre Pereira Marins

como requisito parcial para obtenção do grau de
Mestre em Engenharia Civil

COMISSÃO EXAMINADORA:

Eloiza Maria Cauduro Dias de Paiva - UFSM
(Presidente/Orientadora)

João Soares Viegas Filho - UFPel

Geraldo Lopes da Silveira - UFSM

Santa Maria, 27 de fevereiro de 2004

Dedicatória

À Karynne, com amor.

AGRADECIMENTOS

Ao curso de Pós-Graduação em Engenharia Civil, da Universidade Federal de Santa Maria, pela participação no Mestrado em Engenharia Civil na área de Recursos Hídricos e Saneamento Ambiental;

À Prof. Dr^a Eloiza Maria Cauduro Dias de Paiva pela orientação, transmissão de conhecimentos e companheirismo em todo o decorrer da pesquisa;

Ao Prof. Dr^o João Soares Viegas Filho pela disponibilidade em auxiliar na aplicação do sistema IPHS1;

Ao Prof. Dr^o João Batista Dias de Paiva pelo apoio concedido;

À Pesquisadora, Mestre em Recursos Hídricos, Rutinéia Tassi pela extrema disponibilidade e dedicação no auxílio a aplicação do IPHS1;

Aos meus pais, pelos grandes ensinamentos ao longo de minha vida, fundamentais para formação do meu caráter e realização de grandes conquistas;

À minha esposa, eterna amiga e companheira, que sempre me deu força e estímulo nos momentos difíceis;

Aos amigos do GHIDROS pela amizade, companheirismo e disponibilidade no auxílio computacional e de campo;

Ao amigo Alcides Sartori, pela coleta de dados e auxílio nas atividades de campo;

Ao CNPq pela bolsa de estudos concedida;

A todos que me acompanharam nessa caminhada e que não foram citados, o meu eterno agradecimento.

SUMÁRIO

LISTA DE QUADROS	
LISTA DE TABELAS	
LISTA DE FIGURAS	
LISTA DE SIGLAS, ABREVIATURAS E SÍMBOLOS	
LISTA DE ANEXOS	
RESUMO	
ABSTRACT	
1. INTRODUÇÃO	
1.1 Justificativa _____	02
1.2 Objetivo _____	02
2. REVISÃO DE LITERATURA	
2.1 Assoreamento em reservatórios _____	03
2.1.1 Aspectos gerais _____	03
2.1.2 Assoreamento no reservatório do Vacacaí-Mirim _____	04
2.2 A ocorrência de inundação _____	05
2.3 Mecanismos para controle de enchentes _____	06
2.4 Reservatórios no controle de cheias _____	07
2.5 A propagação de cheias _____	09
2.5.1 Conceito geral _____	09
2.5.2 Classificação dos modelos de escoamento _____	10
2.5.2.1 Modelos hidráulicos simplificados _____	12
2.5.2.2 Modelos hidrológicos _____	13
2.6 Os modelos chuva-vazão _____	16
2.6.1 O modelo chuva-vazão IPH2 _____	16
2.7 A modelagem orientada a objetos - MOO _____	19
2.8 O sistema IPHS1 _____	20
2.9 Descrição do sistema IPHS1 _____	21
2.9.1 Estrutura do modelo _____	22

2.9.2 Módulo bacia	23
2.9.2.1 Precipitação	24
2.9.2.2 Separação de escoamento	25
2.9.2.3 Escoamento superficial	25
2.9.2.4 Escoamento subterrâneo ou de base	25
2.9.3 Módulo rio	26
2.9.3.1 Escoamento em rios	27
2.9.3.2 Escoamento em reservatório	28
2.9.3.3 Derivação de vazões	28
3. MATERIAL E MÉTODO	
3.1 A bacia do Vacacaí-Mirim	30
3.2 Reservatório do Vacacaí-Mirim	31
3.2.1 Batimetrias	33
3.3 A rede hidrométrica de monitoramento	34
3.3.1 Estações fluviométricas	35
3.3.2 Estações pluviométricas	38
3.3.3 Linígrafo da barragem	40
3.3.4 Evaporação	41
3.4 Obtenção dos dados disponíveis	42
3.4.1 Vazões afluentes ao reservatório	42
3.4.1.1 Consistência dos dados	43
3.4.2 Precipitação na bacia contribuinte	44
3.5 Monitoramento da barragem do Vacacaí-Mirim	44
3.6 A curva-chave do vertedor da barragem	46
3.7 Caracterização das bacias hidrográficas contribuintes	49
3.7.1 Calibração e geração de vazões pelo IPH2	53
3.8 Aplicação do IPHS1	55
4. RESULTADOS E DISCUSSÕES	
4.1 Batimetrias	58
4.2 Obtenção das curva-chaves	63
4.3 Consistência dos dados	64

4.4 A curva-chave do vertedor da barragem_____	67
4.5 Calibração e geração de vazões pelo IPH2_____	71
4.6 Simulação dos níveis do reservatório do Vacacaí-Mirim_____	78
4.6.1 Análise dos resultados_____	82
4.6.1.1 Ajuste do sistema IPHS1_____	83
4.6.1.2 Comparação dos cenários_____	86
4.6.1.3 Ajuste dos períodos recessivos_____	87
4.6.1.4 Amortecimento de cheias_____	89
5. CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES	
5.1 Conclusões_____	94
5.2 Recomendações_____	96
6. BIBLIOGRAFIA _____	97
7. ANEXOS _____	103

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Períodos de operação das estações de monitoramento da bacia contribuinte _____	42
Quadro 2 - Áreas contribuintes ao reservatório _____	52
Quadro 3 - Batimetria 1961 _____	59
Quadro 4 - Batimetria 1997 _____	59
Quadro 5 - Batimetria 2001 _____	60
Quadro 6 - Dados de saída do programa HIDROM _____	64
Quadro 7 - Dados de saída organizados _____	65

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Dados consistidos do HIDROM _____	66
Tabela 2 - Medidas de vazão feitas no canal de descarga do vertedor _____ _____	68
Tabela 3 - Valores calculados pela equação proposta em Raju (1981) _____ _____	70
Tabela 4 - Parâmetros obtidos para MD2 e MD3 em cada intervalo de calibração _____	74
Tabela 5 - Ajuste dos parâmetros da estação MD2 _____	75
Tabela 6 - Ajuste dos parâmetros da estação MD3 _____	75
Tabela 7 - Vazões máximas de entrada e saída do reservatório _____	93
Tabela 8 - Medidas de vazão no canal de descarga - data: 24/04/01 _____ _____	105
Tabela 9 - Medidas de vazão no canal de descarga - data: 31/08/01 _____ _____	105
Tabela 10 - Medidas de vazão no canal de descarga - data: 04/09/01 _____ _____	106
Tabela 11 - Medidas de vazão no canal de descarga – data 13/09/01 _____ _____	106
Tabela 12 - Medidas de vazão no canal de descarga - data 01/10/01 _____ _____	107
Tabela 13 - Medidas de vazão no canal de descarga - data 16/10/01 _____ _____	107
Tabela 14 - Medidas de vazão no canal de descarga - data 14/11/01 _____ _____	108
Tabela 15 - Medidas de vazão no canal de descarga - data 20/05/02 _____ _____	108
Tabela 16 - Medidas de vazão no canal de descarga - data 21/05/02 _____ _____	109

Tabela 17 - Medidas de vazão no canal de descarga - data 23/05/02 _____	109
Tabela 18 - Medidas de vazão no canal de descarga - data 29/05/02 _____	110
Tabela 19 - Medidas de vazão no canal de descarga - data 10/06/02 _____	110
Tabela 20 - Medidas de vazão no canal de descarga - data 11/06/02 _____	111
Tabela 21 - Medidas de vazão no canal de descarga - data 18/06/02 _____	111
Tabela 22 - Séries históricas para calibração da estação MD2_____	113
Tabela 23 - Séries históricas para calibração da estação MD3_____	122
Tabela 24 - Séries de vazão afluentes ao reservatório do Vacacaí-Mirim_	150

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Propagação de uma onda de cheia _____	09
Figura 2 - A bacia hidrográfica do Vacacaí-Mirim _____	22
Figura 3 - Barragem do reservatório do Vacacaí-Mirim _____	24
Figura 4 - Vertedor da barragem _____	26
Figura 5 - Rede hidrométrica de monitoramento _____	27
Figura 6 - Antiga estação fluviométrica MD1 _____	29
Figura 7 - Estação fluviométrica MD3 _____	31
Figura 8 - Estação fluviométrica MD2 _____	32
Figura 9 - Estação fluviométrica Sítio do Tio Pedro _____	33
Figura 10 - Estação pluviográfica CORSAN _____	34
Figura 11 - Pluviômetro eletrônico _____	35
Figura 12 - Estação fluviométrica Barragem _____	36
Figura 13 - Vertimento parcial observado na crista do vertedor	34
Figura 14 - Método área-velocidade _____	38
Figura 15 - Medida de vazão no canal de descarga _____	39
Figura 16 - Medida de vazão no canal de descarga _____	40
Figura 17 - Áreas contribuintes ao reservatório do Vacacaí-Mirim _	41
Figura 18 - Áreas contribuintes agrupadas em sub-bacias _____	45
Figura 19 - Área de trabalho do modelo IPHS1 versão Windows __	47
Figura 20 - Algoritmos de cálculo para transformação de chuva em vazão _____	47
Figura 21 - Algoritmos para propagação de cheias em canais ____	48
Figura 22 - Propagação de cheias em reservatórios _____	50
Figura 23 - Opções para cálculo da derivação em canais _____	51
Figura 24 - Curvas cota-volume acumulado para as batimetrias____	61
Figura 25 - Gráfico da equação ajustada para batimetria de 1961__	62
Figura 26 - Gráfico da equação ajustada para batimetria de 2001__	62
Figura 27 - Comparação de linigramas após a consistência dos dados _____	67

Figura 28 - Ajuste das vazões observadas com as vazões calculadas utilizando o $C_{\text{médio}}$ _____	69
Figura 29 - Ajuste das vazões observadas com as vazões calculadas pela equação proposta em Raju _____	70
Figura 30 - Séries de vazão e precipitação utilizadas para calibração da estação MD2 _____	72
Figura 31 - Séries de vazão e precipitação utilizadas para calibração da estação MD3 _____	73
Figura 32 - Série de vazão gerada pelo IPH2 para a sub-bacia 1 __	76
Figura 33 - Série de vazão gerada pelo IPH2 para a sub-bacia 3 __	77
Figura 34 - Série de vazão gerada pelo IPH2 para a sub-bacia 4 __	77
Figura 35 - Série de vazão observada para a sub-bacia 2 _____	78
Figura 36 - Vazões referentes à captação no reservatório _____	79
Figura 37 - Vazões referentes à evaporação sobre o reservatório _	80
Figura 38 - Vazões referentes à precipitação sobre o reservatório _	80
Figura 39 - Representação da bacia contribuinte no sistema IPHS1	81
Figura 40 - Níveis observados e calculados pela batimetria 2001__	83
Figura 41 - Ajuste para trecho do período de cheia _____	85
Figura 42 - Ajuste para trecho do período de cheia _____	85
Figura 43 - Níveis calculados para as batimetrias 1961 e 2001 ____	86
Figura 44 - Níveis observados e calculados para a batimetria 2001 após o ajuste dos períodos secos _____	88
Figura 45 - Níveis calculados para as batimetrias 1961 e 2001 após o ajuste dos períodos secos _____	89
Figura 46 - Hidrogramas de entrada e saída no reservatório _____	90
Figura 47 - Evento 01 _____	91
Figura 48 - Evento 02 _____	92
Figura 49 - Evento 03 _____	97
Figura 50 - Comparação das vazões observadas e calculadas para o intervalo calibra 1 da MD2 _____	129

Figura 51 - Comparação das vazões observadas e calculadas para o intervalo calibra 2 da MD2 _____	129
Figura 52 - Comparação das vazões observadas e calculadas para o intervalo calibra 3 da MD2 _____	130
Figura 53 - Comparação das vazões observadas e calculadas para o intervalo Calibra 1 da MD2 _____	132
Figura 54 - Comparação das vazões observadas e calculadas para o intervalo calibra 2 da MD2 _____	132
Figura 55 - Comparação das vazões observadas e calculadas para o intervalo calibra 3 da MD2 _____	133
Figura 56 - Comparação das vazões observadas e calculadas para o intervalo calibra 1 da MD2 _____	135
Figura 57 - Comparação das vazões observadas e calculadas para o intervalo calibra 2 da MD2 _____	135
Figura 58 - Comparação das vazões observadas e calculadas para o intervalo calibra 3 da MD2 _____	136
Figura 59 - Comparação das vazões observadas e calculadas para o intervalo Calibra 1 da MD3 _____	138
Figura 60 - Comparação das vazões observadas e calculadas para o intervalo calibra 2 da MD3 _____	138
Figura 61 - Comparação das vazões observadas e calculadas para o intervalo Calibra 3 da MD3 _____	139
Figura 62 - Comparação das vazões observadas e calculadas para o intervalo Calibra 4 da MD3 _____	139
Figura 63 - Comparação das vazões observadas e calculadas para o intervalo calibra 1 da MD3 _____	141
Figura 64 - Comparação das vazões observadas e calculadas para o intervalo Calibra 2 da MD3 _____	141
Figura 65 - Comparação das vazões observadas e calculadas para o intervalo calibra 3 da MD3 _____	142

Figura 66 - Comparação das vazões observadas e calculadas para o intervalo calibra 4 da MD3 _____	142
Figura 67 - Comparação das vazões observadas e calculadas para o intervalo calibra 1 da MD3 _____	144
Figura 68 - Comparação das vazões observadas e calculadas para o intervalo calibra 2 da MD3 _____	144
Figura 69 - Comparação das vazões observadas e calculadas para o intervalo calibra 3 da MD3 _____	145
Figura 70 - Comparação das vazões observadas e calculadas para o intervalo calibra 4 da MD3 _____	145
Figura 71 - Comparação das vazões observadas e calculadas para o intervalo calibra 1 da MD3 _____	147
Figura 72 - Comparação das vazões observadas e calculadas para o intervalo Calibra 2 da MD3 _____	147
Figura 73 - Comparação das vazões observadas e calculadas para o intervalo calibra 3 da MD3 _____	148
Figura 74 - Comparação das vazões observadas e calculadas para o intervalo calibra 4 da MD3 _____	148

LISTA DE SIGLAS, ABREVIATURAS E SÍMBOLOS

ABRH	Associação Brasileira de Recursos Hídricos
ANEEL	Agência Nacional de Energia Elétrica
C	Coeficiente de descarga
Q	Vazão de saída no vertedor
CORSAN	Companhia Riograndense de Saneamento
CPRM	Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais
DNOS	Departamento Nacional de Obras de Saneamento
GHIDROS	Grupo de Pesquisa em Recursos Hídricos e Saneamento Ambiental
H	Altura da lâmina d'água
HDS	Departamento de Hidráulica e Saneamento
IPH	Instituto de Pesquisas Hidráulicas
K_1	Parâmetro de viscosidade e tensão superficial
K_2	Parâmetro de curvatura e atrito
Km	Kilômetro
Km^2	Kilômetro quadrado
L	Largura
m	Metro
m^2	Metro quadrado
m/s	Metro por segundo
m^3/s	Metro cúbico por segundo
MD 1	Estação Fluviométrica Menino Deus 1
MD 2	Estação Fluviométrica Menino Deus 2
MD 3	Estação Fluviométrica Menino Deus 3
RECOPE	Redes Cooperativas de Pesquisa
REHIDRO	Rede Cooperativa de Pesquisa em Recursos Hídricos
RS	Rio Grande do Sul
UFSM	Universidade Federal de Santa Maria

UFMG

Universidade Federal de Minas Gerais

LISTA DE ANEXOS

- A. Tabelas de medidas de vazão feitas no canal de descarga do vertedor _____ 104
- B. Tabela com séries de precipitação, vazão e evaporação para calibração da estação fluviométrica Menino Deus 2 _____ 112
- C. Tabela com séries de precipitação, vazão e evaporação para calibração da estação fluviométrica Menino Deus 3 _____ 121
- D. Ajuste dos parâmetros da estação fluviométrica Menino Deus 2 _____ 128
- D.1 Melhores parâmetros do intervalo calibra 1 testados nos intervalos calibra 2 e calibra 3 _____ 128
- D.2 Melhores parâmetros do intervalo calibra 2 testados nos intervalos calibra 1 e calibra 3 _____ 131
- D.3 Melhores parâmetros do intervalo calibra 3 testados nos intervalos calibra 1 e calibra 2 _____ 134
- E. Ajuste dos parâmetros da estação fluviométrica Menino Deus 3 _____ 137
- E.1 Melhores parâmetros do intervalo calibra 1 testados nos intervalos calibra 2, calibra 3 e calibra 4 _____ 137
- E.2 Melhores parâmetros do intervalo calibra 2 testados nos intervalos calibra 1, calibra 3 e calibra 4 _____ 140
- E.3 Melhores parâmetros do intervalo calibra 3 testados nos intervalos calibra 1, calibra 2 e calibra 4 _____ 143
- E.4 Melhores parâmetros do intervalo calibra 4 testados nos intervalos calibra 1, calibra 2 e calibra 3 _____ 146
- F. Séries de vazão afluentes ao reservatório do Vacacaí-Mirim 149

RESUMO

Dissertação de Mestrado
Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil
Universidade Federal de Santa Maria, RS, Brasil

**SIMULAÇÃO HIDROLÓGICA DO RESERVATÓRIO DO VACACAÍ-
MIRIM / SANTA MARIA-RS UTILIZANDO O SISTEMA IPHSI**

AUTOR: ALEXANDRE PEREIRA MARINS

ORIENTADORA: ELOIZA MARIA CAUDURO DIAS DE PAIVA

Data e Local da Defesa: Santa Maria, 27 de fevereiro de 2004

A crescente atividade humana nas proximidades dos cursos d'água tem acelerado o processo de erosão dos solos e conseqüentemente o assoreamento desses cursos. Particularmente em reservatórios, o assoreamento provoca a diminuição da capacidade de armazenamento e também da vida útil dessas estruturas.

Este estudo teve como objetivo avaliar os efeitos do assoreamento sobre a propagação de cheias no reservatório do Vacacaí-Mirim em Santa Maria/RS, por meio da aplicação do sistema IPHS1.

Foram utilizadas as séries de vazão afluentes ao reservatório, geradas pelo modelo chuva-vazão IPH2, os dados das batimetrias realizadas em 1961 e 2001 e dados de níveis e vazão do reservatório. Essas informações foram inseridas no sistema IPHS1 versão Windows, para simulação dos níveis do reservatório nos dois cenários descritos – 1961 e 2001.

A comparação dos níveis observados no reservatório com os calculados para o cenário de 2001 mostrou um melhor ajuste nos períodos de cheia em relação aos períodos recessivos. Nestes, os níveis calculados ficaram bem abaixo dos observados, tendo sido necessária à reavaliação da vazão de base do período para a melhoria do ajuste.

Os níveis calculados para cada cenário se mantiveram praticamente coincidentes nos períodos de cheia, sendo confirmados pelos hidrogramas de saída do reservatório em eventos de cheia. As vazões

máximas de saída para a batimetria de 2001 foram em média 2,28 % maiores que as de 1961. Esta diferença foi pequena considerando a redução na capacidade de armazenamento do reservatório de 29,45 %, comprovada pela batimetria de 2001. Nos períodos recessivos os resultados foram o esperado, apresentando níveis calculados para 2001 menores que os níveis em 1961.

Concluiu-se que a redução da capacidade de amortecimento encontrada foi pequena tendo em vista o acentuado processo de assoreamento sofrido pelo reservatório ao longo de sua operação. Entretanto a aplicação do sistema IPHS1 foi válida para a simulação dos níveis do reservatório nos cenários descritos, sendo uma ferramenta útil para o estudo do comportamento dos reservatórios mediante as alterações ocorridas ao longo dos anos.

ABSTRACT

Dissertação de Mestrado
Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil
Universidade Federal de Santa Maria, RS, Brasil

**SIMULAÇÃO HIDROLÓGICA DO RESERVATÓRIO DO VACACAÍ-
MIRIM / SANTA MARIA-RS UTILIZANDO O SISTEMA IPHSI**
(Hydrologic simulation of the Vacacaí-Mirim reservoir / Santa Maria-RS
using the IPHS1 sistem)

AUTHOR: ALEXANDRE PEREIRA MARINS

ADVISOR: ELOIZA MARIA CAUDURO DIAS DE PAIVA

Data e Local da Defesa: Santa Maria, 27 de fevereiro de 2004

The growing human activity in the proximity of the rivers, has been accelerating the ground erosion process and consequently the aggradation of this rivers. Particularly in the reservoirs, the aggradation causes the reduction of the storage capacity and also the useful life of this structures.

This research shows a assessment of the aggradation effects on the flood routing in the reservoir of Vacacaí-Mirim in Santa Maria/RS.

It was used the inflow series to the reservoir, generated by the IPH2 model, the batometrias data accomplished in 1961 and 2001, reservoir levels and flow data. Theses information were insert in the IPHS1 sistem for Windows, to simulate the reservoir's level variation in two differents sceneries – 1961 and 2001.

The comparison of the observed levels in the reservoir with the simulated for the scenery of 2001, showed a better adjustment in the inundation periods regarding the recessive periods. In these, the calculated levels were very below observed, making necessary a revaluation of the period base flow for an adjustment improvement.

The simulated levels in each scenery were very close in flood periods, this result was confirmed of the output hidrograph reservoir in flood events. The output maximum flows of the 2001 scenery were in average 2,28 % larger than 1961 scenery. This difference was too small

considering the reduction of 29,45 % in the reservoir storage capacity proved the 2001 batometria. In the recessives periods the results were the expected, presenting 2001 simulated levels smaller than 1961.

The research concluded that the reduction of extreme flows deadening capacity founded was small, considering the accentuated aggradation process occurred in the reservoir during its operation. However the application of IPHS1 sistem was valid to simulate the reservoir levels in the described sceneries, being a useful tool of the reservoir's behavior study by the alterations occurred during the years.

1. Introdução

O crescente desenvolvimento da humanidade com um aumento acelerado da população, e conseqüentemente das áreas de ocupação, tem ocorrido, de modo geral desordenadamente sem um adequado planejamento urbano.

As aglomerações urbanas localizam-se, preferencialmente, em áreas próximas a cursos d'água, já que estes são responsáveis pelo suprimento para o consumo, higiene, atividades agrícolas e industriais.

A construção de reservatórios para armazenamento d'água, torna-se necessária para atender a demanda crescente dessas populações. Entretanto a atividade antrópica na bacia hidrográfica contribui significativamente para o aumento da produção de sedimentos, que são carregados pelos cursos d'água e depositados nos reservatórios.

O acúmulo desses sedimentos causa o assoreamento, o qual é responsável tanto pela diminuição do armazenamento e vida útil do reservatório, como também pela redução da capacidade de amortecimento de ondas de cheia.

O amortecimento de cheias é função da capacidade de armazenamento do reservatório. Sua principal característica é a redução das vazões máximas ocorridas nos eventos de cheia que são responsáveis pelos prejuízos materiais e sociais decorrentes das enchentes.

1.1 Justificativa

A avaliação da diminuição da capacidade de amortecimento de cheias do reservatório pode ser medida pela variação dos níveis d'água em períodos de cheia. A comparação desses níveis em dois períodos distintos, no início da operação do reservatório e nas condições atuais, permite o estudo da influência do assoreamento na propagação de cheias no reservatório.

A análise do efeito do assoreamento sobre a capacidade de amortecimento do reservatório do Vacacaí-Mirim, é necessária pela importância dessa estrutura para o abastecimento da cidade de Santa Maria e por estar inserido em sua área urbana.

1.2 Objetivos

Avaliar os efeitos do assoreamento sobre a propagação de cheias no reservatório do Vacacaí-Mirim em Santa Maria/RS, por meio da aplicação do sistema IPHS1 para simulação dos níveis do reservatório em dois períodos distintos, 1961 e 2001. As características físicas das bacias hidrográficas contribuintes ao reservatório, assim como as séries históricas de vazão, precipitação e evaporação, foram utilizadas para a geração das vazões afluentes pelo modelo chuva-vazão IPH2. Estes dados, juntamente com as informações das batimetrias realizadas em 1961 e 2001 e os níveis do reservatório, foram aplicados no sistema IPHS1 para a simulação e verificação do comportamento do reservatório.

2. Revisão de Literatura

2.1 Assoreamento em reservatórios

2.1.1 Aspectos gerais

O estudo sedimentológico do assoreamento em reservatório tem sido amplamente abordado e discutido pela sua direta relação com a capacidade de armazenamento do reservatório e também a diminuição de sua vida útil.

Segundo Carvalho et al (2000) as barragens reduzem as velocidades da corrente provocando a deposição gradual dos sedimentos carregados pelo curso d'água e dando origem ao processo de assoreamento, que pode ocasionar problemas ambientais e até mesmo inviabilizar a operação do reservatório.

A velocidade do processo de assoreamento varia com o tamanho do lago formado pelo reservatório. De acordo com Carvalho (1994), apud Carvalho et al (2000), os pequenos lagos sofrem um assoreamento rápido, podendo acontecer em uma única enchente, diferente dos grandes reservatórios que levam um tempo maior para ficarem assoreados (em alguns casos mais de 1000 anos).

No Brasil, a importância desses estudos se justifica em razão de 90 % de toda energia elétrica provir de fontes hidráulicas (Carvalho et al, 2000). Porém, estudos sedimentológicos não são feitos de maneira completa em grandes reservatórios devido ao problema de assoreamento ser de longo prazo, diferente de estudos hidrológicos que são necessários para a implantação dos projetos, sendo feitos de maneira adequada.

Devido ao processo de assoreamento, pôde-se concluir em estudo feito pela Eletrobrás/IPH (1994) que a perda anual de volume dos reservatórios brasileiros é próxima de 0,5 % (Carvalho, 1994), equivalendo a um volume de $2000 \cdot 10^6 \text{ m}^3$ por ano.

2.1.2 Assoreamento no reservatório do Vacacaí-Mirim

O reservatório do Vacacaí-Mirim localiza-se no Arroio Vacacaí-Mirim e teve sua implantação e enchimento em 1972 para fins de abastecimento público, representando atualmente 40 % do fornecimento de água para a cidade.

O processo de assoreamento no reservatório do Vacacaí-Mirim tem sido fonte de estudos e pesquisas sobre a produção de sedimentos na bacia hidrográfica do Vacacaí-Mirim. Um dos trabalhos desenvolvidos nesta bacia, sobre o tema, foi realizado por Paiva et al (1998) com o objetivo de avaliar o assoreamento do reservatório durante o período de operação de 1972 a 1997, comparando com os valores medidos e estimados pela metodologia de cálculo de assoreamento na fase de estudos de inventário, descrita em Carvalho (1994).

Os resultados deste estudo mostram que houve uma redução de 22,87 % na capacidade de armazenamento do reservatório do Vacacaí-Mirim, no decorrer de 25 anos de operação. Esta redução é aproximadamente o dobro da calculada pela metodologia de Carvalho.

Paiva et al (1998), coloca algumas ações antrópicas que podem ter favorecido o aceleração do processo de assoreamento do reservatório, como:

- aterramento de locais perto do vertedor, devido a ocorrência de afogamentos;
- construção de clube recreativo às margens da barragem;
- retirada de material do leito do rio principal, para construção de rodovia na cidade de Santa Maria.

Como essas ações, e seus impactos, não foram quantificados na época de sua ocorrência, atualmente é muito difícil sua avaliação individual.

Dill (2002) avaliou o uso da terra na microbacia hidrográfica contribuinte ao reservatório do Vacacaí-Mirim, identificando as possíveis

causas do sedimento transportado na microbacia e conseqüente assoreamento do reservatório. Realizou-se uma batimetria em 2001 quando foi constatada uma redução de 29,45 % da capacidade de armazenamento do reservatório.

2.2 A ocorrência de inundação

O processo de ocupação de áreas próximas a rios e mares foi estimulado pela dificuldade de transporte terrestre de que se tinha no passado. Os antigos moradores procuraram habitar regiões mais altas aonde o nível dos rios dificilmente chegaria. Porém com o crescimento acelerado e desordenado das cidades, as áreas de risco, ou seja, as áreas inundáveis, foram também sendo ocupadas.

Os eventos chuvosos muitas vezes produzem um volume de escoamento superficial superior a capacidade de drenagem dos córregos, provocando inundações de áreas ribeirinhas. As conseqüências causadas pela inundação destas áreas são variadas, dependendo do tipo e do grau de ocupação.

A ocorrência de inundação é facilitada pelas condições meteorológicas e hidrológicas de uma determinada região. As condições hidrológicas podem ser naturais ou artificiais. Dentre essas, as artificiais como, obras hidráulicas, urbanização, desmatamento e as atividades agrícolas são responsáveis pelo aumento das áreas impermeáveis e têm como conseqüências o aumento da vazão máxima e a redução do tempo de pico. Tucci (1993) evidencia que, em cheias pequenas e médias, a urbanização e o desmatamento produzem um aumento da freqüência de inundações.

Silveira (2000) quantificou, para a Bacia do Arroio Dilúvio em Porto Alegre, o impacto da urbanização sobre os coeficientes de escoamento. O estudo mostrou que o coeficiente de escoamento global C , definido como a razão entre as lâminas escoadas e precipitadas durante o ano, pode

aumentar de 6 a 7 vezes em uma área totalmente urbanizada, mas já atinge um aumento de 4 a 5 vezes se essa ocupação for de 50%. Em relação ao coeficiente de escoamento superficial C_r para eventos isolados, este apresentou uma tendência de se aproximar da taxa de áreas impermeáveis, ou seja, $C_r = A_{imp}$.

Milograna (2001) quantificou os acréscimos nas vazões de cheia decorrentes dos avanços da urbanização na cidade de Goiânia para três cenários distintos: pré-urbanização, condições atuais e futuras. Os resultados obtidos nas simulações dos cenários mostraram que para uma variação de 30 para 88% no índice de áreas impermeáveis, a vazão de pico pode sofrer um aumento de até 75% sobre a vazão de pico do cenário de pré-urbanização. Diante disso, a rede de drenagem pluvial instalada se mostrou insuficiente para escoar as vazões dos cenários atual e futuro, afirmando a necessidade de se implantar medidas alternativas para o controle das cheias.

2.3 Mecanismos para controle de enchentes

Com o passar dos tempos e os avanços tecnológicos, o homem desenvolveu medidas para a mitigação dos prejuízos causados pelas enchentes. Essas podem ser estruturais ou não-estruturais. As medidas não-estruturais visam uma melhor convivência da população com as enchentes. Cordero et al (1999) cita alguns exemplos de medidas não-estruturais como: sistemas de alerta, cartas enchentes, seguros contra enchentes e também estratégias educativas sobre os riscos causados pelas inundações.

As medidas estruturais têm como objetivo reduzir o risco de enchentes e podem ser extensivas ou intensivas. As medidas extensivas agem na bacia e visam modificar a relação precipitação-vazão, enquanto as intensivas atuam diretamente sobre o rio.

Tucci e Villanueva (2000) realizaram um estudo de caso para determinar as causas de duas enchentes que atingiram as cidades de Porto União e União da Vitória, localizadas às margens do Rio Iguaçu no Paraná, especialmente a influência da construção da Barragem da Foz do Areia sobre a ocorrência das cheias.

A pesquisa concluiu que a falta de planejamento e de medidas de proteção contra enchentes, facilitou a ocupação de áreas inundáveis pela população e que os procedimentos operacionais da Barragem da Foz do Areia não influenciaram a ocorrência das cheias. O estudo propôs a combinação de medidas estruturais e não-estruturais para o controle de enchentes como mapas de inundação, previsão de vazões em tempo real e diques ao longo das margens localizadas nas áreas de cotas mais baixas.

Os autores chamam a atenção para os efeitos indesejáveis de algumas medidas estruturais que poucas vezes são estudados, mesmo assim, essas medidas são adotadas com frequência pela sua eficiência e demonstração de que ações estão sendo realizadas. As medidas não-estruturais em geral têm custos menores, porém são difíceis de serem implantadas já que exigem da população mudanças de comportamento e muitas vezes dos seus direitos.

Entre as medidas intensivas de controle de enchentes daremos destaque aos reservatórios, fonte de estudo do presente trabalho.

2.4 Reservatórios no controle de cheias

Um reservatório, independente da finalidade para qual foi construído, tem como principal vantagem segundo Simons et al (1977) apud Tucci (1993) o controle de jusante. Esse controle é feito pelo armazenamento de parte do volume da cheia que chega ao reservatório, sendo o volume restante extravasado por meio de comportas ou por vertedores de descarga livre.

Nos reservatórios que possuem mecanismos de controle de operação, Tucci (1993) sugere, como regra básica, que a vazão natural seja mantida até atingir as cotas limites à jusante, e só depois se dá início ao armazenamento pelo reservatório para que as vazões sejam mantidas ou reduzidas.

Uma barragem de contenção de cheia funciona como um reservatório de armazenamento, onde uma parte do volume da água é armazenada por um certo tempo e depois é extravasada para jusante com uma vazão menor do que a que ocorreria naturalmente. Essa diminuição da vazão ocorre em decorrência de um prolongamento da cheia no rio.

Existem vários tipos de reservatórios para o controle de cheias, mas do ponto de vista funcional, estes trabalham essencialmente barrando a água em uma determinada seção do rio e em seguida fazendo o extravasamento, podendo ser por descarregadores de fundo (orifício) ou de superfície (vertedores).

Em qualquer reservatório de controle de cheias, o vertedor funciona sempre aberto, ou seja, fica sem controle, enquanto que os descarregadores de fundo geralmente são equipados com instrumentos mecânicos e com comportas que permitem regular a abertura da seção disponível para a saída da água. No vertedor de uma barragem também pode ser instalada uma comporta regulável, mas este mecanismo é instalado com frequência em reservatórios destinados a reservar água para multiuso; não se constrói nunca nos reservatórios destinados para o controle de cheias (Cordero et al, 1999).

Em reservatórios de Usinas Hidroelétricas, a previsão de um volume de espera para o amortecimento de cheias é conflitante com a geração de energia.

Mine e Tucci (1999) aplicaram uma combinação de modelos empíricos e determinísticos para a previsão em tempo real da vazão afluente à Usina de Foz do Areia no rio Iguaçu. Estas previsões visam otimizar a operação, buscando a eficiência econômica, o controle de

enchentes e operação com base nas restrições de jusante e de montante. Os autores ressaltam a maior importância das vazões médias no intervalo de decisão do que as vazões instantâneas, devido à capacidade que os reservatórios têm para regularizar as vazões mesmo em curto prazo.

2.5. A propagação de cheias

2.5.1 Conceito geral

Em um evento de cheia, ocorrido depois ou durante uma precipitação, forma-se uma onda, ou um hidrograma de cheia, que se desloca no sentido do fluxo do curso d'água (de montante para jusante); a esse deslocamento da onda de cheia dá-se o nome de propagação. Durante o fenômeno da propagação, ocorre a diminuição da vazão máxima do evento e o aumento do tempo de propagação (tempo de base) como mostra a figura 1.

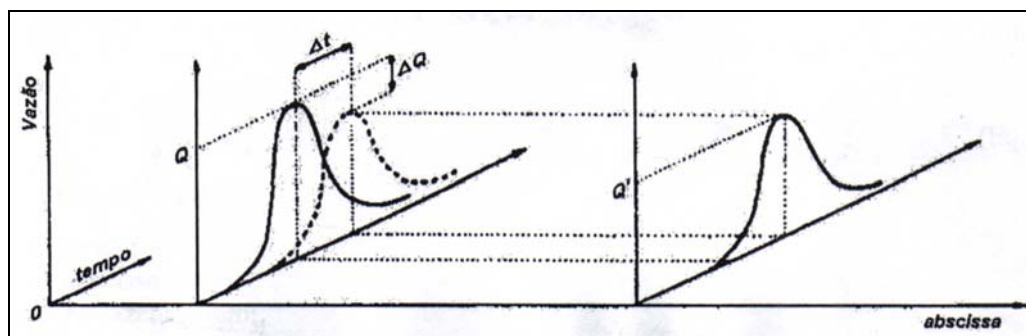


Figura 1 – Propagação de uma onda de cheia

(Fonte: Baptista 1995)

Pode-se dizer então que a onda de cheia sofre um amortecimento da sua vazão máxima, ou vazão de pico. Esta redução é função de características físicas do curso d'água onde ocorre o escoamento. A

capacidade de armazenamento é a característica que mais influencia no amortecimento das vazões de pico; os cursos d'água largos, profundos e de baixa declividade têm uma grande eficiência na redução das vazões máximas.

Chama-se tempo de retardamento, o tempo gasto pela onda para percorrer todo o trecho do curso d'água. A capacidade de armazenamento e o atrito sofrido pela onda, com as paredes do curso d'água, ou do canal, influenciam diretamente na velocidade de propagação (celeridade) que por sua vez irá alterar o tempo de translação da onda.

Pode-se imaginar um trecho de canal, com um observador fixo no início do trecho e outro no final. Cada um deles verá um hidrograma de cheia diferente em sua seção. As diferenças entre cada hidrograma observado estarão na vazão de pico e no tempo de redistribuição da onda, ou seja, no tempo gasto entre dois valores iguais de vazão em um mesmo hidrograma. Essas características específicas do hidrograma em cada seção determinam formas diferentes de ondas.

As características físicas dos cursos d'água que interferem diretamente nas diferentes formas do hidrograma de entrada e saída em um trecho qualquer são:

- geometria da seção transversal;
- declividade do trecho;
- comprimento do trecho;
- tipo de controle;
- vazão inicial.

2.5.2 Classificação dos modelos de escoamento

Chow (1959) apud Tucci (1993) classificou os modelos de escoamento, utilizados para reproduzir o processo de propagação, em hidrológicos e hidráulicos. Os primeiros consideram apenas o efeito do

armazenamento sobre o escoamento, já os modelos hidráulicos utilizam as equações de Saint Venant.

Em 1871, Saint Venant propôs para a propagação de cheias as seguintes equações descritas em Chow (1959), apud Baptista (1995).

$$\frac{\partial S}{\partial t} + \frac{\partial Q}{\partial x} = 0 \rightarrow \text{equação da continuidade} \quad (1)$$

$$\frac{\partial v}{\partial t} + U \frac{\partial v}{\partial x} + g \frac{\partial y}{\partial x} = g(I-J) \rightarrow \text{equação dinâmica} \quad (2)$$

onde:

t: tempo;

x: abscissa;

S: armazenamento;

Q: vazão;

U: velocidade média;

g: aceleração da gravidade;

y: profundidade;

I: declividade do fundo;

J: declividade da linha de energia.

As equações de Saint Venant foram obtidas considerando as seguintes simplificações:

- fluido incompressível e homogêneo;
- distribuição hidrostática de pressões;
- pequena declividade do fundo;
- variação gradual da seção de escoamento;
- perdas de carga calculadas pelo escoamento permanente.

Estas simplificações dificilmente se verificam na prática, o que limita a utilização destas equações.

2.5.2.1 Modelos hidráulicos simplificados

São mostrados a seguir, alguns modelos obtidos a partir de considerações simplificadoras na equação dinâmica do sistema de Saint Venant.

A) Modelo da Onda Difusiva

Considera desprezíveis os termos de inércia da equação dinâmica, ou seja, considera apenas os efeitos referentes às forças de atrito, gravidade e pressão.

$$\partial Q/\partial t + C.\partial Q/\partial x - D.\partial^2 Q/\partial x^2 = 0 \quad (3)$$

onde:

C → celeridade;

D → coeficiente de difusão.

Estes coeficientes são funções da vazão e das características do curso d'água.

Tucci (1998) comenta que este modelo pode ser usado em rios e canais que sofrem efeitos de jusante e a velocidade não tem gradientes significativos.

B) Modelo da Onda Cinemática

Neste modelo desprezam-se as forças de pressão, tem-se então a equação da onda cinemática.

$$\partial Q/\partial t + C.\partial Q/\partial x = 0 \quad (4)$$

Segundo Tucci (1998) este modelo não pode ser utilizado para simular escoamento com influência de jusante, que ocorre em rios e canais próximos a lagos, oceanos, estuários e nos pequenos afluentes de rios maiores.

C) Modelo Hidrodinâmico

As equações de Saint Venant constituem a base dos modelos hidrodinâmicos. Esses modelos não desprezam nenhum termo da equação dinâmica, sendo necessário o uso de processos numéricos para sua utilização.

As vantagens, segundo Tucci (1998), é uma maior precisão e uma melhor representação física do escoamento, permitindo simular modificações do sistema estudado.

2.5.2.2 Modelos hidrológicos

Nestes modelos despreza-se a equação dinâmica do sistema de Saint Venant, considerando-se apenas a equação da continuidade, que está relacionada com a capacidade de armazenamento do curso d'água. Assim, considerando um trecho de canal, a equação da continuidade pode ser escrita como:

$$\partial S/\partial t = I(t) - Q(t) \quad (5)$$

onde:

$I(t)$ → vazão de entrada;

$Q(t)$ → vazão de saída.

Apenas o hidrograma de entrada é conhecido, sendo insuficiente para a solução da equação 5. É necessário então a utilização de outras

equações que considerem o volume armazenado S e a vazão efluente Q , para um intervalo de tempo dt .

No caso de propagação em reservatórios, podemos considerar que a velocidade da onda é muito pequena devido a grande capacidade de armazenamento. Sendo assim, a declividade da linha d'água pode ser tida como zero, fazendo com que o volume armazenado e a vazão de saída dependam apenas da altura H da lâmina d'água no reservatório.

$$S = f(H) \quad (6)$$

$$Q = f(H) \quad (7)$$

temos então:

$$S = f(Q) \quad (8)$$

A vazão de saída depende das características estruturais de controle como vertedores, orifícios, tomadas d'água, etc. Considerando que essas estruturas mantenham suas características durante a propagação, podemos considerar constante a relação $Q = f(H)$.

No caso do volume armazenado, a relação $S = f(H)$ depende das características topográficas do reservatório que podem ser obtidas através de uma batimetria no local. Esta relação também pode ser considerada constante para a análise da propagação de um evento de cheia.

A) Método de Pulz

É um dos métodos mais conhecidos para simulação do escoamento em reservatórios. Calcula a vazão efluente em um reservatório (hidrograma de saída) para cada intervalo de tempo, tendo

como dados de entrada a vazão afluente no intervalo e a relação entre esta vazão e o volume armazenado.

A equação característica do Método de Pulz é a seguinte:

$$(S_{t+1} - S_t) / dt = (I_t + I_{t+1}) / 2 - (Q_t + Q_{t+1}) / 2 \quad (9)$$

onde:

S_{t+1} , S_t → armazenamento do reservatório nos tempos t e t+1

I_{t+1} , I_t → vazões de entrada no reservatório nos tempos t e t+1

Q_{t+1} , Q_t → vazões de saída no reservatório nos tempos t e t+1

As incógnitas do problema são a vazão de saída e o armazenamento do reservatório nos tempos t+1. Separando os valores conhecidos dos não conhecidos na equação anterior temos:

$$2S_{t+1} / dt + Q_{t+1} = (I_t + I_{t+1}) + (2S_t/dt - Q_t) \quad (10)$$

Os valores desconhecidos podem ser obtidos pela construção de uma função auxiliar relacionando $(2S/dt + Q)$, construída a partir das funções $S = f(H)$ e $Q = f(H)$.

B) Modelo de Muskingum

Desenvolvido por McCarthy em 1938, é um dos mais utilizados para rios e canais no cálculo da propagação de ondas de cheia. Também se baseia na conservação da massa e sua equação característica é descrita na forma:

$$S = k [x.I + (1-x) Q] \quad (11)$$

onde:

$k \rightarrow$ tempo de percurso

$x \rightarrow$ fator de ponderação entre I e Q

Esses parâmetros podem ser obtidos observando-se os hidrogramas na entrada e saída do canal, em um mesmo instante de tempo, e utilizando processos de otimização automática ou por métodos gráficos.

No caso da não disponibilidade desses dados de vazão a montante e a jusante do trecho de canal, Bedient e Huber apud Baptista (1995) sugerem adotar x igual a 0,2, já que o modelo é pouco sensível ao parâmetro, e k sendo o tempo de percurso da onda ao longo do trecho, calculado pela velocidade de propagação. Esta velocidade pode ser estimada em função da velocidade média de escoamento em regime uniforme.

2.6 Os modelos chuva-vazão

Para o estudo da propagação de cheias faz-se necessária à disponibilidade de séries hidrológicas de vazão, que segundo Tucci (1998) normalmente são mais curtas que as séries de precipitação. Diante disso, os modelos chuva-vazão surgiram para simular a parte do processo do ciclo hidrológico entre a precipitação e a vazão, sendo possível completar períodos desconhecidos de vazão, estimá-las para diferentes cenários das bacias e prever a ocorrência de cheias.

2.6.1 O modelo chuva-vazão IPH2

Dentre os modelos da série IPH, desenvolvidos pelo Instituto de Pesquisas Hidráulicas da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, o IPH2 é um modelo do tipo concentrado, aplicado para projetos de

engenharia em bacias rurais e urbanas. Necessita de poucos parâmetros e se baseia em metodologias conhecidas.

O modelo tem como base um algoritmo de separação do escoamento desenvolvido por Berthelot (1970), que utiliza a equação de continuidade, combinada com a equação de Horton e uma função empírica para a percolação. Berthelot et al (1972), Sanchez (1972) e Munoz e Tucci (1974) apud Tucci (1998), obtiveram bons resultados ao aplicarem o algoritmo em um modelo chuva-vazão nas bacias dos rios Capivari (SC), Cauca (Colômbia) e Chasqueiro (RS) respectivamente.

O modelo é composto pelos seguintes algoritmos:

- perdas por evaporação e interceptação;
- separação dos escoamentos;
- propagação do escoamento superficial;
- propagação subterrânea;
- otimização dos parâmetros (opcional).

Os parâmetros que compõem o modelo são:

- I_o → capacidade de infiltração máxima do solo;
- I_b → capacidade de infiltração mínima do solo;
- h → parâmetro de decaimento da infiltração no solo;
- K_s → parâmetro de propagação do escoamento superficial;
- K_{sub} → parâmetro de propagação do escoamento subterrâneo;
- $R_{máx}$ → capacidade máxima do reservatório de interceptação

Uma análise da sensibilidade dos parâmetros feita por Tucci (1979) apud Tucci (1998), constatou que I_o , I_b , e h são os mais sensíveis no controle de volumes do hidrograma. Os dois primeiros variam com o valor de h , e o aumento dos três parâmetros produzem redução do volume de escoamento superficial.

O modelo IPH2 destaca-se entre os modelos concentrados de chuva-vazão, sendo amplamente utilizado na Região Sul do Brasil.

Brun (1999) aplicou o IPH2 para a previsão, em tempo real, de vazão e volumes afluentes ao Reservatório da Usina de Ernestina (RS). O modelo foi adaptado para ser utilizado com a atualização dos parâmetros, levando em consideração os dados observados no início de cada intervalo de tempo, para a previsão de parâmetros nos intervalos seguintes. A autora afirma que esta possibilidade de atualização torna-se viável no IPH2, por este possuir poucos parâmetros e representar bem os processos hidrológicos.

Paiva (1999) utilizou o modelo IPH2 para a quantificação da produção de sedimentos na Bacia Hidrográfica do Vacacaí-Mirim em Santa Maria (RS). Para isso, calibrou o modelo para eventos de cheia ocorridos na Bacia, obtendo dessa forma os melhores parâmetros. Em seguida utilizou o modelo para gerar hidrogramas de cheia utilizando hidrogramas de projeto para períodos de retorno de 1 à 100 anos. O volume escoado e a vazão de pico desses hidrogramas foram utilizados para a determinação da perda de solos por evento, utilizando a Equação Universal de Perda de Solos Modificada (MUSLE).

Apesar de sua ampla utilização para obtenção de hidrogramas de cheia, o modelo IPH2 apresenta como principal dificuldade, a estimativa de seus parâmetros.

Germano et al (1998) utilizou dados de eventos de cheia referentes a 28 bacias urbanas brasileiras de seis diferentes cidades, ajustando o modelo IPH2 para cada um deles. Baseado nas respostas obtidas, o estudo propôs a utilização de valores médios para os parâmetros do modelo, sendo calculados através de equações empíricas, funções das características fisiográficas das bacias.

Meller et al (2002) aplicou o modelo IPH2 em sub-bacias localizadas na Bacia Hidrográfica do Vacacaí-Mirim. Os parâmetros resultantes da calibração dos eventos de cheia foram comparados aos

propostos por Germano et al (1998). A correlação se mostrou razoável para a sub-bacia Menino Deus 2, não acontecendo o mesmo para as demais, provavelmente devido às características particulares de algumas delas como a existência de estruturas de amortecimento de cheias.

2.7 A modelagem orientada a objetos - MOO

A MOO constitui-se em uma técnica de modelagem na qual o modelador busca representar o mundo real exatamente como ele o percebe através da observação. Para tal, utiliza três mecanismos internos básicos do ser humano: a) a capacidade de distinguir objetos entre si; b) a capacidade de agrupar objetos em classes com características semelhantes; e c) a capacidade de perceber a reação todo-parte, onde alguns objetos agrupados podem vir a constituir um terceiro.

Essa técnica foi determinada na Noruega, na década de 60, exatamente para ser aplicada a problemas de simulação em engenharia. Na época, em virtude das limitações existentes de equipamentos, sistemas operacionais e linguagens, seu desenvolvimento ficou retardado para aplicações em engenharia, sendo, posteriormente, grandemente desenvolvida com o crescimento da informática, de equipamentos e linguagens apropriadas (C++, DELPHI, etc.).

Entretanto, é importante que se perceba que além de ser uma metodologia para desenvolver programas computacionais, consiste de uma forma de organização do pensamento visando à concepção de modelos.

Nesse sentido, o desenvolvimento de modelos com o uso da MOO divide-se em quatro etapas: análise, projeto, implementação e manutenção.

Na primeira fase, a de análise, não existe a preocupação com o computador, mas, tão somente em identificar os objetos que caracterizarão o problema em estudo, seus atributos, comportamentos e

que funções ele desempenha no sistema que integra. Assim, a observação todo-parte permite identificar as associações existentes e que possibilitam interação sistêmica do todo.

A fase de projeto visa adequar o modelo para uso em computador, porém, ainda sem vinculá-lo excessivamente a uma linguagem específica. Isso, principalmente, se o modelo for multi-plataforma, o que significa, poder vir a ser implementado em Windows, Linux, etc.

Finalmente, as fases de implementação e manutenção são etapas nas quais o modelo é escrito em uma linguagem computacional orientada a objetos e tornando-o operacional.

Naturalmente que essas fases não são desenvolvidas através de uma seqüência isolada, mas sim de modo iterativo e recursivo sem que o modelo esteja totalmente implementado e funcional. (adaptado de Viegas F^o, 2000).

2.8 O sistema IPHS1

O sistema IPHS1 foi desenvolvido por Tucci et al (1989) na versão DOS, no Instituto de Pesquisas Hidráulicas da Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Consiste de um sistema computacional modulado, composto de vários modelos existentes em literatura. Possibilita a obtenção de hidrogramas de projeto através da combinação desses modelos, compondo assim um modelo próprio do usuário.

Viegas F^o et al (2001) apresentou a versão Windows com base na Metodologia de Modelagem Orientada a Objetos, aplicada a Sistemas de Recursos Hídricos apresentada por Viegas (2000).

Ahy (1997) propôs a validação de um modelo hidrossedimentológico para avaliar o comportamento do sistema fluvial da bacia do rio Jurigue, no Pantanal Matogrossense, conhecendo a dinâmica dos sedimentos ao longo da rede de drenagem. Para isso utilizou o ambiente do IPHS1 versão DOS, no qual introduziu metodologias de

produção de sedimentos nas vertentes e avaliação da capacidade de transporte do escoamento.

Tucci (2001) aplicou o sistema IPHS1 para a elaboração do Plano Diretor de Drenagem Urbana da cidade de Caxias do Sul (RS). O projeto definiu cenários de planejamento quanto à ocupação urbana e ao risco de enchentes. O Sistema foi utilizado para obter os escoamentos gerados em cada cenário, juntamente com um modelo hidrodinâmico para simular a propagação na rede de drenagem pluvial.

Neves et al (2001) estudou a existência de pontos críticos no funcionamento da rede de drenagem urbana de Porto Alegre, que utiliza como alternativa reservatórios de detenção em alguns pontos da cidade. Foram gerados hidrogramas de projetos pelo sistema IPHS1, que serviram como condições de contorno de montante e lateral para a representação do escoamento na rede de drenagem de águas pluviais.

Uma descrição detalhada da versão Windows do IPHS1 é feita a seguir. O recente desenvolvimento desta versão se traduz na dificuldade de obtenção de trabalhos e artigos que tivessem utilizado esse sistema.

2.9 Descrição do sistema IPHS1

O sistema IPHS1 permite a representação da bacia em estudo em dois módulos básicos: Bacia e Rio. Essa característica permite a subdivisão da bacia em sub-bacias, trechos de canais e inclui a operação de barragens. A figura 2 mostra a área de trabalho do sistema.



Figura 2 - Área de trabalho do sistema IPHS1 versão Windows
(Fonte: Viegas F^o 2001)

2.9.1 Estrutura do modelo

O hidrograma de projeto é determinado com o auxílio da precipitação de projeto, das características físicas da bacia e de parâmetros de modelos chuva-vazão.

A divisão do sistema em módulos tem como objetivos:

- melhor compreensão dos processos hidrológicos e dos algoritmos utilizados na simulação;

- b) ensino de modelos matemáticos;
- c) oferecer alternativas de escolha do melhor conjunto de algoritmos para uma bacia específica

O sistema está modulado de acordo com as seguintes operações hidrológicas:

- a) transformação chuva-vazão;
- b) escoamento em rios;
- c) propagação em reservatórios;
- d) entrada, soma ou derivação de hidrogramas.

2.9.2 Módulo bacia

Nesse módulo faz-se a divisão do Sistema (Bacia) em Sub-Bacias, de acordo com suas características físicas e climáticas, disponibilidade de dados e locais de interesse. Em seguida, a transformação da chuva em vazão para cada Sub-Bacia é feita escolhendo-se os algoritmos de cálculo para a realização das seguintes operações hidrológicas. A figura 3 ilustra este módulo.

Transformação Chuva-Vazão

Área da Bacia (km2): 0 Tempo de Concentração (h): 0

Postos de Chuva e Coeficientes de Thiessen:

Posto de Chuva 1.txt	0,00
Posto de Chuva 2.txt	0,00

Tormenta de Projeto:

Não Reordenada Reordenada

Separação do Escoamento:

IPHII
 SCS
 HEC1
 FI
 HOLTAN

Escoamento Superficial:

HU dado (1mm, DT)
 Hidrograma Triangular (SCS)
 HYMD (ash modificado)
 CLARK

Propagar Escoamento de Base: Sim Não

Impressão Resumida do Algoritmo de Perdas
 Impressão da Tabela de Escoamento e Perdas

OK Cancelar

Figura 3 - Algoritmos de cálculo para transformação de chuva em Vazão

(Fonte: Viegas Fº 2001)

2.9.2.1 Precipitação

Tem por finalidade calcular o hietograma de cada sub-bacia, podendo ser feito de duas formas:

- a) com precipitação de projeto:
 - 1. desagregada: definida pelo usuário;
 - 2. acumulada: obtidas de curvas I-D-F e com reordenação do pico em 25, 50 ou 75% da duração da precipitação.

- b) com precipitação observada:

é fornecido o posto de monitoramento e seu coeficiente de Thiessen para o cálculo da precipitação média ponderada em cada intervalo de tempo.

2.9.2.2 Separação de escoamento

Separa a parcela de chuva efetiva para a determinação do escoamento direto. Pode ser aplicado os seguintes algoritmos:

- a) Horton Modificado - IPH2;
- b) equação de Holtan;
- c) exponencial HEC-1;
- d) SCS;
- e) índice ϕ

2.9.2.3 Escoamento superficial

Transformação da chuva efetiva no hidrograma de escoamento direto. Pode ser feita pelos seguintes algoritmos:

- a) Clark;
- b) Hidrograma Unitário fornecido;
- c) Hidrograma Triangular Sintético - SCS;
- d) Nash Modificado - HYMO.

2.9.2.4 Escoamento subterrâneo ou de base

Quando a chuva efetiva é calculada pelo algoritmo de Horton Modificado, estimando-se desta forma a infiltração e a percolação, torna-

se possível calcular o escoamento de base produzido pela bacia por meio de um reservatório linear simples.

2.9.3 Módulo rio

É composto dos algoritmos que fazem a propagação das ondas de cheia nos rios, canais e reservatórios. As figuras 4 e 5 mostram os ambientes deste Módulo.

Operação N.:	Vazão Mínima:	Vazão Máxima:
2	0	1000

Figura 4 - Algoritmos para propagação de cheias em canais
(Fonte: Viegas F^o 2001)

Nome:		Descrição:	
R1		Reservatório de Palo Alto	
Comentários:			
Reservatório a ser utilizado para amortecimento de ondas de cheias.			
Possui Dados Observados: <input type="radio"/> Sim <input checked="" type="radio"/> Não			
Operação N.:	Vazão Mínima:	Vazão Máxima:	
1	0	1000	
Armazenamento Inicial (m³/s):	Núm. de Movimentações das Estruturas Extravasoras:		
7200	1		
Editar Tabela Q = F(S)			
Ok		Cancelar	

Figura 5 - Propagação de cheias em reservatórios
(Fonte: Viegas F^o 2001)

2.9.3.1 Escoamento em rios

Utiliza-se o método Muskingum em suas diferentes versões.

a) Muskingum;

Desenvolvido por McCarthy (1940) o algoritmo está baseado na equação da continuidade concentrada e numa função que relaciona o armazenamento com as vazões de entrada e saída do trecho de propagação.

b) Muskingum-Cunge linear ou não-linear;

Cunge (1969) relacionou a difusão numérica produzida pelo Método de Muskingum com o coeficiente de difusão hidráulica da equação de difusão linearizada. Os parâmetros K e X podem ser estimados pelas características físicas do trecho e pela discretização.

c) Muskingum-Cunge não-linear com planície de inundação.

Está baseado na metodologia apresentada por Miller e Cunge (1975) utilizando o método Muskingum-Cunge para o caso de extravasamento da calha principal em caso de uma cheia.

2.9.3.2 Escoamento em reservatório

O sistema IPHS1 aplica o Método de Pulz, que se baseia na equação da continuidade concentrada e numa relação de vazão de saída do reservatório, em função do armazenamento. O Método de Pulz pode ser usado com operação de comportas ou com vertedor.

2.9.3.3 Derivação de vazões

Simula a separação de fluxo produzida por um canal de derivação, fornecidas suas características e sem estrutura de controle, ou simplesmente pelo fornecimento de uma porcentagem de vazão a ser retirada do canal principal. A figura 6 mostra as opções para o cálculo da derivação.

The image shows a software dialog box titled "Derivacao" with a close button (X) in the top right corner. The dialog is divided into several sections:

- Nome:** A text field containing "Derivacao_1".
- Descrição:** An empty text field.
- Comentários:** A large empty text area.
- Derivação (com características da seção):** A section with a radio button (unselected). It contains two rows of data:
 - Canal de Derivação:** A row with three columns: "Largura:" (0), "Rugosidade:" (0), and "Declividade:" (0).
 - Canal Principal:** A row with three columns: "Largura:" (0), "Rugosidade:" (0), and "Declividade:" (0).
- Derivação (com % da vazão):** A section with a radio button (selected). It contains one row:
 - Porcentagem (%) da Vazão:** A text field containing "0.2".
- Buttons:** "Ok" and "Cancelar" buttons at the bottom.

Figura 6 - Opções para o cálculo da derivação em canais
(Fonte: Viegas F^o 2001)

3. Material e Método

3.1 A bacia do Vacacaí-Mirim

A Bacia Hidrográfica do Vacacaí-Mirim está localizada no centro do Rio Grande do Sul, ocupando áreas de Planalto e da Depressão Central. Possui aproximadamente 1000 km² e faz parte da Bacia Hidrográfica do Rio Guaíba. O Rio Vacacaí-Mirim tem suas nascentes na Serra do Pinhal e seu curso se desenvolve entre dois contrafortes desta Serra até chegar a cidade de Santa Maria. A área contribuinte ao Reservatório do Vacacaí-Mirim tem aproximadamente 29 km², a vegetação predominante é de Mata nativa e apresenta agricultura de cultivos anuais permanentes (arroz), pecuária e balneários. A figura 7 mostra a Bacia Hidrográfica do Vacacaí-Mirim.

O rio principal tem área de drenagem de aproximadamente 18,4 km², comprimento de 7 km, diferença de nível entre nascente e a entrada no reservatório de 325 m e tempo de concentração estimado de 3 horas (Branco et al, 1998).

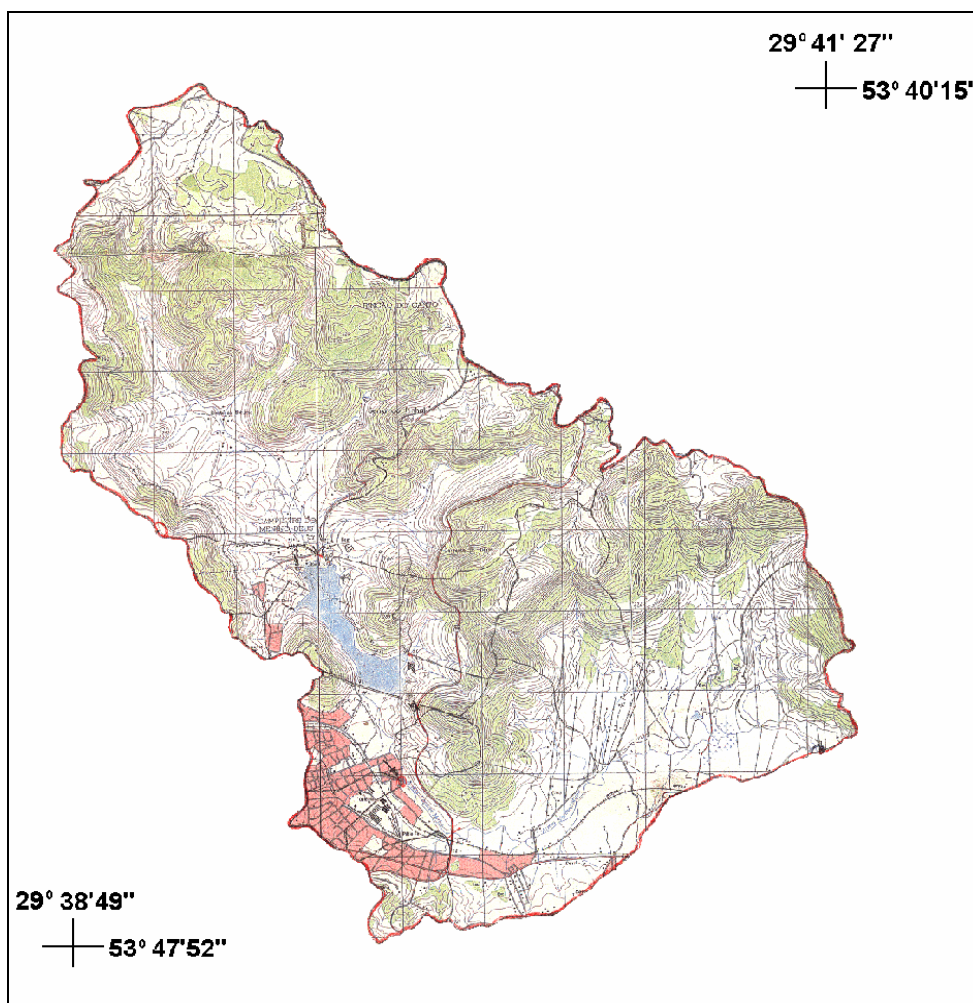


Figura 7 – A bacia hidrográfica do Vacacaí-Mirim
(Fonte: <http://www.ufsm.br/rehidro/sub3>)

3.2 Reservatório do Vacacaí-Mirim

O antigo Departamento Nacional de Obras de Saneamento (DNOS), elaborou em 1961 o Anteprojeto da Barragem do Vacacaí-Mirim. Com o represamento do rio o DNOS pretendia solucionar o problema de abastecimento de água que atingia a cidade de Santa Maria e prejudicava o desenvolvimento industrial da região, alavancado pela condição de

entroncamento rodo-ferroviário e por ser um dos grandes centros educacionais do país.

A barragem (Figura 8) é constituída de material argilo-arenoso com resistência e permeabilidade próprias para constituir maciço homogêneo de barragens de terra (DNOS, 1961). A cota do nível máximo da represa é de 132,50 m e foi determinada tendo como referência à cota do terreno da subestação da CEEE. A crista do vertedor e o coroamento da barragem estão nas cotas 132,00 m e 135,00 m, respectivamente, e o seu volume útil é de $3,8 \times 10^6 \text{ m}^3$. O barramento possui formato trapezoidal com um talude de montante de 1:3,5 de inclinação, de jusante 1:3 e uma plataforma de 10,0 m de largura no coroamento.



Figura 8 - Barragem do reservatório do Vacacaí-Mirim

(Fonte: <http://www.ufsm.br/rehidro/sub3>)

O vertedor é do tipo descarga livre (Figura 9), lâmina aderente e crista larga. Seu formato é curvo, possui um comprimento de 150 m e permite uma capacidade de descarga de $263 \text{ m}^3/\text{s}$. O canal de descarga,

calculado para suportar um volume três vezes maior que a máxima descarga prevista em aproximadamente 30 anos (DNOS, 1961), tem largura inicial de 9,00 m chegando à bacia amortecedora com 14,00 m. Esta possui 14,00 m de largura por 18,00 m de comprimento e é dotada de dentes para garantir o afogamento do ressalto.



Figura 9 - Vertedor da barragem

3.2.1 Batimetrias

Foram realizadas três batimetrias no Reservatório do Vacacaí-Mirim. A primeira em 1961 durante sua construção. A segunda em 1997, realizada pelo Grupo de Pesquisa em Recursos Hídricos e Saneamento Ambiental (GHIDROS) da Universidade Federal de Santa Maria, em um

período de forte estiagem, chegando o nível d'água do reservatório a ficar 5,0 m abaixo da cota do vertedor. E a última em 2001 realizada também pelo GHIDROS.

3.3 A rede hidrométrica de monitoramento

A figura 10 mostra as localizações das estações de monitoramento existentes na bacia hidrográfica do Vacacaí-Mirim.

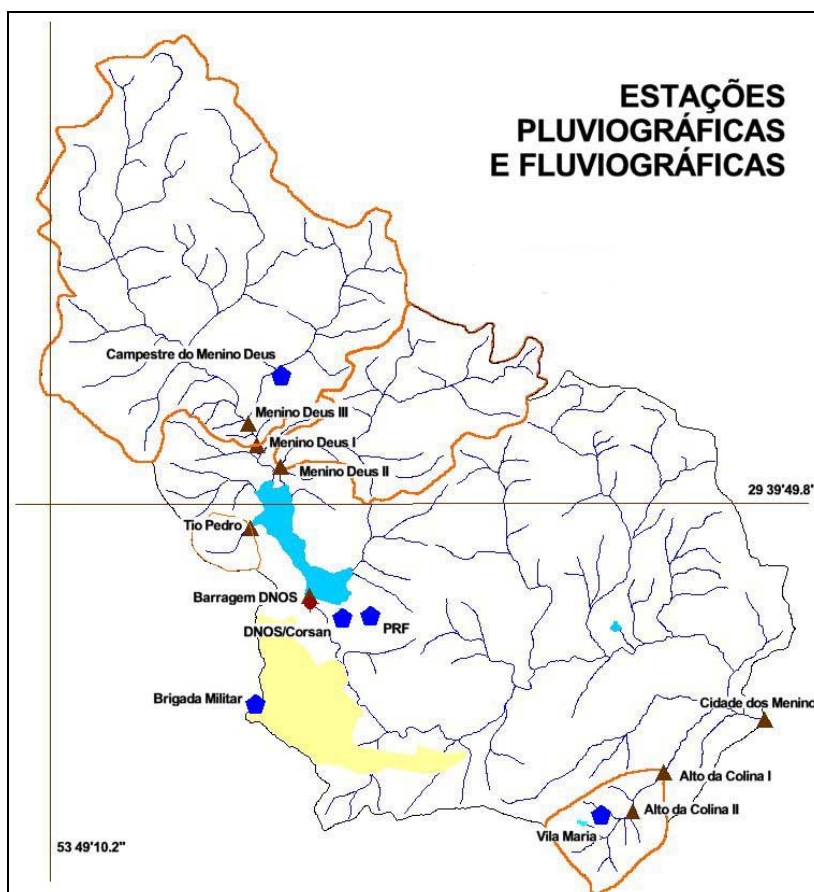


Figura 10 – Rede hidrométrica de monitoramento
(Fonte: Paiva et al 2002)

3.3.1 Estações fluviométricas

A bacia hidrográfica contribuinte ao reservatório do Vacacaí-Mirim vem sendo monitorada pelo GHIDROS da UFSM desde 1996. Em Agosto daquele ano foi instalada a estação fluviométrica e sedimentométrica Menino Deus 1 (Figura 11) no rio Vacacaí- Mirim, representando 62% da área contribuinte ao reservatório. Essa estação teve que ser relocada em 1998 por motivos de erosão na sua ponte hidrométrica, passando para montante do mesmo rio e sendo denominada Menino Deus 3 (figura 12). A estação era composta por um linígrafo mecânico e foi desativa em 2000.



Figura 11 – Antiga estação fluviométrica MD1
(Fonte: GHIDROS)



Figura 12 – Estação fluviométrica MD3

(Fonte: GHIDROS)

Em fevereiro de 1998 foi instalada a estação fluviométrica e sedimentométrica Menino Deus 2 (Figura 13) no segundo maior afluente do Vacacaí-Mirim, representando 18,5% da área contribuinte ao reservatório. A estação também operou com um linígrafo mecânico até dezembro de 2000 quando o equipamento foi substituído por um linígrafo eletrônico – Thalimedes.



Figura 13 – Estação fluviométrica MD2

(Fonte: GHIDROS)

Em junho de 2000 foi instalada a estação fluviométrica e sedimentométrica Sítio do Tio Pedro (Figura 14), em um pequeno curso d'água afluente ao reservatório, também possuindo Thalimedes.



Figura 14 – Estação fluviométrica Sítio do Tio Pedro
(Fonte: Bellinaso 2002)

A utilização de linígrafos mecânicos em algumas estações fluviométricas até o início do ano 2000 apresentou alguns problemas de manutenção e operação destes aparelhos, que prejudicaram o total aproveitamento dos dados durante aquele período. Mesmo assim, os linígrafos mecânicos são responsáveis pela grande maioria dos dados obtidos.

3.3.2 Estações pluviométricas

Foram considerados como representativos da precipitação na bacia contribuinte ao reservatório os dados de duas estações pluviométricas.

Em Março de 1998 foi instalada uma estação pluviográfica pela CORSAN (Figura 15), Companhia Riograndense de Saneamento, responsável pela operação do reservatório. O aparelho funcionava com registrador mecânico e foi desativado em Maio de 2000.



Figura 15 – Estação pluviográfica CORSAN
(Fonte: GHIDROS)

O GHIDROS da UFSM instalou em Novembro de 2000, em uma região rural fora da área do reservatório, a estação pluviográfica Campestre do Menino Deus (Figura 16). A estação operava com um pluviômetro eletrônico e foi desativada em Novembro de 2003 .



Figura 16 – Estação pluviográfica Campestre do Menino Deus
(Fonte: GHIDROS)

3.3.3 Linígrafo da barragem

Em Março de 2001 foi instalado um linígrafo eletrônico na ponte de tomada d'água do reservatório (Figura 17). Este aparelho teve que ser retirado em Maio de 2002 por ter sido alvo de vandalismo.



Figura 17 – Estação fluviométrica Barragem

3.3.4 Evaporação

Utilizou-se os dados referentes à evaporação na estação Santa Maria, localizada na UFSM e fornecidos pelo escritório de meteorologia. A estação opera desde 1990.

O quadro 1 mostra um resumo dos períodos de operação das estações de monitoramento da bacia contribuinte ao reservatório do Vacacaí-Mirim.

Quadro 1 – Períodos de operação das estações de monitoramento da bacia contribuinte

Estação	Tipo	Período de Operação
Menino Deus 1	Fluviométrica	Ago 1996 - Jan 1998
Menino Deus 2	Fluviométrica	Fev 1998 – Nov 2002
Menino Deus 3	Fluviométrica	Set 1998 - Set 2000
Sítio do Tio Pedro	Fluviométrica	Jun 2000 – Jun 2002
Reservatório Vacacaí	Fluviométrica	Mar 2001 - Jun 2002
Campestre do Menino Deus	Pluviométrica	Nov 2000 – Nov 2003
CORSAN	Pluviométrica	Mar 1998 - Mai 2000
Santa Maria	Evaporimétrica	Jan 1990 – em operação

3.4 Obtenção dos dados disponíveis

Após o levantamento das estações hidrométricas existentes na bacia de contribuição ao reservatório, deu-se início a obtenção dos dados que já se encontravam disponíveis com o GHIDROS, em arquivos eletrônicos. A organização e análise dessas informações tiveram como objetivo compor uma série homogênea de dados.

3.4.1 Vazões afluentes ao reservatório

Primeiramente procurou-se obter as informações referentes às estações fluviométricas. Dentre as estações MD1, MD2 e MD3, apenas os dados das duas últimas foram considerados para a pesquisa, já que possuem um grande período em comum de informações e são responsáveis pelo monitoramento das duas maiores sub-bacias contribuintes ao reservatório, representando 80% de sua afluência.

As estações fluviométricas que possuíam linígrafo mecânico tiveram seus linigramas digitalizados manualmente com uso do software HYDROM, possibilitando a transferência dos dados para o computador. O programa gera uma tabela de cotas em função do tempo. Com a utilização da curva-chave de cada estação obtém-se a vazão instantânea, compondo assim o Hidrograma.

Para a estação fluviométrica Sítio do Tio Pedro, que sempre operou com linígrafo eletrônico, os dados de cota apenas foram organizados e transformados em vazões.

Paiva et al (2000) afirma que a qualidade das informações fluviométricas depende da eficiente avaliação das curva-chaves e que a relação entre cota e descarga será tanto mais estável quanto mais uniforme for o regime de escoamento.

3.4.1.1 Consistência dos dados

Foram comparados os valores das cotas após a digitalização no HYDROM, com os valores observados nos linigramas correspondentes em pontos de referência como por exemplo, o início e o final do papel, onde constavam as anotações de cotas, observadas pelo responsável por sua operação. Esses pontos servem de entrada para o programa e são fornecidos pelo usuário.

Em alguns casos, a diferença entre esses valores chegou a 25 cm, o que representa uma diferença significativa de vazão, necessitando da redigitalização do linigrama.

Após a organização dos dados de saída do HYDROM, verificou-se também erros decorrentes do processo de digitalização dos linigramas.

Alguns pontos apareciam com mesma data, hora e minuto, porém com valores de cotas diferentes. Neste caso, manteve-se o valor das cotas e distribuiu-se o tempo linearmente dentro do intervalo. O mesmo

procedimento foi adotado para os pontos em que houve atraso no tempo. Para os pontos que apareceram duplicados, excluiu-se um deles.

3.4.2 Precipitação na bacia contribuinte

Os pluviogramas da estação CORSAN já haviam sido lidos e suas chuvas totalizadas para determinados intervalos de tempo. Os dados já se encontravam em arquivos eletrônicos.

Os dados da estação Campestre do Menino Deus, que opera com pluviômetro eletrônico, já estavam disponíveis pelo GHIDROS em arquivos eletrônicos e foram apenas organizados.

Como as duas estações não chegaram a operar no mesmo período de tempo, não foi necessária a aplicação do método de Thiessen para determinar os coeficientes de ponderação de cada estação.

3.5 Monitoramento da barragem do Vacacaí-Mirim

O monitoramento do nível d'água da barragem teve início logo após a instalação do linígrafo eletrônico. Uma régua já havia sido instalada pela CORSAN, em um dos pilares da ponte de tomada d'água. Tinha a marca 100,00 como representativa do nível da crista do vertedor.

O primeiro passo foi estabelecer como valor de referência no aparelho Thalimedes o nível da crista do vertedor da barragem. Para isso, foram necessárias visitas diárias ao local da barragem para observarmos as condições do nível d'água em relação à crista e o respectivo valor marcado no aparelho. O objetivo era verificar no Thalimedes, o valor correspondente ao nível da barragem na condição de vertimento eminente. O valor observado para esta condição foi 9,94 m.

Em algumas visitas ao local, observou-se o vertimento apenas em alguns trechos da crista do vertedor (Figura 18). Esse desnível da crista foi confirmado por um levantamento altimétrico feito em todo o contorno

da crista , apontando uma diferença de 4,7 cm entre o ponto mais alto e o mais baixo do vertedor. Observou-se também que o nível 100,00 da régua da CORSAN, não correspondia com o nível da crista, já que em algumas condições de vertimento, o nível d'água se encontrava abaixo daquela referência da régua. Constatou-se então pelo levantamento que a crista do vertedor estava 3,2 cm abaixo do nível 100,00 da régua da CORSAN.



Figura 18 – Vertimento parcial observado na crista do vertedor

3.6 A curva-chave do vertedor da barragem

A relação cota-vazão para vertedores de descarga livre tem como forma geral a seguinte expressão:

$$Q = C \times L \times H^{3/2} \quad (12)$$

onde: Q → vazão de saída no vertedor

C → coeficiente de descarga

L → largura do vertedor

H → altura da lâmina d'água acima do vertedor

O ajuste dessa equação para o vertedor da barragem foi feito através dos valores de vazões medidas no canal de descarga do vertedor e suas respectivas lâminas H, observadas no linígrafo eletrônico instalado na barragem. Para a medição das vazões utilizou-se o método área-velocidade.

O canal de descarga foi dividido em seções de área conhecida, em seguida, com o auxílio de um molinete eletrônico, mediu-se a velocidade pontual em cada seção. Conhecidos os pares área-velocidade para cada seção, foram obtidos os respectivos valores de vazão, que somados entre si representam a vazão total no canal. A figura 19 ilustra o método área-velocidade, e as figuras 20 e 21, mostram as medidas feitas no canal de descarga do vertedor.

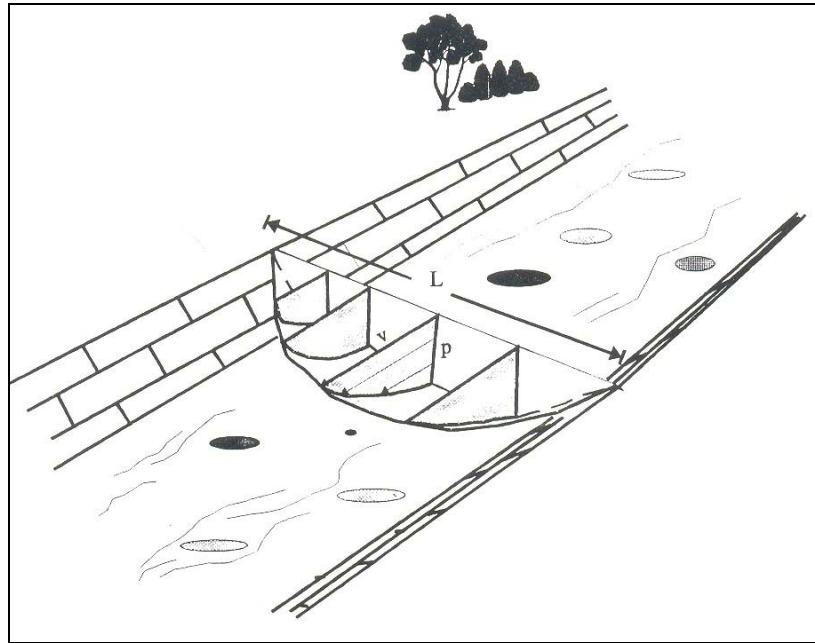


Figura 19 - Método área-velocidade
(Fonte: Naguettini 1997)



Figura 20 - Medida de vazão no canal de descarga



Figura 21 - Medida de vazão no canal de descarga

Para o cálculo do coeficiente de descarga em cada medição, isolou-se o valor de C na equação 12 obtendo-se:

$$C = Q / L \times H^{3/2} \quad (13)$$

O coeficiente de descarga C foi obtido pela média dos valores observados em cada medição.

Raju (1981) propôs a seguinte equação para cálculo da vazão em vertedores de crista larga:

$$Q = C \times K_1 \times K_2 \times B \times \sqrt{g} \times H_1^{3/2} \quad (14)$$

onde: Q → vazão de saída no vertedor

C → coeficiente de descarga

B → largura do vertedor

H_1 → altura da lâmina d'água a partir do vertedor

K_1 → parâmetro de viscosidade e tensão superficial

K_2 → parâmetro de curvatura e atrito

3.7 Caracterização das bacias hidrográficas contribuintes

A bacia contribuinte ao reservatório do Vacacaí-Mirim é formada por 12 áreas de contribuição (Figura 22) que foram agrupadas em 4 sub-bacias. Esses grupos foram definidos a partir da existência de estações de monitoramento nas sub-bacias, e suas respectivas localizações. As quatro sub-bacias foram denominadas de Sub-Bacia 1, Sub-Bacia 2, Sub-Bacia 3 e Sub-Bacia 4 (Figura 23). A Sub-Bacia 1 representa a contribuição da área próxima ao Clube de Campo. A Sub-Bacia 2 e Sub-Bacia 3 representam as áreas monitoradas pelas estações fluviométricas MD2 e MD3, respectivamente. E finalmente a Sub-Bacia 4 representa a área que engloba a estação fluviométrica Sítio do Tio Pedro. O quadro 2 mostra os valores de cada área agrupada.

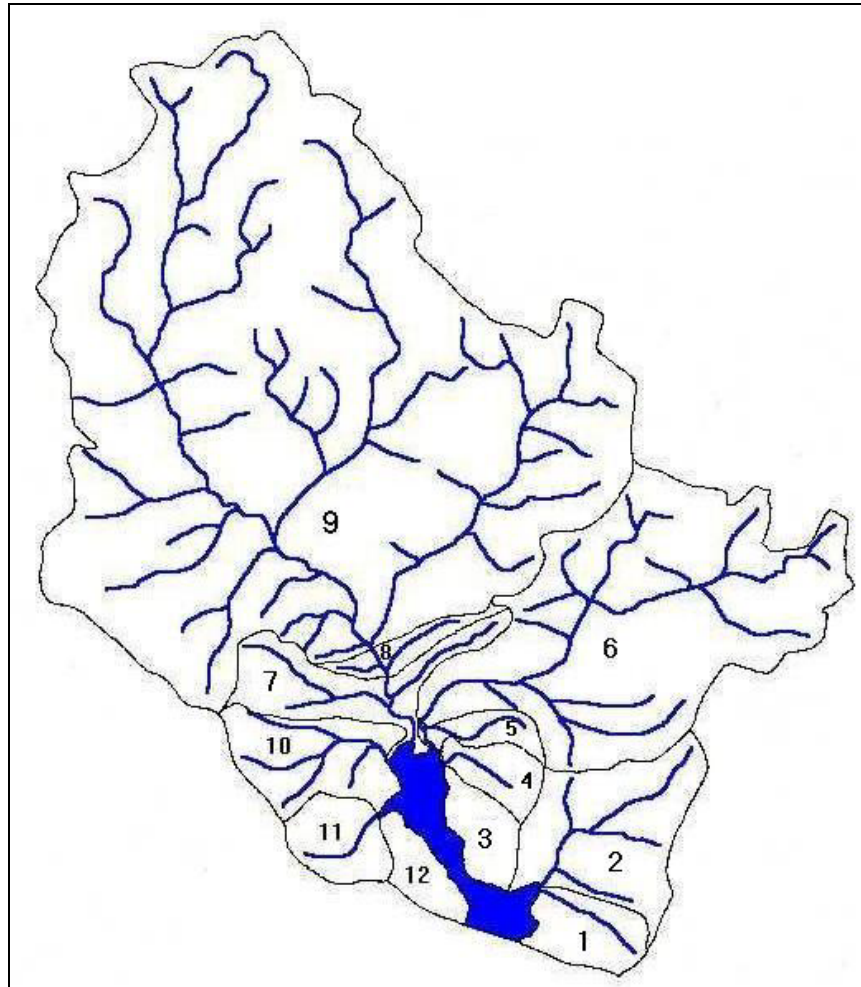


Figura 22 - Áreas contribuintes ao reservatório do Vacacaí-Mirim

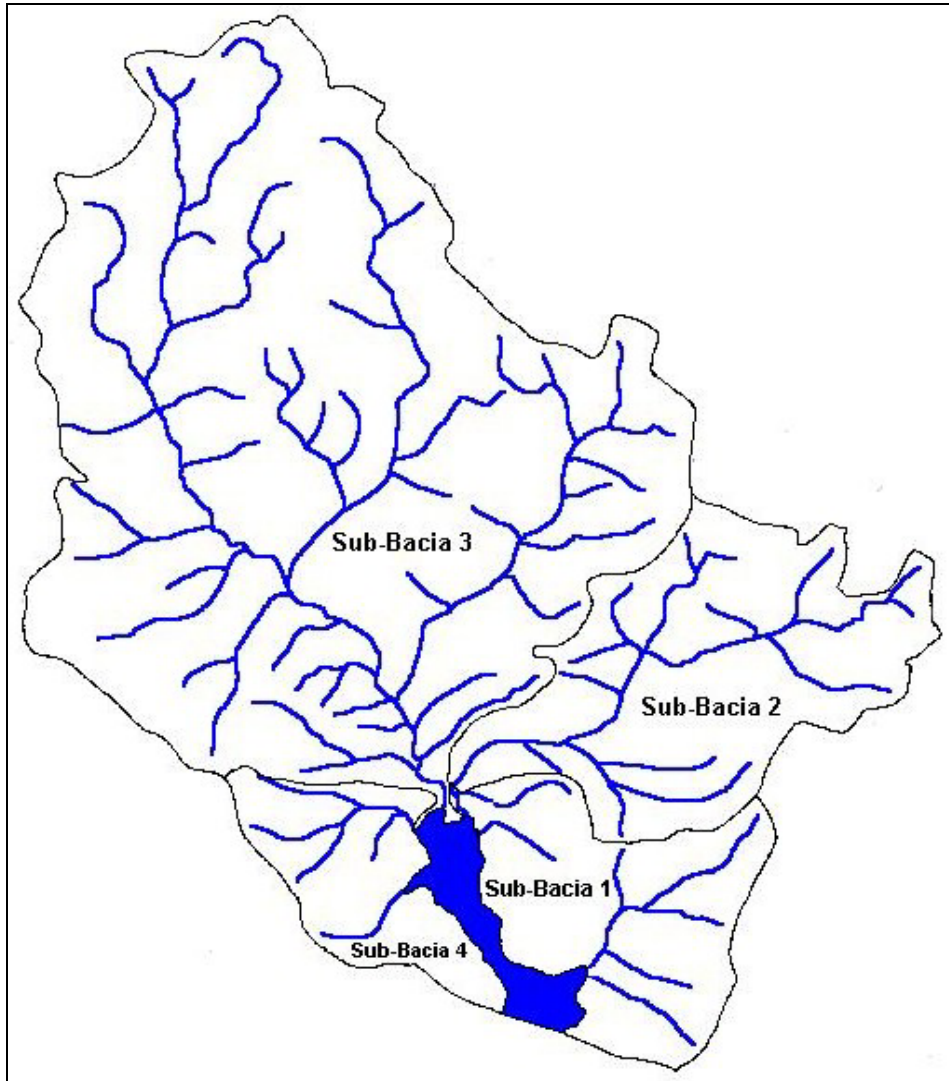


Figura 23 - Áreas contribuintes agrupadas em sub-bacias

Quadro 2 – Áreas contribuintes ao reservatório

Área Contribuintes	Estação de Monitoramento	Área (km ²)	Sub-Bacias Agrupadas
1		0,53	Sub-Bacia 1
2		1,54	
3		0,40	
4		0,35	
5		0,26	
6	Menino Deus 2	5,03	Sub-Bacia 2
7		0,96	Sub-Bacia 3
8		0,27	
9	Menino Deus 3	17,69	
10		0,95	Sub-Bacia 4
11	Sítio do Tio Pedro	0,51	
12		0,34	
	Total	28,83	

A bacia hidrográfica de contribuição ao reservatório do Vacacaí-Mirim possui grande declividade e vem apresentando efeitos da ação do homem.

As Sub-Bacias 1 e 2 caracterizam-se por áreas com cobertura vegetal predominante de mata nativa, ciliar e plantada. A Sub-Bacia 2 possui declividade média de 32,8 % e diferença de cotas entre nascente e exutório de 313 m. Seu rio principal possui 4,6 km de extensão e declividade média de 0,059 m/m (Paiva et al 2000).

A área da Sub-Bacia 3 possui declividade média de 22,64 %, e a declividade ponderada do seu rio principal é de 0,03 m/m. O relevo é acidentado com cobertura vegetal predominante de mata nativa, ciliar e plantada, além de pequenas áreas de pecuária. Há ocorrência de urbanização na parte inferior da Sub-Bacia (Paiva et al 2000).

Na Sub-Bacia 4 a cobertura vegetal dominante é de mata nativa e apresenta áreas em processo de urbanização.

3.7.1 Calibração e geração de vazões pelo IPH2

As séries hidrológicas das áreas contribuintes 6 e 9, monitoradas pela MD2 e MD3 respectivamente, foram utilizadas para a calibração do modelo IPH2, obtendo-se parâmetros que foram adotados pelas demais sub-bacias que não possuíam monitoramento.

O período de interesse da pesquisa foi definido como Abril a Outubro de 2001, época em que o reservatório esteve a maior parte do tempo com seus níveis elevados.

Todos os dados hidrométricos disponíveis das estações MD2, MD3, Barragem, Campestre do Menino Deus, Pluviógrafo Corsan, Evaporação UFSM e captação no reservatório foram discretizados em 4h. Esse intervalo de tempo justifica-se, pela lenta resposta do reservatório em eventos de chuva e pelo interesse em simular as condições do reservatório para longos períodos de tempo.

As seguintes considerações foram feitas para a utilização do IPH2:

- Percolação inicial igual à vazão de base;
- Vazão de base igual ao menor valor ocorrido no período;
- Vazão superficial obtida pela diferença entre a vazão total e a de base;
- Histograma tempo-área sintético com parâmetro $n = 1,5$;
- Tempo de concentração adotado igual ao intervalo de tempo de 4 horas;
- Porcentagem de área impermeável igual a taxa de urbanização.

Para a calibração da MD2 foram utilizadas suas séries de vazão e as séries de precipitação da estação pluviométrica Campestre do Menino Deus, do próprio período de interesse da pesquisa. Já para MD3, desativada no período de estudo proposto, utilizou-se as séries de vazão

de Maio a Outubro de 1999, e as séries de precipitação do pluviógrafo da Corsan.

Os parâmetros obtidos na calibração da MD2 (Sub-Bacia 2) foram utilizados pela Sub-Bacia 1 e os obtidos na calibração da MD3 (Sub-Bacia 3) foram utilizados pelas Sub-Bacias 3 e 4, para a geração das séries de vazão afluentes ao reservatório.

Como os períodos de calibração de ambas as estações são muito longos, optou-se por dividi-los em intervalos menores a fim de facilitar a calibração. O período da MD2 foi dividido em três intervalos (Calibra 1, Calibra 2 e Calibra 3), e o da MD3 dividido em quatro (Calibra 1, Calibra 2, Calibra 3 e Calibra 4), obtendo-se para cada um deles os melhores parâmetros. Com o objetivo de determinar um grupo de parâmetros único que melhor representasse cada estação, realizou-se a simulação de todos os intervalos utilizando o grupo de parâmetros ajustados para cada intervalo.

Para a calibração dos intervalos em cada estação, adotou-se como grupo de parâmetros iniciais os obtidos por Meller et al (2002), que avaliou parâmetros de calibração do modelo IPH2 na bacia hidrográfica do Vacacaí-Mirim, incluindo as áreas monitoradas pelas estações MD2 e MD3.

Os parâmetros melhor ajustados pela calibração de cada estação foram definidos como representativos de cada Sub-bacia (Sub-Bacia 2 e 3), utilizando-se o modelo IPH2 para gerar as vazões Q_{sub1} , Q_{sub3} e Q_{sub4} , no período de interesse da pesquisa. Para isso utilizou-se como entrada do modelo IPH2 os dados de chuva da estação Campestre do Menino Deus e de evaporação da UFSM na área de cada Sub-Bacia.

A vazão de base utilizada na geração das vazões pelo modelo IPH2 da Sub-Bacia 1 foi a mesma da Sub-Bacia 2. Já na Sub-Bacia 4, não pode-se utilizar a vazão de base da Sub-Bacia 3 devido a grande diferença de suas áreas. Desse modo utilizou-se para a Sub-Bacia 4 a

vazão de base do rio monitorado pela estação Sítio do Tio Pedro, o qual é pertencente a esta Sub-Bacia.

No caso da Sub-Bacia 2, as vazões no período de interesse da pesquisa foram dados observados, não necessitando portanto da geração de vazões pelo IPH2.

3.8 Aplicação do IPHS1

No presente trabalho, escolheu-se utilizar o IPHS1 para o cálculo da contribuição no reservatório das séries de vazões geradas pelo IPH2 em cada Sub-Bacia. Em seguida o método de Pulz foi aplicado para a simulação dos níveis do reservatório nos cenários de 1961 e 2001. Portanto, utilizou-se a opção de trabalhar apenas com os hidrogramas lidos, ou seja, com as séries de vazões geradas pelo modelo IPH2, sem a necessidade de se aplicar os algoritmos de transformação de chuva em vazão do sistema IPHS1.

A precipitação direta sobre o reservatório foi considerada criando-se uma quinta Sub-Bacia, que teve como entrada o hidrograma resultante da transformação da precipitação (mm) em vazão (m^3/s), para cada intervalo de tempo.

As abstrações referentes à captação feita pela CORSAN, e à evaporação direta sobre o lago do reservatório, poderiam ser consideradas por meio de um objeto de derivação a partir do reservatório. Entretanto, a presente versão do IPHS1 somente possibilita a inserção deste objeto a partir de um trecho de canal. Portanto, foi necessária uma adaptação do programa FORTRAN para que aquelas abstrações pudessem ser incorporadas ao hidrograma de saída do reservatório. Para isso calculou-se a soma das médias da captação e da evaporação direta sobre o reservatório durante o período de interesse, obtendo-se desta forma uma vazão média de derivação a ser abstraída do hidrograma de saída do reservatório.

O objeto reservatório recebeu como dados de entrada, para o cálculo da propagação:

- O coeficiente de descarga, a largura e a cota da crista do vertedor;
- O armazenamento inicial; e
- A tabela cota x volume acumulado.

Foi necessário o ajuste de equações para cada uma das batimetrias, a fim de se extrapolar o volume acumulado para as cotas superiores a da crista do vertedor. Para isso, utilizou-se apenas os pontos observados mais próximos da crista a partir da cota 129,00 m, até a cota 132,00 m.

O sistema IPHS1 foi aplicado considerando-se dois cenários distintos para as condições do reservatório. O primeiro com as informações da batimetria de 1961 e o outro com as da batimetria de 2001.

As seguintes considerações foram feitas para a aplicação do IPHS1 nos dois cenários:

- Utilizou-se os mesmos dados de evaporação e precipitação direta sobre o lago do reservatório;
- A mesma vazão de captação para os dois cenários; e
- A mesma cota inicial para o nível d'água do reservatório no cálculo da propagação.

O hidrograma de saída calculado para o cenário da batimetria de 2001, e os correspondentes níveis calculados para o reservatório nesse ano, foram comparados com os valores observados a fim de se verificar o ajuste do sistema para o período simulado.

Em seguida, os níveis calculados do reservatório para as batimetrias de 1961 e 2001, foram confrontados a fim de avaliar a diminuição da

capacidade de amortecimento de cheias com a redução da capacidade de armazenamento.

4. Resultados e Discussões

Neste capítulo são apresentados e discutidos os resultados dos levantamentos batimétricos realizados no reservatório do Vacacaí-Mirim no período de 1961 a 2001, a obtenção da curva-chave do vertedor da barragem e as séries de vazão geradas pelo modelo chuva-vazão IPH2. São descritos os resultados da aplicação dessas informações no sistema IPHS1 para a simulação dos níveis do reservatório nos dois cenários propostos, a fim de avaliar os efeitos do assoreamento na propagação de cheias no reservatório.

4.1 Batimetrias

Foram realizadas três batimetrias no reservatório do Vacacaí-Mirim - a primeira em 1961, em 1997 a segunda, e a última em 2001. Apesar deste estudo simular as condições do reservatório nos cenários de 1961 e 2001, a apresentação da batimetria de 1997 foi importante por ter sido verificada por Paiva et al (1998) uma redução de 22,87 % na capacidade de armazenamento do reservatório.

Os levantamentos batimétricos de 1961, 1997 e 2001 são apresentados nos Quadros 3, 4 e 5 respectivamente.

Quadro 3 - Batimetria 1961

Cota (m)	Volume Acumulado (hm ³)
120	0,5500
121	0,6750
122	0,8410
123	1,0420
124	1,2795
125	1,5755
126	1,8725
127	2,1965
128	2,6140
129	3,0315
130	3,5360
131	4,1630
132	4,9280

Fonte: PAIVA et al (1998)

Quadro 4 - Batimetria 1997

Cota (m)	Volume Acumulado (hm ³)
118	0,0083
119	0,0332
120	0,0868
121	0,1715
122	0,2793
123	0,4140
124	0,5762
125	0,7745
126	1,0155
127	1,2982
128	1,6452
129	2,0623
130	2,5418
131	3,0900
132	3,8011

Fonte: PAIVA et al (1998)

Quadro 5 - Batimetria 2001

Cota (m)	Volume Acumulado (hm ³)
118	0.005931533
119	0.026527353
120	0.069031993
121	0.136670463
122	0.226957093
123	0.337273383
124	0.481382333
125	0.666539113
126	0.891110393
127	1.159158183
128	1.478118283
129	1.862901453
130	2.323211703
131	2.864941973
132	3.477000000

Fonte: DILL (2002)

Comparando as batimetrias de 1961, 1997 e 2001 observou-se uma diminuição da capacidade de armazenamento do reservatório do Vacacaí-Mirim ao longo do tempo. Esta redução já fora descrita em Paiva et al (1998), que comparou a capacidade do reservatório em 1961 e 1997. Dill (2002) confirmou a redução dessa capacidade pela comparação das batimetrias de 1997 e 2001, encontrando uma diminuição de 6,58 %.

A figura 24 a seguir mostra as curvas cota-volume acumulado para as batimetrias realizadas em 1961, 1997 e 2001.

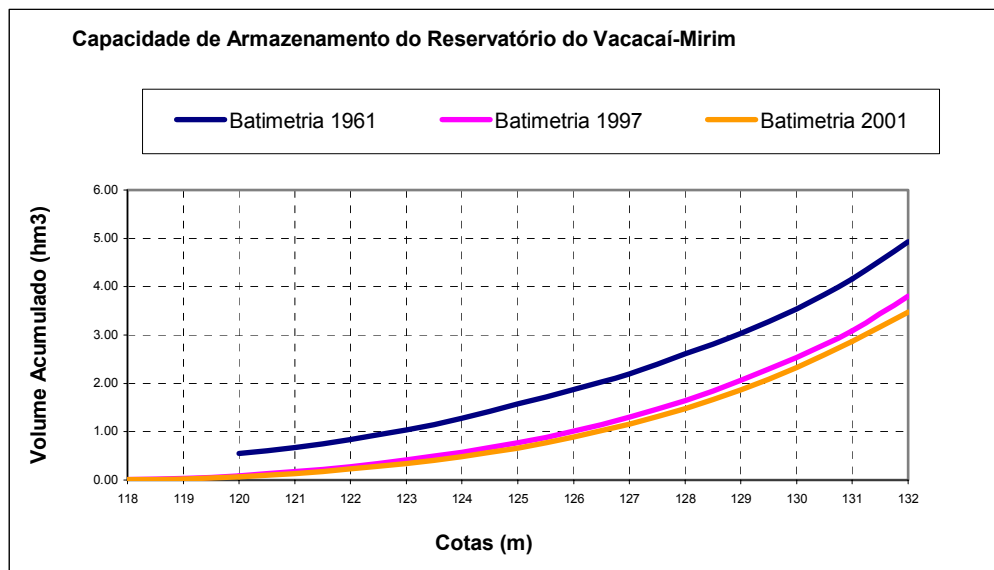


Figura 24 - Curvas cota-volume acumulado para as batimetrias

Por meio da análise das curvas cota-volume acumulado verifica-se uma maior redução na capacidade de armazenamento do reservatório ($1,1269 \text{ hm}^3$) no período de 1961 a 1997 (Paiva 1998), do que o encontrado por Dill (2002) no período de 1997 a 2001 ($0,3241 \text{ hm}^3$).

As figuras 25 e 26 apresentam os gráficos das equações ajustadas para as curvas cota-volume acumulado das batimetrias de 1961 e 2001, utilizando os pontos próximos à crista do vertedor. Este ajuste foi necessário a fim de se extrapolar o volume acumulado para as cotas superiores a da crista do vertedor para que pudessem ser inseridas no sistema de simulação IPHS1.

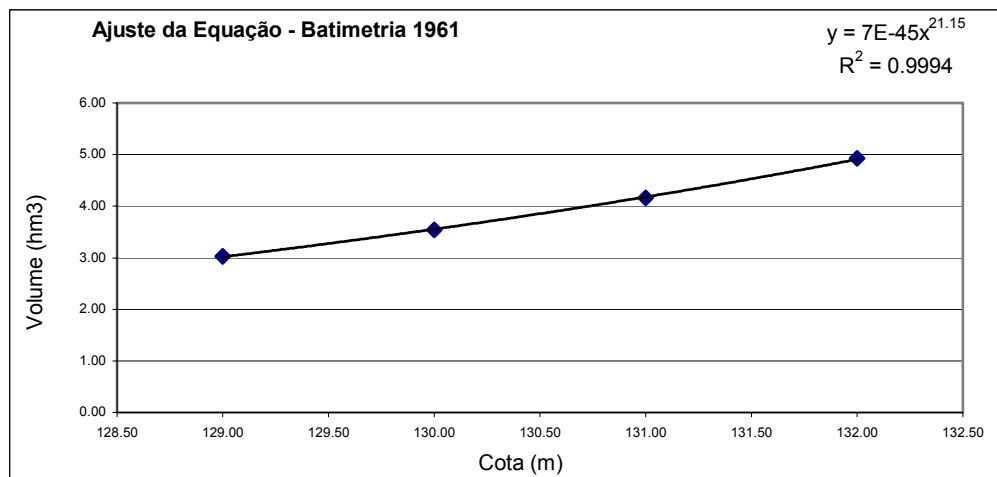


Figura 25 - Gráfico da equação ajustada para batimetria de 1961

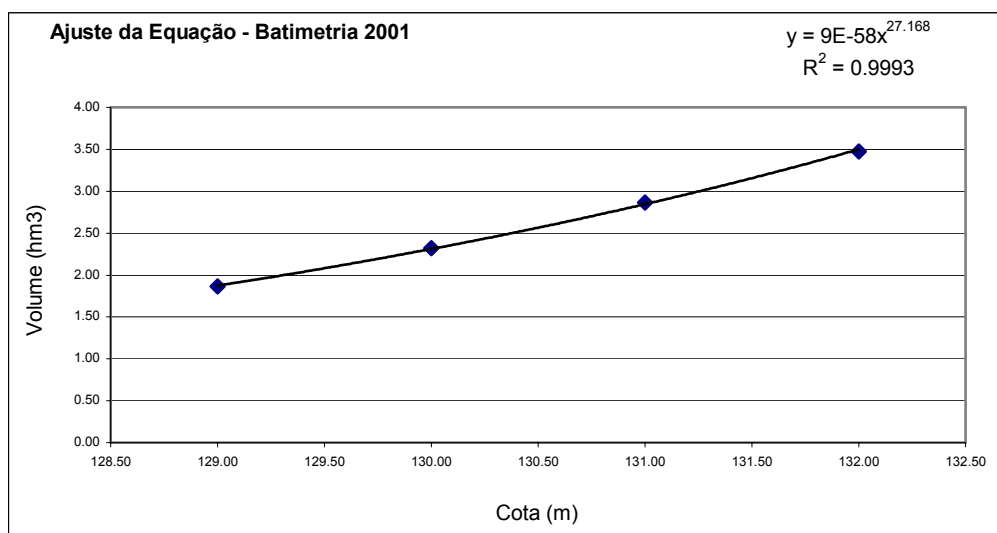


Figura 26 - Gráfico da equação ajustada para a batimetria de 2001

Os quatro pontos destacados nas figuras 25 e 26 representam as cotas 129m, 130m, 131m e 132m dos levantamentos batimétricos de 1961 e 2001, que foram utilizadas para o ajuste da equação necessária a extrapolação dos volumes acumulados para as cotas acima do vertedor, sendo inseridos posteriormente no sistema IPHS1. A equação encontrada

nos ajustes das figuras 25 e 26 concorda com a função sugerida por Tucci (1993).

4.2 Obtenção das curva-chaves

As curva-chaves das estações fluviométricas MD2, MD3 e Sítio do Tio Pedro, elaboradas pelo Grupo de Pesquisa GHIDROS, através de medições em campo e da extrapolação, pelo método de Stevens, para as cotas mais elevadas são mostradas a seguir.

1) Curva-Chave MD2

a) para junho de 1998 até Junho de 2001:

$$Q = 1,0355 \times H^{2,4394} \quad \text{para } 0,10 \leq H \leq 0,305 \quad (15)$$

$$Q = 12,613 \times H^{4,4864} \quad \text{para } 0,305 < H \leq 0,625 \quad (16)$$

$$Q = 4,8044 \times H^{2,3507} \quad \text{para } H > 0,625 \quad (17)$$

b) para julho de 2001 até 2002:

$$Q = 5,9809 \times H^{4,0548} \quad \text{para } H \leq 0,7624 \quad (18)$$

$$Q = 3,9899 \times H^{2,5644} \quad \text{para } H > 0,7624 \quad (19)$$

2) Curva-Chave MD3

$$Q = 0,0029 \times e^{9,1053 \times H} \quad \text{para } H \leq 0,425\text{m} \quad (20)$$

$$Q = 2 \times 10^6 \times H^{19,24} \quad \text{para } 0,425\text{m} < H \leq 0,475\text{m} \quad (21)$$

$$Q = 9,1866 \times H^{2,7274} \quad \text{para } 0,474\text{m} < H \leq 2,37\text{m} \quad (22)$$

3) Curva-Chave Sítio do Tio Pedro

$$Q = 1,9678 \times H^{1,5^{1,3721}} \quad \text{para } H < 0,174\text{m} \quad (23)$$

$$Q = 11,583 \times (H - 0,15)^{1,5} + 0,0152 \quad \text{para } H \geq 0,174\text{m} \quad (24)$$

Essas equações foram utilizadas a fim de transformar os valores de cotas, fornecidos pelo monitoramento de cada estação, em séries de vazões. Estas vazões por sua vez, foram usadas na calibração do modelo chuva-vazão IPH2.

4.3 Consistência dos dados

Após a digitalização dos linigramas no programa HYDROM, este apresentou como saída as cotas para cada intervalo de tempo, as quais são mostradas no quadro 6.

Quadro 6 – Dados de saída do programa HYDROM

Ano	Mes	Di	Ho	Mn	Cota	Di	Ho	Mn	Cota
1999	10	20	22	30	45	21	3	8	45
1999	10	21	19	5	44	21	17	56	43
1999	10	23	14	4	41	23	15	1	41
1999	10	25	1	12	39	25	10	29	39
1999	10	27	23	49	38	28	11	51	38
1999	10	30	17	20	36	30	22	38	35
1999	11	1	8	22	34	1	16	57	34
1999	11	3	1	29	35	3	9	5	35
1999	11	4	9	17	45	4	11	11	47
1999	11	5	1	40	50	5	3	34	53
1999	11	5	9	46	53	5	10	40	51

Os dados de saída do programa HYDROM visualizados no quadro 6 foram organizados no formato utilizado pelo discretizador e são

mostrados no quadro 7. Destacou-se os valores em vermelho para indicar os erros decorrentes do processo de digitalização manual dos linigramas.

Quadro 7 – Dados de saída organizados

Ano	Mes	Di	Ho	Mn	Cota
1998	10	4	21	34	65
1998	10	4	21	29	72
1998	10	4	21	43	115
1998	10	4	21	43	151
1998	10	4	21	48	79
1998	10	4	21	55	161
1998	10	4	21	55	168
1998	10	4	22	0	175
1998	10	4	22	1	165
1998	10	4	22	3	135

Os erros do processo de digitalização dos linigramas destacados no quadro 7 caracterizam-se por repetição de mesma data, hora e minuto, porém com valores de cotas diferentes, e erros de retrocesso no tempo. Para correção desses erros manteve-se o valor das cotas e distribuiu-se o tempo linearmente dentro do intervalo. O mesmo procedimento foi adotado para os pontos em que ocorreu atraso no tempo. Nos casos em que os pontos apareceram repetidos (mesma data, hora, minuto e cota), selecionou-se apenas um deles.

A tabela 1 mostra os dados do HYDROM organizados e consistidos, já com seus valores de vazão calculados pelas curvas-chave.

Tabela 1 – Dados consistidos do HYDROM

Ano	Mes	Di	Ho	Mn	Cota	Vazão(m ³ /s)
1998	10	4	21	34	65	2,8372
1998	10	4	21	39	72	3,7501
1998	10	4	21	43	115	13,4494
1998	10	4	21	46	151	28,2681
1998	10	4	21	48	79	4,8300
1998	10	4	21	52	161	33,6707
1998	10	4	21	55	168	37,8149
1998	10	4	22	0	175	42,2685
1998	10	4	22	1	165	36,0015
1998	10	4	22	3	135	20,8270

Observa-se pela tabela 1 que após a organização e consistência dos dados os erros referentes ao processo de digitalização do HYDROM foram suprimidos.

A fim de mostrar a importância da consistência dos dados nessa fase da pesquisa, a figura 27 faz uma comparação entre duas curvas elaboradas a partir dos valores das cotas antes e depois da consistência dos dados.

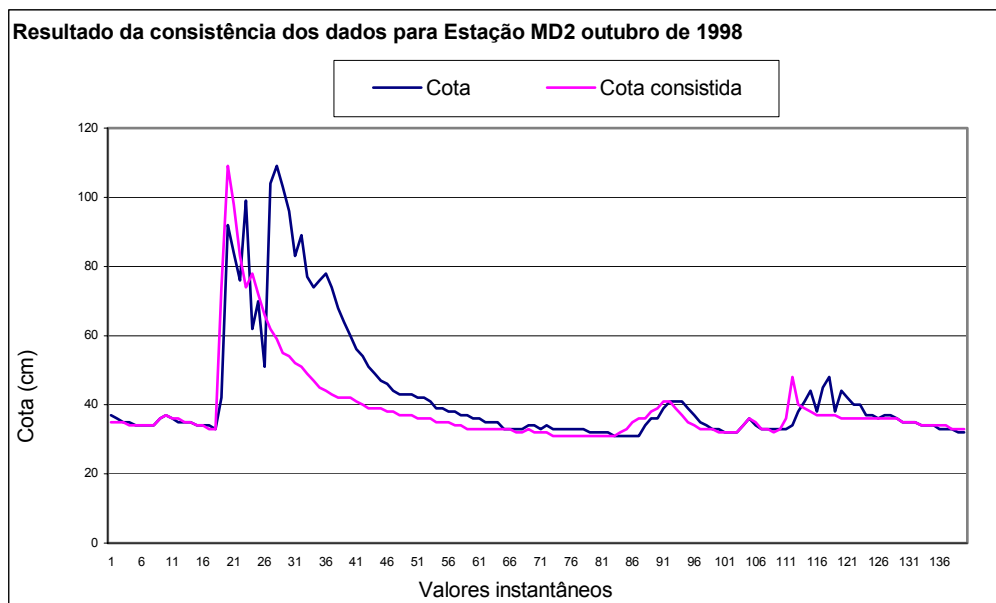


Figura 27 – Comparação de linigramas após a consistência dos dados

4.4 A curva-chave do vertedor da barragem

Para a simulação dos níveis do reservatório pelo sistema IPHS1 foi necessário a determinação da curva-chave do vertedor da barragem. A obtenção desta curva foi feita através dos valores de vazões medidos no canal de descarga do vertedor e suas respectivas lâminas H.

Devido a maior ocorrência de precipitações intensas no período noturno descrito em Paiva (1997) apud Paiva et al (2000), e conseqüentemente das maiores cheias, não foi possível realizar medidas de vazão para níveis mais elevados do reservatório.

As medidas de vazão para lâminas mais elevadas no canal de descarga do vertedor, também foram dificultadas devido à falta de estrutura física no local de medição, que fornecesse segurança para efetuar tais medidas.

A fim de obter a equação que melhor se ajustasse ao vertedor da barragem, comparou-se os valores calculados da equação do $C_{\text{médio}}$ e daquela proposta em Raju (1981).

A tabela 2 mostra o resultado das medidas de vazão feitas em campo e os coeficientes de descarga correspondentes. As tabelas com as informações completas de cada medição feita no canal de descarga estão no Anexo A.

Tabela 2 – Medidas de vazão feitas no canal de descarga do vertedor

	m	m	m ³ /s	m ³ /s		m ³ /s
Data	Linígrafo	H	Q _{obs}	L.H ^{3/2}	C _{obs}	Q _{cméd}
24/04/01	9,99	0,05	2,88	1,68	1,72	2,82
31/08/01	9,98	0,04	2,10	1,20	1,75	2,02
04/09/01	9,99	0,05	2,06	1,68	1,23	2,82
13/09/01	10,00	0,06	2,52	2,20	1,15	3,71
01/10/01	10,01	0,07	4,41	2,78	1,59	4,67
16/10/01	9,96	0,02	0,84	0,42	1,98	0,71
14/11/01	9,97	0,03	1,20	0,78	1,54	1,31
20/05/02	9,97	0,03	1,56	0,78	2,00	1,31
21/05/02	10,01	0,07	3,69	2,78	1,33	4,67
23/05/02	9,96	0,02	1,03	0,42	2,43	0,71
29/05/02	10,00	0,06	4,53	2,20	2,05	3,71
10/06/02	10,04	0,10	7,76	4,74	1,64	7,97
11/06/02	9,99	0,05	2,85	1,68	1,70	2,82
18/06/02	10	0,06	3,18	2,20	1,44	3,71
				C_{médio}	1,68	

A partir dos dados descritos na tabela 2, utilizou-se o valor médio para o coeficiente de descarga C, obtendo-se a equação abaixo:

$$Q = 1,68 \times 150 \times H^{3/2} \quad (25)$$

$$Q = 252 \times H^{3/2} \quad (26)$$

Utilizando-se a equação 26 foram calculadas as vazões correspondentes às lâminas H verificadas na barragem. As vazões calculadas, comparadas com as vazões observadas no canal apresentaram o ajuste mostrado na figura 28.

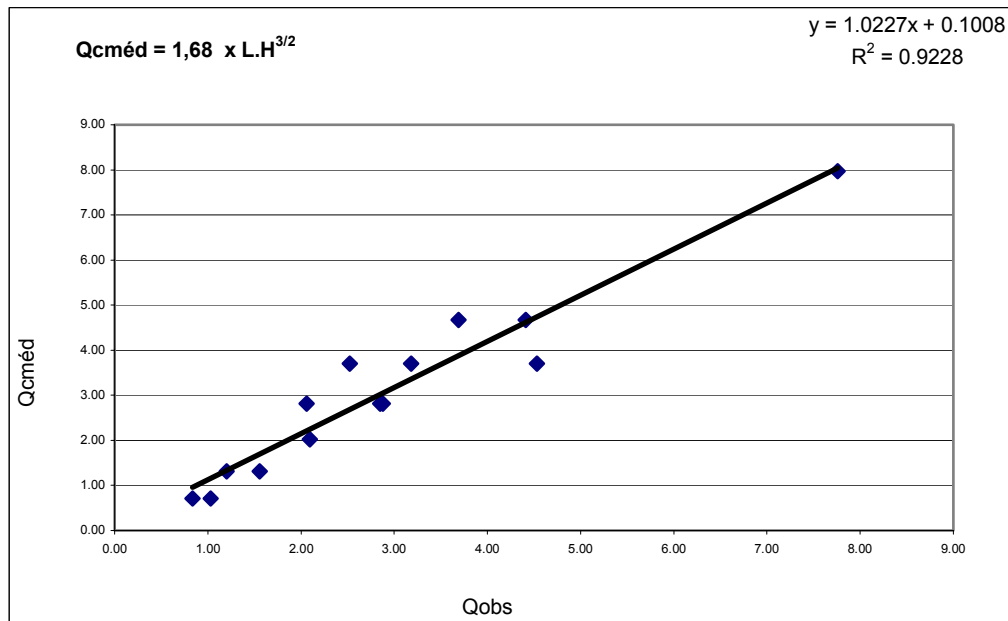


Figura 28 – Ajuste das vazões observadas com as vazões calculadas utilizando o $C_{médio}$

Após o cálculo dos parâmetros da equação 14 proposta em Raju (1981) aplicados às características do vertedor da Barragem, encontrou-se a seguinte equação:

$$Q = 153,63 \times H_1^{3/2} \quad (27)$$

A tabela 3 a seguir mostra os valores calculados pela equação proposta em Raju (1981).

Tabela 3 – Valores calculados pela equação proposta em Raju (1981)

Data	Th(m)	H(m)	Q _{obs} (m ³ /s)	Q _{calR} (m ³ /s)
24/4/01	9,99	0,05	2,88	1,72
31/8/01	9,98	0,04	2,10	1,23
4/9/01	9,99	0,05	2,06	1,72
13/9/01	10,00	0,06	2,52	2,26
1/10/01	10,01	0,07	4,41	2,85
16/10/01	9,96	0,02	0,84	0,43
14/11/01	9,97	0,03	1,20	0,80
20/5/02	9,97	0,03	1,56	0,80
21/5/02	10,01	0,07	3,69	2,85
23/5/02	9,96	0,02	1,03	0,43
29/5/02	10,00	0,06	4,53	2,26
10/6/02	10,04	0,10	7,76	4,86
11/6/02	9,99	0,05	2,85	1,72
18/6/02	10,00	0,06	3,18	2,26

A figura 29 mostra o ajuste entre as vazões calculadas pela equação 27 e as vazões observadas no canal.

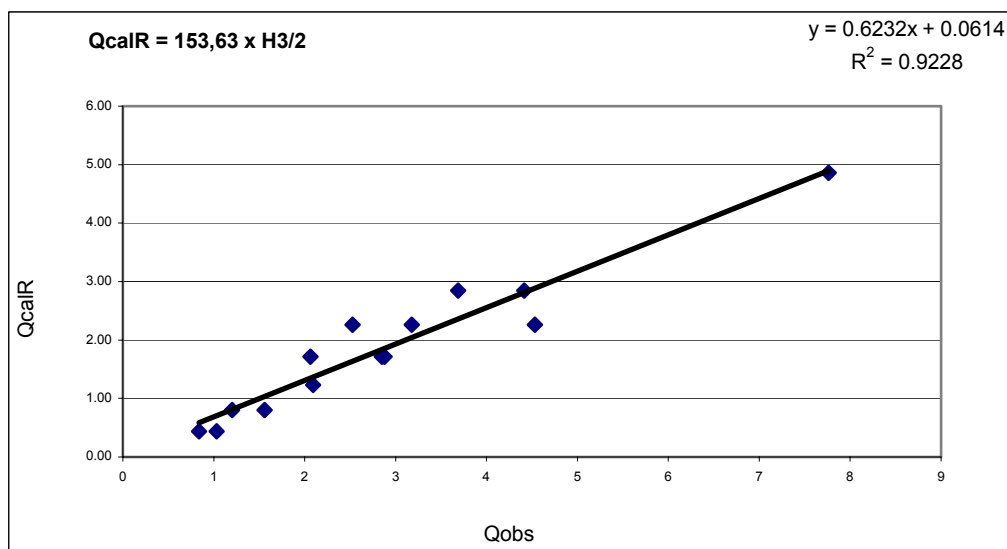


Figura 29 - Ajuste das vazões observadas com as vazões calculadas pela equação proposta em Raju (1981).

Após a comparação das duas equações obtidas, observou-se que ambas apresentaram os mesmos valores para os coeficientes de correlação. Contudo, os valores de vazões calculados utilizando-se a equação obtida com o valor de $C_{\text{médio}}$ foram mais próximos dos valores observados. Portanto, adotou-se essa equação como a da curva-chave do vertedor da barragem do Vacacaí-Mirim.

4.5 Calibração e geração de vazões pelo IPH2

Para a calibração da sub-bacia monitorada pela estação MD2, utilizaram-se as séries históricas de vazão, precipitação e evaporação no período de Abril a Outubro de 2001. Estas informações foram colocadas em tabelas e estão disponíveis no Anexo B.

Na figura 30 são mostradas as séries de vazão e precipitação utilizadas para a calibração da MD2, discretizadas em intervalos de 4 horas.

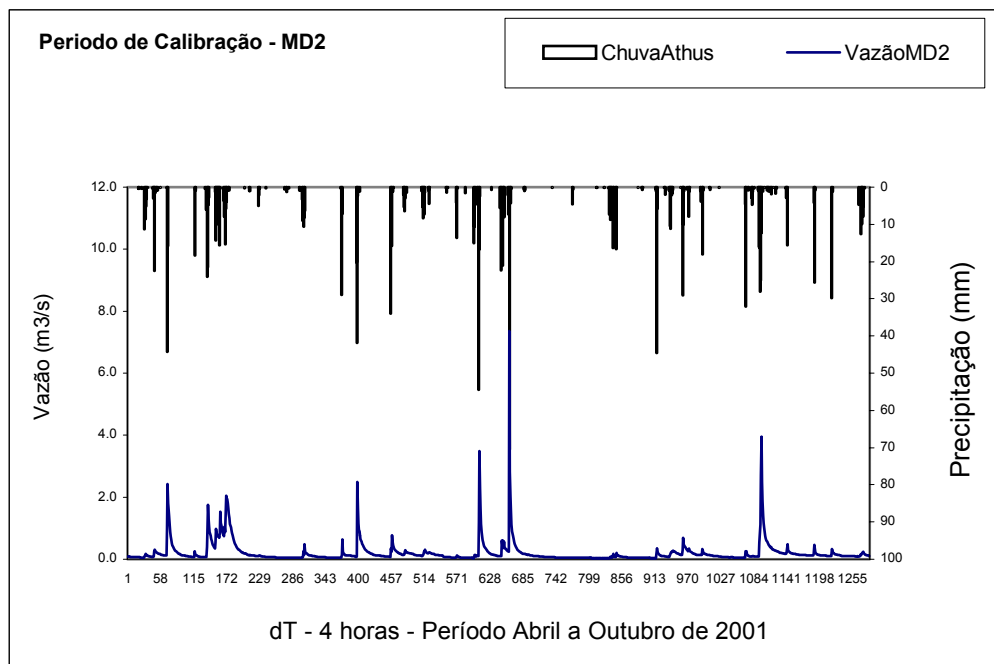


Figura 30 - Séries de vazão e precipitação utilizadas para calibração da estação MD2

Na figura 31 as séries de vazão e precipitação utilizadas para a calibração da MD3 são apresentadas com discretização em intervalos de 4 horas. O Anexo C mostra a tabela com os valores de vazão, precipitação e evaporação dessas séries.

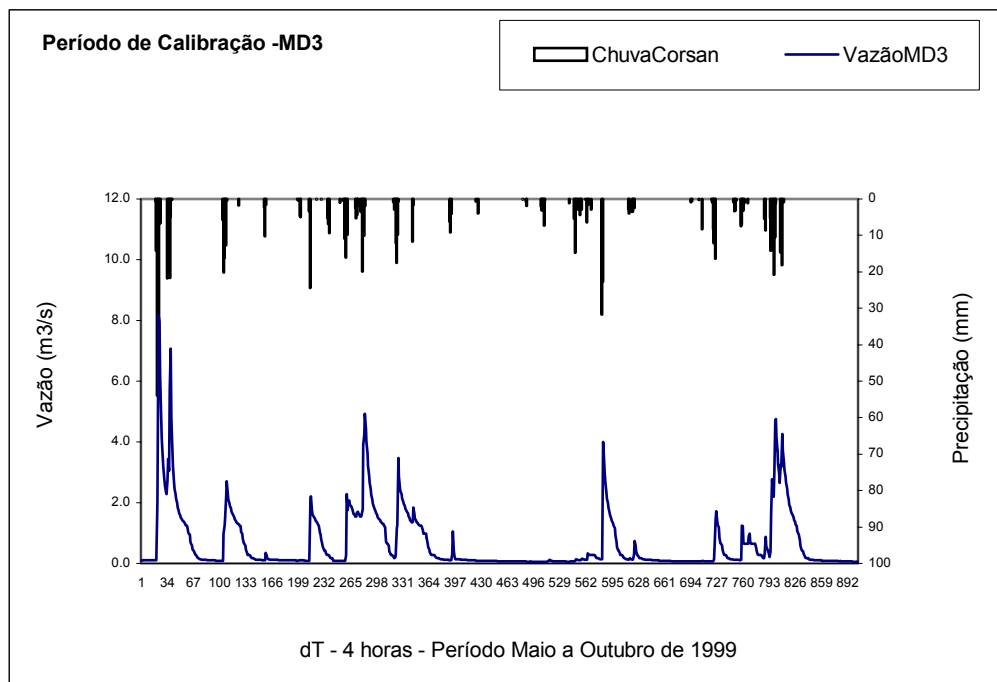


Figura 31 - Séries de vazão e precipitação utilizadas para calibração da estação MD3

O período de calibração para MD2 e MD3 foi dividido em intervalos denominados “Calibra”, para facilitar a obtenção dos parâmetros do modelo IPH2 para estas estações. Obteve-se, portanto, 3 intervalos para MD2 (Calibra 1, Calibra 2 e Calibra 3), e 4 intervalos para a MD3 (Calibra 1, Calibra 2, Calibra 3 e Calibra 4). Os melhores parâmetros obtidos para cada intervalo de calibração nas estações citadas estão descritos na tabela 4.

Tabela 4 – Parâmetros obtidos para MD2 e MD3 em cada intervalo de calibração.

	MD 2			MD 3			
	Calibra	Calibra	Calibra	Calibra	Calibra	Calibra	Calibra
	1	2	3	1	2	3	4
lo	93,80	112,31	143,33	14,00	3,33	23,14	9,93
lb	0,43	4,64	0,67	1,14	0,05	0,21	0,06
h	0,09	0,04	0,19	0,91	0,98	0,30	0,99
Ks	6,47	2,38	3,67	10,95	16,74	8,07	10,56
Ksub	8,89	381,72	1,30	7,68	962,55	2,12	18,17
Rmáx	29,46	12,96	38,68	39,00	10,31	48,45	32,49
R ²	0,88	0,88	0,95	0,87	0,91	0,93	0,95
Vo / Vc	1,16	1,00	0,94	0,75	1,00	1,13	1,02

Durante o ajuste dos parâmetros para cada intervalo de calibração, observou-se que os mais sensíveis foram o h, que é função do tipo de solo, e o lo, que depende das condições de umidade antecedente ao evento. A sensibilidade desses parâmetros na calibração do modelo IPH2 foi comentada por Germano et al (1998).

Os parâmetros foram obtidos por tentativa e erro, comparando os hidrogramas calculados e observados, e verificando os valores de R² e Vo/Vc. Este último com maior importância, já que o objetivo da simulação foi o volume afluente ao reservatório.

Com objetivo de obter o melhor grupo de parâmetros representativos de cada estação, utilizando-os para a geração das séries de vazões afluentes a partir do modelo IPH2, os parâmetros de cada intervalo foram testados uns nos outros. Os Anexos D e E mostram os resultados gráficos dessa simulação.

A tabela 5 mostra os resultados da aplicação dos melhores parâmetros de cada intervalo nos dois intervalos seguintes para a estação MD2.

Tabela 5 – Ajuste dos parâmetros da estação MD2

	Calibra 1		Calibra 2		Calibra 3		média 2 melhores		média global	
	R ²	Vo/Vc	R ²	Vo/Vc	R ²	Vo/Vc	R ²	Vo/Vc	R ²	Vo/Vc
Calibra 1	0,88	1,16	0,64	0,78	0,81	0,85	0,85	1,01	0,78	0,93
Calibra 2	0,29	1,87	0,88	1,00	0,85	0,96	0,87	0,98	0,67	1,28
Calibra 3	0,65	1,36	0,67	0,86	0,95	0,94	0,81	0,90	0,76	1,05

Ao analisar a tabela 5, verificou-se que para a estação MD2 os parâmetros do intervalo Calibra 1 foram os que apresentaram melhores resultados quando aplicados nos outros dois intervalos. Esse resultado confirmou-se também quando foram analisadas as médias globais e as médias dos 2 melhores de cada intervalo. Portanto os parâmetros do Calibra 1 foram adotados como representativos da Sub-Bacia 1, para a geração das séries de vazões pelo modelo IPH2.

A tabela 6 mostra os resultados da aplicação dos melhores parâmetros de cada intervalo nos três intervalos seguintes, para a estação MD3.

Tabela 6 – Ajuste dos parâmetros da estação MD3

	Calibra 1		Calibra 2		Calibra 3		Calibra 4		média 2 melhores		média global	
	R ²	Vo/Vc	R ²	Vo/Vc	R ²	Vo/Vc	R ²	Vo/Vc	R ²	Vo/Vc	R ²	Vo/Vc
Calibra 1	0,87	0,75	0,16	1,83	0,83	1,05	0,58	1,23	0,85	0,90	0,61	1,22
Calibra 2	-0,22	0,48	0,91	1,00	0,48	0,51	0,80	0,72	0,86	0,86	0,49	0,68
Calibra 3	0,47	0,68	0,44	1,70	0,93	1,13	0,76	1,02	0,85	1,08	0,65	1,13
Calibra 4	-0,85	0,41	0,70	1,38	0,79	0,83	0,95	1,02	0,87	0,93	0,40	0,91

A tabela 6 demonstra que para MD3 os parâmetros do período Calibra 4 foram os melhores. Portanto estes foram adotados como representativos da Sub-Bacia 3 e da Sub-Bacia 4, para a geração das séries de vazão pelo modelo IPH2.

Com os parâmetros definidos para as Sub-Bacias 1, 3 e 4, as séries de vazão destas Sub-Bacias foram geradas pelo modelo chuva-vazão IPH2. Como a Sub-Bacia 2 possuía séries de vazão observadas no período de interesse, não foi necessário gerar esses dados pelo IPH2.

As figuras 32 a 35 mostram as séries de vazão afluentes ao Reservatório, geradas pelo IPH2 para as sub-bacias 1, 3 e 4, e observada para a sub-bacia 2. O Anexo F mostra a tabela com as séries de vazão afluentes.

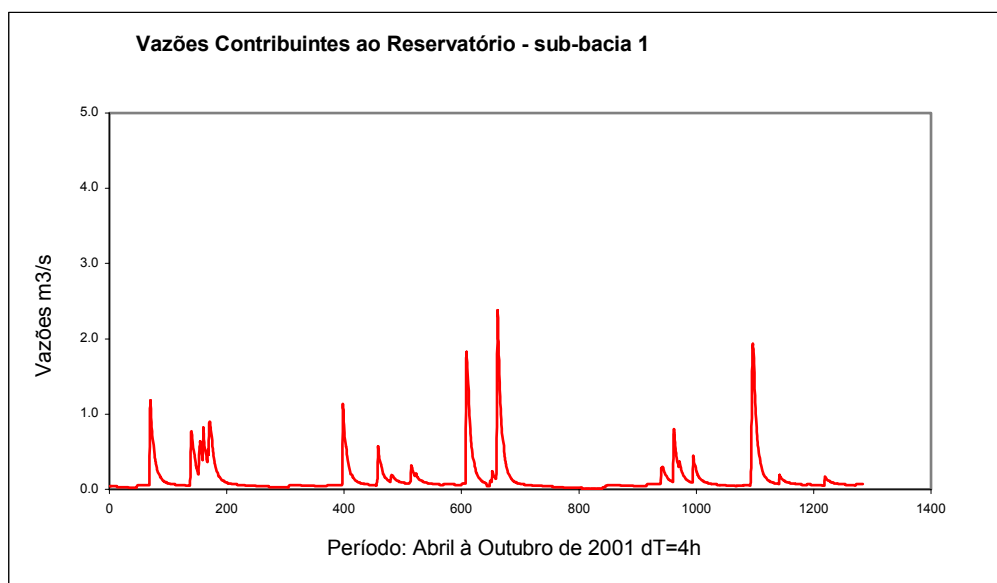


Figura 32 - Série de vazão gerada pelo IPH2 para a sub-bacia 1.

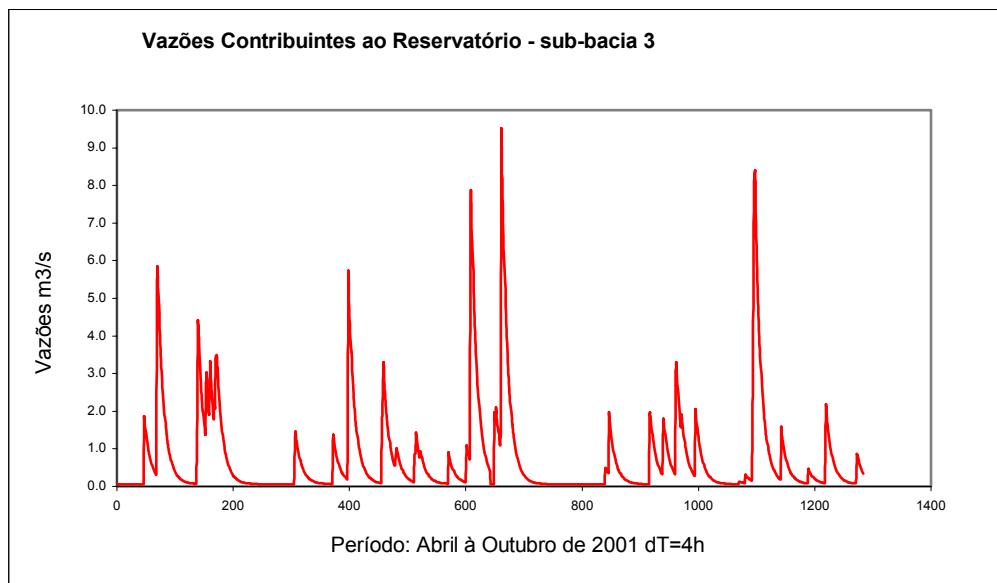


Figura 33 - Série de vazão gerada pelo IPH2 para a sub-bacia 3

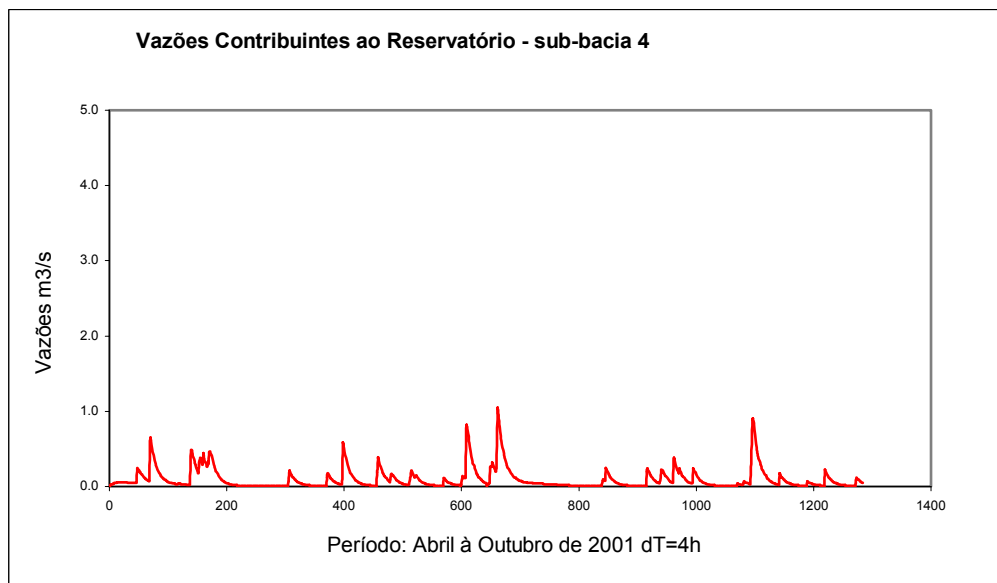


Figura 34 - Série de vazão gerada pelo IPH2 para a sub-bacia 4.

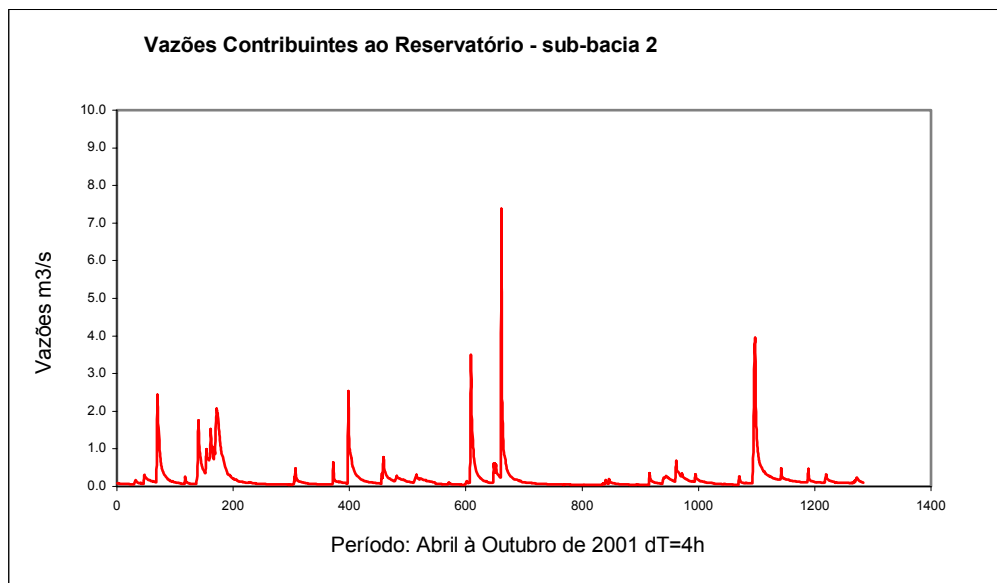


Figura 35 - Série de vazão observada para a sub-bacia 2.

Analisando as vazões geradas para as Sub-Bacias 1, 3 e 4 observa-se um maior volume de contribuição ao reservatório da Sub-Bacia 3. Este resultado é coerente já que esta área é responsável por 62% da contribuição ao reservatório do Vacacaí-Mirim.

4.6 Simulação dos níveis do reservatório do Vacacaí-Mirim

O sistema IPHS1 foi utilizado para o cálculo da contribuição das séries de vazões de cada sub-bacia e para a simulação dos níveis do reservatório, mediante as batimetrias de 1961 e 2001, aplicando-se o método de Pulz.

Foram feitas as seguintes considerações para a aplicação do sistema IPHS1:

- Optou-se por trabalhar no IPHS1 com os hidrogramas lidos, série de vazões geradas pelo IPH2, sem a necessidade de se aplicar os algoritmos de transformação de chuva-vazão do IPHS1 em cada sub-bacia;

- A precipitação direta sobre o reservatório foi considerada como uma Quinta Sub-Bacia;
- A captação e a evaporação direta sobre o reservatório foram consideradas como um único valor calculado pela soma das médias de captação e evaporação sobre o lago;
- Para aplicação do método de Pulz, o objeto reservatório recebeu como dados de entrada: as características do vertedor, o armazenamento inicial e a tabela cota x volume acumulado.

As figuras 36 a 38 mostram as séries de vazão referentes à captação, evaporação e precipitação direta sobre o reservatório.

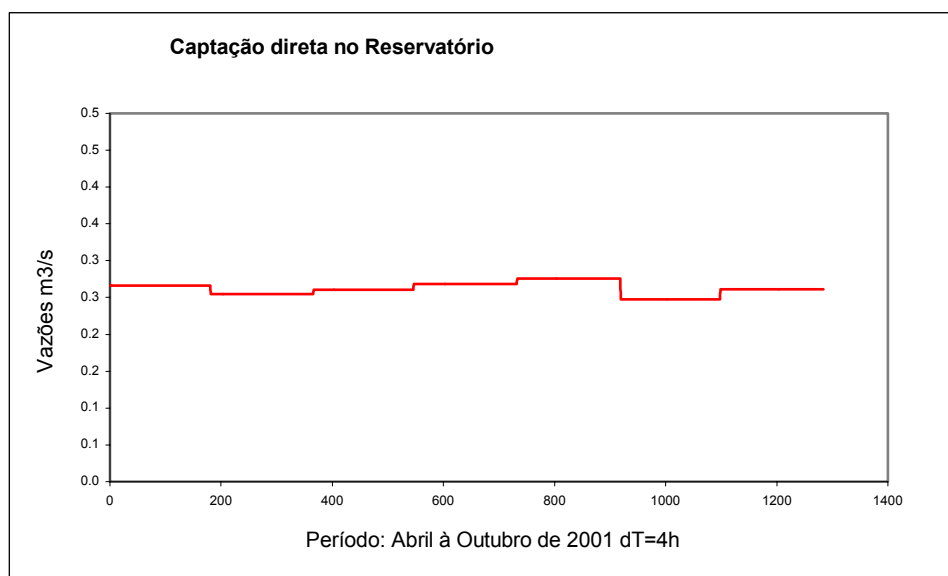


Figura 36 – Vazões referentes à captação no reservatório.

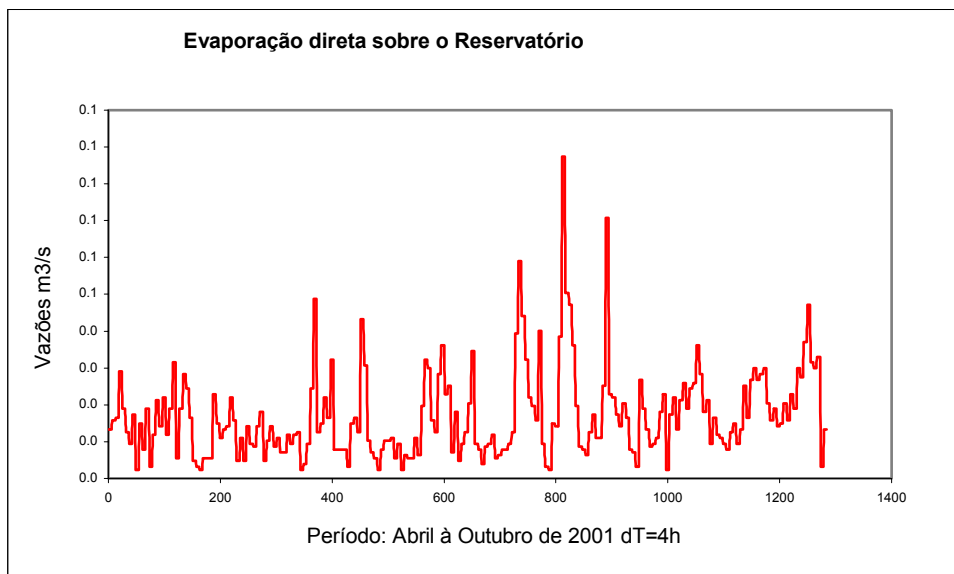


Figura 37 – Vazões referentes à evaporação sobre o reservatório.

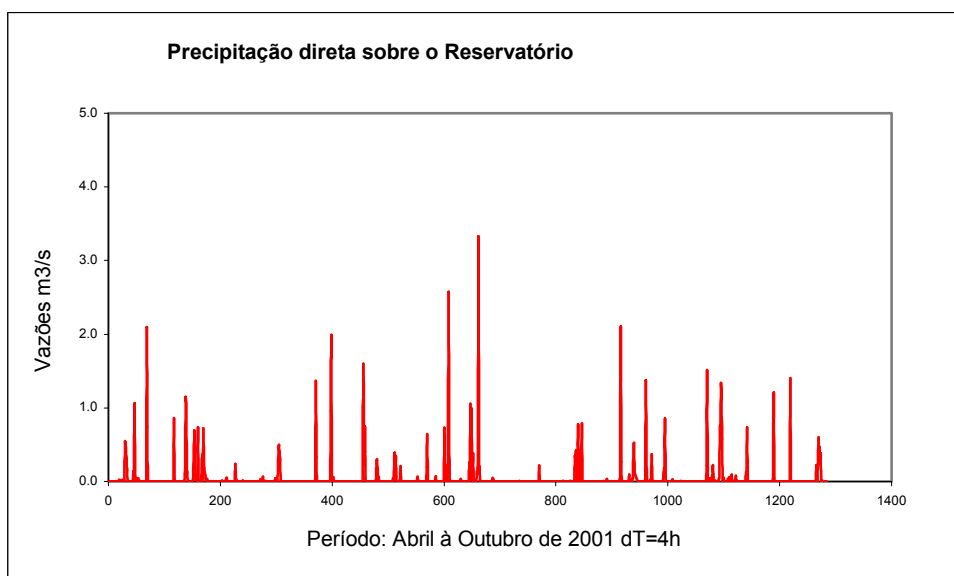


Figura 38 – Vazões referentes à precipitação sobre o reservatório.

A ocorrência de trechos com valores constantes de vazões, mostrados na figura 36, é consequência da utilização dos volumes mensais de captação no reservatório, para o cálculo da vazão no intervalo

de tempo de 4 horas. Quanto à evaporação e à precipitação, as lâminas observadas foram multiplicadas pela área do lago do reservatório e convertidas em vazões para o mesmo intervalo de tempo utilizado.

A figura 39 mostra a discretização feita para a bacia contribuinte do Vacacaí-Mirim, e os objetos criados para sua representação.

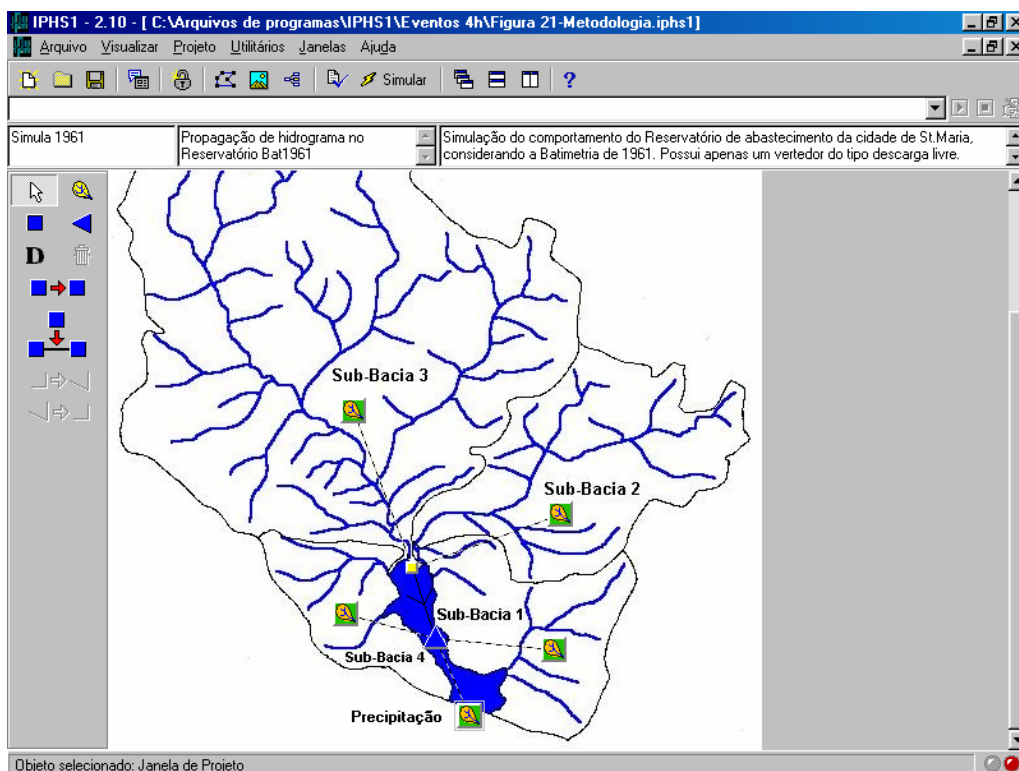


Figura 39 - Representação da bacia contribuinte no sistema IPHS1

Na análise da figura 39 observa-se as Sub-Bacias 2 e 3, que tiveram seus hidrogramas somados no ponto de controle criado e propagado pelo trecho de canal até sua entrada no reservatório; e as Sub-Bacias 1, 4 e precipitação, que contribuirão lateralmente ao reservatório.

4.6.1 Análise dos resultados

Após a simulação dos níveis do reservatório pelo IPHS1 para as condições das batimetrias de 1961 e 2001, os resultados foram analisados sobre três aspectos:

- do ajuste do Sistema, comparando-se os níveis calculados para o reservatório pela batimetria de 2001 com os níveis observados;
- da redução da capacidade de armazenamento devido ao assoreamento, comparando-se os níveis calculados para as batimetrias de 1961 e 2001;
- da capacidade de amortecimento de cheias para as duas batimetrias, confrontando-se os hidrogramas de propagação.

4.6.1.1 Ajuste do sistema IPHS1

Em relação aos níveis observados no reservatório e os calculados pelo Sistema para a batimetria de 2001, os resultados da simulação, estão representados na figura 40.

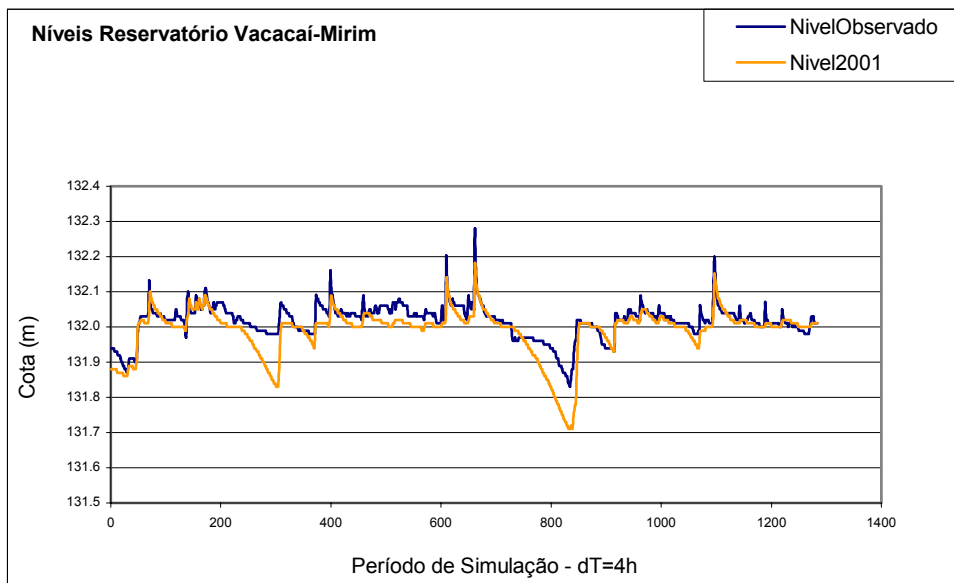


Figura 40 - Níveis observados e calculados pela batimetria 2001

Pode-se observar pela figura 40 uma grande variação da qualidade do ajuste entre os níveis calculados e observados, nos períodos de cheia e de recessão do reservatório.

Para os períodos recessivos, quando o reservatório apresentou níveis observados abaixo da cota 132,00 m (crista do vertedor), os níveis calculados para a batimetria de 2001 apresentaram cotas bem inferiores às observadas.

Essa deficiência do ajuste pode estar relacionada à vazão de base utilizada para cada sub-bacia, e à adoção de um valor médio de captação

e de evaporação para todo o período simulado, não levando em consideração, portanto, a diminuição da evaporação sobre o lago do reservatório em períodos de recessão, assim como uma possível redução do volume captado pela CORSAN nesse mesmo período.

Também se pode considerar para explicar a baixa qualidade do ajuste nos períodos recessivos, a utilização de apenas uma estação pluviométrica como representativa da chuva sobre a bacia, já que em ocorrências de chuvas convectivas no verão, caracterizadas por grande intensidade, pequena duração e principalmente grande variação espacial, a representatividade das informações de uma única estação pluviométrica é prejudicada.

Para os períodos de cheia os resultados apresentaram melhores ajustes entre os níveis observados e os calculados quando comparados aos períodos recessivos. Nesses períodos, a representatividade das informações pluviométricas da estação Campestre do Menino Deus é melhor, devido ao aumento das ocorrências de chuvas frontais, caracterizadas por longa duração, distribuição homogênea e com abrangência de grandes áreas.

As figuras 41 e 42 apresentam os resultados do ajuste para alguns trechos dos períodos de cheia.

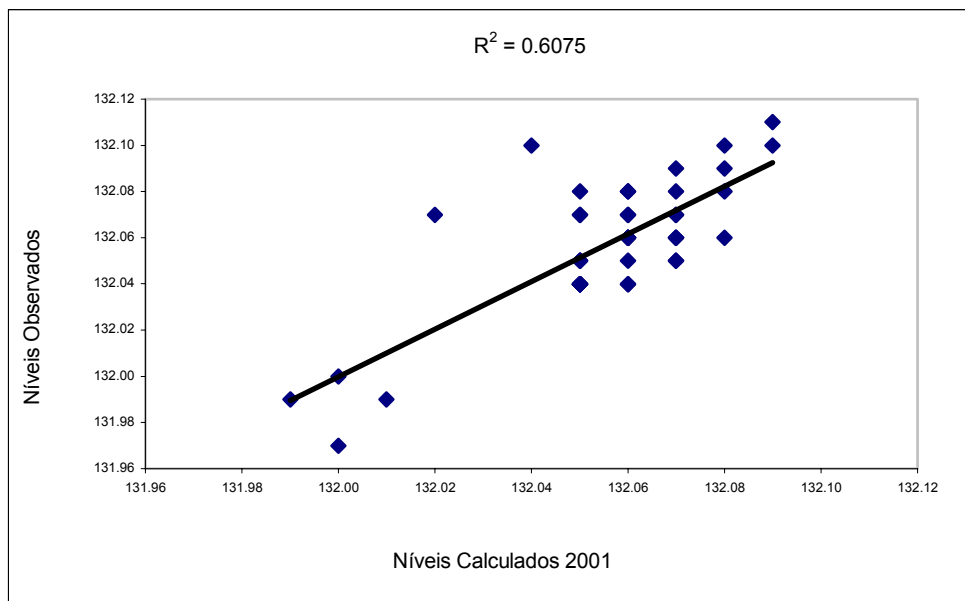


Figura 41 - Ajuste para trecho do período de cheia

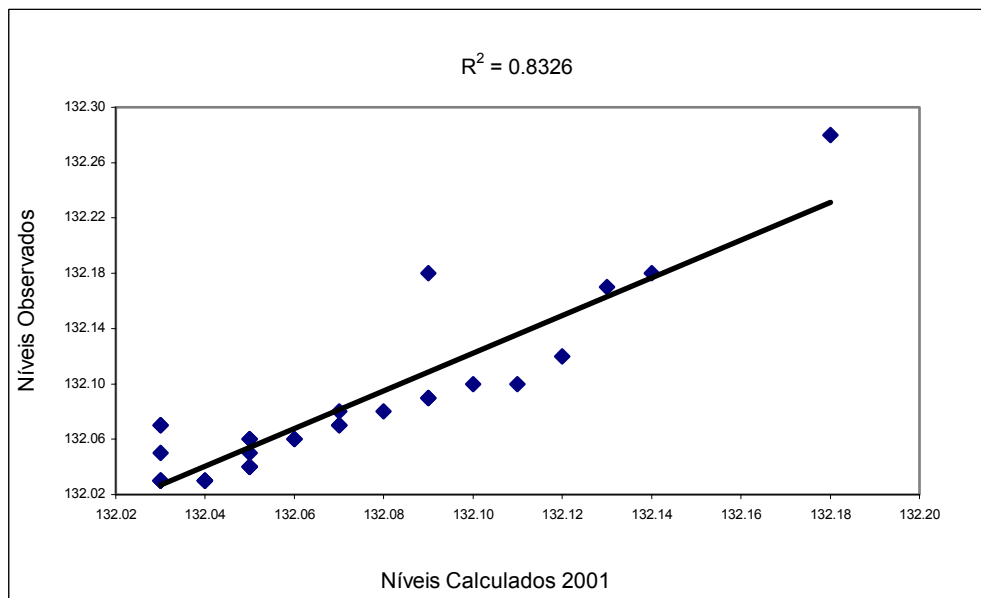


Figura 42 - Ajuste para trecho do período de cheia

A observação dos ajustes para os trechos dos períodos de cheia das figuras acima, indica uma boa estimativa dos níveis calculados para a batimetria de 2001.

A análise dos resultados da simulação dos níveis do reservatório para a batimetria de 2001 mostrou que o desempenho do sistema IPHS1 foi satisfatório para os períodos de cheia, o mesmo não ocorrendo para os períodos de recessão.

4.6.1.2 Comparação dos cenários

Para a avaliação da redução da capacidade de armazenamento devido ao assoreamento do reservatório, compararam-se os níveis calculados para as batimetrias de 1961 e 2001.

A figura 43 a seguir mostra os níveis calculados para as batimetrias de 1961 e 2001.

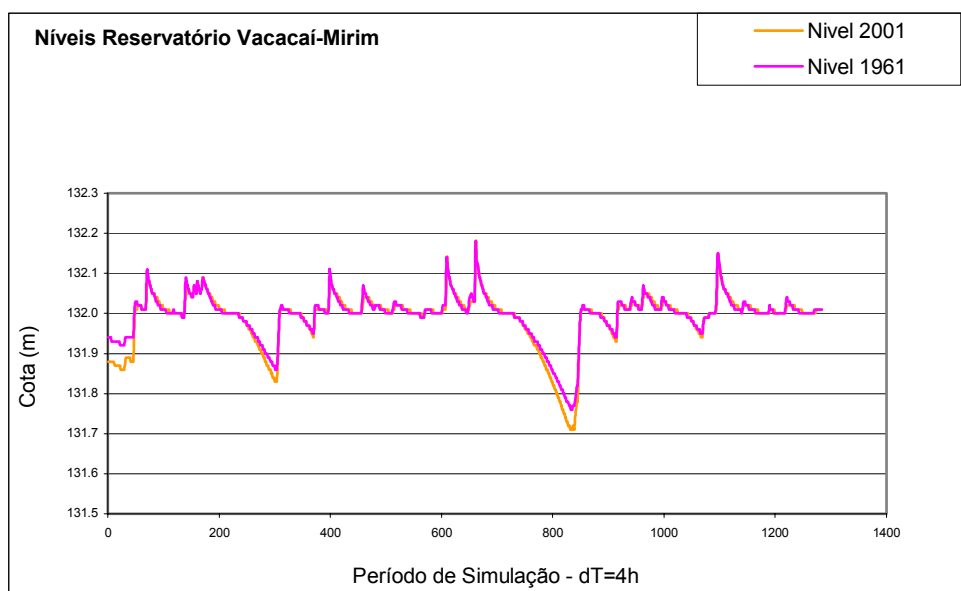


Figura 43 - Níveis calculados para as batimetrias 1961 e 2001

Pela análise da figura 43 observa-se que os níveis do reservatório para os dois cenários foram praticamente coincidentes, apresentando diferenças apenas nos trechos referentes aos dois períodos de maior recessão e no início do período de simulação.

Nos períodos de recessão, os níveis calculados para a batimetria de 1961 ficaram acima dos níveis calculados para a batimetria de 2001. Esse comportamento é explicado pela redução da capacidade de armazenamento sofrida pelo reservatório decorrente do processo de assoreamento. Um mesmo volume afluente ao reservatório nas condições de 1961 provocará uma menor variação dos níveis do que em 2001. Esses resultados estão de acordo com Carvalho (1994), que acusa a influência dos depósitos de delta, ocorridos nos reservatórios, como responsáveis pela redução de sua capacidade útil.

Nos períodos de cheia a pequena diferença observada entre os níveis calculados, pode estar relacionada ao fato de que para as cotas acima da crista do vertedor, esta estrutura influencia diretamente sobre os níveis do reservatório. Portanto, para as cotas abaixo do vertedor, característica dos períodos recessivos, os níveis são determinados apenas pelas condições das batimetrias em cada cenário.

Em relação ao início do período de simulação, a diferença entre os níveis do reservatório para as duas batimetrias, deve-se às condições iniciais de armazenamento, atribuídas aos dois cenários, referentes à cota observada de 131,94 m para o início do período de simulação.

4.6.1.3 Ajuste dos períodos recessivos

Na tentativa de melhorar a resposta do Sistema nos dois períodos de maior recessão, fez-se a reavaliação das vazões de base em cada sub-bacia.

Adotou-se para as Sub-Bacias 1, 3 e 4, a vazão de base específica da Sub-Bacia 2, cujo monitoramento é feito pela estação MD2 e possui

séries de vazão observadas no período simulado. Em seguida obteve-se a vazão de base para cada uma das três sub-bacias, multiplicando-se suas áreas correspondentes pela vazão de base específica adotada. Com isso, os hidrogramas de entrada dessas sub-bacias foram recalculados apenas para aqueles períodos recessivos, obtendo-se uma nova variação dos níveis.

A figura 44 mostra os níveis observados e os calculados para a batimetria de 2001, após o ajuste dos períodos recessivos.

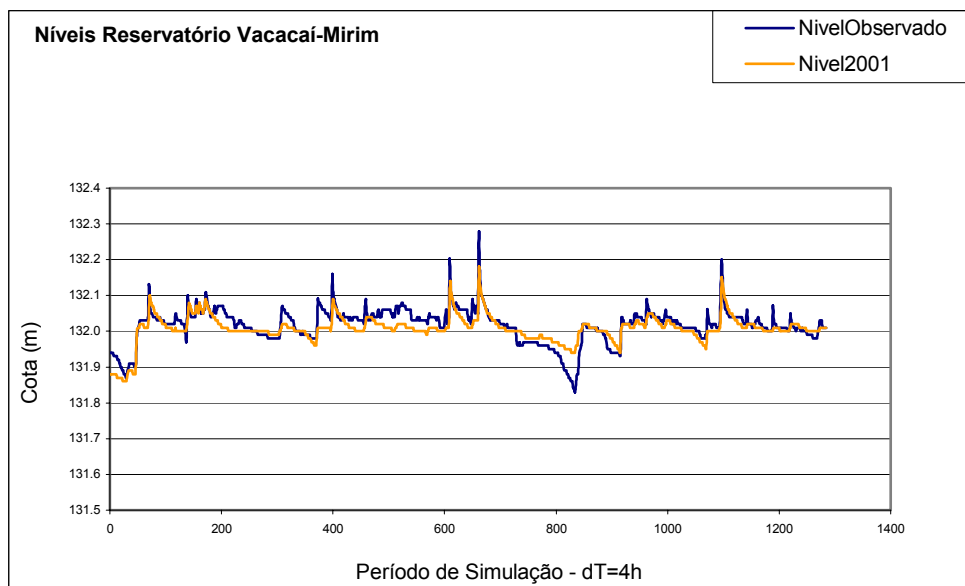


Figura 44 - Níveis observados e calculados pela batimetria 2001 após o ajuste dos períodos recessivos

Pode-se observar pela análise da figura 44 que o Sistema respondeu bem ao ajuste em um dos períodos recessivos, não acontecendo o mesmo para outro período. Esse resultado mostra a variabilidade da vazão de base no decorrer do período, dificultando a estimativa de um único valor para a simulação de séries longas.

O resultado dos níveis calculados para as batimetrias de 1961 e 2001, após o ajuste dos períodos recessivos, é mostrado na figura 45.

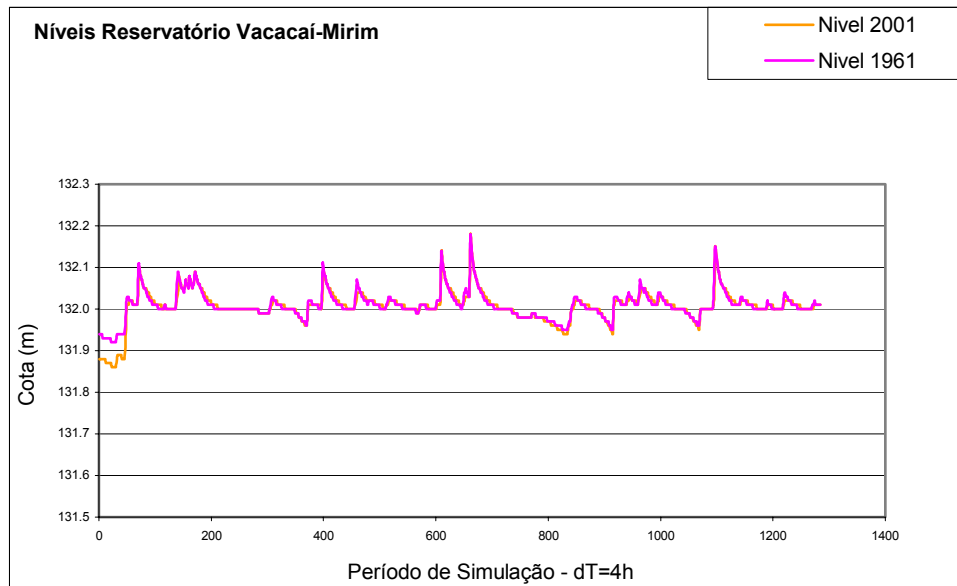


Figura 45 - Níveis calculados para as batimetrias 1961 e 2001 após o ajuste dos períodos recessivos

Após o ajuste dos períodos recessivos, pode-se observar pela figura 45 que os níveis para os dois cenários ficaram bem próximos, diminuindo significativamente a diferença entre eles encontrada antes do ajuste. Ainda assim, os níveis referentes ao cenário de 1961 continuaram acima dos de 2001 como se é esperado.

4.6.1.4 Amortecimento de cheias

A análise da capacidade de amortecimento de cheias foi realizada avaliando-se os hidrogramas de entrada e saída do reservatório para as duas condições de batimetria - 1961 e 2001.

A redução da capacidade de armazenamento do reservatório influi diretamente na capacidade de amortecimento de cheias. Esta pode ser quantificada pela comparação das vazões máximas de entrada e saída do reservatório.

A figura 46 mostra o hidrograma de entrada no reservatório e os hidrogramas de saída para as batimetrias de 1961 e 2001, que foram simulados pelo sistema IPHS1.

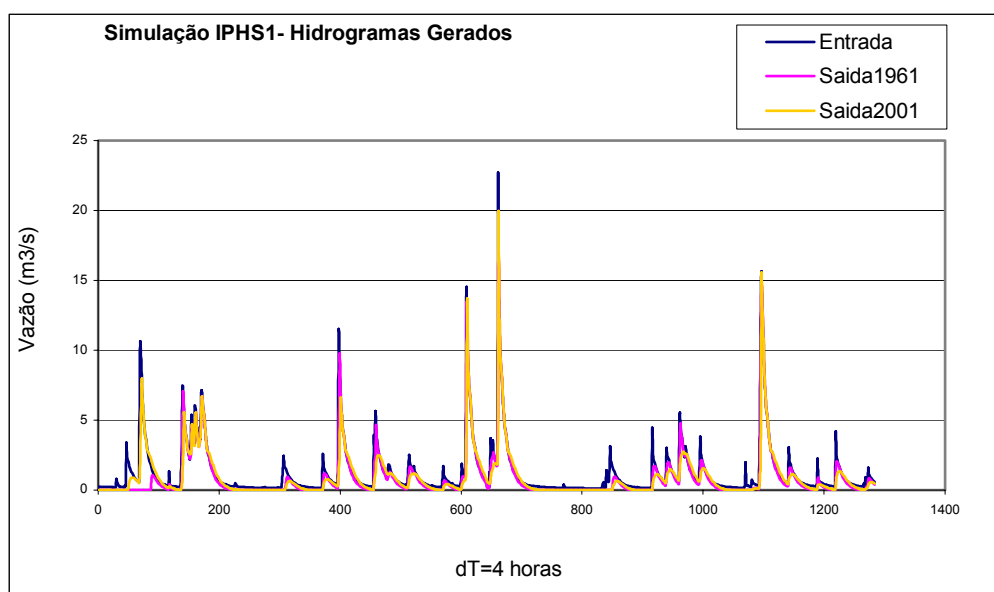


Figura 46 - Hidrogramas de entrada e saída no reservatório

Com a finalidade de analisar a propagação dos hidrogramas gerados pelo Sistema para cada batimetria, foram selecionados os três maiores eventos do período de simulação visualizados na figura 46.

Nas figuras 47, 48 e 49 são apresentados os eventos selecionados (Evento 1, Evento 2 e Evento 3) com os hidrogramas de entrada no reservatório e os hidrogramas de saída para cada batimetria.

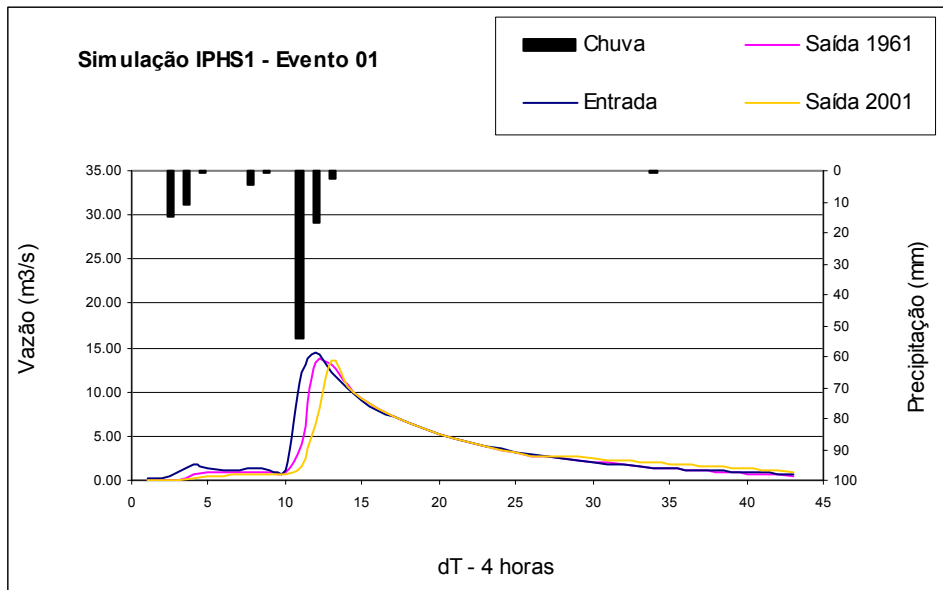


Figura 47 - Evento 01

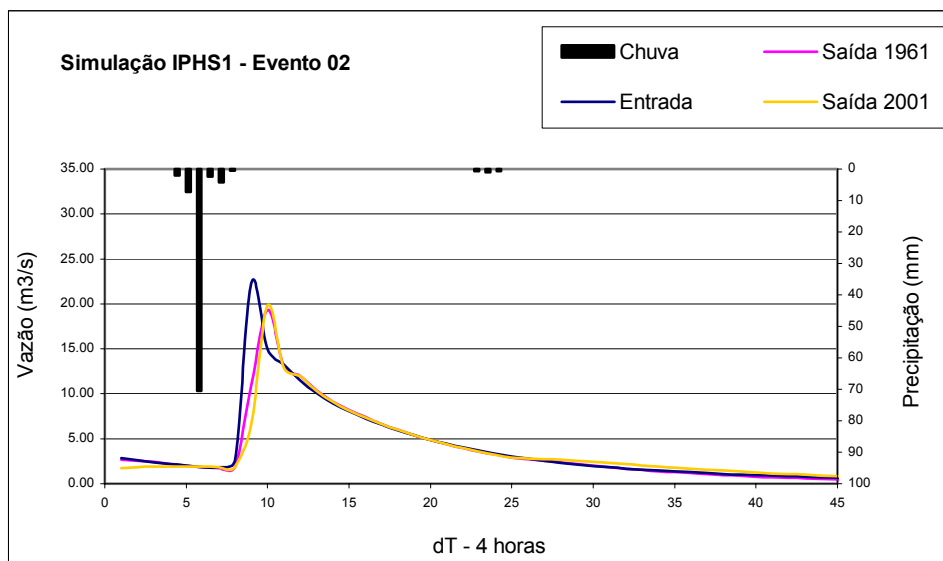


Figura 48 - Evento 02

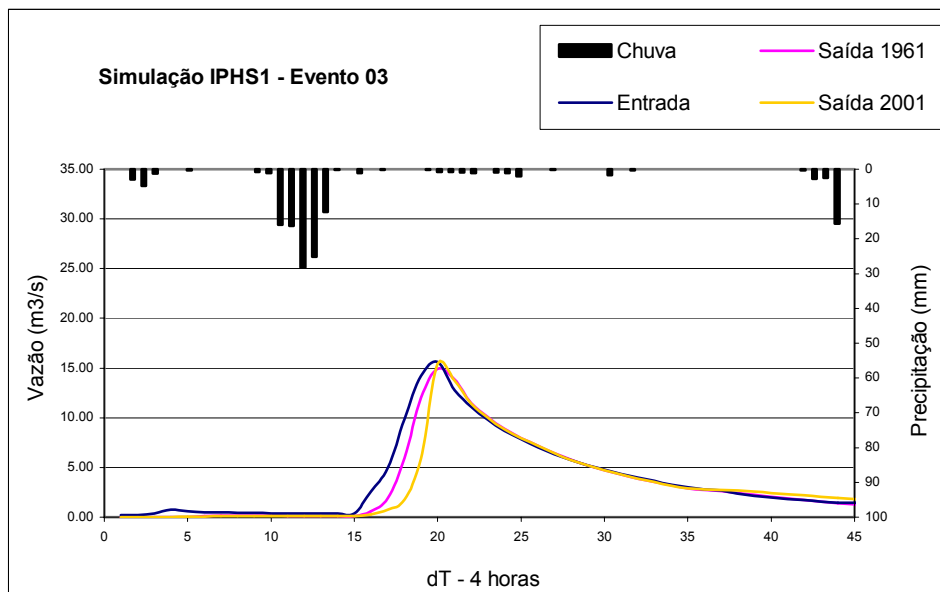


Figura 49 - Evento 03

Em todos eventos selecionados o resultado da propagação para as duas batimetrias foi o esperado, ou seja, as vazões máximas de entrada no reservatório foram amortecidas, resultando em menores vazões máximas de saída.

Analisando os dois cenários das batimetrias de 1961 e de 2001, para os quais simulou-se o Sistema, as vazões máximas de saída para a batimetria de 2001 foram em média 2,28 % maior que as da batimetria de 1961. O Evento 3 foi o que apresentou o maior acréscimo, com 3,15 %. No Evento 02 o acréscimo foi de 2,43 % e no Evento 01 de 1,27 %.

A tabela 7 a seguir mostra os valores das vazões máximas de entrada e saída do reservatório para cada evento.

Tabela 7 – Vazões máximas de entrada e saída do reservatório

Vazões	Evento 01	Evento 02	Evento 03
m ³ /s	m ³ /s	m ³ /s	m ³ /s
Q _{máx} entrada	14.55	22.36	15.64
Q _{máx} saída1961	13.40	19.36	14.91
Q _{máx} saída2001	13.57	19.83	15.38
Q _{máx} 2001/ Q _{máx} 1961 (%)	1.27	2.43	3.15

Segundo Dill (2002) houve redução de 29,44 % da capacidade de armazenamento do reservatório do Vacacaí-Mirim desde 1961 até 2001. Analisando o acréscimo de 2,28 % das vazões máximas de saída para a batimetria de 2001 em relação às de 1961, observa-se que este valor é pequeno em relação à redução da capacidade de armazenamento do reservatório.

A pequena diferença entre as vazões máximas de saída para as duas batimetrias pode estar relacionada à vazão máxima do vertedor que, para a equação ajustada, seria de aproximadamente 90 m³/s, considerando a lâmina máxima de 0,50m acima da crista. A diminuição da capacidade de armazenamento devido ao assoreamento no reservatório pode ainda não ter sido suficiente para diminuir, de maneira significativa, a capacidade de amortecimento de cheias do reservatório, considerando a grande capacidade de descarga do vertedor citada acima.

5. Conclusões e Recomendações

5.1 Conclusões

A análise da influência do assoreamento na propagação de cheias do reservatório do Vacacaí-Mirim foi feita comparando-se o comportamento dos níveis do reservatório e suas vazões máximas de saída no vertedor para dois cenários distintos, 1961 e 2001.

O modelo chuva-vazão IPH2 foi utilizado para a calibração de séries históricas de vazão e precipitação e a geração das séries de vazão afluentes ao reservatório. Para o cálculo da contribuição e a simulação dos níveis nos cenários propostos, utilizou-se o sistema IPHS1.

A partir dos resultados obtidos para a simulação dos níveis do reservatório do Vacacaí-Mirim nas condições referentes as batimetrias de 1961 e 2001 podemos concluir:

Os níveis simulados pelo sistema IPHS1 para o cenário de 2001, quando comparados com os níveis observados no reservatório, apresentaram melhor ajuste nos períodos de cheia do que nos períodos de recessão, nos quais os níveis calculados foram bem inferiores aos observados. Porém, após realizado o ajuste dos períodos recessivos com a reavaliação da vazão de base, o Sistema apresentou uma boa resposta para um dos períodos, o que não ocorreu para o outro. Isso demonstra uma dificuldade na estimativa das entradas e saídas, que não são constantes durante o período avaliado. Portanto, observa-se uma melhor aplicabilidade do Sistema para simulação de pequenos eventos de cheia, do que para a simulação de longas séries.

Comparando os níveis simulados para os dois cenários propostos, a fim de avaliar a redução da capacidade de armazenamento do reservatório com o assoreamento, constatou-se uma maior diferença de comportamento dos níveis nos períodos recessivos, quando os níveis de 1961 estiveram acima dos de 2001. Para os períodos de cheias os níveis

em cada ano se mantiveram bem próximos. Esse resultado sugere a maior influência da redução do volume útil do reservatório sobre a variação dos seus níveis nas cotas abaixo da crista do vertedor, quando apenas as características batimétricas afetam o comportamento da lâmina d'água.

Quanto à diminuição da capacidade de amortecimento de cheias pelo reservatório, avaliada por meio da comparação entre as vazões máximas de entrada e saída do Reservatório em cada cenário, verificou-se um aumento de 2,28 %, em média, das vazões máximas de saída de 2001 em relação às de 1961. Este acréscimo, comparado com a redução de quase 30 % na capacidade de armazenamento do reservatório, foi menor que o esperado, podendo ser atribuído à grande capacidade de descarga do vertedor, que ainda seria suficiente para compensar os efeitos do assoreamento sobre a capacidade de amortecimento de cheias.

Há de se levar em conta que para a aplicação do sistema IPHS1 algumas considerações e simplificações foram feitas como:

- As extrapolações dos volumes acumulados no reservatório para as cotas acima do vertedor, feitas pelas equações ajustadas para cada batimetria;
- O mesmo valor de captação e de evaporação para todo o período simulado;
- A utilização de séries de vazão geradas, que podem conter erros em suas estimativas, refletindo nas previsões dos volumes contribuintes ao reservatório e nos níveis simulados.

Em termos gerais, o desempenho do sistema IPHS1 foi satisfatório para o cálculo da contribuição das séries de vazões de cada sub-bacia contribuinte e para simulação dos níveis do reservatório nos cenários propostos.

5.2 Recomendações

Com base nos resultados obtidos e nas conclusões expostas anteriormente, são feitas a seguir algumas recomendações que visam contribuir para o desenvolvimento de novas pesquisas tanto na bacia hidrográfica do Vacacaí-Mirim, quanto na aplicação do IPHS1 como sistema de simulação em outros reservatórios.

Ampliação da rede hidrométrica de monitoramento com a instalação de novas estações pluviométricas e fluviométricas a fim de compor uma série consistente de dados observados;

A instalação de estações fluviométricas em cada sub-bacia contribuinte ao reservatório, fornecendo séries de vazão observadas, fundamentais para o ajuste de parâmetros pelo IPH2 nessas áreas;

Dar continuidade às medidas de descarga no canal do vertedor, a fim de melhorar o ajuste da sua curva-chave, sendo importante à medição de vazões para lâminas mais altas;

A reativação do monitoramento dos níveis da barragem com a reinstalação do linígrafo;

Aprimorar o sistema IPHS1 versão Windows na sua ferramenta de derivação, permitindo considerar abstrações como captação e evaporação, dentro do objeto reservatório;

Ampliar a utilização do sistema de simulação IPHS1 para diferentes reservatórios, proporcionando a comparação de resultados e o compartilhamento de informações.

6. Bibliografia

Ahy, L. A. M. **Estimativa da produção de sedimentos em regiões de cabeceira do Pantanal Mato-grossense, utilizando modelo hidrossedimentológico**. RS. 1997. 130 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Recursos Hídricos e Saneamento Ambiental)-Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 1997.

Baptista, M. B. **Contribution à l'étude de la propagation de curves em Hidrologie**. Tese de Doutorado: ENPC, 1990.

Baptista, M.; Nascimento, N. **Propagação de cheias**. Universidade Federal de Minas Gerais, Escola de Engenharia, Programa de pós-graduação em Saneamento, Meio Ambiente e Recursos Hídricos. Belo Horizonte, 1995. p.13.

Bellinaso, T. B. **Monitoramento hidrossedimentométrico e avaliação da produção de sedimentos em eventos chuvosos em uma pequena bacia hidrográfica urbana de encosta**, RS. 2002. 192f. Dissertação (Mestrado em Recursos Hídricos e Saneamento Ambiental)-Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2002.

Branco, N. **Avaliação da produção de sedimentos de eventos chuvosos em uma pequena bacia hidrográfica de encosta**, RS. 1998. 118f. Dissertação (Mestrado em Recursos Hídricos e Saneamento Ambiental)-Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 1998.

Branco, N.; Paiva, J. B. D. et al. **Produção de Sedimentos na Bacia Hidrográfica do Arroio Vacacaí-Mirim – Avaliação Preliminar**. In: XVII CONGRESSO NACIONAL DEL AGUA E II SIMPOSIO DE RECURSOS HÍDRICOS DEL CONO SUR., 1998, Santa Fé. Santa Fé: ABRH Digital, 1998. V.3. p.444-451.

Brun, G. W. **Previsão Contínua em Tempo Real do Volume de Afluência do Reservatório: Ernestina, RS**, RS. 1999. 95 p. Dissertação (Mestrado em Recursos Hídricos e Saneamento Ambiental)-Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 1999.

Carvalho, N. O. **Hidrossedimentologia Prática**. Rio de Janeiro: CPRM, 1994.

Carvalho, N. O.; Santos, P. M. C. et al. **Guia de Avaliação de Assoreamento de Reservatórios**. Brasília: Agência Nacional de Energia Elétrica, Superintendência de Estudos e Informações Hidrológicas, 2000.

Chow, V. T. **Open Channel Hydraulics**, New York: McGraw-Hill, 1988.

Cordero, A.; Silva, H. et al. **Análise da Capacidade de Armazenamento das Ondas de Cheia pela Barragem Norte e suas Implicações nas Comunidades do Vale do Itajaí (SC)**. 10p.

Dill, P. R. J. **Avaliação do Assoreamento do Reservatório do Vacacaí-Mirim e sua relação com a deterioração da Microbacia Hidrográfica Contribuinte**, RS. 2002. 112 p. Dissertação (Mestrado em Recursos Hídricos e Saneamento Ambiental)-Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2002.

DNOS. **Anteprojeto da Barragem do Vacacaí-Mirim**. Santa Maria: Departamento Nacional de Obras de Saneamento, 1961.

Drumond, M. M. **Análise Comparativa de Metodologias para Estudo de Vazões de Enchentes: Determinação e Sintetização de Hidrogramas Unitários na Bacia Representativa de Juatuba – MG**, MG. 1994. 108f. Dissertação (Mestrado em Saneamento e Meio Ambiente)-Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 1994.

Felgueiras, C. A.; Fuks, S. D. et al. **Inferências e Estimativas de Incertezas Utilizando Técnicas de Krigeagem Não Linear**. INPE/DPI. São José dos Campos, SP. v não paginado.

Gastaldini, M. C. C.; Paiva, E. M. C. D.; Paiva, J. B. D. **Inter-relações entre monitoramento de qualidade da água e hidrológico – Aplicações ao reservatório do DNOS**. Revista de Engenharia Sanitária e Ambiental, Rio de Janeiro, 2001.

Germano, A.; Tucci, C. E. M. et al. **Estimativas dos Parâmetros do Modelo IPH2 para algumas Bacias Urbanas**. Revista Brasileira de Recursos Hídricos, Porto Alegre, v. 3, n. 4, p. 103-120, 1998.

Meller, A.; Paranhos, R. M.; Paiva, E. M. C. D.; Paiva, J. B. D. **Parâmetros de Calibração do Modelo IPH II na bacia hidrográfica do Vacacaí Mirim**. In: REUNIÃO FINAL DA REHIDRO, 2002, Vitória. Rede Cooperativa em Recursos Hídricos. São Carlos, SP: FINEP, 2002. v 1, p. 1-10. Disponível em: <http://www.ufsm.br/rehidro/sub3>.

Méllo Jr., A. V.; Matos, L. N. **Otimização da Operação de Reservatório pela Programação Dinâmica em um Processo de Decisão Markoviano**. Revista Brasileira de Recursos Hídricos, Porto Alegre, v. 4, n.3, jul/set, p. 5-15, 1999.

Mine, M. R. M.; Tucci, C. E. M. **Previsão em Tempo Real de Vazões Afluentes a Reservatórios de Usinas Hidrelétricas**. Revista Brasileira de Recursos Hídricos, Porto Alegre, v. 4, n. 2, p. 73-95, 1999.

Milograna, J. **Estudo de medidas de controle de cheias em ambientes urbanos**. DF. 2001. 120 p. Dissertação (Mestrado em Tecnologia Ambiental e Recursos Hídricos)-Universidade de Brasília, Brasília, 2001.

Naguettini, Mauro. **Notas de aula de Hidrologia Aplicada**. Universidade Federal de Minas Gerais, Escola de Engenharia, Departamento de Engenharia Hidráulica e Recursos Hídricos, Belo Horizonte, 1997.

Neves, M. G. F. P.; Tassi, R. et al. **Estudo de um Reservatório de Detenção através de Modelagem Hidrodinâmica**. IPH-UFRGS. Disponível em: <http://www.iph.ufrgs.br/gerenciarede/servicos/producao/ListaPublicacoes.asp>>. Acesso em: 10 nov. 2003.

Paiva, E. M. C. D.; Paiva, J. B. D. et al. **Estimativa do Assoreamento do Reservatório do DNOS, em Santa Maria, RS**. In: XVII CONGRESSO NACIONAL DEL AGUA E II SIMPOSIO DE RECURSOS HÍDRICOS DEL CONO SUR., 1998, Santa Fé. Santa Fé: ABRH Digital, 1998. V.3 p.452-461.

Paiva, E. M. C. D.; Paiva, J. B. D.; Gastaldini, M. C. C. **Modelação hidrossedimentométrica e da qualidade da água da bacia hidrográfica do Arroio Vacacaí-Mirim.** Relatório de pesquisa. RECOPE/REHIDRO/SUBREDE 3. 2002. p.50.

Paiva, J. B. D.; Paiva, E. M. C. D.; Gastaldini, M. C. C. **Monitoramento dos recursos hídricos da bacia hidrográfica do Arroio Vacacaí-Mirim, em Santa Maria, RS.** Relatório de pesquisa. RECOPE/REHIDRO/SUBREDE 1. 2002. p.100.

Paiva, E. M. C. D.; Paiva, J. B. D.; Moreira, A. P. et al. **Evolução de processo erosivo acelerado em trecho do Arroio Vacacaí Mirim.** Revista Brasileira de Recursos Hídricos, Porto Alegre, v. 6, n. 2, p. 129-134, 2001.

Paiva, J. B. D.; Paiva, E. M. C. D. et al. **Curvas- Chave de Vazões e de Sedimentos de Pequenas Bacias Hidrográficas. O que Representam?** In: IV ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE SEDIMENTOS (IV ENES), 2000, Santa Maria: ABRH, 2000. p 53-79.

Raju, K. G. R. **Flow Through Open Channels.** RoorKee: McGraw-Hill, 1981.

Silveira, A. L. L. Impactos Hidrológicos da Urbanização em Porto Alegre. In: **Avaliação e controle da drenagem urbana.** Porto Alegre: ABRH, 2000. p. 153-163.

Tucci, C. E. M.; Villanueva, A. O. N. Flood control measures in União da Vitória and Porto União: structural vs. Non-structural measures. **UrbanWater.** 2000. p.177-182. Disponível em: <http://www.elsevier.com/located/urbanwate/>>Acesso em: 28 jun. 2002.

Tucci, C. E. M. **Hidrologia: Ciência e Aplicação**. Porto Alegre: UFRGS, 1993.

Tucci, C. E. M. **Modelos Hidrológicos**. Porto Alegre: UFRGS, 1998.

Tucci, C. E. M. **Plano Diretor de Drenagem Urbana de Porto Alegre**. IPH-UFRGS. 2001. Disponível em: <http://www.iph.ufrgs.br/gerenciarede/servicos/producao/ListaPublicacoes.asp>>. Acesso em: 10 nov. 2003.

Tucci, C. E. M.; Zamanillo, E. A. et al. **Sistema de Simulação Precipitação-Vazão IPHS1**. Porto Alegre. IPH-UFRGS, 1989. 66p.

Viegas, J. S. F. **O Paradigma da Modelagem Orientada a Objetos Aplicado a Sistemas de Apoio à Decisão em Sistemas de Recursos Hídricos**. 2000. v.01 294 p. Tese (Doutorado em Recursos Hídricos e Saneamento Ambiental)-Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2000

Viegas, J. S. F.; Tucci, C. E. M.; Villanueva, Adolfo. **IPHS1 para Windows® -Manual do Usuário versão Beta 1.34**. Porto Alegre. IPH-UFRGS e ALM / FEA / IMF-UFPel, 2001. 35p.

7. Anexos

- A. Tabelas de medidas de vazão feitas no canal de descarga do vertedor.
- B. Tabela com séries de precipitação, vazão e evaporação para calibração da estação fluviométrica Menino Deus 2.
- C. Tabela com séries de precipitação, vazão e evaporação para calibração da estação fluviométrica Menino Deus 3.
- D. Ajuste dos parâmetros da estação fluviométrica Menino Deus 2.
 - D.1 – Melhores parâmetros do intervalo Calibra 1 testados nos intervalos Calibra 2 e Calibra 3.
 - D.2 – Melhores parâmetros do intervalo Calibra 2 testados nos intervalos Calibra 1 e Calibra 3.
 - D.3 – Melhores parâmetros do intervalo Calibra 3 testados nos intervalos Calibra 1 e Calibra 2.
- E. Ajuste dos parâmetros da estação fluviométrica Menino Deus 3.
 - E.1 – Melhores parâmetros do intervalo Calibra 1 testados nos intervalos Calibra 2, Calibra 3 e Calibra 4.
 - E.2 – Melhores parâmetros do intervalo Calibra 2 testados nos intervalos Calibra 1, Calibra 3 e Calibra 4.
 - E.3 – Melhores parâmetros do intervalo Calibra 3 testados nos intervalos Calibra 1, Calibra 2 e Calibra 4.
 - E.4 – Melhores parâmetros do intervalo Calibra 4 testados nos intervalos Calibra 1, Calibra 2 e Calibra 3.
- F. Séries de vazão afluentes ao reservatório do Vacacaí-Mirim.

ANEXO A

Tabelas de medidas de vazão feitas no canal de descarga do vertedor

Tabela 8- Medidas de vazão no canal de descarga - data: 24/04/01

Seção	Lâmina	Largura	V ₁	V ₂	V _{méd}	Área	Qi
	m	m	m/s	m/s	m/s	m ²	m ³ /s
0.00	0.00	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.0000
0.35	0.09	0.675	0.424	0.440	0.432	0.061	0.0262
1.35	0.12	1.000	1.242	1.243	1.243	0.120	0.1491
2.35	0.13	1.000	1.395	1.443	1.419	0.130	0.1845
3.35	0.17	1.000	1.177	1.214	1.196	0.170	0.2032
4.35	0.17	1.000	1.145	1.135	1.140	0.170	0.1938
5.35	0.17	1.000	0.947	0.944	0.946	0.170	0.1607
6.35	0.16	1.000	0.978	0.973	0.976	0.160	0.1561
7.35	0.16	1.000	1.137	1.127	1.132	0.160	0.1811
8.35	0.16	1.000	1.071	1.073	1.072	0.160	0.1715
9.35	0.16	1.000	1.073	1.093	1.083	0.160	0.1733
10.35	0.16	1.000	1.057	1.092	1.075	0.160	0.1719
11.35	0.16	1.000	1.007	0.992	1.000	0.160	0.1599
12.35	0.18	1.000	0.885	0.858	0.872	0.180	0.1569
13.35	0.18	1.000	0.965	0.939	0.952	0.180	0.1714
14.35	0.17	1.000	1.100	1.100	1.100	0.170	0.1870
15.35	0.17	1.000	1.004	1.011	1.008	0.170	0.1713
16.35	0.17	1.000	1.024	1.033	1.029	0.170	0.1748
17.35	0.16	0.675	0.839	0.812	0.826	0.108	0.0892
17.70	0.00	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.0000
						Qt	2.8819

Tabela 9 - Medidas de vazão no canal de descarga - data: 31/08/01

Seção	Lâmina	Largura	V ₁	V ₂	V _{méd}	Área	Qi
	m	m	m/s	m/s	m/s	m ²	m ³ /s
0.00	0.00	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.0000
1.00	0.13	1.000	1.156	1.175	1.166	0.130	0.1515
2.00	0.13	1.000	0.870	0.814	0.842	0.130	0.1095
3.00	0.14	1.000	0.904	0.805	0.855	0.140	0.1196
4.00	0.14	1.000	0.936	0.882	0.909	0.140	0.1273
5.00	0.14	1.000	0.992	1.024	1.008	0.140	0.1411
6.00	0.14	1.000	0.940	0.888	0.914	0.140	0.1280
7.00	0.12	1.000	0.926	0.925	0.926	0.120	0.1111
8.00	0.12	1.000	1.023	1.045	1.034	0.120	0.1241
9.00	0.12	1.000	1.030	1.036	1.033	0.120	0.1240
10.00	0.12	1.000	0.967	0.933	0.950	0.120	0.1140
11.00	0.12	1.000	0.831	0.860	0.846	0.120	0.1015
12.00	0.14	1.000	0.834	0.856	0.845	0.140	0.1183
13.00	0.15	1.000	0.918	0.883	0.901	0.150	0.1351
14.00	0.15	1.000	0.920	0.889	0.905	0.150	0.1357
15.00	0.15	1.000	0.919	0.898	0.909	0.150	0.1363
16.00	0.15	1.000	0.851	0.842	0.847	0.150	0.1270
17.00	0.15	0.850	0.732	0.708	0.720	0.128	0.0918
17.70	0.00	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.0000
						Qt	2.0956

Tabela 10 - Medidas de vazão no canal de descarga - data: 04/09/01

Seção	Lâmina	Largura	V ₁	V ₂	V _{méd}	Área	Qi
	m	m	m/s	m/s	m/s	m ²	m ³ /s
0.00	0	0.000	00.00	00.00	0.000	0.000	0.0000
0.35	0.08	0.675	0.252	0.258	1.166	0.054	0.0138
1.35	0.15	1.000	0.971	0.946	0.842	0.150	0.1438
2.35	0.14	1.000	0.956	0.993	0.855	0.140	0.1364
3.35	0.12	1.000	0.853	0.803	0.909	0.120	0.0994
4.35	0.12	1.000	0.775	0.723	1.008	0.120	0.0899
5.35	0.12	1.000	0.894	0.924	0.914	0.120	0.1091
6.35	0.13	1.000	0.834	0.781	0.926	0.130	0.1050
7.35	0.12	1.000	0.914	0.943	1.034	0.120	0.1114
8.35	0.12	1.000	0.940	0.940	1.033	0.120	0.1128
9.35	0.13	1.000	0.987	0.980	0.950	0.130	0.1279
10.35	0.13	1.000	0.998	0.996	0.846	0.130	0.1296
11.35	0.15	1.000	0.896	0.903	0.845	0.150	0.1349
12.35	0.155	1.000	0.854	0.810	0.901	0.155	0.1290
13.35	0.155	1.000	0.872	0.871	0.905	0.155	0.1351
14.35	0.16	1.000	0.863	0.866	0.909	0.160	0.1383
15.35	0.16	1.000	0.909	0.900	0.847	0.160	0.1447
16.35	0.16	1.000	0.883	0.847	0.720	0.160	0.1384
17.35	0.15	0.675	0.620	0.603	0.000	0.101	0.0619
17.70	0	0.000	00	00	0.000	0.000	0.0000
						Qt	2.0613

Tabela 11 - Medidas de vazão no canal de descarga – data13/09/01

Seção	Lâmina	Largura	V ₁	V ₂	V _{méd}	Área	Qi
	m	m	m/s	m/s	m/s	m ²	m ³ /s
0.00	0.00	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.0000
0.35	0.09	0.675	0.409	0.299	0.354	0.054	0.0215
1.35	0.14	1.000	1.186	1.300	1.243	0.150	0.1740
2.35	0.14	1.000	1.020	1.039	1.030	0.140	0.1441
3.35	0.15	1.000	0.753	0.757	0.755	0.120	0.1133
4.35	0.16	1.000	0.718	0.693	0.706	0.120	0.1129
5.35	0.14	1.000	0.747	0.681	0.714	0.120	0.1000
6.35	0.16	1.000	0.773	0.664	0.719	0.130	0.1114
7.35	0.16	1.000	0.920	0.872	0.896	0.120	0.1434
8.35	0.16	1.000	0.998	0.952	0.975	0.120	0.1560
9.35	0.17	1.000	0.986	1.016	1.001	0.130	0.1702
10.35	0.17	1.000	0.963	1.018	0.991	0.130	0.1684
11.35	0.20	1.000	0.913	0.846	0.880	0.150	0.1759
12.35	0.20	1.000	0.847	0.816	0.832	0.155	0.1663
13.35	0.20	1.000	0.911	0.940	0.926	0.155	0.1851
14.35	0.20	1.000	0.892	0.922	0.907	0.160	0.1814
15.35	0.20	1.000	0.833	0.818	0.826	0.160	0.1651
16.35	0.20	1.000	0.791	0.810	0.801	0.160	0.1601
17.35	0.20	0.675	0.423	0.699	0.561	0.101	0.0757
17.70	0.00	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.0000
						Qt	2.5247

Tabela 12 - Medidas de vazão no canal de descarga – data 01/10/01

Seção	Lâmina	Largura	V ₁	V ₂	V _{méd}	Área	Qi
	m	m	m/s	m/s	m/s	m ²	m ³ /s
0.00	0.00	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.0000
0.35	0.12	0.675	1.602	1.663	1.633	0.081	0.1322
1.35	0.13	1.000	1.514	1.571	1.543	0.130	0.2005
2.35	0.19	1.000	1.618	1.623	1.621	0.190	0.3079
3.35	0.21	1.000	1.503	1.475	1.489	0.210	0.3127
4.35	0.22	1.000	1.448	1.446	1.447	0.220	0.3183
5.35	0.21	1.000	1.105	1.131	1.118	0.210	0.2348
6.35	0.20	1.000	0.952	0.976	0.964	0.200	0.1928
7.35	0.21	1.000	1.419	1.394	1.407	0.210	0.2954
8.35	0.20	1.000	1.266	1.256	1.261	0.200	0.2522
9.35	0.21	1.000	1.277	1.295	1.286	0.210	0.2701
10.35	0.21	1.000	1.170	1.189	1.180	0.210	0.2477
11.35	0.23	1.000	1.106	1.084	1.095	0.230	0.2519
12.35	0.22	1.000	1.100	1.127	1.114	0.220	0.2450
13.35	0.22	1.000	1.132	1.140	1.136	0.220	0.2499
14.35	0.23	1.000	1.086	1.103	1.095	0.230	0.2517
15.35	0.23	1.000	1.287	1.306	1.297	0.230	0.2982
16.35	0.23	1.000	1.108	1.170	1.139	0.230	0.2620
17.35	0.20	0.675	0.683	0.646	0.665	0.135	0.0897
17.70	0.00	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.0000
						Qt	4.4129

Tabela 13 - Medidas de vazão no canal de descarga – data 16/10/01

Seção	Lâmina	Largura	V ₁	V ₂	V _{méd}	Área	Qi
	m	m	m/s	m/s	m/s	m ²	m ³ /s
0.00	0.00	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.0000
0.35	0.03	0.675	0.153	0.154	0.154	0.020	0.0031
1.35	0.07	1.000	0.474	0.438	0.456	0.070	0.0319
2.35	0.08	1.000	0.690	0.724	0.707	0.080	0.0566
3.35	0.08	1.000	0.716	0.706	0.711	0.080	0.0569
4.35	0.09	1.000	0.691	0.690	0.691	0.085	0.0587
5.35	0.09	1.000	0.769	0.787	0.778	0.085	0.0661
6.35	0.07	1.000	0.637	0.624	0.631	0.070	0.0441
7.35	0.07	1.000	0.626	0.657	0.642	0.070	0.0449
8.35	0.07	1.000	0.732	0.744	0.738	0.070	0.0517
9.35	0.08	1.000	0.680	0.672	0.676	0.075	0.0507
10.35	0.07	1.000	0.683	0.621	0.652	0.070	0.0456
11.35	0.09	1.000	0.596	0.597	0.597	0.085	0.0507
12.35	0.09	1.000	0.531	0.558	0.545	0.090	0.0490
13.35	0.09	1.000	0.572	0.602	0.587	0.090	0.0528
14.35	0.09	1.000	0.554	0.582	0.568	0.090	0.0511
15.35	0.09	1.000	0.610	0.570	0.590	0.090	0.0531
16.35	0.10	1.000	0.536	0.511	0.524	0.095	0.0497
17.35	0.09	0.675	0.355	0.349	0.352	0.061	0.0214
17.70	0.00	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.0000
						Qt	0.8382

Tabela 14 - Medidas de vazão no canal de descarga – data 14/11/01

Seção	Lâmina	Largura	V ₁	V ₂	V _{méd}	Área	Qi
	m	m	m/s	m/s	m/s	m ²	m ³ /s
0.00	0.00	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.0000
0.35	0.05	0.675	0.831	0.841	0.836	0.034	0.0282
1.35	0.10	1.000	0.546	0.765	0.656	0.100	0.0656
2.35	0.11	1.000	0.860	0.870	0.865	0.110	0.0952
3.35	0.11	1.000	0.725	0.691	0.708	0.110	0.0779
4.35	0.10	1.000	0.553	0.551	0.552	0.095	0.0524
5.35	0.10	1.000	0.749	0.723	0.736	0.100	0.0736
6.35	0.10	1.000	0.620	0.688	0.654	0.100	0.0654
7.35	0.09	1.000	0.780	0.757	0.769	0.090	0.0692
8.35	0.10	1.000	0.805	0.757	0.781	0.100	0.0781
9.35	0.10	1.000	0.825	0.844	0.835	0.100	0.0835
10.35	0.10	1.000	0.762	0.730	0.746	0.100	0.0746
11.35	0.11	1.000	0.580	0.567	0.574	0.110	0.0631
12.35	0.11	1.000	0.553	0.530	0.542	0.110	0.0596
13.35	0.12	1.000	0.605	0.577	0.591	0.115	0.0680
14.35	0.11	1.000	0.611	0.610	0.611	0.110	0.0672
15.35	0.12	1.000	0.634	0.633	0.634	0.115	0.0729
16.35	0.12	1.000	0.659	0.646	0.653	0.120	0.0783
17.35	0.10	0.675	0.410	0.432	0.421	0.067	0.0284
17.70	0.00	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.0000
						Qt	1.2009

Tabela 15 - Medidas de vazão no canal de descarga – data 20/05/02

Seção	Lâmina	Largura	V ₁	V ₂	V _{méd}	Área	Qi
	m	m	m/s	m/s	m/s	m ²	m ³ /s
0.00	0.00	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.0000
0.35	0.04	0.675	0.635	0.647	0.641	0.027	0.0173
1.35	0.06	1.000	1.330	1.329	1.330	0.060	0.0798
2.35	0.10	1.000	1.139	1.125	1.132	0.095	0.1075
3.35	0.14	1.000	0.838	0.831	0.835	0.140	0.1168
4.35	0.15	1.000	0.854	0.825	0.840	0.145	0.1217
5.35	0.12	1.000	0.830	0.799	0.815	0.120	0.0977
6.35	0.13	1.000	0.798	0.773	0.786	0.130	0.1021
7.35	0.12	1.000	0.747	0.733	0.740	0.120	0.0888
8.35	0.12	1.000	0.682	0.670	0.676	0.120	0.0811
9.35	0.13	1.000	0.725	0.707	0.716	0.125	0.0895
10.35	0.12	1.000	0.778	0.778	0.778	0.120	0.0934
11.35	0.15	1.000	0.599	0.645	0.622	0.145	0.0902
12.35	0.14	1.000	0.632	0.627	0.630	0.140	0.0881
13.35	0.14	1.000	0.608	0.626	0.617	0.135	0.0833
14.35	0.14	1.000	0.609	0.626	0.618	0.140	0.0865
15.35	0.14	1.000	0.638	0.599	0.619	0.140	0.0866
16.35	0.14	1.000	0.607	0.600	0.604	0.140	0.0845
17.35	0.14	0.675	0.477	0.477	0.477	0.091	0.0435
17.70	0.00	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.0000
						Qt	1.5584

Tabela 16 - Medidas de vazão no canal de descarga – data 21/05/02

Seção	Lâmina	Largura	V ₁	V ₂	V _{méd}	Área	Qi
	m	m	m/s	m/s	m/s	m ²	m ³ /s
0.00	0.00	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.0000
0.35	0.10	0.675	1.130	1.145	1.138	0.064	0.0729
1.35	0.12	1.000	1.586	1.520	1.553	0.120	0.1864
2.35	0.19	1.000	1.330	1.320	1.325	0.190	0.2518
3.35	0.21	1.000	1.209	1.207	1.208	0.210	0.2537
4.35	0.22	1.000	1.224	1.200	1.212	0.220	0.2666
5.35	0.23	1.000	1.130	1.160	1.145	0.230	0.2634
6.35	0.22	1.000	1.027	1.032	1.030	0.220	0.2265
7.35	0.22	1.000	0.953	0.952	0.953	0.220	0.2096
8.35	0.22	1.000	0.875	0.857	0.866	0.220	0.1905
9.35	0.22	1.000	0.994	0.977	0.986	0.220	0.2168
10.35	0.21	1.000	0.963	0.965	0.964	0.210	0.2024
11.35	0.23	1.000	0.861	0.850	0.856	0.230	0.1968
12.35	0.25	1.000	0.931	0.893	0.912	0.245	0.2234
13.35	0.25	1.000	0.886	0.905	0.896	0.250	0.2239
14.35	0.24	1.000	0.922	0.898	0.910	0.240	0.2184
15.35	0.24	1.000	0.907	0.897	0.902	0.240	0.2165
16.35	0.23	1.000	0.826	0.818	0.822	0.230	0.1891
17.35	0.21	0.675	0.597	0.578	0.588	0.142	0.0833
17.70	0.00	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.0000
						Qt	3.6918

Tabela 17 - Medidas de vazão no canal de descarga – data 23/05/02

Seção	Lâmina	Largura	V ₁	V ₂	V _{méd}	Área	Qi
	m	m	m/s	m/s	m/s	m ²	m ³ /s
0.00	0.00	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.0000
0.35	0.03	0.675	0.196	0.196	0.196	0.017	0.0033
1.35	0.06	1.000	0.725	0.778	0.752	0.055	0.0413
2.35	0.09	1.000	0.591	0.611	0.601	0.085	0.0511
3.35	0.10	1.000	0.664	0.697	0.681	0.100	0.0681
4.35	0.11	1.000	0.634	0.630	0.632	0.110	0.0695
5.35	0.10	1.000	0.700	0.649	0.675	0.100	0.0675
6.35	0.11	1.000	0.635	0.655	0.645	0.110	0.0710
7.35	0.10	1.000	0.711	0.727	0.719	0.100	0.0719
8.35	0.10	1.000	0.670	0.718	0.694	0.100	0.0694
9.35	0.10	1.000	0.705	0.692	0.699	0.095	0.0664
10.35	0.10	1.000	0.609	0.639	0.624	0.095	0.0593
11.35	0.10	1.000	0.508	0.537	0.523	0.100	0.0523
12.35	0.11	1.000	0.570	0.547	0.559	0.110	0.0614
13.35	0.10	1.000	0.544	0.572	0.558	0.100	0.0558
14.35	0.10	1.000	0.589	0.580	0.585	0.100	0.0585
15.35	0.11	1.000	0.575	0.595	0.585	0.110	0.0644
16.35	0.11	1.000	0.567	0.561	0.564	0.110	0.0620
17.35	0.11	0.675	0.495	0.463	0.479	0.074	0.0356
17.70	0.00	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.0000
						Qt	1.0285

Tabela 18 - Medidas de vazão no canal de descarga – data 29/05/02

Seção	Lâmina	Largura	V ₁	V ₂	V _{méd}	Área	Qi
	m	m	m/s	m/s	m/s	m ²	m ³ /s
0.00	0.00	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.0000
0.35	0.12	0.675	1.248	1.007	1.128	0.081	0.0913
1.35	0.15	1.000	1.857	1.825	1.841	0.150	0.2762
2.35	0.19	1.000	1.593	1.547	1.570	0.190	0.2983
3.35	0.22	1.000	1.440	1.447	1.444	0.220	0.3176
4.35	0.23	1.000	1.326	1.320	1.323	0.230	0.3043
5.35	0.25	1.000	1.272	1.234	1.253	0.250	0.3133
6.35	0.23	1.000	1.300	1.291	1.296	0.225	0.2915
7.35	0.22	1.000	1.135	1.130	1.133	0.215	0.2435
8.35	0.21	1.000	1.273	1.275	1.274	0.210	0.2675
9.35	0.21	1.000	1.243	1.240	1.242	0.210	0.2607
10.35	0.21	1.000	1.258	1.258	1.258	0.210	0.2642
11.35	0.23	1.000	1.103	1.103	1.103	0.225	0.2482
12.35	0.24	1.000	1.106	1.096	1.101	0.240	0.2642
13.35	0.23	1.000	1.098	1.107	1.103	0.230	0.2536
14.35	0.24	1.000	1.124	1.122	1.123	0.240	0.2695
15.35	0.23	1.000	1.067	1.107	1.087	0.230	0.2500
16.35	0.22	1.000	1.036	1.028	1.032	0.220	0.2270
17.35	0.20	0.675	0.658	0.637	0.648	0.135	0.0874
17.70	0.00	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.0000
						Qt	4.5283

Tabela 19 - Medidas de vazão no canal de descarga – data 10/06/02

Seção	Lâmina	Largura	V ₁	V ₂	V _{méd}	Área	Qi
	m	m	m/s	m/s	m/s	m ²	m ³ /s
0.00	0.00	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.0000
0.35	0.17	0.675	2.003	2.025	2.014	0.115	0.2311
1.35	0.20	1.000	2.035	2.076	2.056	0.200	0.4111
2.35	0.25	1.000	1.901	1.954	1.928	0.250	0.4819
3.35	0.27	1.000	1.884	1.876	1.880	0.270	0.5076
4.35	0.34	1.000	1.704	1.700	1.702	0.340	0.5787
5.35	0.35	1.000	1.601	1.578	1.590	0.350	0.5563
6.35	0.31	1.000	1.643	1.633	1.638	0.310	0.5078
7.35	0.32	1.000	1.504	1.535	1.520	0.320	0.4862
8.35	0.31	1.000	1.427	1.498	1.463	0.310	0.4534
9.35	0.32	1.000	1.509	1.457	1.483	0.320	0.4746
10.35	0.31	1.000	1.430	1.446	1.438	0.310	0.4458
11.35	0.34	1.000	1.361	1.374	1.368	0.340	0.4650
12.35	0.33	1.000	1.285	1.257	1.271	0.330	0.4194
13.35	0.31	1.000	1.375	1.368	1.372	0.310	0.4252
14.35	0.31	1.000	1.351	1.346	1.349	0.310	0.4180
15.35	0.29	1.000	1.369	1.357	1.363	0.290	0.3953
16.35	0.30	1.000	1.245	1.241	1.243	0.300	0.3729
17.35	0.28	0.675	0.697	0.684	0.691	0.189	0.1305
17.70	0.00	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.0000
						Qt	7.7607

Tabela 20 - Medidas de vazão no canal de descarga – data 11/06/02

Seção	Lâmina	Largura	V ₁	V ₂	V _{méd}	Área	Qi
	m	m	m/s	m/s	m/s	m ²	m ³ /s
0.00	0.00	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.0000
0.35	0.07	0.675	1.229	1.221	1.225	0.047	0.0579
1.35	0.10	1.000	1.575	1.547	1.561	0.100	0.1561
2.35	0.14	1.000	1.265	1.246	1.256	0.140	0.1758
3.35	0.17	1.000	1.097	1.075	1.086	0.170	0.1846
4.35	0.19	1.000	1.089	1.082	1.086	0.190	0.2062
5.35	0.18	1.000	1.092	1.080	1.086	0.175	0.1901
6.35	0.18	1.000	1.118	1.100	1.109	0.180	0.1996
7.35	0.17	1.000	1.068	1.081	1.075	0.170	0.1827
8.35	0.16	1.000	1.065	1.029	1.047	0.160	0.1675
9.35	0.15	1.000	1.066	1.072	1.069	0.150	0.1604
10.35	0.15	1.000	1.032	1.038	1.035	0.150	0.1553
11.35	0.17	1.000	0.962	0.979	0.971	0.170	0.1650
12.35	0.18	1.000	0.847	0.933	0.890	0.180	0.1602
13.35	0.18	1.000	0.869	0.860	0.865	0.180	0.1556
14.35	0.17	1.000	0.864	0.868	0.866	0.170	0.1472
15.35	0.18	1.000	0.874	0.922	0.898	0.180	0.1616
16.35	0.17	1.000	0.855	0.838	0.847	0.170	0.1439
17.35	0.17	0.675	0.719	0.709	0.714	0.115	0.0819
17.70	0.00	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.0000
						Qt	2.8516

Tabela 21 - Medidas de vazão no canal de descarga – data 18/06/02

Seção	Lâmina	Largura	V ₁	V ₂	V _{méd}	Área	Qi
	m	m	m/s	m/s	m/s	m ²	m ³ /s
0.00	0.00	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.0000
0.35	0.08	0.675	1.419	1.375	1.397	0.054	0.0754
1.35	0.13	1.000	1.226	1.230	1.228	0.130	0.1596
2.35	0.18	1.000	1.375	1.385	1.380	0.180	0.2484
3.35	0.18	1.000	1.115	1.165	1.140	0.180	0.2052
4.35	0.18	1.000	1.240	1.233	1.237	0.180	0.2226
5.35	0.18	1.000	1.155	1.148	1.152	0.180	0.2073
6.35	0.18	1.000	1.093	1.094	1.094	0.180	0.1968
7.35	0.17	1.000	1.112	1.129	1.121	0.170	0.1905
8.35	0.16	1.000	1.106	1.091	1.099	0.160	0.1758
9.35	0.17	1.000	1.034	1.014	1.024	0.170	0.1741
10.35	0.18	1.000	1.012	0.976	0.994	0.175	0.1740
11.35	0.19	1.000	1.020	0.980	1.000	0.190	0.1900
12.35	0.19	1.000	0.936	0.918	0.927	0.190	0.1761
13.35	0.19	1.000	0.904	0.882	0.893	0.190	0.1697
14.35	0.19	1.000	0.889	0.841	0.865	0.190	0.1644
15.35	0.19	1.000	0.896	0.888	0.892	0.190	0.1695
16.35	0.18	1.000	0.950	0.955	0.953	0.180	0.1715
17.35	0.19	0.675	0.818	0.827	0.823	0.128	0.1055
17.70	0.00	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.0000
						Qt	3.1762

ANEXO B

Tabela com séries de precipitação, vazão e evaporação para calibração da estação fluviométrica Menino Deus 2

Tabela 22 - Séries históricas para calibração da estação MD2

t (h)	P (mm)	Q (m3/s)	E (mm)	P (mm)	Q (m3/s)	E (mm)	P (mm)	Q (m3/s)	E (mm)
00:00	0.00	0.09	0.30	0.00	0.16	0.30	0.00	0.09	0.40
04:00	0.00	0.09	0.30	0.00	0.16	0.30	0.00	0.08	0.40
08:00	0.00	0.09	0.30	0.10	0.16	0.30	0.00	0.08	0.40
12:00	0.00	0.09	0.30	0.00	0.15	0.30	0.00	0.08	0.40
16:00	0.00	0.08	0.30	0.00	0.15	0.30	0.00	0.08	0.40
20:00	0.00	0.08	0.30	0.00	0.15	0.30	0.00	0.08	0.40
00:00	0.00	0.08	0.30	0.00	0.14	0.20	0.00	0.07	0.70
04:00	0.00	0.08	0.30	0.00	0.13	0.20	0.00	0.07	0.70
08:00	0.00	0.08	0.30	0.00	0.13	0.20	18.27	0.26	0.70
12:00	0.00	0.08	0.30	0.00	0.13	0.20	0.85	0.18	0.70
16:00	0.00	0.07	0.30	0.00	0.12	0.20	0.00	0.13	0.70
20:00	0.00	0.07	0.30	0.00	0.11	0.20	0.00	0.11	0.70
00:00	0.00	0.07	0.40	0.00	0.11	0.40	0.00	0.10	0.10
04:00	0.00	0.07	0.40	0.13	0.11	0.40	0.00	0.09	0.10
08:00	0.00	0.07	0.40	44.22	0.97	0.40	0.00	0.09	0.10
12:00	0.00	0.07	0.40	15.83	2.43	0.40	0.00	0.09	0.10
16:00	0.00	0.07	0.40	0.00	1.80	0.40	0.00	0.08	0.10
20:00	0.00	0.07	0.40	0.00	1.38	0.40	0.00	0.08	0.10
00:00	0.46	0.07	0.60	0.00	1.09	0.10	0.00	0.08	0.40
04:00	0.42	0.07	0.60	0.00	0.88	0.10	0.00	0.08	0.40
08:00	0.00	0.07	0.60	0.04	0.73	0.10	0.00	0.08	0.40
12:00	0.00	0.06	0.60	0.00	0.61	0.10	0.00	0.07	0.40
16:00	0.00	0.05	0.60	0.00	0.52	0.10	0.00	0.07	0.40
20:00	0.00	0.05	0.60	0.00	0.45	0.10	0.00	0.07	0.40
00:00	0.45	0.05	0.40	0.00	0.41	0.30	0.00	0.07	0.60
04:00	0.00	0.05	0.40	0.00	0.38	0.30	0.05	0.07	0.60
08:00	0.00	0.05	0.40	0.00	0.34	0.30	0.38	0.07	0.60
12:00	0.00	0.05	0.40	0.00	0.31	0.30	0.00	0.07	0.60
16:00	0.05	0.05	0.40	0.00	0.28	0.30	6.04	0.07	0.60
20:00	11.35	0.10	0.40	0.00	0.26	0.30	24.10	0.40	0.60
00:00	8.65	0.12	0.30	0.00	0.23	0.50	21.46	1.03	0.50
04:00	5.16	0.17	0.30	0.00	0.23	0.50	4.72	1.76	0.50
08:00	3.19	0.16	0.30	0.00	0.21	0.50	2.66	1.29	0.50
12:00	0.05	0.13	0.30	0.00	0.19	0.50	0.00	1.05	0.50
16:00	0.13	0.11	0.30	0.00	0.18	0.50	0.00	0.88	0.50
20:00	0.00	0.10	0.30	0.00	0.16	0.50	0.00	0.76	0.50
00:00	0.00	0.10	0.20	0.00	0.16	0.30	0.00	0.66	0.40
04:00	0.00	0.09	0.20	0.00	0.15	0.30	0.00	0.58	0.40
08:00	0.00	0.09	0.20	0.00	0.15	0.30	0.00	0.52	0.40
12:00	0.00	0.09	0.20	0.00	0.14	0.30	0.00	0.47	0.40
16:00	0.00	0.09	0.20	0.00	0.13	0.30	0.05	0.43	0.40
20:00	0.00	0.08	0.20	0.00	0.13	0.30	0.00	0.39	0.40
00:00	0.00	0.07	0.40	0.00	0.13	0.50	0.03	0.37	0.10
04:00	0.42	0.07	0.40	0.00	0.11	0.50	1.25	0.35	0.10
08:00	3.03	0.07	0.40	0.00	0.11	0.50	14.37	0.55	0.10
12:00	1.27	0.08	0.40	0.00	0.11	0.50	10.03	0.97	0.10
16:00	22.52	0.26	0.40	0.00	0.11	0.50	0.59	0.83	0.10
20:00	1.61	0.31	0.40	0.00	0.10	0.50	2.19	0.74	0.10
00:00	0.00	0.24	0.10	0.00	0.10	0.30	1.40	0.75	0.10
04:00	1.01	0.23	0.10	0.00	0.10	0.30	0.11	0.73	0.10
08:00	0.61	0.21	0.10	0.00	0.10	0.30	1.02	0.69	0.10
12:00	0.00	0.20	0.10	0.00	0.09	0.30	15.57	0.85	0.10
16:00	0.87	0.18	0.10	0.00	0.09	0.30	0.46	1.53	0.10
20:00	0.00	0.17	0.10	0.00	0.09	0.30	0.00	1.17	0.10

t (h)	P (mm)	Q (m3/s)	E (mm)	P (mm)	Q (m3/s)	E (mm)	P (mm)	Q (m3/s)	E (mm)
00:00	0.00	1.08	0.10	0.00	0.11	0.50	0.00	0.05	0.40
04:00	0.00	1.00	0.10	0.00	0.11	0.50	0.56	0.05	0.40
08:00	0.00	0.89	0.10	0.00	0.11	0.50	0.00	0.05	0.40
12:00	0.00	0.81	0.10	0.00	0.11	0.50	0.00	0.05	0.40
16:00	3.63	0.74	0.10	0.00	0.10	0.50	0.44	0.05	0.40
20:00	7.86	1.04	0.10	0.00	0.10	0.50	1.31	0.05	0.40
00:00	0.00	0.87	0.10	0.00	0.10	0.30	0.00	0.05	0.10
04:00	15.32	1.35	0.10	0.00	0.10	0.30	0.00	0.05	0.10
08:00	5.67	2.05	0.10	0.00	0.10	0.30	0.00	0.05	0.10
12:00	3.91	1.94	0.10	0.00	0.10	0.30	0.22	0.05	0.10
16:00	1.05	1.94	0.10	5.08	0.10	0.30	0.00	0.05	0.10
20:00	0.86	1.80	0.10	2.09	0.12	0.30	0.00	0.05	0.10
00:00	0.20	1.65	0.10	0.42	0.11	0.10	0.00	0.05	0.20
04:00	0.83	1.47	0.10	0.03	0.11	0.10	0.00	0.05	0.20
08:00	0.03	1.32	0.10	0.00	0.10	0.10	0.00	0.05	0.20
12:00	0.00	1.14	0.10	0.00	0.10	0.10	0.00	0.05	0.20
16:00	0.00	1.03	0.10	0.00	0.09	0.10	0.00	0.05	0.20
20:00	0.00	0.92	0.10	0.00	0.09	0.10	0.00	0.05	0.20
00:00	0.00	0.84	0.10	0.00	0.09	0.20	0.00	0.05	0.30
04:00	0.00	0.77	0.10	0.00	0.09	0.20	0.00	0.05	0.30
08:00	0.03	0.70	0.10	0.00	0.09	0.20	0.00	0.05	0.30
12:00	0.00	0.64	0.10	0.00	0.08	0.20	0.00	0.05	0.30
16:00	0.00	0.58	0.10	0.00	0.08	0.20	0.00	0.05	0.30
20:00	0.00	0.52	0.10	0.26	0.08	0.20	0.00	0.05	0.30
00:00	0.00	0.48	0.50	0.00	0.08	0.10	0.00	0.05	0.20
04:00	0.00	0.45	0.50	0.00	0.08	0.10	0.00	0.05	0.20
08:00	0.04	0.41	0.50	0.00	0.08	0.10	0.00	0.05	0.20
12:00	0.00	0.37	0.50	0.00	0.08	0.10	0.87	0.05	0.20
16:00	0.00	0.33	0.50	0.00	0.07	0.10	0.90	0.05	0.20
20:00	0.00	0.32	0.50	0.00	0.07	0.10	0.00	0.05	0.20
00:00	0.00	0.31	0.30	0.00	0.07	0.30	0.00	0.05	0.20
04:00	0.00	0.29	0.30	0.00	0.07	0.30	0.00	0.05	0.20
08:00	0.00	0.28	0.30	0.00	0.07	0.30	3.36	0.05	0.20
12:00	0.00	0.26	0.30	0.00	0.07	0.30	9.05	0.07	0.20
16:00	0.00	0.24	0.30	0.00	0.07	0.30	10.57	0.26	0.20
20:00	0.00	0.23	0.30	0.00	0.07	0.30	8.15	0.14	0.20
00:00	0.00	0.22	0.20	0.00	0.07	0.20	6.27	0.48	0.20
04:00	0.00	0.21	0.20	0.04	0.07	0.20	0.00	0.25	0.20
08:00	0.00	0.21	0.20	0.00	0.07	0.20	0.00	0.21	0.20
12:00	0.00	0.19	0.20	0.00	0.07	0.20	0.00	0.19	0.20
16:00	0.28	0.18	0.20	0.00	0.06	0.20	0.00	0.16	0.20
20:00	0.00	0.18	0.20	0.00	0.05	0.20	0.00	0.15	0.20
00:00	0.00	0.17	0.30	0.00	0.05	0.20	0.00	0.15	0.20
04:00	0.00	0.16	0.30	0.00	0.05	0.20	0.00	0.13	0.20
08:00	0.00	0.16	0.30	0.00	0.05	0.20	0.00	0.13	0.20
12:00	0.00	0.15	0.30	0.00	0.05	0.20	0.00	0.13	0.20
16:00	0.00	0.14	0.30	0.00	0.05	0.20	0.00	0.12	0.20
20:00	0.00	0.13	0.30	0.00	0.05	0.20	0.00	0.11	0.20
00:00	0.96	0.13	0.30	0.00	0.05	0.30	0.00	0.11	0.30
04:00	1.07	0.13	0.30	0.00	0.05	0.30	0.00	0.11	0.30
08:00	0.03	0.13	0.30	0.00	0.05	0.30	0.00	0.10	0.30
12:00	0.00	0.13	0.30	0.00	0.05	0.30	0.00	0.10	0.30
16:00	0.00	0.12	0.30	0.00	0.05	0.30	0.00	0.10	0.30
20:00	0.00	0.11	0.30	0.07	0.05	0.30	0.00	0.10	0.30

t (h)	P (mm)	Q (m3/s)	E (mm)	P (mm)	Q (m3/s)	E (mm)	P (mm)	Q (m3/s)	E (mm)
00:00	0.00	0.09	0.20	0.00	0.13	0.30	0.00	0.12	0.30
04:00	0.00	0.09	0.20	0.00	0.12	0.30	0.00	0.11	0.30
08:00	0.00	0.09	0.20	0.00	0.11	0.30	0.00	0.11	0.30
12:00	0.00	0.09	0.20	0.00	0.12	0.30	0.00	0.11	0.30
16:00	0.00	0.07	0.20	0.00	0.13	0.30	0.00	0.11	0.30
20:00	0.00	0.07	0.20	0.00	0.13	0.30	0.00	0.11	0.30
00:00	0.00	0.07	0.30	0.00	0.11	0.50	0.00	0.11	0.40
04:00	0.00	0.07	0.30	0.00	0.11	0.50	0.00	0.10	0.40
08:00	0.00	0.07	0.30	0.00	0.11	0.50	0.00	0.10	0.40
12:00	0.00	0.07	0.30	0.00	0.10	0.50	0.00	0.10	0.40
16:00	0.00	0.07	0.30	0.00	0.10	0.50	0.00	0.10	0.40
20:00	0.00	0.07	0.30	0.00	0.10	0.50	0.00	0.10	0.40
00:00	0.00	0.07	0.30	0.00	0.10	0.40	0.00	0.09	0.30
04:00	0.00	0.07	0.30	0.00	0.10	0.40	0.00	0.09	0.30
08:00	0.00	0.07	0.30	0.00	0.10	0.40	0.00	0.09	0.30
12:00	0.00	0.07	0.30	0.00	0.09	0.40	0.00	0.09	0.30
16:00	0.00	0.07	0.30	0.00	0.07	0.40	0.00	0.09	0.30
20:00	0.00	0.07	0.30	0.00	0.07	0.40	0.00	0.09	0.30
00:00	0.00	0.07	0.10	20.16	0.09	0.70	0.00	0.09	0.90
04:00	0.00	0.06	0.10	41.82	2.49	0.70	0.00	0.09	0.90
08:00	0.00	0.06	0.10	2.24	1.66	0.70	0.00	0.08	0.90
12:00	0.00	0.06	0.10	0.24	1.16	0.70	0.00	0.08	0.90
16:00	0.00	0.05	0.10	0.00	0.95	0.70	0.00	0.08	0.90
20:00	0.00	0.05	0.10	1.16	0.89	0.70	33.92	0.34	0.90
00:00	0.00	0.05	0.10	0.00	0.75	0.20	5.34	0.24	0.70
04:00	0.00	0.05	0.10	0.00	0.64	0.20	15.78	0.77	0.70
08:00	0.00	0.05	0.10	0.00	0.56	0.20	1.08	0.58	0.70
12:00	0.00	0.05	0.10	0.00	0.50	0.20	0.19	0.45	0.70
16:00	0.00	0.05	0.10	0.00	0.46	0.20	0.00	0.40	0.70
20:00	0.00	0.05	0.10	0.00	0.42	0.20	0.00	0.35	0.70
00:00	0.00	0.05	0.20	0.00	0.39	0.20	0.00	0.32	0.20
04:00	0.00	0.05	0.20	0.00	0.35	0.20	0.00	0.29	0.20
08:00	0.00	0.05	0.20	0.00	0.33	0.20	0.00	0.27	0.20
12:00	0.00	0.05	0.20	0.00	0.31	0.20	0.00	0.25	0.20
16:00	0.00	0.05	0.20	0.00	0.29	0.20	0.04	0.23	0.20
20:00	0.00	0.05	0.20	0.00	0.27	0.20	0.00	0.22	0.20
00:00	0.00	0.05	0.50	0.00	0.26	0.20	0.00	0.21	0.20
04:00	0.00	0.05	0.50	0.00	0.24	0.20	0.00	0.20	0.20
08:00	0.00	0.05	0.50	0.00	0.23	0.20	0.00	0.18	0.20
12:00	0.00	0.05	0.50	0.00	0.22	0.20	0.00	0.18	0.20
16:00	0.00	0.05	0.50	0.00	0.20	0.20	0.00	0.16	0.20
20:00	0.00	0.05	0.50	0.00	0.18	0.20	0.06	0.16	0.20
00:00	0.00	0.05	1.00	0.00	0.18	0.20	0.06	0.16	0.10
04:00	0.00	0.05	1.00	0.00	0.18	0.20	0.00	0.15	0.10
08:00	0.28	0.05	1.00	0.00	0.16	0.20	0.00	0.15	0.10
12:00	0.00	0.05	1.00	0.00	0.16	0.20	1.99	0.15	0.10
16:00	28.96	0.15	1.00	0.00	0.15	0.20	5.33	0.16	0.10
20:00	7.11	0.64	1.00	0.00	0.15	0.20	6.48	0.24	0.10
00:00	0.05	0.24	0.30	0.00	0.15	0.10	2.97	0.29	0.10
04:00	0.00	0.19	0.30	0.00	0.14	0.10	0.06	0.24	0.10
08:00	0.00	0.16	0.30	0.00	0.13	0.10	1.43	0.23	0.10
12:00	0.00	0.15	0.30	0.00	0.13	0.10	0.05	0.23	0.10
16:00	0.00	0.14	0.30	0.00	0.13	0.10	0.00	0.21	0.10
20:00	0.00	0.13	0.30	0.00	0.13	0.10	0.00	0.21	0.10

t (h)	P (mm)	Q (m3/s)	E (mm)	P (mm)	Q (m3/s)	E (mm)	P (mm)	Q (m3/s)	E (mm)
00:00	0.00	0.21	0.20	0.00	0.13	0.10	0.00	0.05	0.80
04:00	0.00	0.19	0.20	0.00	0.12	0.10	0.00	0.04	0.80
08:00	0.00	0.18	0.20	0.00	0.11	0.10	0.00	0.04	0.80
12:00	0.00	0.18	0.20	0.00	0.11	0.10	0.00	0.04	0.80
16:00	0.00	0.18	0.20	0.00	0.11	0.10	0.00	0.04	0.80
20:00	0.00	0.17	0.20	0.00	0.11	0.10	15.11	0.07	0.80
00:00	0.00	0.16	0.20	0.00	0.08	0.20	10.65	0.14	0.50
04:00	0.00	0.16	0.20	0.00	0.08	0.20	0.81	0.14	0.50
08:00	0.00	0.16	0.20	0.00	0.08	0.20	0.00	0.10	0.50
12:00	0.00	0.15	0.20	0.00	0.08	0.20	0.00	0.09	0.50
16:00	0.00	0.14	0.20	0.00	0.08	0.20	4.53	0.10	0.50
20:00	0.00	0.15	0.20	0.23	0.07	0.20	0.61	0.12	0.50
00:00	0.00	0.13	0.20	1.45	0.07	0.10	0.00	0.10	0.50
04:00	0.00	0.13	0.20	0.16	0.07	0.10	54.44	1.18	0.50
08:00	0.00	0.13	0.20	0.00	0.07	0.10	16.76	3.49	0.50
12:00	0.00	0.13	0.20	0.00	0.07	0.10	2.43	2.28	0.50
16:00	0.00	0.12	0.20	0.00	0.07	0.10	0.00	1.63	0.50
20:00	0.00	0.11	0.20	0.00	0.07	0.10	0.00	1.14	0.50
00:00	0.00	0.11	0.20	0.00	0.06	0.40	0.00	0.88	0.20
04:00	0.00	0.11	0.20	0.00	0.06	0.40	0.00	0.73	0.20
08:00	0.00	0.11	0.20	0.00	0.06	0.40	0.00	0.62	0.20
12:00	0.00	0.11	0.20	0.00	0.06	0.40	0.00	0.54	0.20
16:00	0.98	0.10	0.20	0.00	0.06	0.40	0.00	0.47	0.20
20:00	0.33	0.10	0.20	0.00	0.06	0.40	0.00	0.41	0.20
00:00	5.30	0.11	0.10	0.00	0.06	0.70	0.00	0.37	0.40
04:00	8.33	0.16	0.10	0.00	0.05	0.70	0.00	0.34	0.40
08:00	3.00	0.24	0.10	0.00	0.05	0.70	0.00	0.31	0.40
12:00	7.35	0.24	0.10	0.00	0.05	0.70	0.00	0.28	0.40
16:00	1.44	0.31	0.10	4.13	0.05	0.70	0.00	0.26	0.40
20:00	0.00	0.24	0.10	13.63	0.09	0.70	0.00	0.23	0.40
00:00	0.00	0.22	0.20	0.29	0.11	0.60	0.00	0.22	0.10
04:00	0.00	0.21	0.20	0.00	0.08	0.60	0.00	0.21	0.10
08:00	0.00	0.21	0.20	0.00	0.07	0.60	0.00	0.20	0.10
12:00	0.00	0.19	0.20	0.00	0.07	0.60	0.00	0.18	0.10
16:00	0.88	0.18	0.20	0.00	0.07	0.60	0.00	0.17	0.10
20:00	4.39	0.21	0.20	0.00	0.06	0.60	0.72	0.16	0.10
00:00	0.08	0.22	0.10	0.00	0.06	0.30	0.00	0.16	0.20
04:00	0.00	0.20	0.10	0.00	0.06	0.30	0.00	0.15	0.20
08:00	0.00	0.18	0.10	0.00	0.06	0.30	0.00	0.15	0.20
12:00	0.00	0.18	0.10	0.00	0.06	0.30	0.00	0.14	0.20
16:00	0.00	0.17	0.10	0.00	0.06	0.30	0.00	0.13	0.20
20:00	0.00	0.16	0.10	0.00	0.05	0.30	0.00	0.13	0.20
00:00	0.00	0.16	0.10	0.00	0.05	0.30	0.00	0.12	0.30
04:00	0.03	0.16	0.10	0.00	0.05	0.30	0.00	0.12	0.30
08:00	0.00	0.16	0.10	1.55	0.05	0.30	0.00	0.11	0.30
12:00	0.00	0.16	0.10	0.00	0.05	0.30	0.00	0.11	0.30
16:00	0.00	0.15	0.10	0.00	0.05	0.30	0.00	0.10	0.30
20:00	0.00	0.15	0.10	0.00	0.05	0.30	0.00	0.10	0.30
00:00	0.00	0.15	0.10	0.00	0.05	0.60	0.00	0.10	0.40
04:00	0.00	0.15	0.10	0.00	0.05	0.60	0.00	0.10	0.40
08:00	0.00	0.15	0.10	0.00	0.05	0.60	5.55	0.10	0.40
12:00	0.00	0.13	0.10	0.00	0.05	0.60	0.24	0.10	0.40
16:00	0.00	0.13	0.10	0.00	0.05	0.60	22.41	0.11	0.40
20:00	0.00	0.13	0.10	0.00	0.05	0.60	4.20	0.60	0.40

t (h)	P (mm)	Q (m3/s)	E (mm)	P (mm)	Q (m3/s)	E (mm)	P (mm)	Q (m3/s)	E (mm)
00:00	21.04	0.43	0.70	0.00	0.11	0.20	0.00	0.05	0.40
04:00	3.89	0.61	0.70	0.00	0.11	0.20	0.00	0.05	0.40
08:00	0.45	0.36	0.70	0.00	0.11	0.20	0.00	0.05	0.40
12:00	8.09	0.57	0.70	0.00	0.11	0.20	0.00	0.05	0.40
16:00	0.00	0.39	0.70	0.00	0.10	0.20	0.00	0.05	0.40
20:00	0.00	0.35	0.70	0.00	0.11	0.20	0.00	0.05	0.40
00:00	0.00	0.32	0.20	0.00	0.10	0.20	0.00	0.05	0.30
04:00	0.00	0.30	0.20	0.00	0.10	0.20	0.00	0.05	0.30
08:00	0.00	0.28	0.20	0.00	0.10	0.20	0.04	0.05	0.30
12:00	0.00	0.26	0.20	0.00	0.10	0.20	0.04	0.05	0.30
16:00	2.08	0.26	0.20	0.00	0.09	0.20	0.00	0.05	0.30
20:00	7.24	0.25	0.20	0.00	0.08	0.20	0.00	0.05	0.30
00:00	70.55	7.35	0.20	0.00	0.08	0.20	0.00	0.05	0.90
04:00	2.44	2.82	0.20	0.00	0.08	0.20	4.58	0.05	0.90
08:00	4.29	2.04	0.20	0.00	0.08	0.20	0.59	0.06	0.90
12:00	0.45	1.56	0.20	0.00	0.08	0.20	0.06	0.05	0.90
16:00	0.00	1.12	0.20	0.00	0.08	0.20	0.00	0.05	0.90
20:00	0.00	0.90	0.20	0.00	0.08	0.20	0.00	0.05	0.90
00:00	0.00	0.76	0.10	0.00	0.08	0.30	0.00	0.05	0.20
04:00	0.00	0.65	0.10	0.00	0.08	0.30	0.00	0.05	0.20
08:00	0.00	0.58	0.10	0.00	0.08	0.30	0.00	0.05	0.20
12:00	0.00	0.51	0.10	0.00	0.08	0.30	0.00	0.05	0.20
16:00	0.00	0.45	0.10	0.00	0.08	0.30	0.00	0.05	0.20
20:00	0.00	0.40	0.10	0.00	0.08	0.30	0.00	0.05	0.20
00:00	0.00	0.37	0.20	0.00	0.08	0.80	0.00	0.05	0.10
04:00	0.00	0.34	0.20	0.00	0.07	0.80	0.00	0.05	0.10
08:00	0.00	0.31	0.20	0.00	0.07	0.80	0.00	0.05	0.10
12:00	0.00	0.29	0.20	0.00	0.07	0.80	0.00	0.05	0.10
16:00	0.00	0.27	0.20	0.03	0.07	0.80	0.00	0.05	0.10
20:00	0.00	0.26	0.20	0.00	0.07	0.80	0.00	0.05	0.10
00:00	0.00	0.24	0.20	0.00	0.07	1.30	0.00	0.05	0.10
04:00	0.00	0.23	0.20	0.00	0.07	1.30	0.00	0.05	0.10
08:00	0.00	0.21	0.20	0.09	0.07	1.30	0.00	0.05	0.10
12:00	0.00	0.20	0.20	0.00	0.07	1.30	0.00	0.05	0.10
16:00	0.00	0.20	0.20	0.00	0.07	1.30	0.00	0.05	0.10
20:00	0.00	0.18	0.20	0.00	0.07	1.30	0.00	0.05	0.10
00:00	0.00	0.18	0.30	0.00	0.07	0.90	0.00	0.05	0.30
04:00	0.60	0.18	0.30	0.00	0.06	0.90	0.00	0.05	0.30
08:00	1.07	0.18	0.30	0.00	0.06	0.90	0.00	0.05	0.30
12:00	0.67	0.18	0.30	0.00	0.06	0.90	0.00	0.05	0.30
16:00	0.07	0.17	0.30	0.00	0.06	0.90	0.00	0.04	0.30
20:00	0.00	0.16	0.30	0.00	0.06	0.90	0.00	0.04	0.30
00:00	0.00	0.16	0.10	0.00	0.06	0.70	0.00	0.05	0.30
04:00	0.00	0.15	0.10	0.00	0.06	0.70	0.00	0.05	0.30
08:00	0.00	0.15	0.10	0.00	0.06	0.70	0.00	0.05	0.30
12:00	0.00	0.15	0.10	0.00	0.06	0.70	0.00	0.04	0.30
16:00	0.00	0.14	0.10	0.00	0.05	0.70	0.00	0.04	0.30
20:00	0.00	0.13	0.10	0.00	0.05	0.70	0.00	0.04	0.30
00:00	0.00	0.12	0.10	0.00	0.05	0.50	0.00	0.04	0.80
04:00	0.00	0.12	0.10	0.00	0.05	0.50	0.00	0.04	0.80
08:00	0.00	0.12	0.10	0.00	0.05	0.50	0.00	0.04	0.80
12:00	0.00	0.12	0.10	0.00	0.05	0.50	0.00	0.04	0.80
16:00	0.00	0.12	0.10	0.00	0.05	0.50	0.00	0.04	0.80
20:00	0.00	0.11	0.10	0.00	0.05	0.50	0.00	0.04	0.80

t (h)	P (mm)	Q (m3/s)	E (mm)	P (mm)	Q (m3/s)	E (mm)	P (mm)	Q (m3/s)	E (mm)
00:00	0.03	0.04	1.90	0.00	0.06	0.40	0.00	0.17	0.40
04:00	0.15	0.04	1.90	0.00	0.06	0.40	0.00	0.15	0.40
08:00	0.10	0.04	1.90	0.00	0.06	0.40	0.00	0.13	0.40
12:00	0.00	0.04	1.90	0.00	0.06	0.40	0.00	0.12	0.40
16:00	0.00	0.04	1.90	0.00	0.06	0.40	0.00	0.12	0.40
20:00	0.00	0.04	1.90	0.00	0.06	0.40	0.00	0.11	0.40
00:00	0.00	0.04	1.10	0.00	0.06	0.20	0.00	0.11	0.40
04:00	0.06	0.04	1.10	0.00	0.06	0.20	0.00	0.11	0.40
08:00	0.06	0.04	1.10	0.00	0.05	0.20	0.00	0.10	0.40
12:00	0.00	0.04	1.10	0.00	0.05	0.20	0.00	0.10	0.40
16:00	0.00	0.04	1.10	0.00	0.05	0.20	0.15	0.10	0.40
20:00	0.00	0.04	1.10	0.00	0.05	0.20	0.16	0.09	0.40
00:00	0.00	0.04	1.00	0.00	0.05	0.20	2.01	0.09	0.20
04:00	0.00	0.04	1.00	0.00	0.05	0.20	0.03	0.09	0.20
08:00	0.10	0.04	1.00	0.00	0.05	0.20	0.00	0.08	0.20
12:00	0.09	0.04	1.00	0.00	0.05	0.20	0.00	0.08	0.20
16:00	0.00	0.04	1.00	0.00	0.05	0.20	0.00	0.08	0.20
20:00	0.00	0.04	1.00	0.00	0.05	0.20	0.07	0.08	0.20
00:00	0.00	0.04	0.80	0.00	0.05	0.50	0.85	0.08	0.20
04:00	0.00	0.04	0.80	0.08	0.05	0.50	0.89	0.08	0.20
08:00	0.03	0.04	0.80	0.00	0.05	0.50	10.41	0.13	0.20
12:00	0.00	0.04	0.80	0.00	0.05	0.50	11.17	0.20	0.20
16:00	0.25	0.04	0.80	0.00	0.05	0.50	1.95	0.24	0.20
20:00	7.36	0.04	0.80	0.00	0.05	0.50	2.09	0.22	0.20
00:00	6.52	0.06	0.40	0.07	0.05	1.50	1.67	0.24	0.10
04:00	8.80	0.07	0.40	0.08	0.05	1.50	0.74	0.28	0.10
08:00	0.15	0.08	0.40	0.77	0.05	1.50	0.00	0.26	0.10
12:00	0.11	0.05	0.40	0.18	0.05	1.50	0.00	0.26	0.10
16:00	2.89	0.05	0.40	0.00	0.05	1.50	0.04	0.25	0.10
20:00	16.38	0.11	0.40	0.00	0.05	1.50	0.03	0.23	0.10
00:00	3.26	0.17	0.20	0.00	0.05	0.50	0.00	0.22	0.60
04:00	0.12	0.09	0.20	0.00	0.05	0.50	0.00	0.21	0.60
08:00	0.00	0.08	0.20	0.00	0.05	0.50	0.00	0.20	0.60
12:00	0.00	0.07	0.20	0.00	0.05	0.50	0.00	0.19	0.60
16:00	1.39	0.07	0.20	0.00	0.05	0.50	0.00	0.18	0.60
20:00	16.69	0.20	0.20	0.00	0.05	0.50	0.00	0.17	0.60
00:00	0.10	0.15	0.20	0.00	0.05	0.50	0.00	0.16	0.40
04:00	0.00	0.12	0.20	0.00	0.05	0.50	0.00	0.16	0.40
08:00	0.00	0.11	0.20	0.00	0.05	0.50	0.00	0.15	0.40
12:00	0.00	0.11	0.20	0.00	0.05	0.50	0.11	0.14	0.40
16:00	0.00	0.10	0.20	0.00	0.04	0.50	0.00	0.13	0.40
20:00	0.00	0.10	0.20	0.00	0.04	0.50	0.10	0.13	0.40
00:00	0.00	0.09	0.10	0.00	0.04	0.40	29.03	0.30	0.30
04:00	0.00	0.08	0.10	0.00	0.04	0.40	10.09	0.68	0.30
08:00	0.00	0.08	0.10	0.00	0.04	0.40	0.98	0.48	0.30
12:00	0.00	0.08	0.10	0.00	0.04	0.40	0.00	0.42	0.30
16:00	0.00	0.08	0.10	0.00	0.04	0.40	0.00	0.39	0.30
20:00	0.00	0.08	0.10	0.00	0.04	0.40	0.06	0.36	0.30
00:00	0.00	0.08	0.30	0.00	0.04	0.30	0.00	0.33	0.20
04:00	0.00	0.07	0.30	0.53	0.04	0.30	0.00	0.31	0.20
08:00	0.00	0.07	0.30	1.16	0.04	0.30	0.55	0.28	0.20
12:00	0.00	0.07	0.30	44.60	0.35	0.30	0.00	0.26	0.20
16:00	0.00	0.07	0.30	5.69	0.26	0.30	7.87	0.27	0.20
20:00	0.00	0.06	0.30	0.00	0.20	0.30	1.15	0.34	0.20

t (h)	P (mm)	Q (m3/s)	E (mm)	P (mm)	Q (m3/s)	E (mm)	P (mm)	Q (m3/s)	E (mm)
00:00	0.17	0.28	0.20	0.00	0.08	0.60	4.77	0.09	0.40
04:00	0.00	0.25	0.20	0.00	0.08	0.60	1.28	0.11	0.40
08:00	0.00	0.23	0.20	0.00	0.08	0.60	0.00	0.10	0.40
12:00	0.00	0.22	0.20	0.00	0.08	0.60	0.00	0.09	0.40
16:00	0.00	0.21	0.20	0.00	0.08	0.60	0.25	0.08	0.40
20:00	0.00	0.20	0.20	0.00	0.08	0.60	0.00	0.08	0.40
00:00	0.00	0.19	0.20	0.00	0.07	0.40	0.00	0.08	0.30
04:00	0.00	0.18	0.20	0.00	0.07	0.40	0.00	0.08	0.30
08:00	0.00	0.18	0.20	0.00	0.07	0.40	0.00	0.08	0.30
12:00	0.00	0.17	0.20	0.00	0.07	0.40	0.00	0.08	0.30
16:00	0.00	0.16	0.20	0.00	0.07	0.40	0.78	0.08	0.30
20:00	0.00	0.15	0.20	0.00	0.07	0.40	1.03	0.08	0.30
00:00	0.00	0.15	0.40	0.00	0.07	0.50	15.99	0.09	0.20
04:00	0.00	0.15	0.40	0.00	0.07	0.50	16.29	0.53	0.20
08:00	0.00	0.14	0.40	0.00	0.06	0.50	28.15	1.11	0.20
12:00	0.00	0.13	0.40	0.00	0.06	0.50	25.08	2.72	0.20
16:00	0.00	0.14	0.40	0.00	0.06	0.50	12.33	3.95	0.20
20:00	0.00	0.13	0.40	0.00	0.06	0.50	0.12	2.48	0.20
00:00	0.00	0.13	0.50	0.00	0.07	0.60	0.00	1.87	0.20
04:00	1.00	0.13	0.50	0.00	0.07	0.60	1.14	1.41	0.20
08:00	3.82	0.14	0.50	0.00	0.06	0.60	0.00	1.17	0.20
12:00	3.89	0.13	0.50	0.00	0.06	0.60	0.13	1.03	0.20
16:00	18.08	0.32	0.50	0.00	0.05	0.60	0.00	0.86	0.20
20:00	0.85	0.28	0.50	0.00	0.05	0.60	0.00	0.75	0.20
00:00	0.00	0.21	0.10	0.00	0.05	0.80	0.00	0.68	0.20
04:00	0.00	0.19	0.10	0.00	0.05	0.80	0.11	0.61	0.20
08:00	0.00	0.18	0.10	0.00	0.05	0.80	0.84	0.56	0.20
12:00	0.00	0.17	0.10	0.00	0.05	0.80	0.77	0.51	0.20
16:00	0.00	0.16	0.10	0.00	0.05	0.80	0.88	0.48	0.20
20:00	0.00	0.16	0.10	0.00	0.05	0.80	1.15	0.45	0.20
00:00	0.00	0.15	0.40	0.00	0.05	0.60	0.00	0.42	0.30
04:00	0.00	0.15	0.40	0.06	0.05	0.60	0.91	0.39	0.30
08:00	0.00	0.15	0.40	0.00	0.05	0.60	1.12	0.38	0.30
12:00	0.00	0.14	0.40	0.03	0.05	0.60	1.93	0.40	0.30
16:00	0.09	0.13	0.40	0.00	0.05	0.60	0.00	0.36	0.30
20:00	0.65	0.13	0.40	0.00	0.05	0.60	0.05	0.33	0.30
00:00	0.00	0.13	0.50	0.00	0.05	0.40	0.09	0.32	0.30
04:00	0.00	0.12	0.50	0.00	0.05	0.40	0.00	0.31	0.30
08:00	0.00	0.12	0.50	0.00	0.05	0.40	0.00	0.30	0.30
12:00	0.00	0.12	0.50	0.00	0.05	0.40	0.00	0.28	0.30
16:00	0.00	0.11	0.50	0.00	0.05	0.40	0.00	0.28	0.30
20:00	0.00	0.11	0.50	0.00	0.05	0.40	1.65	0.28	0.30
00:00	0.00	0.11	0.30	4.55	0.05	0.50	0.00	0.26	0.20
04:00	0.00	0.11	0.30	32.10	0.26	0.50	0.24	0.26	0.20
08:00	0.00	0.11	0.30	0.60	0.26	0.50	0.07	0.26	0.20
12:00	0.00	0.10	0.30	0.00	0.14	0.50	0.00	0.25	0.20
16:00	0.00	0.10	0.30	0.00	0.12	0.50	0.00	0.23	0.20
20:00	0.00	0.10	0.30	0.13	0.11	0.50	0.00	0.23	0.20
00:00	0.00	0.10	0.50	0.86	0.11	0.20	0.00	0.21	0.30
04:00	0.00	0.10	0.50	0.00	0.10	0.20	0.00	0.21	0.30
08:00	0.00	0.09	0.50	0.00	0.09	0.20	0.00	0.21	0.30
12:00	0.10	0.08	0.50	0.00	0.08	0.20	0.00	0.20	0.30
16:00	0.00	0.08	0.50	0.00	0.08	0.20	0.00	0.20	0.30
20:00	0.00	0.08	0.50	2.93	0.08	0.20	0.00	0.20	0.30

t (h)	P (mm)	Q (m3/s)	E (mm)	P (mm)	Q (m3/s)	E (mm)	P (mm)	Q (m3/s)	E (mm)
00:00	0.00	0.20	0.50	25.63	0.47	0.40	0.00	0.11	0.80
04:00	0.00	0.19	0.50	0.87	0.22	0.40	0.00	0.11	0.80
08:00	0.00	0.18	0.50	0.00	0.19	0.40	0.00	0.11	0.80
12:00	0.00	0.18	0.50	0.00	0.17	0.40	0.00	0.11	0.80
16:00	0.28	0.18	0.50	0.00	0.16	0.40	0.00	0.11	0.80
20:00	2.83	0.18	0.50	0.00	0.15	0.40	0.00	0.11	0.80
00:00	2.41	0.20	0.40	0.00	0.15	0.30	0.00	0.11	1.00
04:00	15.65	0.48	0.40	0.00	0.15	0.30	0.00	0.11	1.00
08:00	0.00	0.28	0.40	0.00	0.13	0.30	0.00	0.11	1.00
12:00	0.04	0.26	0.40	0.00	0.13	0.30	0.00	0.10	1.00
16:00	0.03	0.24	0.40	0.00	0.13	0.30	0.00	0.10	1.00
20:00	0.00	0.22	0.40	0.00	0.12	0.30	0.00	0.10	1.00
00:00	0.00	0.21	0.60	0.00	0.12	0.30	0.00	0.10	0.70
04:00	0.00	0.21	0.60	0.00	0.12	0.30	0.00	0.10	0.70
08:00	0.00	0.20	0.60	0.00	0.12	0.30	0.00	0.10	0.70
12:00	0.00	0.20	0.60	0.00	0.12	0.30	0.00	0.10	0.70
16:00	0.00	0.18	0.60	0.00	0.12	0.30	0.00	0.10	0.70
20:00	0.00	0.18	0.60	0.00	0.12	0.30	0.00	0.09	0.70
00:00	0.00	0.18	0.60	0.00	0.12	0.40	0.00	0.08	0.60
04:00	0.00	0.18	0.60	0.00	0.12	0.40	0.00	0.09	0.60
08:00	0.00	0.18	0.60	0.00	0.12	0.40	0.00	0.09	0.60
12:00	0.00	0.16	0.60	0.00	0.11	0.40	0.00	0.09	0.60
16:00	0.00	0.16	0.60	0.00	0.11	0.40	0.00	0.09	0.60
20:00	0.00	0.16	0.60	0.00	0.11	0.40	4.73	0.09	0.60
00:00	0.00	0.16	0.60	0.00	0.11	0.30	0.00	0.10	0.70
04:00	0.00	0.16	0.60	0.00	0.11	0.30	0.00	0.10	0.70
08:00	0.00	0.15	0.60	0.00	0.11	0.30	12.66	0.15	0.70
12:00	0.00	0.15	0.60	0.00	0.11	0.30	5.06	0.13	0.70
16:00	0.00	0.15	0.60	0.00	0.11	0.30	9.94	0.18	0.70
20:00	0.00	0.15	0.60	0.00	0.11	0.30	5.47	0.21	0.70
00:00	0.00	0.15	0.60	29.75	0.32	0.50	7.90	0.24	0.10
04:00	0.00	0.15	0.60	1.17	0.27	0.50	0.00	0.19	0.10
08:00	0.00	0.15	0.60	0.00	0.21	0.50	0.00	0.17	0.10
12:00	0.00	0.13	0.60	0.00	0.20	0.50	0.35	0.15	0.10
16:00	0.00	0.13	0.60	0.00	0.18	0.50	0.00	0.15	0.10
20:00	0.00	0.13	0.60	0.00	0.17	0.50	0.00	0.14	0.10
00:00	0.00	0.13	0.60	0.00	0.16	0.40	0.00	0.13	0.30
04:00	0.00	0.13	0.60	0.00	0.16	0.40	0.00	0.13	0.30
08:00	0.00	0.13	0.60	0.00	0.15	0.40	0.00	0.12	0.30
12:00	0.00	0.13	0.60	0.00	0.15	0.40	0.00	0.12	0.30
16:00	0.00	0.12	0.60	0.00	0.14	0.40	0.00	0.12	0.30
20:00	0.00	0.12	0.60	0.00	0.13	0.40	0.00	0.11	0.30
00:00	0.00	0.12	0.40	0.00	0.13	0.60			
04:00	0.00	0.12	0.40	0.00	0.13	0.60			
08:00	0.00	0.12	0.40	0.00	0.13	0.60			
12:00	0.00	0.12	0.40	0.00	0.12	0.60			
16:00	0.00	0.12	0.40	0.00	0.11	0.60			
20:00	0.00	0.12	0.40	0.00	0.11	0.60			
00:00	0.00	0.12	0.30	0.00	0.11	0.60			
04:00	0.00	0.12	0.30	0.00	0.11	0.60			
08:00	0.00	0.12	0.30	0.00	0.11	0.60			
12:00	0.00	0.11	0.30	0.00	0.11	0.60			
16:00	0.00	0.11	0.30	0.00	0.11	0.60			
20:00	4.15	0.18	0.30	0.00	0.11	0.60			

ANEXO C

Tabela com séries de precipitação, vazão e evaporação para calibração da estação fluviométrica Menino Deus 3

Tabela 23 - Séries históricas para calibração da estação MD3

t (h)	P (mm)	Q (m3/s)	E (mm)	P (mm)	Q (m3/s)	E (mm)	P (mm)	Q (m3/s)	E (mm)
0:00	0,00	0,10	0,23	0,00	1,37	0,17	0,39	2,70	0,07
4:00	0,00	0,10	0,23	0,00	1,32	0,17	0,00	2,29	0,07
8:00	0,00	0,10	0,23	0,00	1,27	0,17	0,00	2,10	0,07
12:00	0,00	0,10	0,23	0,00	1,24	0,17	0,00	1,98	0,07
16:00	0,00	0,10	0,23	0,00	1,22	0,17	0,00	1,89	0,07
20:00	0,00	0,10	0,23	0,00	1,02	0,17	0,00	1,81	0,07
0:00	0,00	0,10	0,10	0,00	0,98	0,23	0,00	1,71	0,28
4:00	0,00	0,10	0,10	0,00	0,95	0,23	0,00	1,64	0,28
8:00	0,00	0,10	0,10	0,00	0,72	0,23	0,00	1,60	0,28
12:00	0,00	0,10	0,10	0,00	0,65	0,23	0,00	1,52	0,28
16:00	0,00	0,11	0,10	0,00	0,60	0,23	0,00	1,46	0,28
20:00	0,00	0,10	0,10	0,00	0,46	0,23	0,00	1,40	0,28
0:00	0,00	0,10	0,28	0,00	0,43	0,12	0,00	1,38	0,25
4:00	0,00	0,10	0,28	0,00	0,38	0,12	0,00	1,32	0,25
8:00	0,00	0,10	0,28	0,00	0,30	0,12	0,00	1,31	0,25
12:00	0,00	0,10	0,28	0,00	0,28	0,12	1,80	1,28	0,25
16:00	0,00	0,10	0,28	0,00	0,25	0,12	0,00	1,24	0,25
20:00	0,00	0,10	0,28	0,00	0,19	0,12	0,00	1,23	0,25
0:00	0,60	0,10	0,18	0,00	0,18	0,20	0,00	1,03	0,08
4:00	14,21	0,11	0,18	0,00	0,16	0,20	0,00	0,98	0,08
8:00	53,96	2,01	0,18	0,00	0,14	0,20	0,00	0,83	0,08
12:00	40,01	4,74	0,18	0,00	0,13	0,20	0,00	0,66	0,08
16:00	37,37	8,17	0,18	0,00	0,13	0,20	0,00	0,65	0,08
20:00	6,80	7,96	0,18	0,00	0,12	0,20	0,00	0,59	0,08
0:00	6,65	6,16	0,07	0,00	0,12	0,22	0,00	0,45	0,17
4:00	0,00	4,90	0,07	0,00	0,12	0,22	0,00	0,35	0,17
8:00	0,00	4,12	0,07	0,00	0,12	0,22	0,00	0,28	0,17
12:00	0,00	3,53	0,07	0,00	0,12	0,22	0,00	0,28	0,17
16:00	0,00	3,16	0,07	0,00	0,12	0,22	0,00	0,28	0,17
20:00	0,00	2,79	0,07	0,00	0,11	0,22	0,00	0,26	0,17
0:00	0,00	2,56	0,20	0,00	0,11	0,18	0,00	0,20	0,05
4:00	0,00	2,36	0,20	0,00	0,11	0,18	0,00	0,18	0,05
8:00	0,00	2,28	0,20	0,00	0,11	0,18	0,00	0,18	0,05
12:00	21,74	2,73	0,20	0,00	0,11	0,18	0,00	0,18	0,05
16:00	3,06	3,43	0,20	0,00	0,10	0,18	0,00	0,16	0,05
20:00	1,58	3,05	0,20	0,00	0,10	0,18	0,00	0,13	0,05
0:00	21,62	5,71	0,08	0,00	0,10	0,23	0,00	0,13	0,10
4:00	4,79	7,07	0,08	0,00	0,10	0,23	0,00	0,12	0,10
8:00	0,29	4,79	0,08	0,00	0,10	0,23	0,00	0,12	0,10
12:00	0,21	3,82	0,08	0,00	0,10	0,23	0,00	0,12	0,10
16:00	0,00	3,21	0,08	0,00	0,09	0,23	0,00	0,12	0,10
20:00	0,00	2,73	0,08	0,00	0,09	0,23	0,00	0,12	0,10
0:00	0,00	2,45	0,25	0,00	0,09	0,20	0,00	0,12	0,17
4:00	0,00	2,30	0,25	0,00	0,09	0,20	0,00	0,12	0,17
8:00	0,00	2,13	0,25	0,00	0,09	0,20	0,00	0,11	0,17
12:00	0,00	2,00	0,25	0,00	0,09	0,20	0,00	0,11	0,17
16:00	0,00	1,84	0,25	0,00	0,09	0,20	0,01	0,11	0,17
20:00	0,00	1,74	0,25	0,00	0,09	0,20	2,29	0,11	0,17
0:00	0,00	1,65	0,28	0,00	0,09	0,17	10,20	0,11	0,07
4:00	0,00	1,58	0,28	5,76	0,09	0,17	1,67	0,35	0,07
8:00	0,00	1,52	0,28	20,10	0,99	0,17	0,00	0,27	0,07
12:00	0,00	1,46	0,28	16,17	1,24	0,17	0,00	0,18	0,07
16:00	0,00	1,42	0,28	12,20	1,49	0,17	0,00	0,14	0,07
20:00	0,00	1,39	0,28	12,78	2,24	0,17	0,00	0,13	0,07

t (h)	P (mm)	Q (m3/s)	E (mm)	P (mm)	Q (m3/s)	E (mm)	P (mm)	Q (m3/s)	E (mm)
0:00	0,00	0,12	0,08	0,00	1,62	0,23	0,00	1,63	0,15
4:00	0,00	0,12	0,08	0,00	1,54	0,23	0,00	1,60	0,15
8:00	0,00	0,12	0,08	0,00	1,52	0,23	2,50	1,55	0,15
12:00	0,00	0,12	0,08	0,00	1,46	0,23	5,32	1,54	0,15
16:00	0,00	0,12	0,08	0,00	1,40	0,23	4,39	1,66	0,15
20:00	0,00	0,12	0,08	0,20	1,37	0,23	1,69	1,71	0,15
0:00	0,00	0,12	0,10	0,00	1,33	0,87	0,30	1,64	0,03
4:00	0,00	0,12	0,10	0,00	1,26	0,87	0,00	1,60	0,03
8:00	0,00	0,12	0,10	0,00	1,23	0,87	0,00	1,54	0,03
12:00	0,00	0,12	0,10	0,00	1,00	0,87	3,50	1,54	0,03
16:00	0,00	0,12	0,10	0,00	0,96	0,87	1,85	1,60	0,03
20:00	0,00	0,11	0,10	0,20	0,81	0,87	19,88	1,79	0,03
0:00	0,00	0,11	0,17	0,00	0,67	0,22	6,47	3,91	0,07
4:00	0,00	0,11	0,17	0,00	0,56	0,22	10,05	4,25	0,07
8:00	0,00	0,11	0,17	0,00	0,47	0,22	1,89	4,93	0,07
12:00	0,00	0,11	0,17	0,00	0,43	0,22	0,00	4,43	0,07
16:00	0,00	0,11	0,17	0,00	0,41	0,22	0,00	4,00	0,07
20:00	0,00	0,11	0,17	0,00	0,33	0,22	0,00	3,62	0,07
0:00	0,00	0,11	0,07	0,00	0,28	0,17	0,00	3,21	0,13
4:00	0,00	0,11	0,07	5,32	0,28	0,17	0,00	2,90	0,13
8:00	0,00	0,11	0,07	6,91	0,28	0,17	0,00	2,66	0,13
12:00	0,00	0,11	0,07	9,37	0,26	0,17	0,00	2,44	0,13
16:00	0,00	0,11	0,07	0,00	0,19	0,17	0,00	2,26	0,13
20:00	0,00	0,10	0,07	0,00	0,18	0,17	0,00	2,10	0,13
0:00	0,00	0,10	0,10	0,00	0,18	0,17	0,00	1,97	0,10
4:00	0,00	0,10	0,10	0,00	0,18	0,17	0,00	1,87	0,10
8:00	0,00	0,10	0,10	0,00	0,18	0,17	0,00	1,80	0,10
12:00	0,00	0,10	0,10	0,00	0,18	0,17	0,00	1,73	0,10
16:00	0,00	0,10	0,10	0,00	0,09	0,67	0,00	1,66	0,10
20:00	0,00	0,10	0,10	0,00	0,09	0,67	0,00	1,60	0,10
0:00	0,00	0,10	0,10	0,00	0,09	0,70	0,00	1,53	0,13
4:00	0,00	0,10	0,10	0,00	0,09	0,70	0,00	1,47	0,13
8:00	0,00	0,10	0,10	0,00	0,09	0,70	0,00	1,46	0,13
12:00	0,00	0,10	0,10	0,00	0,09	0,70	0,00	1,41	0,13
16:00	0,00	0,10	0,10	0,00	0,09	0,70	0,00	1,37	0,13
20:00	0,20	0,09	0,10	0,00	0,09	0,70	0,00	1,33	0,13
0:00	0,50	0,09	0,02	0,02	0,09	0,38	0,00	1,31	0,05
4:00	0,01	0,10	0,02	0,98	0,09	0,38	0,00	1,30	0,05
8:00	4,63	0,11	0,02	0,00	0,08	0,38	0,00	1,25	0,05
12:00	4,96	0,10	0,02	0,00	0,08	0,38	0,00	1,20	0,05
16:00	0,00	0,10	0,02	0,00	0,08	0,38	0,00	0,92	0,05
20:00	0,00	0,10	0,02	0,40	0,08	0,38	0,00	0,70	0,05
0:00	0,00	0,10	0,17	0,21	0,08	0,08	0,00	0,65	0,12
4:00	0,00	0,10	0,17	10,89	0,08	0,08	0,00	0,65	0,12
8:00	0,00	0,09	0,17	16,09	0,27	0,08	0,00	0,58	0,12
12:00	0,00	0,09	0,17	0,30	2,28	0,08	0,00	0,41	0,12
16:00	0,00	0,09	0,17	9,80	1,75	0,08	0,00	0,31	0,12
20:00	0,00	0,09	0,17	0,00	2,03	0,08	0,00	0,28	0,12
0:00	0,00	0,09	0,20	0,00	2,07	0,05	0,00	0,28	0,33
4:00	0,00	0,09	0,20	0,00	1,93	0,05	0,00	0,27	0,33
8:00	3,42	0,09	0,20	0,00	1,89	0,05	0,81	0,22	0,33
12:00	24,48	2,04	0,20	0,00	1,86	0,05	2,89	0,18	0,33
16:00	0,00	2,21	0,20	0,00	1,77	0,05	0,70	0,19	0,33
20:00	0,00	1,73	0,20	0,00	1,69	0,05	12,20	0,27	0,33

t (h)	P (mm)	Q (m3/s)	E (mm)	P (mm)	Q (m3/s)	E (mm)	P (mm)	Q (m3/s)	E (mm)
0:00	17,50	1,15	0,17	0,00	0,15	0,23	0,00	0,09	0,23
4:00	9,84	1,26	0,17	0,00	0,14	0,23	0,00	0,09	0,23
8:00	0,70	3,47	0,17	0,00	0,13	0,23	0,00	0,09	0,23
12:00	0,00	2,87	0,17	0,00	0,13	0,23	0,00	0,09	0,23
16:00	0,00	2,46	0,17	0,00	0,13	0,23	0,00	0,09	0,23
20:00	0,00	2,37	0,17	0,00	0,13	0,23	0,00	0,09	0,23
0:00	0,00	2,28	0,13	0,00	0,12	0,75	0,00	0,08	0,28
4:00	0,00	2,15	0,13	0,00	0,12	0,75	0,00	0,08	0,28
8:00	0,00	2,04	0,13	0,00	0,12	0,75	0,00	0,08	0,28
12:00	0,00	1,97	0,13	0,00	0,12	0,75	0,00	0,08	0,28
16:00	0,00	1,89	0,13	0,00	0,12	0,75	0,00	0,08	0,28
20:00	0,00	1,81	0,13	0,00	0,12	0,75	0,00	0,08	0,28
0:00	0,00	1,73	0,28	0,00	0,11	1,38	0,00	0,08	0,55
4:00	0,00	1,71	0,28	6,26	0,11	1,38	0,00	0,08	0,55
8:00	0,00	1,65	0,28	9,28	0,11	1,38	0,00	0,08	0,55
12:00	0,00	1,57	0,28	4,06	0,11	1,38	0,00	0,08	0,55
16:00	0,00	1,49	0,28	0,00	0,30	1,38	0,00	0,08	0,55
20:00	0,00	1,41	0,28	0,00	1,05	1,38	0,00	0,08	0,55
0:00	0,00	1,39	1,17	0,00	0,41	0,20	0,00	0,08	0,32
4:00	0,00	1,35	1,17	0,00	0,24	0,20	0,00	0,08	0,32
8:00	11,66	1,37	1,17	0,00	0,14	0,20	0,00	0,08	0,32
12:00	1,74	1,84	1,17	0,00	0,13	0,20	0,00	0,08	0,32
16:00	0,00	1,63	1,17	0,00	0,13	0,20	0,00	0,08	0,32
20:00	0,00	1,48	1,17	0,00	0,13	0,20	0,00	0,08	0,32
0:00	0,00	1,42	0,33	0,00	0,13	0,25	0,00	0,08	0,45
4:00	0,00	1,37	0,33	0,00	0,13	0,25	0,00	0,08	0,45
8:00	0,00	1,34	0,33	0,00	0,13	0,25	0,00	0,07	0,45
12:00	0,00	1,31	0,33	0,00	0,13	0,25	0,00	0,07	0,45
16:00	0,00	1,27	0,33	0,00	0,12	0,25	0,00	0,07	0,45
20:00	0,00	1,24	0,33	0,00	0,12	0,25	0,00	0,07	0,45
0:00	0,00	1,24	0,27	0,00	0,12	0,33	0,00	0,07	0,52
4:00	0,00	1,24	0,27	0,00	0,12	0,33	0,00	0,07	0,52
8:00	0,00	1,22	0,27	0,00	0,12	0,33	0,00	0,07	0,52
12:00	0,00	1,08	0,27	0,00	0,12	0,33	0,00	0,07	0,52
16:00	0,00	0,98	0,27	0,00	0,12	0,33	0,00	0,07	0,52
20:00	0,00	0,98	0,27	0,00	0,11	0,33	0,00	0,07	0,52
0:00	0,00	0,98	0,17	0,00	0,11	0,95	0,00	0,07	0,35
4:00	0,00	0,98	0,17	0,00	0,11	0,95	0,00	0,07	0,35
8:00	0,00	0,83	0,17	0,00	0,10	0,95	0,00	0,07	0,35
12:00	0,00	0,65	0,17	0,00	0,10	0,95	0,00	0,06	0,35
16:00	0,00	0,54	0,17	0,00	0,10	0,95	0,00	0,06	0,35
20:00	0,00	0,45	0,17	0,00	0,10	0,95	0,00	0,06	0,35
0:00	0,00	0,37	0,20	0,00	0,10	1,23	0,00	0,06	0,33
4:00	0,00	0,30	0,20	0,00	0,10	1,23	0,00	0,06	0,33
8:00	0,00	0,28	0,20	0,00	0,10	1,23	0,00	0,06	0,33
12:00	0,00	0,28	0,20	0,00	0,10	1,23	0,00	0,06	0,33
16:00	0,00	0,28	0,20	0,70	0,09	1,23	0,00	0,06	0,33
20:00	0,00	0,28	0,20	0,00	0,09	1,23	0,00	0,06	0,33
0:00	0,00	0,25	0,23	0,02	0,09	0,35	0,00	0,06	1,52
4:00	0,00	0,22	0,23	3,98	0,09	0,35	0,00	0,06	1,52
8:00	0,00	0,19	0,23	0,00	0,09	0,35	0,00	0,06	1,52
12:00	0,00	0,18	0,23	0,00	0,09	0,35	0,10	0,06	1,52
16:00	0,00	0,18	0,23	0,00	0,09	0,35	0,00	0,06	1,52
20:00	0,00	0,18	0,23	0,00	0,09	0,35	0,00	0,06	1,52

t (h)	P (mm)	Q (m3/s)	E (mm)	P (mm)	Q (m3/s)	E (mm)	P (mm)	Q (m3/s)	E (mm)
0:00	0,00	0,06	0,22	0,00	0,06	1,05	0,00	1,49	0,28
4:00	0,76	0,06	0,22	0,00	0,06	1,05	0,00	1,41	0,28
8:00	1,95	0,06	0,22	1,20	0,06	1,05	0,00	1,35	0,28
12:00	0,00	0,06	0,22	0,00	0,06	1,05	0,00	1,28	0,28
16:00	0,00	0,06	0,22	0,00	0,06	1,05	0,00	1,24	0,28
20:00	0,00	0,06	0,22	0,00	0,06	1,05	0,00	1,16	0,28
0:00	0,00	0,06	0,08	0,00	0,06	0,15	0,00	0,92	0,40
4:00	0,00	0,06	0,08	0,00	0,06	0,15	0,00	0,71	0,40
8:00	0,00	0,06	0,08	5,37	0,06	0,15	0,00	0,53	0,40
12:00	0,00	0,06	0,08	14,75	0,10	0,15	0,00	0,43	0,40
16:00	0,00	0,06	0,08	2,78	0,13	0,15	0,00	0,42	0,40
20:00	0,00	0,06	0,08	0,90	0,12	0,15	0,00	0,35	0,40
0:00	0,00	0,06	0,40	2,90	0,12	0,08	0,00	0,28	0,45
4:00	0,00	0,06	0,40	0,00	0,11	0,08	0,00	0,28	0,45
8:00	0,00	0,06	0,40	0,17	0,11	0,08	0,00	0,28	0,45
12:00	0,00	0,06	0,40	4,35	0,10	0,08	0,00	0,24	0,45
16:00	0,00	0,06	0,40	2,01	0,11	0,08	0,00	0,18	0,45
20:00	0,00	0,06	0,40	2,88	0,13	0,08	0,00	0,18	0,45
0:00	0,00	0,06	0,22	0,00	0,15	0,32	0,00	0,16	0,42
4:00	0,00	0,06	0,22	0,00	0,13	0,32	0,00	0,13	0,42
8:00	2,02	0,06	0,22	0,00	0,13	0,32	0,00	0,13	0,42
12:00	3,03	0,06	0,22	0,00	0,13	0,32	0,00	0,13	0,42
16:00	3,14	0,06	0,22	0,20	0,12	0,32	2,71	0,13	0,42
20:00	3,00	0,06	0,22	0,00	0,12	0,32	3,99	0,14	0,42
0:00	7,30	0,06	0,32	6,40	0,12	0,10	0,00	0,18	0,20
4:00	0,38	0,06	0,32	1,59	0,33	0,10	0,00	0,14	0,20
8:00	0,00	0,06	0,32	1,41	0,28	0,10	0,00	0,13	0,20
12:00	0,00	0,06	0,32	0,00	0,28	0,10	3,48	0,13	0,20
16:00	0,00	0,06	0,32	0,00	0,28	0,10	3,42	0,14	0,20
20:00	0,00	0,09	0,32	2,90	0,28	0,10	2,34	0,28	0,20
0:00	0,00	0,09	0,05	0,00	0,28	0,18	2,46	0,74	0,10
4:00	0,00	0,12	0,05	0,00	0,28	0,18	0,00	0,60	0,10
8:00	0,00	0,10	0,05	0,00	0,28	0,18	0,00	0,39	0,10
12:00	0,00	0,09	0,05	0,00	0,28	0,18	0,00	0,29	0,10
16:00	0,00	0,08	0,05	0,00	0,27	0,18	0,00	0,27	0,10
20:00	0,00	0,08	0,05	0,00	0,21	0,18	0,00	0,21	0,10
0:00	0,00	0,08	0,05	0,00	0,18	0,68	0,00	0,18	0,40
4:00	0,00	0,07	0,05	0,00	0,18	0,68	0,00	0,18	0,40
8:00	0,00	0,07	0,05	0,00	0,18	0,68	0,00	0,18	0,40
12:00	0,00	0,07	0,05	0,00	0,15	0,68	0,00	0,16	0,40
16:00	0,00	0,07	0,05	0,00	0,13	0,68	0,00	0,13	0,40
20:00	0,00	0,07	0,05	0,00	0,13	0,68	0,00	0,13	0,40
0:00	0,00	0,06	0,12	0,00	0,13	0,72	0,00	0,13	0,52
4:00	0,00	0,06	0,12	31,67	0,15	0,72	0,00	0,13	0,52
8:00	0,00	0,06	0,12	22,73	3,99	0,72	0,00	0,12	0,52
12:00	0,00	0,06	0,12	0,00	3,64	0,72	0,00	0,12	0,52
16:00	0,00	0,06	0,12	0,00	2,97	0,72	0,00	0,12	0,52
20:00	0,00	0,06	0,12	0,00	2,68	0,72	0,00	0,12	0,52
0:00	0,00	0,06	1,67	0,00	2,37	0,12	0,00	0,12	0,35
4:00	0,00	0,06	1,67	0,00	2,12	0,12	0,00	0,12	0,35
8:00	0,00	0,06	1,67	0,00	2,00	0,12	0,00	0,12	0,35
12:00	0,00	0,06	1,67	0,00	1,83	0,12	0,00	0,11	0,35
16:00	0,00	0,06	1,67	0,00	1,68	0,12	0,00	0,11	0,35
20:00	0,00	0,06	1,67	0,00	1,58	0,12	0,00	0,11	0,35

t (h)	P (mm)	Q (m3/s)	E (mm)	P (mm)	Q (m3/s)	E (mm)	P (mm)	Q (m3/s)	E (mm)
0:00	0,00	0,10	0,43	0,00	0,07	0,38	0,00	0,11	0,20
4:00	0,00	0,11	0,43	0,00	0,07	0,38	0,00	0,11	0,20
8:00	0,00	0,11	0,43	0,00	0,07	0,38	7,40	0,12	0,20
12:00	0,00	0,10	0,43	0,30	0,07	0,38	7,00	1,25	0,20
16:00	0,00	0,10	0,43	0,00	0,07	0,38	2,00	1,23	0,20
20:00	0,00	0,10	0,43	0,00	0,07	0,38	3,20	0,67	0,20
0:00	0,00	0,10	0,33	0,00	0,07	0,12	1,20	0,65	0,13
4:00	0,00	0,09	0,33	8,30	0,09	0,12	0,00	0,65	0,13
8:00	0,00	0,09	0,33	0,00	0,09	0,12	0,00	0,65	0,13
12:00	0,00	0,09	0,33	0,00	0,08	0,12	0,00	0,65	0,13
16:00	0,00	0,09	0,33	0,00	0,08	0,12	0,00	0,65	0,13
20:00	0,00	0,09	0,33	0,00	0,08	0,12	1,10	0,65	0,13
0:00	0,00	0,09	0,17	0,00	0,08	0,38	0,00	0,89	0,13
4:00	0,00	0,09	0,17	0,00	0,08	0,38	0,00	0,98	0,13
8:00	0,00	0,09	0,17	0,00	0,08	0,38	0,00	0,66	0,13
12:00	0,00	0,09	0,17	0,00	0,08	0,38	0,00	0,65	0,13
16:00	0,00	0,09	0,17	0,00	0,08	0,38	0,00	0,65	0,13
20:00	0,00	0,08	0,17	0,00	0,08	0,38	0,00	0,65	0,13
0:00	0,00	0,08	0,40	0,00	0,07	0,35	0,00	0,65	0,42
4:00	0,00	0,08	0,40	0,20	0,07	0,35	0,00	0,65	0,42
8:00	0,00	0,08	0,40	0,93	0,08	0,35	0,00	0,65	0,42
12:00	0,00	0,08	0,40	8,33	0,08	0,35	0,00	0,53	0,42
16:00	0,00	0,08	0,40	12,16	0,12	0,35	0,00	0,40	0,42
20:00	0,00	0,08	0,40	5,54	0,60	0,35	0,00	0,29	0,42
0:00	0,00	0,08	0,60	16,34	1,45	0,10	0,00	0,28	0,67
4:00	0,00	0,08	0,60	0,00	1,72	0,10	0,00	0,28	0,67
8:00	0,00	0,08	0,60	0,00	1,40	0,10	0,00	0,28	0,67
12:00	0,00	0,08	0,60	0,00	1,27	0,10	0,00	0,28	0,67
16:00	0,00	0,08	0,60	0,00	1,19	0,10	0,00	0,26	0,67
20:00	0,00	0,08	0,60	0,00	0,85	0,10	0,00	0,21	0,67
0:00	0,00	0,07	0,57	0,00	0,66	0,40	0,00	0,18	0,52
4:00	0,00	0,07	0,57	0,00	0,65	0,40	0,00	0,18	0,52
8:00	0,00	0,07	0,57	0,00	0,59	0,40	5,47	0,36	0,52
12:00	0,00	0,07	0,57	0,00	0,44	0,40	8,63	0,88	0,52
16:00	0,00	0,08	0,57	0,00	0,33	0,40	0,00	0,54	0,52
20:00	0,00	0,07	0,57	0,00	0,28	0,40	0,00	0,47	0,52
0:00	0,00	0,07	0,50	0,00	0,28	0,37	0,00	0,42	0,75
4:00	0,00	0,07	0,50	0,00	0,28	0,37	0,00	0,32	0,75
8:00	0,00	0,07	0,50	0,00	0,22	0,37	0,00	0,21	0,75
12:00	0,00	0,07	0,50	0,00	0,18	0,37	5,21	0,39	0,75
16:00	0,00	0,07	0,50	0,00	0,18	0,37	14,21	1,67	0,75
20:00	0,00	0,07	0,50	0,00	0,18	0,37	1,78	2,77	0,75
0:00	0,00	0,07	0,35	0,00	0,15	0,40	0,00	2,26	0,07
4:00	0,00	0,07	0,35	0,00	0,13	0,40	9,71	2,19	0,07
8:00	0,00	0,07	0,35	0,00	0,13	0,40	20,75	3,00	0,07
12:00	0,00	0,07	0,35	0,00	0,13	0,40	10,57	4,71	0,07
16:00	0,00	0,07	0,35	0,00	0,13	0,40	1,18	4,75	0,07
20:00	0,87	0,07	0,35	0,87	0,12	0,40	0,00	4,18	0,07
0:00	0,63	0,07	0,05	3,43	0,12	0,22	0,00	3,70	0,10
4:00	0,00	0,07	0,05	3,20	0,12	0,22	0,00	3,29	0,10
8:00	0,00	0,07	0,05	0,40	0,12	0,22	0,00	2,97	0,10
12:00	0,00	0,07	0,05	0,00	0,12	0,22	0,00	2,64	0,10
16:00	0,00	0,07	0,05	0,00	0,12	0,22	14,64	3,27	0,10
20:00	0,00	0,07	0,05	0,00	0,12	0,22	1,26	3,17	0,10

t (h)	P (mm)	Q (m3/s)	E (mm)	P (mm)	Q (m3/s)	E (mm)	P (mm)	Q (m3/s)	E (mm)
0:00	18,10	4,27	0,05	0,00	0,09	1,17			
4:00	0,00	3,72	0,05	0,00	0,09	1,17			
8:00	0,90	3,34	0,05	0,00	0,09	1,17			
12:00	0,00	3,08	0,05	0,00	0,09	1,17			
16:00	0,00	2,86	0,05	0,00	0,09	1,17			
20:00	0,00	2,68	0,05	0,00	0,09	1,17			
0:00	0,00	2,47	0,10	0,00	0,09	0,37			
4:00	0,00	2,28	0,10	0,00	0,08	0,37			
8:00	0,00	2,11	0,10	0,00	0,08	0,37			
12:00	0,00	1,93	0,10	0,00	0,08	0,37			
16:00	0,00	1,84	0,10	0,00	0,08	0,37			
20:00	0,00	1,74	0,10	0,00	0,08	0,37			
0:00	0,00	1,63	0,42	0,00	0,08	0,23			
4:00	0,00	1,61	0,42	0,00	0,08	0,23			
8:00	0,00	1,52	0,42	0,00	0,08	0,23			
12:00	0,00	1,44	0,42	0,00	0,08	0,23			
16:00	0,00	1,36	0,42	0,00	0,08	0,23			
20:00	0,00	1,27	0,42	0,00	0,08	0,23			
0:00	0,00	1,23	0,57	0,00	0,08	0,53			
4:00	0,00	1,07	0,57	0,00	0,08	0,53			
8:00	0,00	0,98	0,57	0,00	0,08	0,53			
12:00	0,00	0,94	0,57	0,00	0,07	0,53			
16:00	0,00	0,75	0,57	0,00	0,07	0,53			
20:00	0,00	0,59	0,57	0,00	0,07	0,53			
0:00	0,00	0,46	0,80	0,00	0,07	0,63			
4:00	0,00	0,43	0,80	0,00	0,07	0,63			
8:00	0,00	0,41	0,80	0,00	0,07	0,63			
12:00	0,00	0,32	0,80	0,00	0,07	0,63			
16:00	0,00	0,25	0,80	0,00	0,07	0,63			
20:00	0,00	0,20	0,80	0,00	0,07	0,63			
0:00	0,00	0,18	0,67	0,00	0,07	0,80			
4:00	0,00	0,18	0,67	0,00	0,06	0,80			
8:00	0,00	0,18	0,67	0,00	0,06	0,80			
12:00	0,00	0,17	0,67	0,00	0,06	0,80			
16:00	0,00	0,14	0,67	0,00	0,06	0,80			
20:00	0,00	0,13	0,67	0,00	0,06	0,80			
0:00	0,00	0,12	0,52	0,00	0,06	0,93			
4:00	0,00	0,12	0,52	0,00	0,06	0,93			
8:00	0,00	0,12	0,52	0,00	0,06	0,93			
12:00	0,00	0,12	0,52	0,00	0,06	0,93			
16:00	0,00	0,11	0,52	0,00	0,06	0,93			
20:00	0,00	0,11	0,52	0,00	0,06	0,93			
0:00	0,00	0,11	0,60						
4:00	0,00	0,11	0,60						
8:00	0,00	0,11	0,60						
12:00	0,00	0,11	0,60						
16:00	0,00	0,10	0,60						
20:00	0,00	0,10	0,60						
0:00	0,00	0,10	0,72						
4:00	0,00	0,10	0,72						
8:00	0,00	0,09	0,72						
12:00	0,00	0,09	0,72						
16:00	0,00	0,09	0,72						
20:00	0,00	0,09	0,72						

ANEXO D

Ajuste dos parâmetros da estação fluviométrica Menino Deus 2.

D.1 – Melhores parâmetros do intervalo Calibra 1 testados nos intervalos Calibra 2 e Calibra 3.

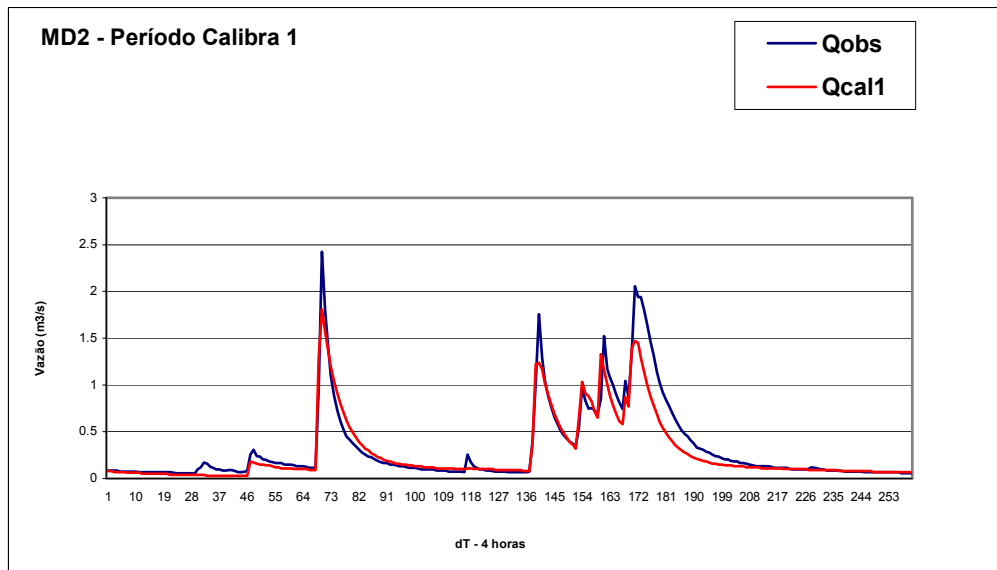


Figura 50- Comparação das vazões observadas e calculadas para o intervalo Calibra 1 da MD2

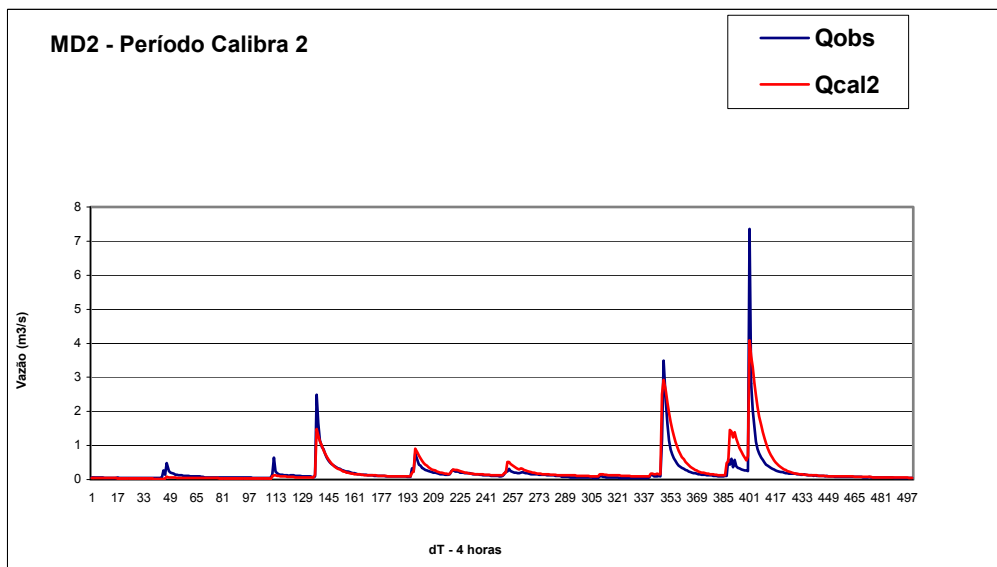


Figura 51- Comparação das vazões observadas e calculadas para o intervalo Calibra 2 da MD2

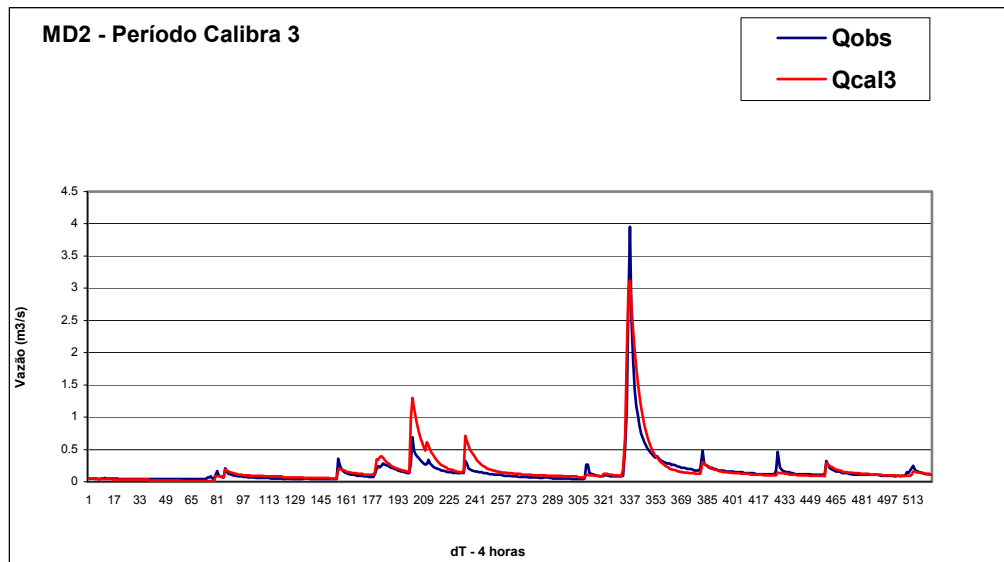


Figura 52- Comparação das vazões observadas e calculadas para o intervalo Calibra 3 da MD2

ANEXO D

Ajuste dos parâmetros da estação fluviométrica Menino Deus 2.

D.2 – Melhores parâmetros do intervalo Calibra 2 testados nos intervalos Calibra 1 e Calibra 3.

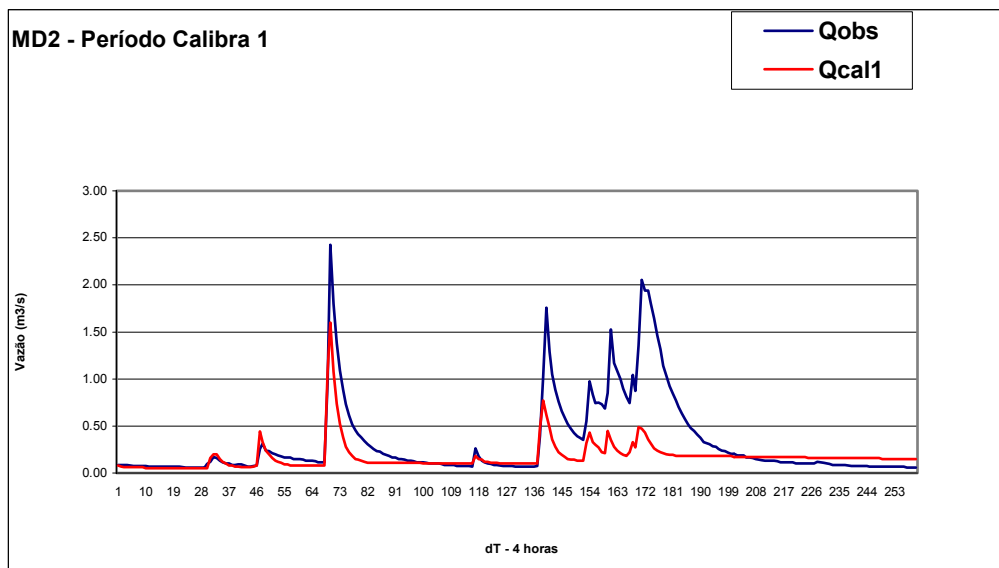


Figura 53- Comparação das vazões observadas e calculadas para o intervalo Calibra 1 da MD2

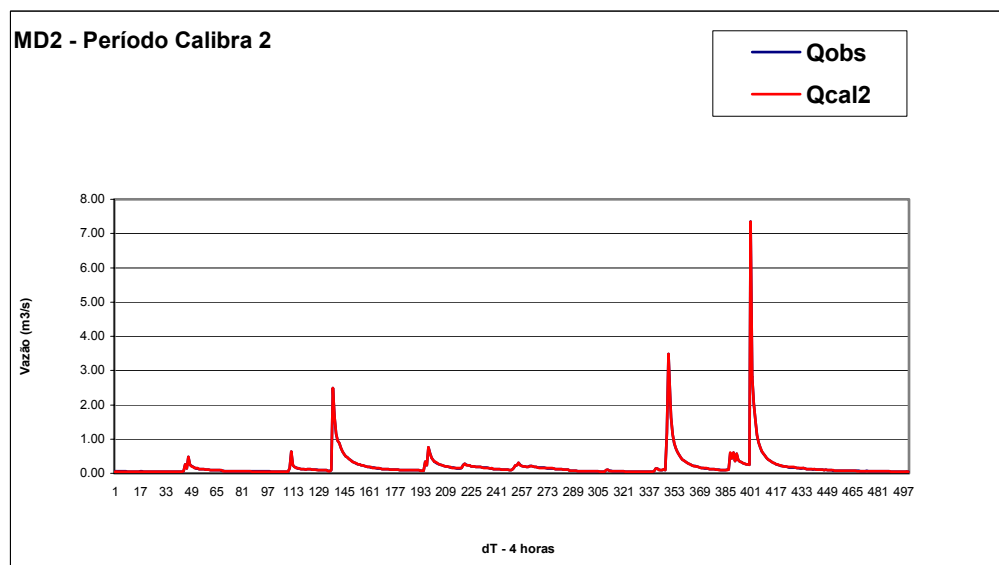


Figura 54- Comparação das vazões observadas e calculadas para o intervalo Calibra 2 da MD2

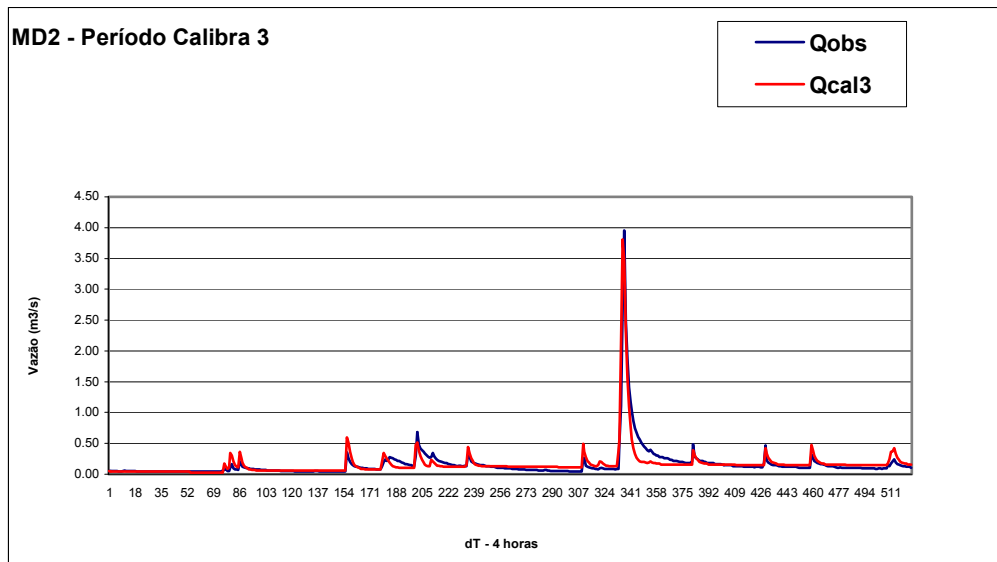


Figura 55- Comparação das vazões observadas e calculadas para o intervalo Calibra 3 da MD2

ANEXO D

Ajuste dos parâmetros da estação fluviométrica Menino Deus 2.

D.3 – Melhores parâmetros do intervalo Calibra 3 testados nos intervalos
Calibra 1 e Calibra 2.

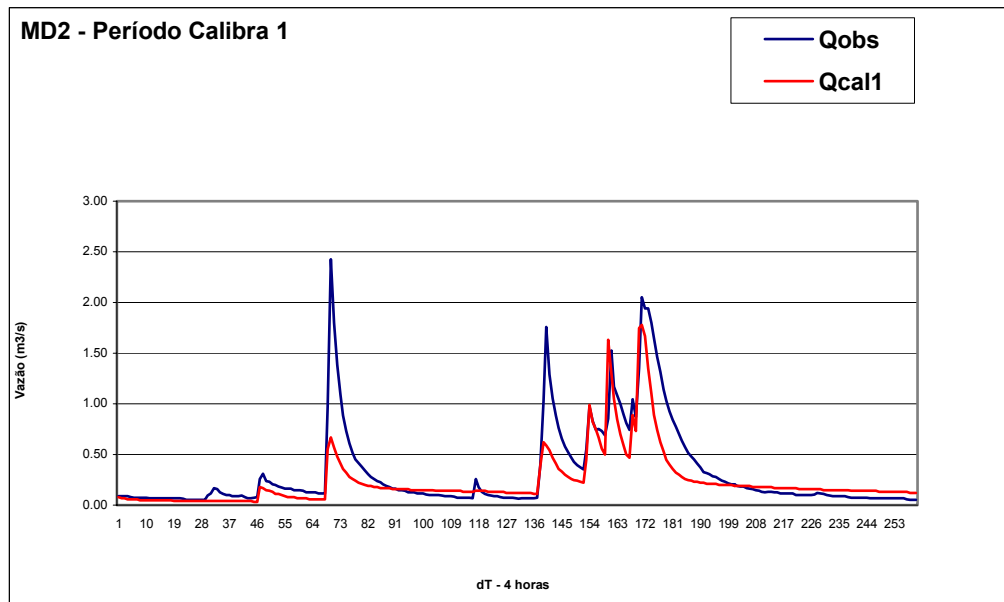


Figura 56- Comparação das vazões observadas e calculadas para o intervalo Calibra 1 da MD2

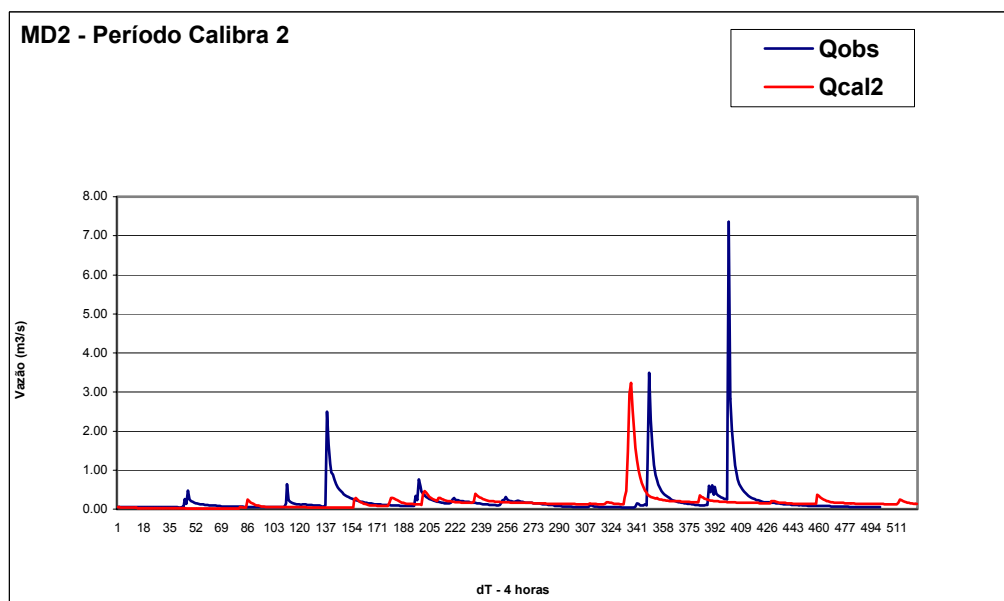


Figura 57- Comparação das vazões observadas e calculadas para o intervalo Calibra 2 da MD2

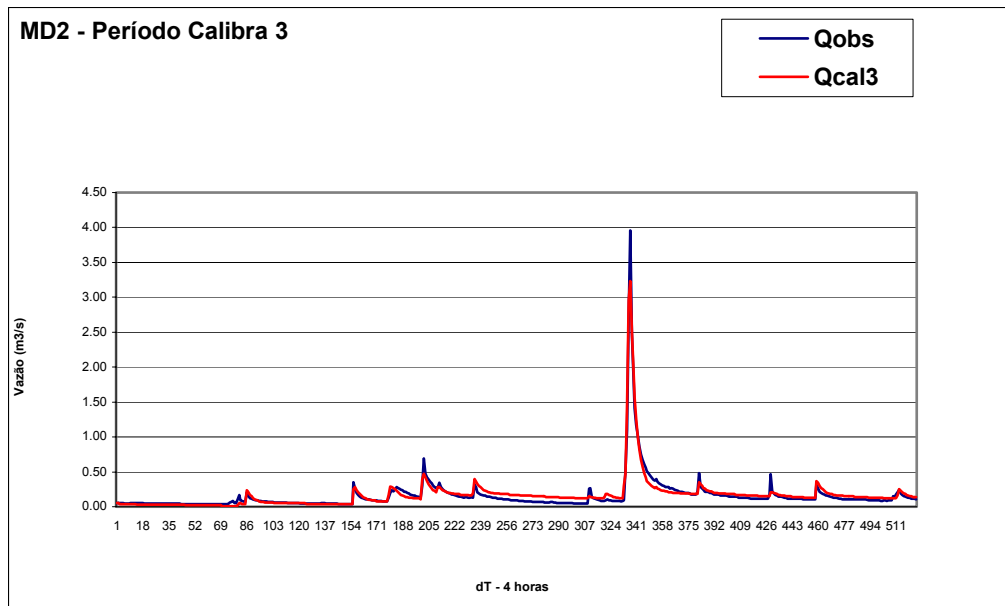


Figura 58- Comparação das vazões observadas e calculadas para o intervalo Calibra 3 da MD2

ANEXO E

Ajuste dos parâmetros da estação fluviométrica Menino Deus 3.

E.1 – Melhores parâmetros do intervalo Calibra 1 testados nos intervalos Calibra 2, Calibra 3 e Calibra 4.

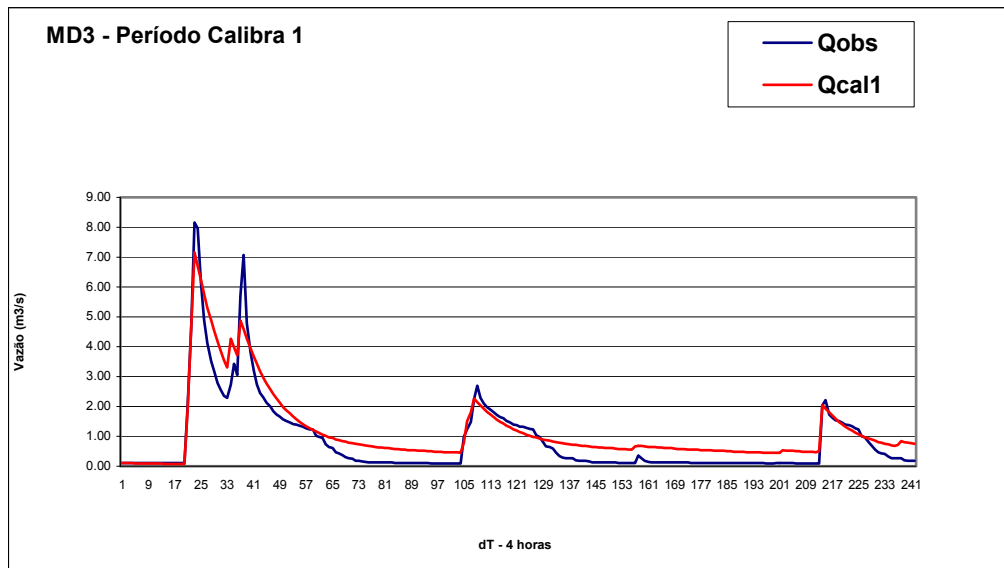


Figura 59- Comparação das vazões observadas e calculadas para o intervalo Calibra 1 da MD3

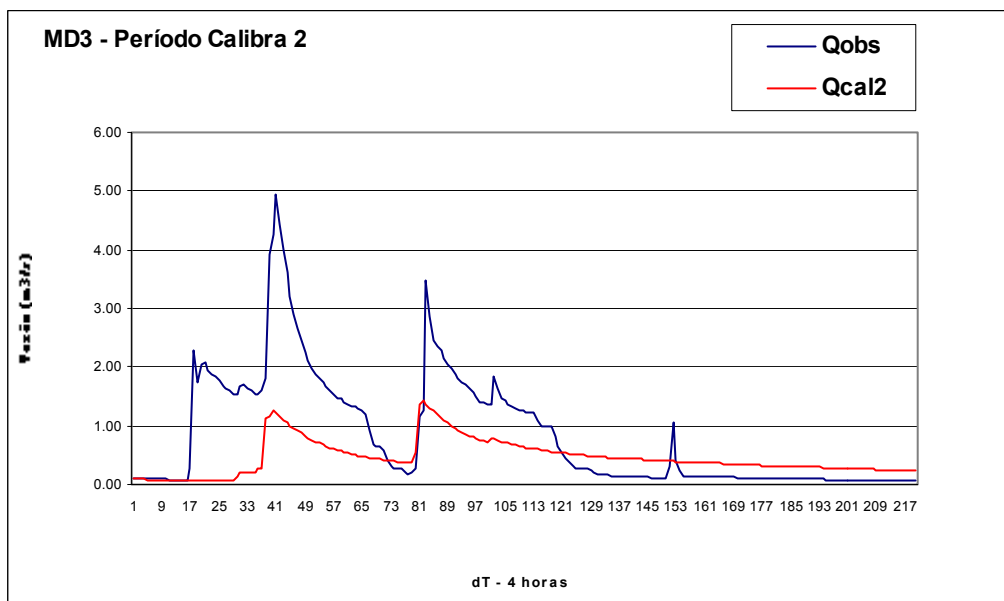


Figura 60- Comparação das vazões observadas e calculadas para o intervalo Calibra 2 da MD3

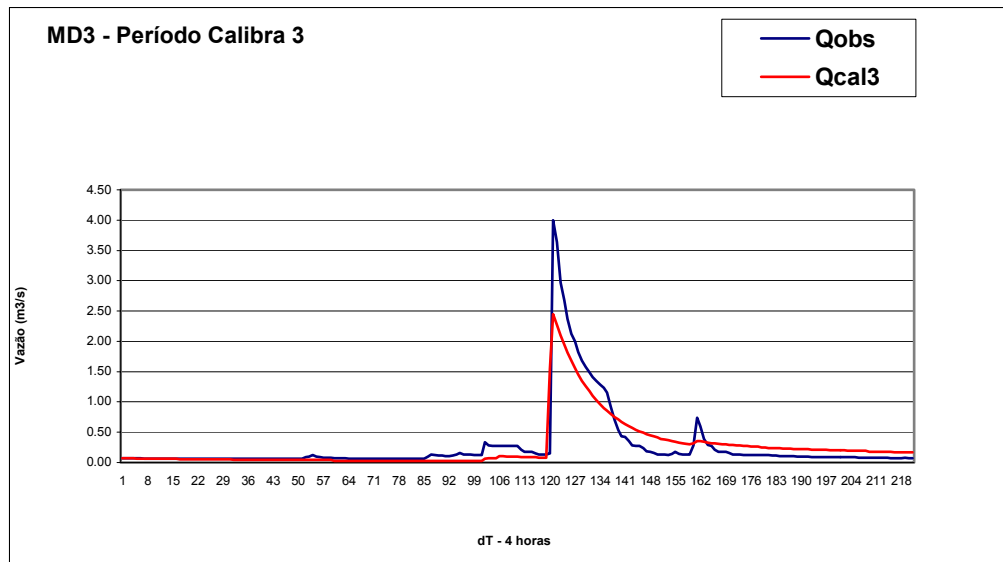


Figura 61- Comparação das vazões observadas e calculadas para o intervalo Calibra 3 da MD3

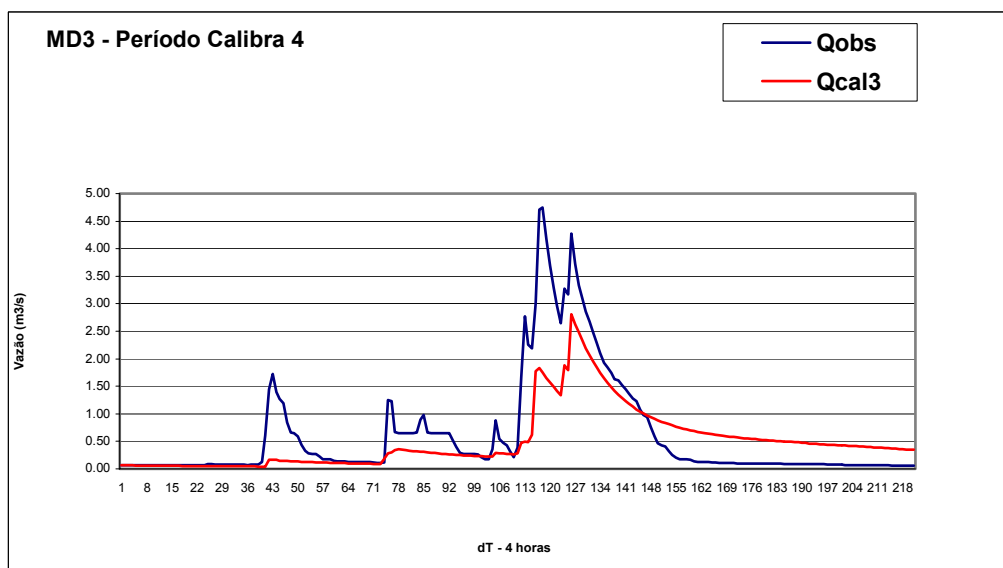


Figura 62- Comparação das vazões observadas e calculadas para o intervalo Calibra 4 da MD3

ANEXO E

Ajuste dos parâmetros da estação fluviométrica Menino Deus 3.

E.2 – Melhores parâmetros do intervalo Calibra 2 testados nos intervalos Calibra 1, Calibra 3 e Calibra 4.

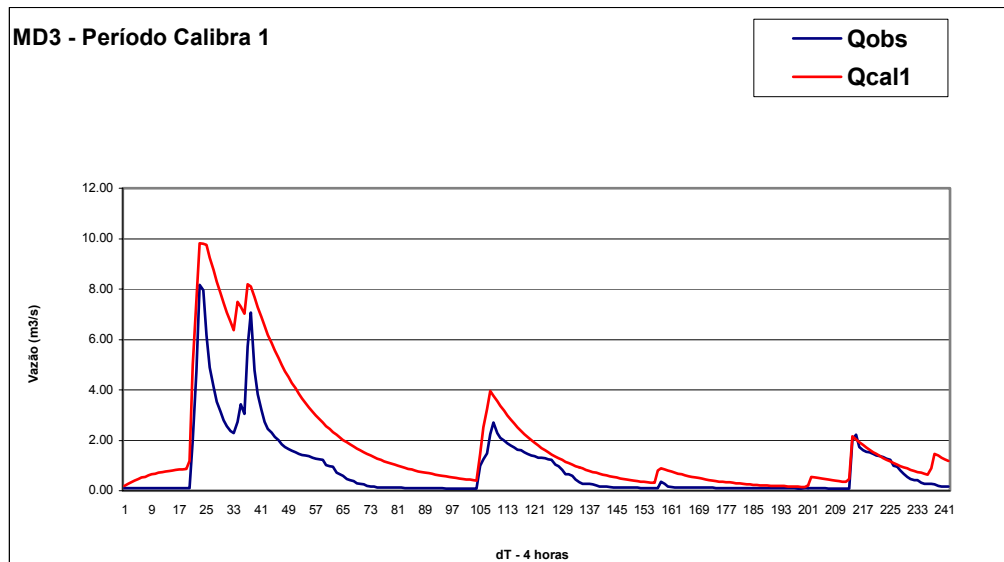


Figura 63- Comparação das vazões observadas e calculadas para o intervalo Calibra 1 da MD3

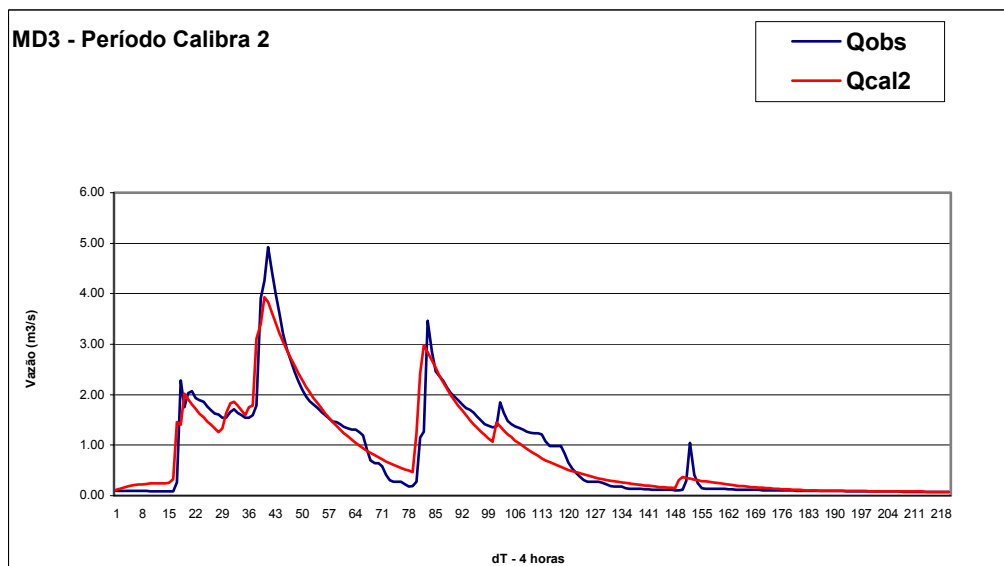


Figura 64- Comparação das vazões observadas e calculadas para o intervalo Calibra 2 da MD3

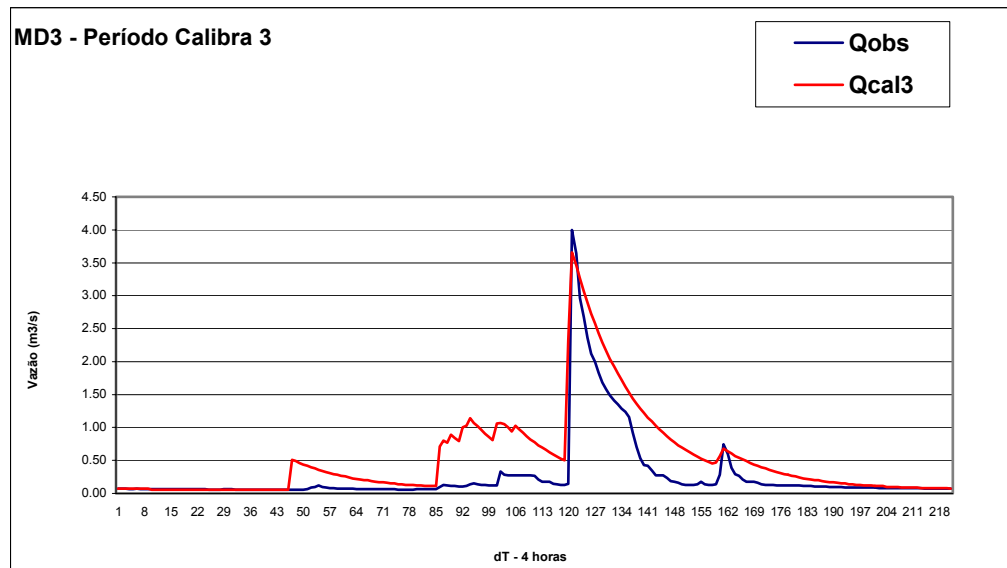


Figura 65- Comparação das vazões observadas e calculadas para o intervalo Calibra 3 da MD3

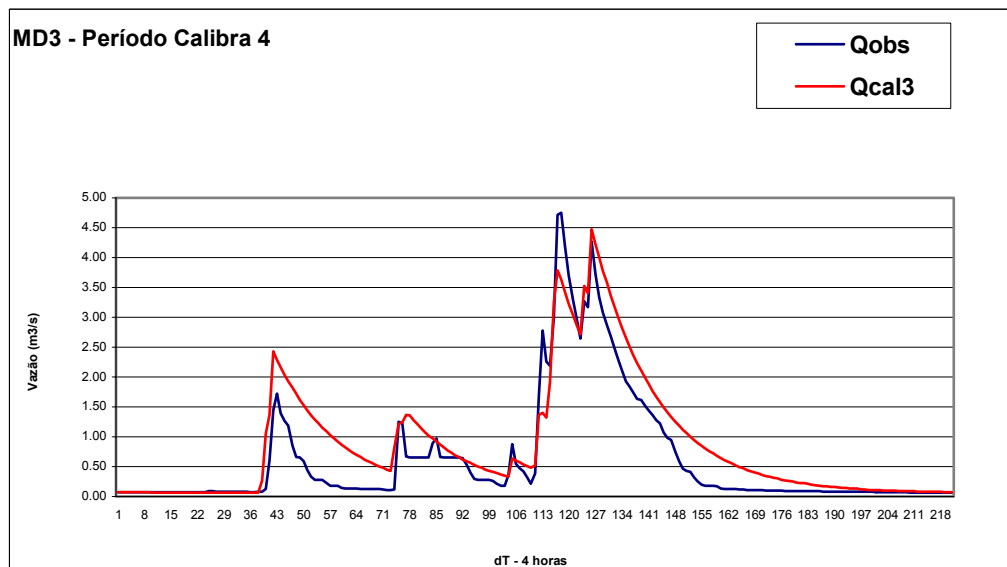


Figura 66- Comparação das vazões observadas e calculadas para o intervalo Calibra 4 da MD3

ANEXO E

Ajuste dos parâmetros da estação fluviométrica Menino Deus 3.

E.3 – Melhores parâmetros do intervalo Calibra 3 testados nos intervalos Calibra 1, Calibra 2 e Calibra 4.

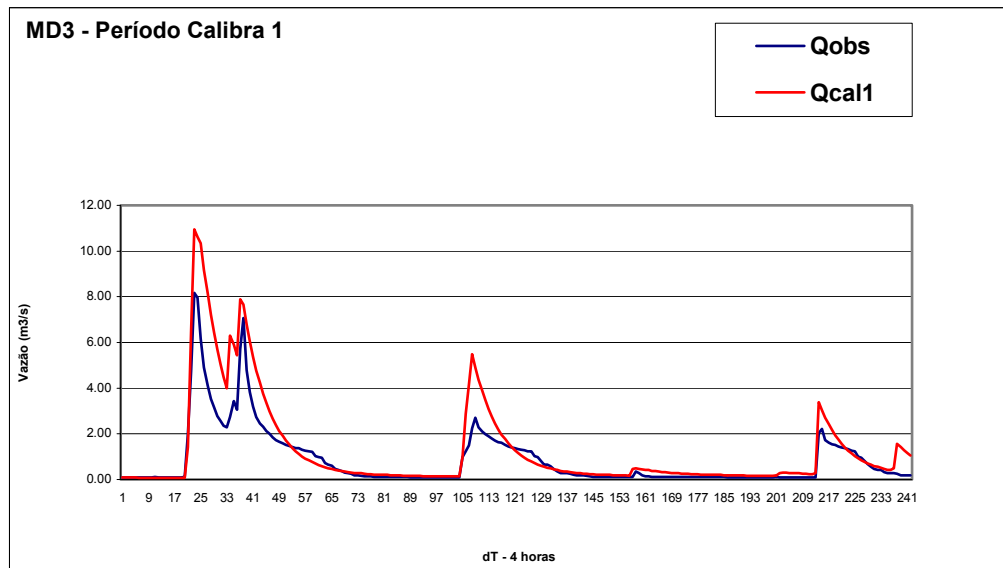


Figura 67- Comparação das vazões observadas e calculadas para o intervalo Calibra 1 da MD3

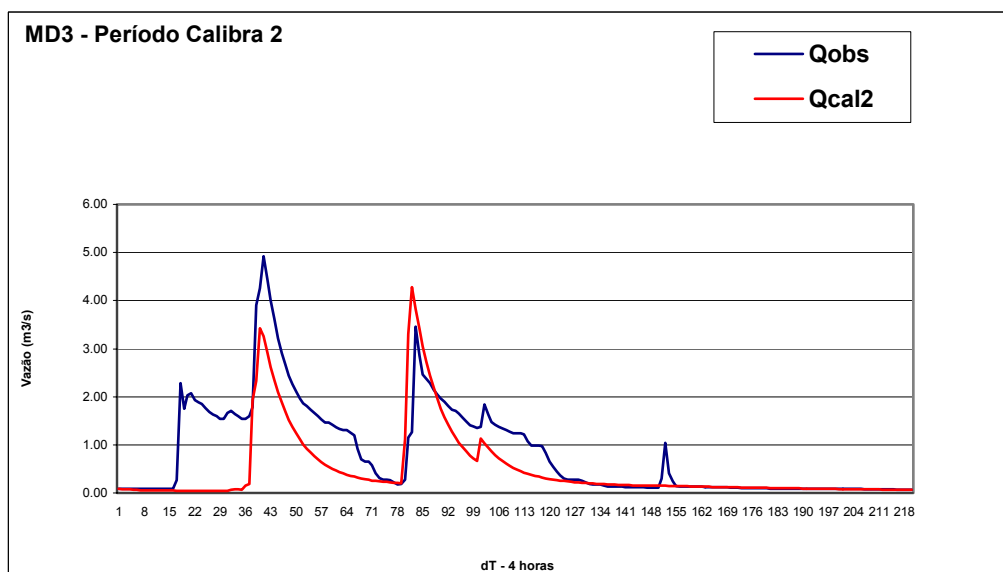


Figura 68- Comparação das vazões observadas e calculadas para o intervalo Calibra 2 da MD3

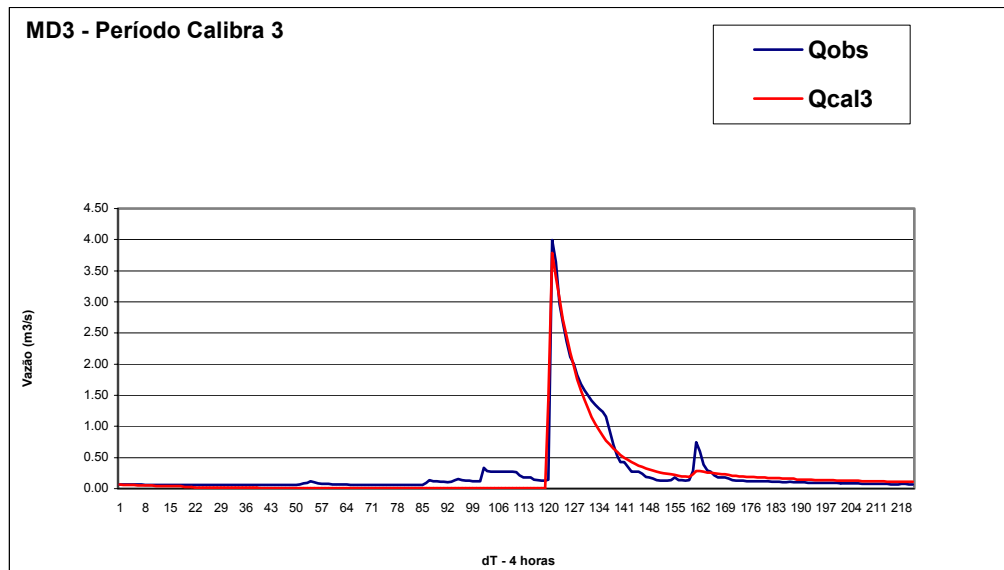


Figura 69- Comparação das vazões observadas e calculadas para o intervalo Calibra 3 da MD3

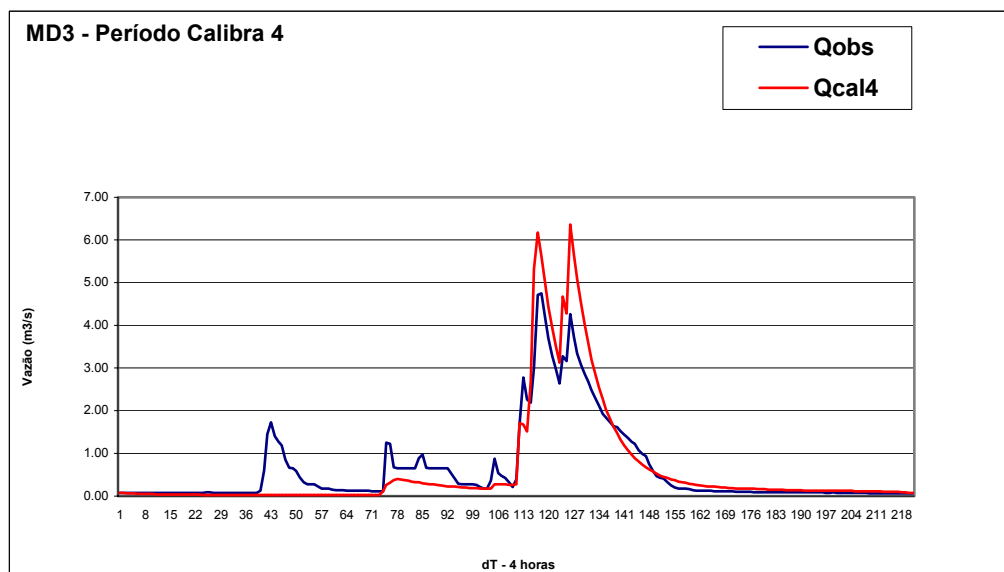


Figura 70- Comparação das vazões observadas e calculadas para o intervalo Calibra 4 da MD3

ANEXO E

Ajuste dos parâmetros da estação fluviométrica Menino Deus 3.

E.4 – Melhores parâmetros do intervalo Calibra 4 testados nos intervalos Calibra 1, Calibra 2 e Calibra 3.

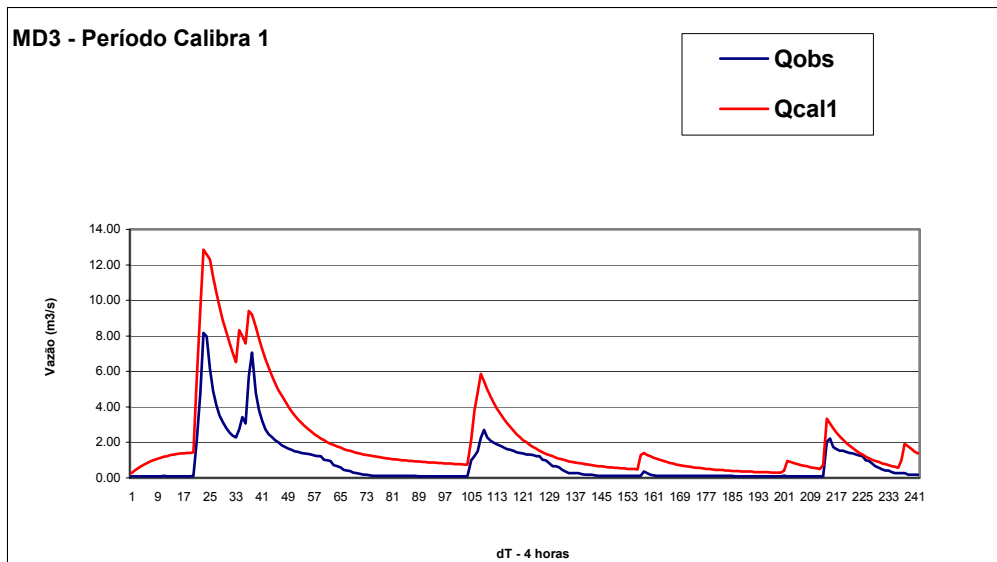


Figura 71- Comparação das vazões observadas e calculadas para o intervalo Calibra 1 da MD3

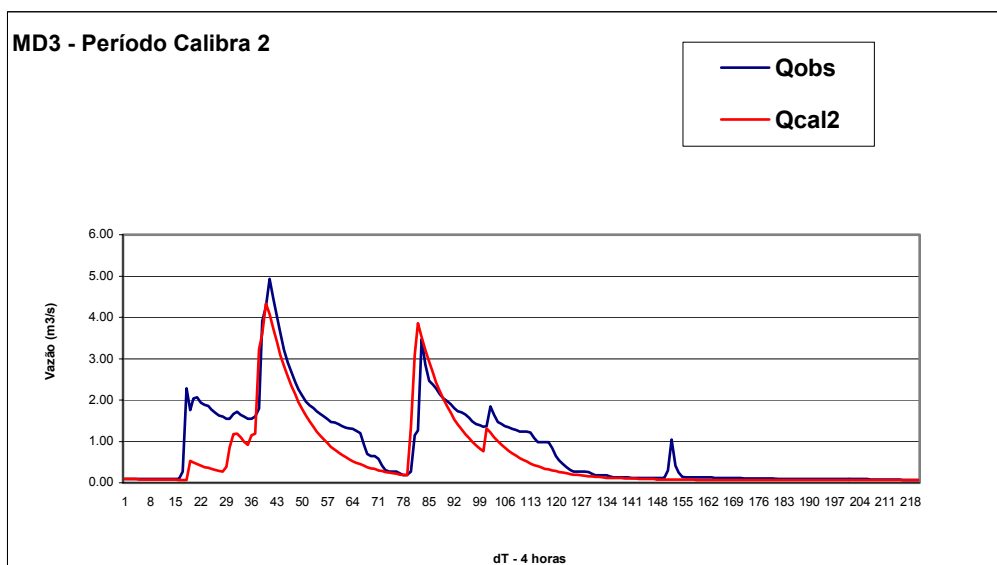


Figura 72- Comparação das vazões observadas e calculadas para o intervalo Calibra 2 da MD3

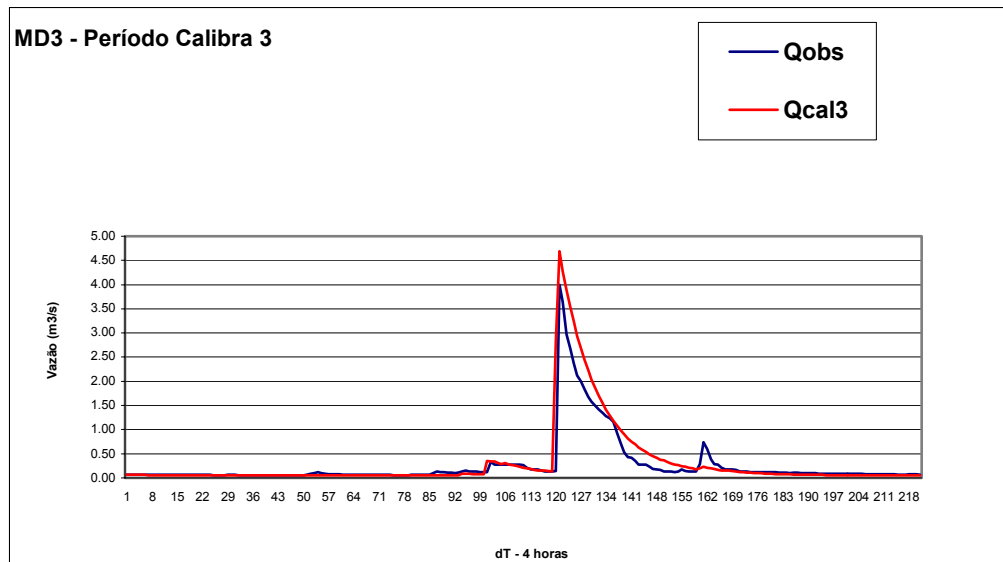


Figura 73- Comparação das vazões observadas e calculadas para o intervalo Calibra 3 da MD3

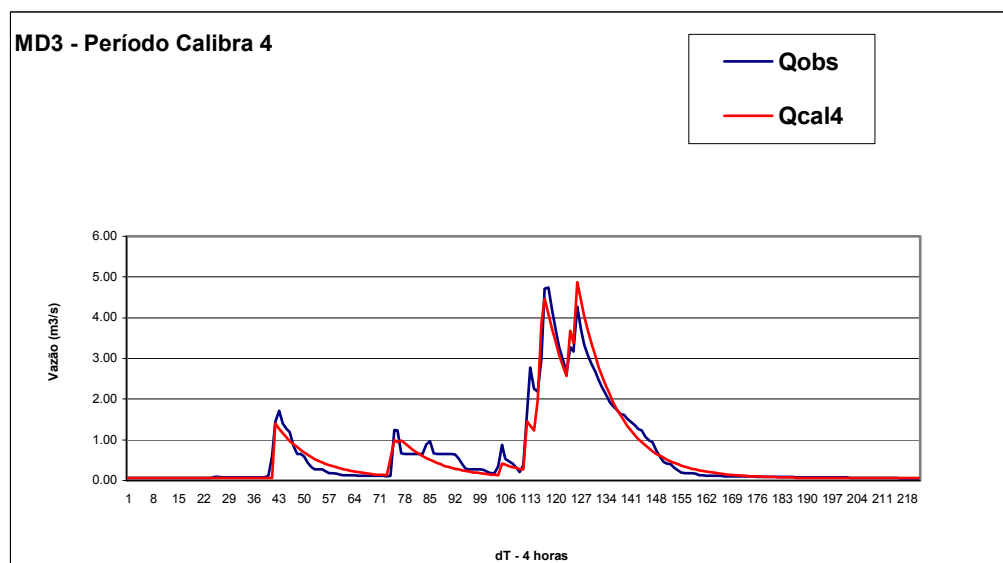


Figura 74- Comparação das vazões observadas e calculadas para o intervalo Calibra 4 da MD3

ANEXO F

Séries de vazão afluentes ao reservatório do Vacacá-Mirim

Tabela 24 - Séries de vazão afluentes ao reservatório do Vacacaí-Mirim

t (h)	Sub1Qcal	Sub2Qobs	Sub3Qcal	Sub4Qcal	Sub1Qcal	Sub2Qobs	Sub3Qcal	Sub4Qcal
00:00	0.0400	0.0872	0.0600	0.0100	0.0600	0.1643	0.9100	0.1600
04:00	0.0400	0.0872	0.0600	0.0200	0.0600	0.1643	0.8300	0.1500
08:00	0.0400	0.0872	0.0600	0.0300	0.0600	0.1643	0.7600	0.1400
12:00	0.0400	0.0872	0.0600	0.0300	0.0600	0.1495	0.7000	0.1300
16:00	0.0400	0.0769	0.0600	0.0300	0.0600	0.1457	0.6400	0.1200
20:00	0.0400	0.0760	0.0600	0.0400	0.0600	0.1457	0.5900	0.1100
00:00	0.0400	0.0760	0.0600	0.0400	0.0600	0.1427	0.5400	0.1100
04:00	0.0400	0.0760	0.0600	0.0400	0.0600	0.1289	0.5000	0.1000
08:00	0.0400	0.0760	0.0600	0.0500	0.0600	0.1289	0.4600	0.0900
12:00	0.0400	0.0760	0.0600	0.0500	0.0600	0.1289	0.4200	0.0900
16:00	0.0400	0.0703	0.0600	0.0500	0.0600	0.1249	0.3900	0.0800
20:00	0.0400	0.0659	0.0600	0.0500	0.0600	0.1136	0.3600	0.0800
00:00	0.0400	0.0659	0.0600	0.0500	0.0600	0.1136	0.3300	0.0800
04:00	0.0300	0.0659	0.0600	0.0600	0.0600	0.1136	0.3100	0.0700
08:00	0.0300	0.0659	0.0600	0.0600	0.8700	0.9660	4.7400	0.5200
12:00	0.0300	0.0659	0.0600	0.0600	1.1800	2.4256	5.8400	0.6500
16:00	0.0300	0.0659	0.0600	0.0600	1.0200	1.7983	5.3100	0.6000
20:00	0.0300	0.0659	0.0600	0.0600	0.8900	1.3841	4.8400	0.5500
00:00	0.0300	0.0659	0.0600	0.0600	0.7700	1.0877	4.4100	0.5000
04:00	0.0300	0.0659	0.0600	0.0600	0.6700	0.8828	4.0100	0.4600
08:00	0.0300	0.0659	0.0600	0.0600	0.5900	0.7313	3.6600	0.4200
12:00	0.0300	0.0623	0.0600	0.0600	0.5200	0.6121	3.3300	0.3800
16:00	0.0300	0.0549	0.0600	0.0600	0.4500	0.5177	3.0400	0.3500
20:00	0.0300	0.0549	0.0600	0.0600	0.4000	0.4532	2.7700	0.3200
00:00	0.0300	0.0549	0.0600	0.0600	0.3600	0.4142	2.5200	0.3000
04:00	0.0300	0.0549	0.0600	0.0600	0.3200	0.3790	2.3000	0.2700
08:00	0.0300	0.0549	0.0600	0.0600	0.2800	0.3431	2.1000	0.2500
12:00	0.0300	0.0549	0.0600	0.0600	0.2500	0.3052	1.9100	0.2300
16:00	0.0300	0.0549	0.0600	0.0600	0.2300	0.2780	1.7500	0.2100
20:00	0.0300	0.0955	0.0600	0.0600	0.2100	0.2574	1.5900	0.2000
00:00	0.0300	0.1184	0.0600	0.0500	0.1900	0.2348	1.4500	0.1800
04:00	0.0300	0.1709	0.0600	0.0500	0.1700	0.2256	1.3300	0.1700
08:00	0.0200	0.1595	0.0600	0.0500	0.1600	0.2068	1.2100	0.1500
12:00	0.0200	0.1276	0.0600	0.0500	0.1500	0.1902	1.1100	0.1400
16:00	0.0200	0.1129	0.0600	0.0500	0.1400	0.1792	1.0100	0.1300
20:00	0.0200	0.0997	0.0600	0.0500	0.1300	0.1643	0.9300	0.1200
00:00	0.0200	0.0997	0.0600	0.0500	0.1200	0.1643	0.8500	0.1100
04:00	0.0200	0.0878	0.0600	0.0500	0.1100	0.1481	0.7800	0.1100
08:00	0.0200	0.0872	0.0600	0.0500	0.1100	0.1457	0.7100	0.1000
12:00	0.0200	0.0919	0.0600	0.0500	0.1000	0.1400	0.6500	0.0900
16:00	0.0200	0.0930	0.0600	0.0500	0.1000	0.1289	0.6000	0.0900
20:00	0.0200	0.0772	0.0600	0.0500	0.0900	0.1289	0.5500	0.0800
00:00	0.0200	0.0694	0.0600	0.0500	0.0900	0.1260	0.5100	0.0800
04:00	0.0200	0.0659	0.0600	0.0500	0.0900	0.1136	0.4700	0.0700
08:00	0.0200	0.0735	0.0600	0.0500	0.0800	0.1136	0.4300	0.0700
12:00	0.0200	0.0775	0.0600	0.0500	0.0800	0.1136	0.4000	0.0600
16:00	0.0500	0.2564	1.8600	0.2500	0.0800	0.1064	0.3700	0.0600
20:00	0.0600	0.3108	1.7000	0.2400	0.0800	0.0997	0.3400	0.0600
00:00	0.0600	0.2394	1.5500	0.2300	0.0800	0.0997	0.3100	0.0500
04:00	0.0600	0.2310	1.4200	0.2200	0.0700	0.0997	0.2900	0.0500
08:00	0.0600	0.2070	1.3000	0.2100	0.0700	0.0997	0.2700	0.0500
12:00	0.0600	0.1994	1.1900	0.1900	0.0700	0.0942	0.2500	0.0500
16:00	0.0600	0.1846	1.0900	0.1900	0.0700	0.0872	0.2300	0.0400
20:00	0.0600	0.1744	1.0000	0.1700	0.0700	0.0872	0.2200	0.0400

t (h)	Sub1Qcal	Sub2Qobs	Sub3Qcal	Sub4Qcal	Sub1Qcal	Sub2Qobs	Sub3Qcal	Sub4Qcal
00:00	0.0700	0.0872	0.2000	0.0400	0.5400	1.0835	2.5000	0.3300
04:00	0.0700	0.0842	0.1900	0.0400	0.4800	0.9977	2.2800	0.3100
08:00	0.0700	0.0760	0.1800	0.0400	0.4200	0.8936	2.0800	0.2800
12:00	0.0700	0.0760	0.1700	0.0400	0.3800	0.8114	1.8900	0.2600
16:00	0.0600	0.0760	0.1600	0.0300	0.3600	0.7425	1.8000	0.2700
20:00	0.0600	0.0760	0.1500	0.0300	0.5300	1.0411	2.2900	0.3300
00:00	0.0600	0.0734	0.1400	0.0300	0.4700	0.8706	2.0800	0.3000
04:00	0.0600	0.0659	0.1300	0.0300	0.8500	1.3531	3.4200	0.4500
08:00	0.0600	0.2582	0.1300	0.0400	0.9000	2.0505	3.5000	0.4700
12:00	0.0600	0.1766	0.1200	0.0400	0.8900	1.9405	3.3700	0.4700
16:00	0.0600	0.1313	0.1200	0.0400	0.7900	1.9405	3.0700	0.4400
20:00	0.0600	0.1127	0.1100	0.0400	0.7000	1.7996	2.8000	0.4100
00:00	0.0600	0.0997	0.1100	0.0400	0.6100	1.6452	2.5500	0.3800
04:00	0.0600	0.0948	0.1000	0.0300	0.5400	1.4651	2.3300	0.3500
08:00	0.0600	0.0872	0.1000	0.0300	0.4800	1.3156	2.1300	0.3200
12:00	0.0600	0.0872	0.1000	0.0300	0.4200	1.1425	1.9400	0.2900
16:00	0.0600	0.0785	0.0900	0.0300	0.3700	1.0313	1.7700	0.2700
20:00	0.0600	0.0760	0.0900	0.0300	0.3300	0.9238	1.6200	0.2400
00:00	0.0600	0.0760	0.0900	0.0300	0.3000	0.8429	1.4800	0.2200
04:00	0.0600	0.0760	0.0800	0.0300	0.2700	0.7730	1.3500	0.2000
08:00	0.0600	0.0750	0.0800	0.0300	0.2400	0.7024	1.2300	0.1900
12:00	0.0500	0.0661	0.0800	0.0300	0.2200	0.6371	1.1300	0.1700
16:00	0.0500	0.0657	0.0800	0.0300	0.2000	0.5752	1.0300	0.1600
20:00	0.0500	0.0659	0.0800	0.0200	0.1800	0.5179	0.9400	0.1400
00:00	0.0500	0.0659	0.0700	0.0200	0.1700	0.4768	0.8600	0.1300
04:00	0.0500	0.0659	0.0700	0.0200	0.1600	0.4508	0.7900	0.1200
08:00	0.0500	0.0659	0.0700	0.0200	0.1500	0.4091	0.7200	0.1100
12:00	0.0500	0.0659	0.0700	0.0200	0.1400	0.3748	0.6600	0.1000
16:00	0.0500	0.0745	0.0700	0.0200	0.1300	0.3287	0.6100	0.0900
20:00	0.2200	0.3987	2.4400	0.2800	0.1200	0.3171	0.5600	0.0900
00:00	0.7500	1.0286	4.4000	0.4900	0.1200	0.3063	0.5100	0.0800
04:00	0.7700	1.7571	4.2100	0.4900	0.1100	0.2860	0.4700	0.0700
08:00	0.7200	1.2877	3.8400	0.4800	0.1100	0.2771	0.4400	0.0700
12:00	0.6300	1.0504	3.5000	0.4300	0.1000	0.2574	0.4000	0.0600
16:00	0.5500	0.8830	3.1900	0.4000	0.1000	0.2398	0.3700	0.0600
20:00	0.4800	0.7623	2.9100	0.3600	0.0900	0.2310	0.3400	0.0500
00:00	0.4300	0.6587	2.6500	0.3300	0.0900	0.2182	0.3200	0.0500
04:00	0.3800	0.5815	2.4200	0.3000	0.0900	0.2068	0.2900	0.0400
08:00	0.3400	0.5195	2.2000	0.2800	0.0900	0.2068	0.2700	0.0400
12:00	0.3000	0.4685	2.0100	0.2500	0.0800	0.1872	0.2500	0.0400
16:00	0.2700	0.4270	1.8300	0.2300	0.0800	0.1846	0.2400	0.0400
20:00	0.2400	0.3934	1.6700	0.2100	0.0800	0.1846	0.2200	0.0300
00:00	0.2200	0.3718	1.5300	0.1900	0.0800	0.1659	0.2100	0.0300
04:00	0.2000	0.3507	1.3900	0.1800	0.0800	0.1643	0.1900	0.0300
08:00	0.4000	0.5481	2.3400	0.2900	0.0800	0.1583	0.1800	0.0300
12:00	0.6300	0.9740	3.0200	0.3800	0.0700	0.1457	0.1700	0.0300
16:00	0.5600	0.8340	2.7500	0.3500	0.0700	0.1417	0.1600	0.0200
20:00	0.5400	0.7446	2.5200	0.3500	0.0700	0.1335	0.1500	0.0200
00:00	0.5000	0.7501	2.3000	0.3300	0.0700	0.1289	0.1400	0.0200
04:00	0.4400	0.7308	2.1000	0.3000	0.0700	0.1292	0.1400	0.0200
08:00	0.4000	0.6890	1.9200	0.2900	0.0700	0.1302	0.1300	0.0200
12:00	0.8100	0.8504	3.3000	0.4400	0.0700	0.1289	0.1200	0.0200
16:00	0.7100	1.5254	3.0100	0.4000	0.0700	0.1249	0.1200	0.0200
20:00	0.6200	1.1709	2.7400	0.3700	0.0700	0.1136	0.1100	0.0200

t (h)	Sub1Qcal	Sub2Qobs	Sub3Qcal	Sub4Qcal	Sub1Qcal	Sub2Qobs	Sub3Qcal	Sub4Qcal
00:00	0.0700	0.1136	0.1100	0.0200	0.0400	0.0506	0.0600	0.0100
04:00	0.0600	0.1136	0.1000	0.0100	0.0400	0.0506	0.0600	0.0100
08:00	0.0600	0.1136	0.1000	0.0100	0.0300	0.0506	0.0600	0.0100
12:00	0.0600	0.1136	0.1000	0.0100	0.0300	0.0515	0.0600	0.0100
16:00	0.0600	0.1016	0.0900	0.0100	0.0300	0.0510	0.0600	0.0100
20:00	0.0600	0.0997	0.0900	0.0100	0.0300	0.0515	0.0600	0.0100
00:00	0.0600	0.0997	0.0900	0.0100	0.0300	0.0549	0.0600	0.0100
04:00	0.0600	0.0997	0.0900	0.0100	0.0300	0.0546	0.0600	0.0100
08:00	0.0600	0.0997	0.0800	0.0100	0.0300	0.0526	0.0600	0.0100
12:00	0.0600	0.0997	0.0800	0.0100	0.0300	0.0506	0.0600	0.0100
16:00	0.0600	0.1039	0.0800	0.0100	0.0300	0.0506	0.0600	0.0100
20:00	0.0600	0.1198	0.0800	0.0100	0.0300	0.0506	0.0600	0.0100
00:00	0.0600	0.1136	0.0800	0.0100	0.0300	0.0506	0.0600	0.0100
04:00	0.0600	0.1093	0.0700	0.0100	0.0300	0.0506	0.0600	0.0100
08:00	0.0600	0.0997	0.0700	0.0100	0.0300	0.0506	0.0600	0.0100
12:00	0.0500	0.0970	0.0700	0.0100	0.0300	0.0506	0.0600	0.0100
16:00	0.0500	0.0872	0.0700	0.0100	0.0300	0.0506	0.0600	0.0100
20:00	0.0500	0.0872	0.0700	0.0100	0.0300	0.0506	0.0600	0.0100
00:00	0.0500	0.0872	0.0700	0.0100	0.0300	0.0506	0.0600	0.0100
04:00	0.0500	0.0872	0.0700	0.0100	0.0300	0.0506	0.0600	0.0100
08:00	0.0500	0.0872	0.0700	0.0100	0.0300	0.0506	0.0600	0.0100
12:00	0.0500	0.0803	0.0700	0.0100	0.0300	0.0506	0.0600	0.0100
16:00	0.0500	0.0760	0.0700	0.0100	0.0300	0.0506	0.0600	0.0100
20:00	0.0500	0.0760	0.0700	0.0100	0.0300	0.0491	0.0600	0.0100
00:00	0.0500	0.0760	0.0700	0.0100	0.0300	0.0478	0.0600	0.0100
04:00	0.0500	0.0760	0.0700	0.0100	0.0300	0.0491	0.0600	0.0100
08:00	0.0500	0.0760	0.0600	0.0100	0.0300	0.0492	0.0600	0.0100
12:00	0.0500	0.0760	0.0600	0.0100	0.0300	0.0486	0.0600	0.0100
16:00	0.0500	0.0705	0.0600	0.0100	0.0300	0.0504	0.0600	0.0100
20:00	0.0500	0.0659	0.0600	0.0100	0.0300	0.0493	0.0600	0.0100
00:00	0.0500	0.0659	0.0600	0.0100	0.0300	0.0464	0.0600	0.0100
04:00	0.0500	0.0659	0.0600	0.0100	0.0300	0.0464	0.0600	0.0100
08:00	0.0500	0.0659	0.0600	0.0100	0.0300	0.0524	0.0600	0.0100
12:00	0.0400	0.0659	0.0600	0.0100	0.0200	0.0684	0.0600	0.0100
16:00	0.0400	0.0659	0.0600	0.0100	0.0300	0.2602	0.4600	0.0700
20:00	0.0400	0.0659	0.0600	0.0100	0.0500	0.1419	1.1000	0.1500
00:00	0.0400	0.0659	0.0600	0.0100	0.0600	0.4833	1.4500	0.2100
04:00	0.0400	0.0659	0.0600	0.0100	0.0600	0.2469	1.3300	0.1900
08:00	0.0400	0.0659	0.0600	0.0100	0.0600	0.2109	1.2100	0.1700
12:00	0.0400	0.0659	0.0600	0.0100	0.0600	0.1875	1.1100	0.1600
16:00	0.0400	0.0563	0.0600	0.0100	0.0600	0.1644	1.0200	0.1500
20:00	0.0400	0.0549	0.0600	0.0100	0.0600	0.1470	0.9300	0.1300
00:00	0.0400	0.0549	0.0600	0.0100	0.0600	0.1457	0.8500	0.1200
04:00	0.0400	0.0549	0.0600	0.0100	0.0600	0.1321	0.7800	0.1100
08:00	0.0400	0.0549	0.0600	0.0100	0.0600	0.1289	0.7100	0.1000
12:00	0.0400	0.0549	0.0600	0.0100	0.0600	0.1289	0.6600	0.0900
16:00	0.0400	0.0549	0.0600	0.0100	0.0600	0.1172	0.6000	0.0900
20:00	0.0400	0.0549	0.0600	0.0100	0.0600	0.1136	0.5500	0.0800
00:00	0.0400	0.0549	0.0600	0.0100	0.0600	0.1136	0.5100	0.0700
04:00	0.0400	0.0549	0.0600	0.0100	0.0600	0.1068	0.4700	0.0700
08:00	0.0400	0.0549	0.0600	0.0100	0.0600	0.0997	0.4300	0.0600
12:00	0.0400	0.0549	0.0600	0.0100	0.0600	0.0997	0.4000	0.0600
16:00	0.0400	0.0513	0.0600	0.0100	0.0600	0.0997	0.3700	0.0500
20:00	0.0400	0.0506	0.0600	0.0100	0.0600	0.0994	0.3400	0.0500

t (h)	Sub1Qcal	Sub2Qobs	Sub3Qcal	Sub4Qcal	Sub1Qcal	Sub2Qobs	Sub3Qcal	Sub4Qcal
00:00	0.0600	0.0888	0.3100	0.0400	0.0600	0.1289	0.7300	0.1000
04:00	0.0600	0.0872	0.2900	0.0400	0.0600	0.1219	0.6700	0.0900
08:00	0.0500	0.0872	0.2700	0.0400	0.0600	0.1136	0.6100	0.0800
12:00	0.0500	0.0852	0.2500	0.0400	0.0600	0.1185	0.5600	0.0700
16:00	0.0500	0.0705	0.2300	0.0300	0.0600	0.1289	0.5200	0.0700
20:00	0.0500	0.0659	0.2200	0.0300	0.0600	0.1286	0.4800	0.0600
00:00	0.0500	0.0659	0.2000	0.0300	0.0600	0.1146	0.4400	0.0600
04:00	0.0500	0.0659	0.1900	0.0300	0.0600	0.1136	0.4100	0.0500
08:00	0.0500	0.0659	0.1800	0.0200	0.0600	0.1136	0.3700	0.0500
12:00	0.0500	0.0659	0.1700	0.0200	0.0600	0.1042	0.3500	0.0400
16:00	0.0500	0.0659	0.1600	0.0200	0.0600	0.0997	0.3200	0.0400
20:00	0.0500	0.0659	0.1500	0.0200	0.0600	0.0997	0.3000	0.0400
00:00	0.0500	0.0659	0.1400	0.0200	0.0600	0.0997	0.2800	0.0400
04:00	0.0500	0.0659	0.1400	0.0200	0.0600	0.0997	0.2600	0.0300
08:00	0.0500	0.0659	0.1300	0.0200	0.0600	0.0997	0.2400	0.0300
12:00	0.0500	0.0659	0.1200	0.0200	0.0600	0.0871	0.2200	0.0300
16:00	0.0500	0.0660	0.1200	0.0200	0.0600	0.0708	0.2100	0.0300
20:00	0.0500	0.0671	0.1100	0.0100	0.0600	0.0659	0.1900	0.0300
00:00	0.0500	0.0651	0.1100	0.0100	0.0700	0.0906	1.1600	0.1400
04:00	0.0500	0.0562	0.1000	0.0100	1.1200	2.4929	5.6800	0.5900
08:00	0.0500	0.0566	0.1000	0.0100	0.9800	1.6551	5.1800	0.5600
12:00	0.0500	0.0557	0.1000	0.0100	0.8600	1.1586	4.7200	0.5100
16:00	0.0500	0.0549	0.0900	0.0100	0.7500	0.9478	4.3000	0.4600
20:00	0.0500	0.0549	0.0900	0.0100	0.6500	0.8891	3.9100	0.4200
00:00	0.0500	0.0549	0.0900	0.0100	0.5700	0.7506	3.5700	0.3800
04:00	0.0400	0.0549	0.0800	0.0100	0.5000	0.6383	3.2500	0.3500
08:00	0.0400	0.0549	0.0800	0.0100	0.4400	0.5589	2.9600	0.3200
12:00	0.0400	0.0549	0.0800	0.0100	0.3900	0.5038	2.7000	0.2900
16:00	0.0400	0.0549	0.0800	0.0100	0.3500	0.4604	2.4600	0.2600
20:00	0.0400	0.0549	0.0800	0.0100	0.3100	0.4239	2.2400	0.2400
00:00	0.0400	0.0549	0.0800	0.0100	0.2800	0.3871	2.0500	0.2200
04:00	0.0400	0.0549	0.0700	0.0100	0.2500	0.3547	1.8700	0.2000
08:00	0.0400	0.0549	0.0700	0.0100	0.2200	0.3305	1.7000	0.1800
12:00	0.0400	0.0548	0.0700	0.0100	0.2000	0.3127	1.5600	0.1700
16:00	0.0400	0.0508	0.0700	0.0100	0.1900	0.2860	1.4200	0.1500
20:00	0.0400	0.0506	0.0700	0.0100	0.1700	0.2700	1.3000	0.1400
00:00	0.0400	0.0506	0.0700	0.0100	0.1600	0.2574	1.1900	0.1300
04:00	0.0400	0.0506	0.0700	0.0100	0.1500	0.2378	1.0800	0.1200
08:00	0.0400	0.0506	0.0700	0.0100	0.1400	0.2310	0.9900	0.1100
12:00	0.0400	0.0506	0.0700	0.0100	0.1300	0.2158	0.9100	0.1000
16:00	0.0400	0.0506	0.0700	0.0100	0.1200	0.2015	0.8300	0.0900
20:00	0.0400	0.0506	0.0700	0.0100	0.1100	0.1846	0.7600	0.0800
00:00	0.0400	0.0506	0.0700	0.0100	0.1100	0.1846	0.7000	0.0800
04:00	0.0400	0.0506	0.0700	0.0100	0.1000	0.1760	0.6400	0.0700
08:00	0.0400	0.0506	0.0600	0.0100	0.1000	0.1643	0.5900	0.0600
12:00	0.0400	0.0506	0.0600	0.0100	0.0900	0.1643	0.5400	0.0600
16:00	0.0500	0.1500	0.9900	0.1200	0.0900	0.1483	0.5000	0.0500
20:00	0.0600	0.6437	1.3600	0.1800	0.0900	0.1457	0.4600	0.0500
00:00	0.0600	0.2389	1.2400	0.1600	0.0900	0.1457	0.4200	0.0500
04:00	0.0600	0.1892	1.1300	0.1500	0.0800	0.1362	0.3900	0.0400
08:00	0.0600	0.1639	1.0400	0.1400	0.0800	0.1289	0.3600	0.0400
12:00	0.0600	0.1459	0.9500	0.1200	0.0800	0.1289	0.3300	0.0400
16:00	0.0600	0.1400	0.8700	0.1100	0.0800	0.1289	0.3100	0.0300
20:00	0.0600	0.1289	0.8000	0.1000	0.0800	0.1289	0.2900	0.0300

t (h)	Sub1Qcal	Sub2Qobs	Sub3Qcal	Sub4Qcal	Sub1Qcal	Sub2Qobs	Sub3Qcal	Sub4Qcal
00:00	0.0700	0.1168	0.2700	0.0300	0.1400	0.2068	0.6100	0.1100
04:00	0.0700	0.1136	0.2500	0.0300	0.1300	0.1916	0.5600	0.1000
08:00	0.0700	0.1136	0.2300	0.0300	0.1200	0.1846	0.5200	0.0900
12:00	0.0700	0.1136	0.2200	0.0200	0.1200	0.1846	0.4700	0.0800
16:00	0.0700	0.1136	0.2000	0.0200	0.1100	0.1846	0.4400	0.0800
20:00	0.0700	0.1136	0.1900	0.0200	0.1100	0.1696	0.4000	0.0700
00:00	0.0700	0.1076	0.1800	0.0200	0.1000	0.1643	0.3700	0.0600
04:00	0.0700	0.0997	0.1700	0.0200	0.1000	0.1643	0.3400	0.0600
08:00	0.0700	0.0997	0.1600	0.0200	0.1000	0.1643	0.3200	0.0500
12:00	0.0600	0.0997	0.1500	0.0200	0.1000	0.1537	0.3000	0.0500
16:00	0.0600	0.0997	0.1400	0.0200	0.0900	0.1447	0.2700	0.0500
20:00	0.0600	0.0997	0.1300	0.0200	0.0900	0.1453	0.2600	0.0400
00:00	0.0600	0.0923	0.1300	0.0100	0.0900	0.1317	0.2400	0.0400
04:00	0.0600	0.0872	0.1200	0.0100	0.0900	0.1289	0.2200	0.0400
08:00	0.0600	0.0872	0.1200	0.0100	0.0900	0.1289	0.2100	0.0300
12:00	0.0600	0.0872	0.1100	0.0100	0.0900	0.1289	0.1900	0.0300
16:00	0.0600	0.0877	0.1100	0.0100	0.0800	0.1241	0.1800	0.0300
20:00	0.0600	0.0872	0.1000	0.0100	0.0800	0.1136	0.1700	0.0300
00:00	0.0600	0.0872	0.1000	0.0100	0.0800	0.1136	0.1600	0.0300
04:00	0.0600	0.0872	0.1000	0.0100	0.0800	0.1136	0.1500	0.0200
08:00	0.0600	0.0785	0.0900	0.0100	0.0800	0.1136	0.1400	0.0200
12:00	0.0600	0.0760	0.0900	0.0100	0.0800	0.1128	0.1400	0.0200
16:00	0.0500	0.0761	0.0900	0.0100	0.0800	0.1002	0.1300	0.0200
20:00	0.1100	0.3356	1.7700	0.1900	0.0800	0.0997	0.1200	0.0200
00:00	0.1400	0.2368	1.9100	0.2300	0.0800	0.1095	0.1200	0.0300
04:00	0.5700	0.7698	3.2700	0.3800	0.1000	0.1560	0.8500	0.1200
08:00	0.5000	0.5843	2.9800	0.3500	0.1200	0.2358	0.8800	0.1400
12:00	0.4400	0.4451	2.7200	0.3200	0.3200	0.2382	1.4200	0.2100
16:00	0.3900	0.4002	2.4800	0.2900	0.3100	0.3108	1.3000	0.2100
20:00	0.3400	0.3497	2.2600	0.2600	0.2800	0.2428	1.1900	0.1900
00:00	0.3100	0.3166	2.0600	0.2400	0.2500	0.2190	1.0900	0.1700
04:00	0.2800	0.2860	1.8800	0.2200	0.2300	0.2068	1.0000	0.1600
08:00	0.2500	0.2654	1.7200	0.2000	0.2100	0.2068	0.9100	0.1400
12:00	0.2200	0.2473	1.5700	0.1800	0.1900	0.1942	0.8400	0.1300
16:00	0.2000	0.2310	1.4300	0.1700	0.1800	0.1846	0.7700	0.1200
20:00	0.1900	0.2164	1.3100	0.1500	0.2100	0.2108	0.9300	0.1500
00:00	0.1700	0.2068	1.2000	0.1400	0.1900	0.2151	0.8600	0.1400
04:00	0.1600	0.1967	1.0900	0.1300	0.1700	0.1994	0.7800	0.1300
08:00	0.1500	0.1846	1.0000	0.1200	0.1600	0.1846	0.7200	0.1200
12:00	0.1400	0.1761	0.9100	0.1100	0.1500	0.1846	0.6600	0.1100
16:00	0.1300	0.1643	0.8400	0.1000	0.1400	0.1733	0.6100	0.1000
20:00	0.1200	0.1643	0.7700	0.0900	0.1300	0.1643	0.5600	0.0900
00:00	0.1200	0.1550	0.7000	0.0800	0.1300	0.1643	0.5100	0.0800
04:00	0.1100	0.1457	0.6500	0.0800	0.1200	0.1643	0.4700	0.0800
08:00	0.1100	0.1457	0.5900	0.0700	0.1200	0.1643	0.4300	0.0700
12:00	0.1000	0.1457	0.5500	0.0600	0.1100	0.1632	0.4000	0.0600
16:00	0.1000	0.1585	0.5600	0.0900	0.1100	0.1460	0.3700	0.0600
20:00	0.1400	0.2430	1.0200	0.1500	0.1000	0.1457	0.3400	0.0500
00:00	0.1900	0.2850	1.0200	0.1700	0.1000	0.1457	0.3200	0.0500
04:00	0.1800	0.2425	0.9400	0.1500	0.1000	0.1457	0.2900	0.0500
08:00	0.1800	0.2310	0.8600	0.1500	0.0900	0.1450	0.2700	0.0400
12:00	0.1600	0.2310	0.7900	0.1400	0.0900	0.1313	0.2500	0.0400
16:00	0.1500	0.2080	0.7200	0.1300	0.0900	0.1289	0.2400	0.0400
20:00	0.1400	0.2068	0.6600	0.1200	0.0900	0.1289	0.2200	0.0300

t (h)	Sub1Qcal	Sub2Qobs	Sub3Qcal	Sub4Qcal	Sub1Qcal	Sub2Qobs	Sub3Qcal	Sub4Qcal
00:00	0.0900	0.1289	0.2100	0.0300	0.0600	0.0454	0.1400	0.0200
04:00	0.0800	0.1208	0.1900	0.0300	0.0600	0.0448	0.1300	0.0200
08:00	0.0800	0.1136	0.1800	0.0300	0.0600	0.0423	0.1300	0.0200
12:00	0.0800	0.1136	0.1700	0.0300	0.0600	0.0396	0.1200	0.0100
16:00	0.0800	0.1136	0.1600	0.0200	0.0600	0.0395	0.1200	0.0100
20:00	0.0800	0.1136	0.1500	0.0200	0.0600	0.0664	0.1200	0.0300
00:00	0.0800	0.0798	0.1400	0.0200	0.0800	0.1446	1.0800	0.1400
04:00	0.0800	0.0753	0.1400	0.0200	0.0800	0.1431	0.9900	0.1300
08:00	0.0800	0.0753	0.1300	0.0200	0.0800	0.1013	0.9000	0.1200
12:00	0.0800	0.0753	0.1200	0.0200	0.0800	0.0918	0.8300	0.1100
16:00	0.0700	0.0753	0.1200	0.0200	0.0800	0.0951	0.8800	0.1300
20:00	0.0700	0.0676	0.1100	0.0200	0.0800	0.1164	0.8100	0.1200
00:00	0.0700	0.0667	0.1100	0.0200	0.0800	0.1005	0.7400	0.1100
04:00	0.0700	0.0672	0.1100	0.0100	1.5700	1.1814	6.7900	0.7000
08:00	0.0700	0.0667	0.1000	0.0100	1.8300	3.4895	7.8800	0.8200
12:00	0.0700	0.0667	0.1000	0.0100	1.6200	2.2827	7.1900	0.7700
16:00	0.0700	0.0667	0.0900	0.0100	1.4000	1.6285	6.5400	0.7000
20:00	0.0700	0.0667	0.0900	0.0100	1.2200	1.1363	5.9600	0.6300
00:00	0.0700	0.0614	0.0900	0.0100	1.0500	0.8784	5.4200	0.5800
04:00	0.0700	0.0589	0.0900	0.0100	0.9200	0.7319	4.9400	0.5300
08:00	0.0700	0.0589	0.0800	0.0100	0.8000	0.6235	4.5000	0.4800
12:00	0.0700	0.0589	0.0800	0.0100	0.6900	0.5411	4.1000	0.4400
16:00	0.0600	0.0589	0.0800	0.0100	0.6100	0.4681	3.7300	0.4000
20:00	0.0600	0.0589	0.0800	0.0100	0.5300	0.4074	3.4000	0.3600
00:00	0.0600	0.0589	0.0800	0.0100	0.4700	0.3681	3.1000	0.3300
04:00	0.0600	0.0536	0.0800	0.0100	0.4100	0.3376	2.8300	0.3000
08:00	0.0600	0.0518	0.0800	0.0100	0.3700	0.3090	2.5800	0.2800
12:00	0.0600	0.0518	0.0700	0.0100	0.3200	0.2846	2.3500	0.2500
16:00	0.0600	0.0518	0.0700	0.0100	0.2900	0.2596	2.1400	0.2300
20:00	0.0700	0.0907	0.8900	0.1100	0.2600	0.2348	1.9600	0.2100
00:00	0.0700	0.1148	0.8200	0.1000	0.2300	0.2194	1.7800	0.1900
04:00	0.0700	0.0819	0.7500	0.0900	0.2100	0.2103	1.6300	0.1700
08:00	0.0700	0.0736	0.6900	0.0800	0.1900	0.1952	1.4900	0.1600
12:00	0.0700	0.0667	0.6300	0.0800	0.1800	0.1830	1.3600	0.1500
16:00	0.0700	0.0653	0.5800	0.0700	0.1600	0.1715	1.2400	0.1300
20:00	0.0700	0.0589	0.5300	0.0600	0.1500	0.1609	1.1400	0.1200
00:00	0.0700	0.0589	0.4900	0.0600	0.1400	0.1609	1.0400	0.1100
04:00	0.0700	0.0589	0.4500	0.0500	0.1300	0.1467	0.9500	0.1000
08:00	0.0700	0.0589	0.4200	0.0500	0.1200	0.1456	0.8700	0.0900
12:00	0.0700	0.0589	0.3800	0.0500	0.1100	0.1394	0.8000	0.0900
16:00	0.0700	0.0571	0.3600	0.0400	0.1100	0.1314	0.7300	0.0800
20:00	0.0700	0.0518	0.3300	0.0400	0.1000	0.1302	0.6700	0.0700
00:00	0.0700	0.0518	0.3000	0.0400	0.1000	0.1183	0.6200	0.0700
04:00	0.0700	0.0518	0.2800	0.0300	0.0900	0.1183	0.5700	0.0600
08:00	0.0700	0.0518	0.2600	0.0300	0.0900	0.1136	0.5200	0.0600
12:00	0.0700	0.0518	0.2500	0.0300	0.0900	0.1061	0.4800	0.0500
16:00	0.0700	0.0518	0.2300	0.0300	0.0800	0.1026	0.4400	0.0500
20:00	0.0700	0.0518	0.2100	0.0300	0.0800	0.0950	0.4100	0.0400
00:00	0.0600	0.0518	0.2000	0.0200	0.0400	0.0950	0.0600	0.0100
04:00	0.0600	0.0508	0.1900	0.0200	0.0400	0.0950	0.0600	0.0200
08:00	0.0600	0.0456	0.1800	0.0200	0.0400	0.0950	0.0600	0.0300
12:00	0.0600	0.0454	0.1700	0.0200	0.0400	0.1034	0.0600	0.0300
16:00	0.0600	0.0454	0.1600	0.0200	0.0400	0.1064	0.0600	0.0400
20:00	0.0600	0.0454	0.1500	0.0200	0.0400	0.5957	0.0600	0.0400

t (h)	Sub1Qcal	Sub2Qobs	Sub3Qcal	Sub4Qcal	Sub1Qcal	Sub2Qobs	Sub3Qcal	Sub4Qcal
00:00	0.1100	0.4316	1.9600	0.2500	0.0700	0.1061	0.2400	0.0700
04:00	0.1100	0.6100	1.8600	0.2700	0.0700	0.1061	0.2200	0.0700
08:00	0.1000	0.3632	1.7000	0.2600	0.0700	0.1061	0.2100	0.0600
12:00	0.2400	0.5738	2.1000	0.3200	0.0700	0.1058	0.2000	0.0600
16:00	0.2200	0.3936	1.9100	0.3000	0.0700	0.1000	0.1800	0.0600
20:00	0.2000	0.3483	1.7500	0.2800	0.0600	0.1061	0.1700	0.0600
00:00	0.1800	0.3234	1.5900	0.2600	0.0600	0.0988	0.1600	0.0600
04:00	0.1700	0.2999	1.4500	0.2400	0.0600	0.0950	0.1500	0.0600
08:00	0.1600	0.2800	1.3300	0.2300	0.0600	0.0950	0.1400	0.0500
12:00	0.1500	0.2604	1.2100	0.2100	0.0600	0.0950	0.1400	0.0500
16:00	0.1400	0.2606	1.1100	0.2000	0.0600	0.0851	0.1300	0.0500
20:00	0.2400	0.2456	1.5100	0.2600	0.0600	0.0847	0.1200	0.0500
00:00	2.3500	7.3536	9.4300	1.0400	0.0600	0.0847	0.1200	0.0500
04:00	2.0800	2.8206	8.6000	0.9800	0.0600	0.0847	0.1100	0.0500
08:00	1.9100	2.0372	8.0200	0.9400	0.0600	0.0847	0.1100	0.0500
12:00	1.6500	1.5598	7.3000	0.8700	0.0600	0.0847	0.1000	0.0500
16:00	1.4200	1.1167	6.6500	0.7900	0.0600	0.0847	0.1000	0.0500
20:00	1.2300	0.8964	6.0500	0.7300	0.0500	0.0798	0.1000	0.0500
00:00	1.0700	0.7605	5.5100	0.6700	0.0500	0.0755	0.0900	0.0400
04:00	0.9300	0.6455	5.0200	0.6100	0.0500	0.0753	0.0900	0.0400
08:00	0.8100	0.5758	4.5700	0.5600	0.0500	0.0753	0.0900	0.0400
12:00	0.7000	0.5071	4.1600	0.5200	0.0500	0.0753	0.0800	0.0400
16:00	0.6200	0.4459	3.7900	0.4800	0.0500	0.0753	0.0800	0.0400
20:00	0.5400	0.4041	3.4500	0.4400	0.0500	0.0753	0.0800	0.0400
00:00	0.4700	0.3700	3.1500	0.4000	0.0500	0.0753	0.0800	0.0400
04:00	0.4200	0.3388	2.8700	0.3700	0.0500	0.0734	0.0800	0.0400
08:00	0.3700	0.3141	2.6100	0.3400	0.0500	0.0732	0.0700	0.0400
12:00	0.3300	0.2926	2.3800	0.3200	0.0500	0.0670	0.0700	0.0400
16:00	0.2900	0.2723	2.1700	0.3000	0.0500	0.0667	0.0700	0.0400
20:00	0.2600	0.2566	1.9800	0.2700	0.0500	0.0667	0.0700	0.0400
00:00	0.2400	0.2355	1.8100	0.2500	0.0500	0.0677	0.0700	0.0400
04:00	0.2100	0.2255	1.6500	0.2400	0.0500	0.0713	0.0700	0.0400
08:00	0.1900	0.2143	1.5100	0.2200	0.0500	0.0667	0.0700	0.0400
12:00	0.1800	0.2032	1.3800	0.2100	0.0500	0.0667	0.0700	0.0400
16:00	0.1600	0.1952	1.2600	0.1900	0.0500	0.0660	0.0700	0.0400
20:00	0.1500	0.1801	1.1500	0.1800	0.0400	0.0667	0.0700	0.0400
00:00	0.1400	0.1775	1.0500	0.1700	0.0400	0.0661	0.0700	0.0400
04:00	0.1300	0.1775	0.9600	0.1600	0.0400	0.0600	0.0600	0.0300
08:00	0.1200	0.1775	0.8800	0.1500	0.0400	0.0589	0.0600	0.0300
12:00	0.1100	0.1775	0.8100	0.1400	0.0400	0.0589	0.0600	0.0300
16:00	0.1100	0.1688	0.7400	0.1300	0.0400	0.0589	0.0600	0.0300
20:00	0.1000	0.1609	0.6800	0.1200	0.0400	0.0589	0.0600	0.0300
00:00	0.1000	0.1594	0.6200	0.1200	0.0400	0.0589	0.0600	0.0300
04:00	0.0900	0.1456	0.5700	0.1100	0.0400	0.0589	0.0600	0.0300
08:00	0.0900	0.1456	0.5200	0.1100	0.0400	0.0589	0.0600	0.0300
12:00	0.0900	0.1501	0.4800	0.1000	0.0400	0.0589	0.0600	0.0300
16:00	0.0800	0.1369	0.4400	0.1000	0.0400	0.0529	0.0600	0.0300
20:00	0.0800	0.1311	0.4100	0.0900	0.0400	0.0518	0.0600	0.0300
00:00	0.0800	0.1189	0.3800	0.0900	0.0400	0.0518	0.0600	0.0300
04:00	0.0800	0.1183	0.3500	0.0800	0.0400	0.0518	0.0600	0.0300
08:00	0.0800	0.1183	0.3200	0.0800	0.0400	0.0518	0.0600	0.0300
12:00	0.0700	0.1163	0.3000	0.0800	0.0400	0.0518	0.0600	0.0300
16:00	0.0700	0.1175	0.2800	0.0700	0.0400	0.0518	0.0600	0.0300
20:00	0.0700	0.1077	0.2600	0.0700	0.0300	0.0518	0.0600	0.0300

t (h)	Sub1Qcal	Sub2Qobs	Sub3Qcal	Sub4Qcal	Sub1Qcal	Sub2Qobs	Sub3Qcal	Sub4Qcal
00:00	0.0300	0.0518	0.0600	0.0300	0.0100	0.0395	0.0600	0.0100
04:00	0.0300	0.0518	0.0600	0.0300	0.0100	0.0395	0.0600	0.0100
08:00	0.0300	0.0518	0.0600	0.0300	0.0100	0.0395	0.0600	0.0100
12:00	0.0300	0.0518	0.0600	0.0300	0.0100	0.0395	0.0600	0.0100
16:00	0.0300	0.0518	0.0600	0.0300	0.0100	0.0395	0.0600	0.0100
20:00	0.0300	0.0518	0.0600	0.0300	0.0100	0.0400	0.0600	0.0100
00:00	0.0300	0.0518	0.0600	0.0200	0.0100	0.0395	0.0600	0.0100
04:00	0.0300	0.0518	0.0600	0.0200	0.0100	0.0395	0.0600	0.0100
08:00	0.0300	0.0518	0.0600	0.0200	0.0100	0.0395	0.0600	0.0100
12:00	0.0300	0.0496	0.0600	0.0200	0.0100	0.0395	0.0600	0.0100
16:00	0.0300	0.0454	0.0600	0.0200	0.0100	0.0395	0.0600	0.0100
20:00	0.0300	0.0454	0.0600	0.0200	0.0100	0.0407	0.0600	0.0100
00:00	0.0300	0.0461	0.0600	0.0200	0.0100	0.0395	0.0600	0.0100
04:00	0.0300	0.0524	0.0600	0.0200	0.0100	0.0395	0.0600	0.0100
08:00	0.0300	0.0566	0.0600	0.0200	0.0100	0.0395	0.0600	0.0100
12:00	0.0300	0.0518	0.0600	0.0200	0.0100	0.0395	0.0600	0.0100
16:00	0.0300	0.0518	0.0600	0.0200	0.0100	0.0395	0.0600	0.0100
20:00	0.0200	0.0518	0.0600	0.0200	0.0100	0.0395	0.0600	0.0100
00:00	0.0200	0.0518	0.0600	0.0200	0.0100	0.0395	0.0600	0.0100
04:00	0.0200	0.0518	0.0600	0.0200	0.0100	0.0395	0.0600	0.0100
08:00	0.0200	0.0518	0.0600	0.0200	0.0100	0.0395	0.0600	0.0100
12:00	0.0200	0.0498	0.0600	0.0200	0.0100	0.0395	0.0600	0.0100
16:00	0.0200	0.0457	0.0600	0.0200	0.0100	0.0395	0.0600	0.0100
20:00	0.0200	0.0454	0.0600	0.0200	0.0100	0.0425	0.0600	0.0100
00:00	0.0200	0.0454	0.0600	0.0200	0.0100	0.0641	0.0600	0.0100
04:00	0.0200	0.0454	0.0600	0.0200	0.0100	0.0662	0.0600	0.0100
08:00	0.0200	0.0454	0.0600	0.0200	0.0100	0.0838	0.0600	0.0100
12:00	0.0200	0.0454	0.0600	0.0100	0.0100	0.0537	0.0600	0.0100
16:00	0.0200	0.0454	0.0600	0.0100	0.0000	0.0523	0.0600	0.0100
20:00	0.0200	0.0454	0.0600	0.0100	0.0200	0.1061	0.4900	0.0800
00:00	0.0200	0.0454	0.0600	0.0100	0.0300	0.1663	0.4900	0.1000
04:00	0.0200	0.0454	0.0600	0.0100	0.0300	0.0923	0.4500	0.0900
08:00	0.0200	0.0454	0.0600	0.0100	0.0300	0.0810	0.4100	0.0800
12:00	0.0200	0.0454	0.0600	0.0100	0.0300	0.0748	0.3800	0.0800
16:00	0.0200	0.0454	0.0600	0.0100	0.0300	0.0667	0.3500	0.0800
20:00	0.0200	0.0454	0.0600	0.0100	0.0500	0.2034	1.9500	0.2500
00:00	0.0200	0.0454	0.0600	0.0100	0.0500	0.1543	1.7800	0.2300
04:00	0.0200	0.0454	0.0600	0.0100	0.0500	0.1215	1.6300	0.2100
08:00	0.0200	0.0454	0.0600	0.0100	0.0600	0.1149	1.4900	0.1900
12:00	0.0200	0.0454	0.0600	0.0100	0.0600	0.1061	1.3600	0.1700
16:00	0.0200	0.0444	0.0600	0.0100	0.0600	0.0968	1.2400	0.1600
20:00	0.0200	0.0444	0.0600	0.0100	0.0600	0.0950	1.1300	0.1500
00:00	0.0200	0.0454	0.0600	0.0100	0.0600	0.0884	1.0300	0.1300
04:00	0.0200	0.0454	0.0600	0.0100	0.0600	0.0847	0.9500	0.1200
08:00	0.0200	0.0454	0.0600	0.0100	0.0600	0.0847	0.8700	0.1100
12:00	0.0200	0.0437	0.0600	0.0100	0.0600	0.0801	0.7900	0.1000
16:00	0.0200	0.0395	0.0600	0.0100	0.0600	0.0753	0.7300	0.0900
20:00	0.0200	0.0395	0.0600	0.0100	0.0600	0.0753	0.6700	0.0900
00:00	0.0200	0.0395	0.0600	0.0100	0.0600	0.0752	0.6100	0.0800
04:00	0.0100	0.0395	0.0600	0.0100	0.0600	0.0669	0.5600	0.0700
08:00	0.0100	0.0395	0.0600	0.0100	0.0600	0.0667	0.5200	0.0700
12:00	0.0100	0.0395	0.0600	0.0100	0.0600	0.0667	0.4700	0.0600
16:00	0.0100	0.0395	0.0600	0.0100	0.0600	0.0667	0.4400	0.0600
20:00	0.0100	0.0395	0.0600	0.0100	0.0600	0.0624	0.4000	0.0500

t (h)	Sub1Qcal	Sub2Qobs	Sub3Qcal	Sub4Qcal	Sub1Qcal	Sub2Qobs	Sub3Qcal	Sub4Qcal
00:00	0.0600	0.0589	0.3700	0.0500	0.0700	0.1671	1.6400	0.2000
04:00	0.0600	0.0589	0.3400	0.0400	0.0700	0.1484	1.5000	0.1800
08:00	0.0600	0.0589	0.3200	0.0400	0.0700	0.1336	1.3700	0.1700
12:00	0.0600	0.0589	0.2900	0.0400	0.0700	0.1237	1.2500	0.1500
16:00	0.0600	0.0589	0.2700	0.0300	0.0700	0.1183	1.1400	0.1400
20:00	0.0600	0.0589	0.2500	0.0300	0.0700	0.1094	1.0400	0.1300
00:00	0.0500	0.0589	0.2400	0.0300	0.0700	0.1061	0.9500	0.1200
04:00	0.0500	0.0589	0.2200	0.0300	0.0700	0.1061	0.8700	0.1100
08:00	0.0500	0.0546	0.2000	0.0300	0.0700	0.0969	0.8000	0.1000
12:00	0.0500	0.0518	0.1900	0.0200	0.0700	0.0950	0.7300	0.0900
16:00	0.0500	0.0518	0.1800	0.0200	0.0700	0.0950	0.6700	0.0800
20:00	0.0500	0.0518	0.1700	0.0200	0.0700	0.0889	0.6200	0.0800
00:00	0.0500	0.0518	0.1600	0.0200	0.0700	0.0900	0.5700	0.0700
04:00	0.0500	0.0518	0.1500	0.0200	0.0700	0.0855	0.5200	0.0600
08:00	0.0500	0.0518	0.1400	0.0200	0.0700	0.0847	0.4800	0.0600
12:00	0.0500	0.0518	0.1300	0.0200	0.0700	0.0847	0.4400	0.0500
16:00	0.0500	0.0480	0.1300	0.0200	0.0700	0.0763	0.4100	0.0500
20:00	0.0500	0.0454	0.1200	0.0200	0.0700	0.0753	0.3700	0.0500
00:00	0.0500	0.0454	0.1100	0.0100	0.0700	0.0753	0.3500	0.0400
04:00	0.0500	0.0455	0.1100	0.0100	0.0700	0.0771	0.3200	0.0400
08:00	0.0500	0.0454	0.1000	0.0100	0.0800	0.1277	0.8800	0.1200
12:00	0.0500	0.0455	0.1000	0.0100	0.2800	0.2022	1.7900	0.2300
16:00	0.0500	0.0454	0.1000	0.0100	0.2800	0.2397	1.6400	0.2200
20:00	0.0500	0.0454	0.0900	0.0100	0.3000	0.2200	1.5000	0.2200
00:00	0.0500	0.0454	0.0900	0.0100	0.3000	0.2442	1.3800	0.2100
04:00	0.0500	0.0454	0.0900	0.0100	0.2800	0.2800	1.2600	0.2000
08:00	0.0500	0.0454	0.0800	0.0100	0.2500	0.2640	1.1500	0.1800
12:00	0.0500	0.0454	0.0800	0.0100	0.2300	0.2566	1.0500	0.1700
16:00	0.0400	0.0454	0.0800	0.0100	0.2100	0.2457	0.9600	0.1500
20:00	0.0400	0.0454	0.0800	0.0100	0.1900	0.2346	0.8800	0.1400
00:00	0.0400	0.0510	0.0800	0.0100	0.1800	0.2168	0.8100	0.1300
04:00	0.0400	0.0518	0.0700	0.0100	0.1600	0.2128	0.7400	0.1200
08:00	0.0400	0.0517	0.0700	0.0100	0.1500	0.1955	0.6800	0.1100
12:00	0.0400	0.0457	0.0700	0.0100	0.1400	0.1877	0.6200	0.1000
16:00	0.0400	0.0454	0.0700	0.0100	0.1300	0.1775	0.5700	0.0900
20:00	0.0400	0.0454	0.0700	0.0100	0.1300	0.1678	0.5200	0.0800
00:00	0.0400	0.0454	0.0700	0.0100	0.1200	0.1609	0.4800	0.0700
04:00	0.0400	0.0454	0.0700	0.0100	0.1100	0.1588	0.4400	0.0700
08:00	0.0400	0.0454	0.0700	0.0100	0.1100	0.1456	0.4100	0.0600
12:00	0.0400	0.0454	0.0600	0.0100	0.1100	0.1444	0.3800	0.0600
16:00	0.0400	0.0428	0.0600	0.0100	0.1000	0.1317	0.3500	0.0500
20:00	0.0400	0.0395	0.0600	0.0100	0.1000	0.1314	0.3200	0.0500
00:00	0.0400	0.0395	0.0600	0.0100	0.6000	0.2956	2.6700	0.3000
04:00	0.0400	0.0395	0.0600	0.0100	0.8000	0.6849	3.2900	0.3800
08:00	0.0400	0.0395	0.0600	0.0100	0.7000	0.4775	3.0000	0.3500
12:00	0.0400	0.0395	0.0600	0.0100	0.6200	0.4178	2.7300	0.3200
16:00	0.0400	0.0395	0.0600	0.0100	0.5400	0.3894	2.4900	0.2900
20:00	0.0400	0.0395	0.0600	0.0100	0.4800	0.3624	2.2700	0.2600
00:00	0.0400	0.0395	0.0600	0.0100	0.4200	0.3334	2.0700	0.2400
04:00	0.0400	0.0395	0.0600	0.0100	0.3700	0.3075	1.8900	0.2200
08:00	0.0400	0.0395	0.0600	0.0100	0.3300	0.2849	1.7200	0.2000
12:00	0.0600	0.3521	1.8200	0.2000	0.3000	0.2640	1.5700	0.1800
16:00	0.0700	0.2575	1.9700	0.2400	0.3700	0.2734	1.9100	0.2400
20:00	0.0700	0.1966	1.8000	0.2200	0.3400	0.3428	1.7500	0.2200

t (h)	Sub1Qcal	Sub2Qobs	Sub3Qcal	Sub4Qcal	Sub1Qcal	Sub2Qobs	Sub3Qcal	Sub4Qcal
00:00	0.3100	0.2837	1.6000	0.2000	0.0700	0.0832	0.1500	0.0200
04:00	0.2800	0.2528	1.4600	0.1900	0.0700	0.0753	0.1500	0.0200
08:00	0.2500	0.2348	1.3300	0.1700	0.0700	0.0753	0.1400	0.0200
12:00	0.2300	0.2184	1.2200	0.1500	0.0700	0.0753	0.1300	0.0200
16:00	0.2100	0.2089	1.1100	0.1400	0.0700	0.0753	0.1200	0.0200
20:00	0.1900	0.1952	1.0200	0.1300	0.0700	0.0753	0.1200	0.0100
00:00	0.1700	0.1928	0.9300	0.1200	0.0700	0.0722	0.1100	0.0100
04:00	0.1600	0.1775	0.8500	0.1100	0.0700	0.0667	0.1100	0.0100
08:00	0.1500	0.1775	0.7800	0.1000	0.0700	0.0667	0.1000	0.0100
12:00	0.1400	0.1671	0.7100	0.0900	0.0600	0.0667	0.1000	0.0100
16:00	0.1300	0.1609	0.6500	0.0800	0.0600	0.0667	0.1000	0.0100
20:00	0.1300	0.1521	0.6000	0.0800	0.0600	0.0681	0.0900	0.0100
00:00	0.1200	0.1456	0.5500	0.0700	0.0600	0.0667	0.0900	0.0100
04:00	0.1100	0.1456	0.5100	0.0600	0.0600	0.0667	0.0900	0.0100
08:00	0.1100	0.1379	0.4700	0.0600	0.0600	0.0590	0.0800	0.0100
12:00	0.1000	0.1314	0.4300	0.0500	0.0600	0.0589	0.0800	0.0100
16:00	0.1000	0.1383	0.4000	0.0500	0.0600	0.0589	0.0800	0.0100
20:00	0.1000	0.1346	0.3700	0.0500	0.0600	0.0649	0.0800	0.0100
00:00	0.0900	0.1314	0.3400	0.0400	0.0600	0.0667	0.0800	0.0100
04:00	0.0900	0.1314	0.3100	0.0400	0.0600	0.0667	0.0700	0.0100
08:00	0.0900	0.1392	0.2900	0.0400	0.0600	0.0611	0.0700	0.0100
12:00	0.0900	0.1314	0.2800	0.0500	0.0600	0.0589	0.0700	0.0100
16:00	0.4400	0.3228	2.0400	0.2400	0.0600	0.0533	0.0700	0.0100
20:00	0.3900	0.2783	1.8700	0.2200	0.0600	0.0518	0.0700	0.0100
00:00	0.3400	0.2101	1.7000	0.2000	0.0500	0.0518	0.0700	0.0100
04:00	0.3100	0.1922	1.5500	0.1900	0.0500	0.0518	0.0700	0.0100
08:00	0.2800	0.1775	1.4200	0.1700	0.0500	0.0518	0.0700	0.0100
12:00	0.2500	0.1692	1.3000	0.1600	0.0500	0.0518	0.0700	0.0100
16:00	0.2300	0.1609	1.1800	0.1400	0.0500	0.0518	0.0700	0.0100
20:00	0.2000	0.1567	1.0800	0.1300	0.0500	0.0518	0.0700	0.0100
00:00	0.1900	0.1456	0.9900	0.1200	0.0500	0.0518	0.0600	0.0100
04:00	0.1700	0.1456	0.9100	0.1100	0.0500	0.0518	0.0600	0.0100
08:00	0.1600	0.1456	0.8300	0.1000	0.0500	0.0518	0.0600	0.0100
12:00	0.1500	0.1364	0.7600	0.0900	0.0500	0.0490	0.0600	0.0100
16:00	0.1400	0.1314	0.7000	0.0800	0.0500	0.0454	0.0600	0.0100
20:00	0.1300	0.1314	0.6400	0.0800	0.0500	0.0454	0.0600	0.0100
00:00	0.1200	0.1281	0.5900	0.0700	0.0500	0.0454	0.0600	0.0100
04:00	0.1200	0.1183	0.5400	0.0600	0.0500	0.0454	0.0600	0.0100
08:00	0.1100	0.1183	0.5000	0.0600	0.0500	0.0454	0.0600	0.0100
12:00	0.1100	0.1183	0.4600	0.0500	0.0500	0.0454	0.0600	0.0100
16:00	0.1000	0.1114	0.4200	0.0500	0.0400	0.0454	0.0600	0.0100
20:00	0.1000	0.1061	0.3900	0.0500	0.0400	0.0454	0.0600	0.0100
00:00	0.1000	0.1061	0.3600	0.0400	0.0400	0.0457	0.0600	0.0100
04:00	0.0900	0.1061	0.3300	0.0400	0.0500	0.2617	0.1300	0.0400
08:00	0.0900	0.1061	0.3100	0.0400	0.0500	0.2644	0.1300	0.0400
12:00	0.0900	0.1000	0.2800	0.0300	0.0500	0.1361	0.1200	0.0300
16:00	0.0900	0.0950	0.2600	0.0300	0.0500	0.1248	0.1200	0.0300
20:00	0.0800	0.0950	0.2500	0.0300	0.0500	0.1140	0.1100	0.0300
00:00	0.0800	0.0950	0.2300	0.0300	0.0500	0.1061	0.1100	0.0300
04:00	0.0800	0.0950	0.2100	0.0300	0.0500	0.0987	0.1000	0.0300
08:00	0.0800	0.0930	0.2000	0.0200	0.0500	0.0945	0.1000	0.0200
12:00	0.0800	0.0847	0.1900	0.0200	0.0500	0.0847	0.0900	0.0200
16:00	0.0800	0.0847	0.1700	0.0200	0.0500	0.0847	0.0900	0.0200
20:00	0.0700	0.0847	0.1600	0.0200	0.0500	0.0820	0.0900	0.0300

t (h)	Sub1Qcal	Sub2Qobs	Sub3Qcal	Sub4Qcal	Sub1Qcal	Sub2Qobs	Sub3Qcal	Sub4Qcal
00:00	0.0600	0.0919	0.3100	0.0700	0.0800	0.1952	0.2900	0.0400
04:00	0.0600	0.1062	0.2900	0.0700	0.0800	0.1905	0.2700	0.0300
08:00	0.0600	0.0952	0.2700	0.0600	0.0800	0.1775	0.2500	0.0300
12:00	0.0600	0.0895	0.2500	0.0600	0.0800	0.1775	0.2300	0.0300
16:00	0.0600	0.0847	0.2300	0.0500	0.0800	0.1775	0.2200	0.0300
20:00	0.0600	0.0847	0.2200	0.0500	0.0700	0.1775	0.2000	0.0200
00:00	0.0600	0.0847	0.2000	0.0500	0.0700	0.2036	0.1900	0.0200
04:00	0.0600	0.0847	0.1900	0.0400	0.1900	0.4825	1.5700	0.1800
08:00	0.0600	0.0847	0.1800	0.0400	0.1700	0.2826	1.4400	0.1600
12:00	0.0600	0.0823	0.1700	0.0400	0.1600	0.2589	1.3100	0.1500
16:00	0.0500	0.0795	0.1600	0.0300	0.1500	0.2446	1.2000	0.1300
20:00	0.0500	0.0842	0.1500	0.0300	0.1400	0.2175	1.1000	0.1200
00:00	0.0900	0.0884	1.5600	0.1900	0.1300	0.2143	1.0000	0.1100
04:00	0.4600	0.5277	3.0400	0.3500	0.1200	0.2128	0.9200	0.1000
08:00	1.2400	1.1096	5.8000	0.6300	0.1200	0.1952	0.8400	0.0900
12:00	1.8200	2.7172	7.9500	0.8500	0.1100	0.1952	0.7700	0.0900
16:00	1.9300	3.9542	8.4000	0.9100	0.1100	0.1819	0.7100	0.0800
20:00	1.6700	2.4847	7.6400	0.8200	0.1000	0.1775	0.6500	0.0700
00:00	1.4400	1.8717	6.9600	0.7500	0.1000	0.1775	0.5900	0.0700
04:00	1.2500	1.4123	6.3400	0.6900	0.1000	0.1775	0.5500	0.0600
08:00	1.0800	1.1702	5.7700	0.6200	0.0900	0.1775	0.5000	0.0600
12:00	0.9400	1.0258	5.2500	0.5700	0.0900	0.1634	0.4600	0.0500
16:00	0.8200	0.8644	4.7800	0.5200	0.0900	0.1609	0.4300	0.0500
20:00	0.7100	0.7455	4.3600	0.4700	0.0900	0.1609	0.3900	0.0400
00:00	0.6200	0.6759	3.9700	0.4300	0.0900	0.1609	0.3600	0.0400
04:00	0.5500	0.6097	3.6200	0.3900	0.0800	0.1609	0.3400	0.0400
08:00	0.4800	0.5597	3.2900	0.3600	0.0800	0.1536	0.3100	0.0400
12:00	0.4200	0.5137	3.0000	0.3300	0.0800	0.1456	0.2900	0.0300
16:00	0.3700	0.4777	2.7400	0.3000	0.0800	0.1456	0.2700	0.0300
20:00	0.3300	0.4491	2.5000	0.2800	0.0800	0.1456	0.2500	0.0300
00:00	0.3000	0.4215	2.2800	0.2600	0.0800	0.1456	0.2300	0.0300
04:00	0.2700	0.3904	2.0800	0.2300	0.0800	0.1456	0.2200	0.0200
08:00	0.2400	0.3754	1.9000	0.2200	0.0800	0.1454	0.2000	0.0200
12:00	0.2200	0.3978	1.7400	0.2100	0.0700	0.1318	0.1900	0.0200
16:00	0.2000	0.3600	1.5900	0.1900	0.0700	0.1314	0.1800	0.0200
20:00	0.1900	0.3329	1.4500	0.1800	0.0700	0.1314	0.1700	0.0200
00:00	0.1700	0.3242	1.3300	0.1600	0.0700	0.1314	0.1600	0.0200
04:00	0.1600	0.3050	1.2100	0.1500	0.0700	0.1314	0.1500	0.0200
08:00	0.1500	0.3001	1.1100	0.1400	0.0700	0.1314	0.1400	0.0200
12:00	0.1400	0.2800	1.0100	0.1200	0.0700	0.1314	0.1300	0.0200
16:00	0.1300	0.2800	0.9300	0.1100	0.0700	0.1203	0.1300	0.0100
20:00	0.1200	0.2789	0.8500	0.1000	0.0700	0.1183	0.1200	0.0100
00:00	0.1200	0.2566	0.7800	0.1000	0.0700	0.1183	0.1200	0.0100
04:00	0.1100	0.2637	0.7100	0.0900	0.0700	0.1183	0.1100	0.0100
08:00	0.1100	0.2566	0.6500	0.0800	0.0700	0.1183	0.1100	0.0100
12:00	0.1000	0.2468	0.6000	0.0700	0.0600	0.1183	0.1000	0.0100
16:00	0.1000	0.2348	0.5500	0.0700	0.0600	0.1180	0.1000	0.0100
20:00	0.1000	0.2309	0.5100	0.0600	0.0600	0.1158	0.0900	0.0100
00:00	0.0900	0.2143	0.4700	0.0600	0.0600	0.1183	0.0900	0.0100
04:00	0.0900	0.2143	0.4300	0.0500	0.0600	0.1183	0.0900	0.0100
08:00	0.0900	0.2143	0.4000	0.0500	0.0600	0.1176	0.0900	0.0100
12:00	0.0900	0.2034	0.3700	0.0400	0.0600	0.1129	0.0800	0.0100
16:00	0.0800	0.1952	0.3400	0.0400	0.0600	0.1144	0.0800	0.0100
20:00	0.0800	0.1952	0.3100	0.0400	0.0600	0.1767	0.0800	0.0100

t (h)	Sub1Qcal	Sub2Qobs	Sub3Qcal	Sub4Qcal	Sub1Qcal	Sub2Qobs	Sub3Qcal	Sub4Qcal
00:00	0.0700	0.4662	0.4700	0.0700	0.0700	0.1061	0.2800	0.0300
04:00	0.0700	0.2245	0.4400	0.0600	0.0700	0.1061	0.2600	0.0300
08:00	0.0700	0.1939	0.4000	0.0600	0.0700	0.1061	0.2400	0.0300
12:00	0.0700	0.1688	0.3700	0.0500	0.0700	0.1061	0.2200	0.0200
16:00	0.0700	0.1587	0.3400	0.0500	0.0700	0.1061	0.2100	0.0200
20:00	0.0700	0.1465	0.3200	0.0500	0.0700	0.1061	0.2000	0.0200
00:00	0.0700	0.1456	0.2900	0.0400	0.0700	0.1061	0.1800	0.0200
04:00	0.0600	0.1456	0.2700	0.0400	0.0700	0.1061	0.1700	0.0200
08:00	0.0600	0.1345	0.2500	0.0400	0.0700	0.1057	0.1600	0.0200
12:00	0.0600	0.1314	0.2400	0.0300	0.0700	0.0965	0.1500	0.0200
16:00	0.0600	0.1267	0.2200	0.0300	0.0700	0.0950	0.1500	0.0200
20:00	0.0600	0.1183	0.2100	0.0300	0.0700	0.0950	0.1400	0.0200
00:00	0.0600	0.1183	0.1900	0.0300	0.0600	0.0950	0.1300	0.0100
04:00	0.0600	0.1183	0.1800	0.0300	0.0600	0.0950	0.1200	0.0100
08:00	0.0600	0.1183	0.1700	0.0200	0.0600	0.0950	0.1200	0.0100
12:00	0.0600	0.1183	0.1600	0.0200	0.0600	0.0950	0.1100	0.0100
16:00	0.0600	0.1183	0.1500	0.0200	0.0600	0.0950	0.1100	0.0100
20:00	0.0600	0.1183	0.1400	0.0200	0.0600	0.0919	0.1000	0.0100
00:00	0.0600	0.1183	0.1400	0.0200	0.0600	0.0847	0.1000	0.0100
04:00	0.0600	0.1183	0.1300	0.0200	0.0600	0.0852	0.1000	0.0100
08:00	0.0600	0.1183	0.1200	0.0200	0.0600	0.0949	0.0900	0.0100
12:00	0.0600	0.1102	0.1200	0.0200	0.0600	0.0912	0.0900	0.0100
16:00	0.0600	0.1061	0.1100	0.0200	0.0600	0.0857	0.0900	0.0100
20:00	0.0600	0.1061	0.1100	0.0100	0.0600	0.0941	0.0900	0.0100
00:00	0.0600	0.1061	0.1000	0.0100	0.0600	0.0950	0.0800	0.0100
04:00	0.0600	0.1061	0.1000	0.0100	0.0600	0.0950	0.0800	0.0100
08:00	0.0500	0.1061	0.1000	0.0100	0.0600	0.1514	0.0800	0.0100
12:00	0.0500	0.1061	0.0900	0.0100	0.0500	0.1336	0.0800	0.0100
16:00	0.0500	0.1058	0.0900	0.0100	0.0500	0.1765	0.0800	0.0100
20:00	0.0500	0.1064	0.0900	0.0100	0.0600	0.2100	0.2100	0.0400
00:00	0.1700	0.3238	2.1700	0.2300	0.0700	0.2443	0.8500	0.1200
04:00	0.1600	0.2683	1.9800	0.2100	0.0700	0.1879	0.7800	0.1100
08:00	0.1500	0.2147	1.8100	0.1900	0.0700	0.1657	0.7200	0.1000
12:00	0.1400	0.1989	1.6500	0.1800	0.0700	0.1539	0.6600	0.0900
16:00	0.1300	0.1833	1.5000	0.1600	0.0700	0.1456	0.6000	0.0900
20:00	0.1200	0.1748	1.3700	0.1500	0.0700	0.1368	0.5500	0.0800
00:00	0.1200	0.1609	1.2600	0.1400	0.0700	0.1314	0.5100	0.0700
04:00	0.1100	0.1609	1.1500	0.1200	0.0700	0.1263	0.4700	0.0700
08:00	0.1100	0.1538	1.0500	0.1100	0.0700	0.1183	0.4300	0.0600
12:00	0.1000	0.1456	0.9600	0.1000	0.0700	0.1183	0.4000	0.0600
16:00	0.1000	0.1354	0.8800	0.0900	0.0700	0.1174	0.3700	0.0500
20:00	0.0900	0.1314	0.8000	0.0900	0.0700	0.1061	0.3400	0.0500
00:00	0.0900	0.1314	0.7400	0.0800				
04:00	0.0900	0.1314	0.6800	0.0700				
08:00	0.0900	0.1255	0.6200	0.0700				
12:00	0.0900	0.1183	0.5700	0.0600				
16:00	0.0800	0.1137	0.5200	0.0600				
20:00	0.0800	0.1062	0.4800	0.0500				
00:00	0.0800	0.1068	0.4400	0.0500				
04:00	0.0800	0.1094	0.4100	0.0400				
08:00	0.0800	0.1061	0.3800	0.0400				
12:00	0.0800	0.1061	0.3500	0.0400				
16:00	0.0800	0.1061	0.3200	0.0400				
20:00	0.0700	0.1061	0.3000	0.0300				