

MODELO UNIDIMENSIONAL PARA SIMULAÇÃO DE CHEIAS EM RIOS E  
ÁREAS URBANAS

Antônio Carlos Barreto Pinto

TESE SUBMETIDA AO CORPO DOCENTE DA COORDENAÇÃO DOS  
PROGRAMAS DE PÓS-GRADUAÇÃO DE ENGENHARIA DA UNIVERSIDADE  
FEDERAL DO RIO DE JANEIRO COMO PARTE DOS REQUISITOS  
NECESSÁRIOS PARA A OBTENÇÃO DO GRAU DE DOUTOR EM CIÊNCIAS  
EM ENGENHARIA CIVIL.

Aprovada por:

---

Prof. Flávio César Borba Mascarenhas, D.Sc.

---

Dr. Nilo de Oliveira Nascimento, D.Sc.

---

Dr. Márcio Benedito Baptista, D.Sc.

---

Prof. José Paulo Soares de Azevedo, Ph.D.

---

Prof. Rui Carlos Vieira da Silva, D.Sc.

RIO DE JANEIRO, RJ – BRASIL  
JULHO DE 2007

# **Livros Grátis**

<http://www.livrosgratis.com.br>

Milhares de livros grátis para download.

PINTO, ANTONIO CARLOS BARRETO

Modelo Unidimensional para Simulação  
de Cheias em Rios e Áreas Urbanas [Rio de  
Janeiro] 2007

XII, 324 p. 29,7 cm (COPPE/UFRJ, D.Sc.,  
Engenharia Civil, 2007)

Tese – Universidade Federal do Rio de  
Janeiro, COPPE

1. Modelo Numérico para simulação de cheias

I. COPPE/UFRJ II. Título ( série )

## AGRADECIMENTOS

Aos meus pais que certamente se sentiriam muito felizes com a realização desta minha empreitada.

À minha família pela compreensão dos momentos ausentes.

Em especial à minha tia a quem todos chamam de Tia Dadá pela ajuda, incentivo e crença na minha capacidade de concretizar esta árdua tarefa.

Ao meu orientador, Flavio Mascarenhas que muito mais que um professor um amigo que sabe compreender e reconhecer as limitações e potencialidades do aluno e ser humano.

Muito obrigado.

Resumo da Tese apresentada à COPPE/UFRJ como parte dos requisitos necessários para a obtenção do grau de Doutor em Ciências (D.Sc.)

## MODELO UNIDIMENSIONAL PARA SIMULAÇÃO DE CHEIAS EM RIOS E ÁREAS URBANAS

Antonio Carlos Barreto Pinto

Julho/2007

Orientador: Flavio César Borba Mascarenhas

Programa: Engenharia Civil

Nesta tese um modelo numérico que engloba o estado da arte para simulação de enchentes em rios e áreas urbanas foi desenvolvido. As fases de modelagem desde a conceitual passando pela matemática e a numérica em diferenças finitas, foram construídas e culminaram com um modelo computacional denominado PROPACV7.

PROPACV7 é um modelo numérico unidimensional que agrega em seu código recursos computacionais para a simulação de cheias em rios com extravasamento para a área urbana. Simula o escoamento dinâmico fora da calha considerando ruas e galerias como ramificações do rio. Considera o escoamento em ruas como canais e suas interfaces com o rio e galerias de águas pluviais como confluências.

Diversas simulações realizadas no cenário onde outrora o rio Paraibuna provocou e novamente está provocando inundações na área urbana de Juiz de Fora foram realizadas evidenciando as vantagens e limitações do modelo.

Abstract of Thesis presented to COPPE/UFRJ as a partial fulfillment of the requirements for the degree of Doctor of Science (D.Sc.)

## ONE-DIMENSIONAL MODEL FOR SIMULATION OF FLOOD IN RIVERS AND URBAN AREAS

Antonio Carlos Barreto Pinto

July/2007

Advisor: Flavio Cesar Borba Mascarenhas

Department: Civil Engineering

In this thesis a numerical model that extends over the state of the art to analyze the flood in rivers and urban areas was developed. The phases of modeling since the conceptual one passing for the mathematics and the numerical in finite differences had been constructed and had culminated with a computational model called PROPACV7.

PROPACV7 is a one-dimensional numerical model that adds in its computational code resources for the simulation of floods in rivers with extravasations for the urban area. It simulates the dynamic flow outside the main channel considering streets and the drainage network as ramifications of the river. It considers the flow in the streets as channels and its interface with the river and the drainage network as confluences.

Several simulations were carried through in the scene where previously the Paraibuna River provoked and again is provoking inundations in the urban area of Juiz de Fora had been carried through evidencing the advantages and limitations of the model.

## ÍNDICE

FICHA CATALOGRÁFICA.....	ii
AGRADECIMENTOS.....	iii
RESUMO.....	iv
ABSTRACT.....	v
ÍNDICE.....	vi
LISTA DE SÍMBOLOS.....	x
1 INTRODUÇÃO.....	1
2 CONSIDERAÇÕES GERAIS SOBRE CHEIAS EM RIOS E ÁREAS URBANAS.....	5
2.1 ONDA DE CHEIA EM RIOS E CANAIS.....	5
2.2 CHEIAS URBANAS.....	5
2.2.1 ÁREAS INUNDÁVEIS.....	5
2.2.2 MODELOS DE SIMULAÇÃO DE ENCHENTES.....	6
2.2.3 MODELOS UNIDIMENSIONAIS COM ÁREA DE ARMAZENAMENTO LATERAL.....	7
2.2.4 MODELOS UNIDIMENSIONAIS DINÂMICOS.....	7
2.2.5 MODELO DE CÉLULAS.....	7
2.3 SIMULAÇÃO CONJUNTA DO ESCOAMENTO EM RUAS E GALERIAS.....	8
2.4 INUNDAÇÕES EM JUIZ DE FORA-MG.....	9
2.4.1 A GRANDE ENCHENTE DE 1906.....	10
2.4.2 A GRANDE ENCHENTE DE 1940.....	12
2.4.3 A SOLUÇÃO DO PROBLEMA.....	14
3 O MODELO MATEMÁTICO.....	15
3.1 MODELAGEM MATEMÁTICA.....	15
3.2 FUNDAMENTOS TEÓRICOS.....	15

3.2.1	HIPÓTESES BÁSICAS.....	16
3.2.2	EQUAÇÕES GOVERNANTES DO ESCOAMENTO NÃO-PERMANENTE.....	16
3.3	VARIÁVEIS DEPENDENTES.....	18
3.3.1	VAZÃO E PROFUNDIDADE.....	19
3.3.2	VAZÃO E COTA.....	19
3.3.3	VELOCIDADE E PROFUNDIDADE MÉDIAS.....	20
3.3.4	VELOCIDADE MÉDIA E COTA.....	20
3.4	EQUAÇÃO DA CONTINUIDADE.....	21
3.5	EQUAÇÃO DINÂMICA.....	24
3.6	CONDIÇÕES DE CONTORNO EXTERNAS.....	26
3.7	CONDIÇÕES DE CONTORNO INTERNAS.....	27
3.7.1	CONFLUÊNCIA.....	27
3.7.2	ALTERAÇÃO BRUSCA DA SEÇÃO TRANSVERSAL.....	30
3.7.3	ESCOAMENTO SOBRE VERTEDOUROS.....	30
3.8	ESCOAMENTO NAS RUAS E EM GALERIAS SOB PRESSÃO.....	31
3.8.1	SEÇÃO MODELO DE RUA.....	31
3.8.2	BUEIRO PADRÃO.....	34
3.8.3	FENDA DE PREISSMANN.....	35
4	O MODELO NUMÉRICO.....	37
4.1	SOLUÇÃO DAS EQUAÇÕES.....	37
4.2	O MÉTODO DAS DIFERENÇAS FINITAS.....	38
4.2.1	- ESQUEMA EXPLÍCITO.....	38
4.2.2	ESQUEMA IMPLÍCITO.....	39
4.3	- O ESQUEMA IMPLÍCITO DE PREISSMANN.....	40
4.3.1	- ESTABILIDADE E PRECISÃO DA SOLUÇÃO.....	42



4.3.2 - DISCRETIZAÇÃO DAS EQUAÇÕES DE SAINT-VENANT NO ESQUEMA DE PREISSMANN.....	43
4.4 - O MÉTODO ITERATIVO DE NEWTON-RAPHSON.....	45
4.4.1 – DERIVAÇÃO DAS EQUAÇÕES DE TRECHO, CONFLUÊNCIA E CONTORNO.....	48
4.5 – SOLUÇÃO DE MATRIZES ESPARSAS.....	53
4.5.1 – ALGORITMO DE ELIMINAÇÃO LOCAL.....	53
4.5.2 – MÉTODO DE GAUSS ADAPTADO.....	55
5 O MODELO COMPUTACIONAL.....	60
5.1 DESCRIÇÃO GERAL DO MODELO.....	60
5.2 CARACTERÍSTICAS DO MODELO COMPUTACIONAL.....	65
5.2.1 APRESENTAÇÃO.....	65
5.2.2 POSIÇÃO DAS VARIÁVEIS NA MATRIZ DOS COEFICIENTES .....	66
5.2.3 NUMERAÇÃO DE TRECHOS E CONFLUÊNCIAS.....	68
5.2.4 PRINCIPAIS VARIÁVEIS DE ENTRADA DE DADOS.....	69
5.2.5 ARQUIVOS DE ENTRADA E SAÍDA DE DADOS.....	70
5.2.6 FASES DO PROGRAMA.....	74
5.2.6.1 CALIBRAÇÃO.....	75
5.2.6.2 VALIDAÇÃO.....	76
5.2.6.3 PREVISÃO .....	76
5.2.6.3.1 DOMÍNIO VIRTUAL EXTENDIDO.....	76
5.2.7 PARÂMETROS DO MODELO.....	78
5.2.7.1 EXPOENTE DO RAIOS HIDRÁULICO (P).....	78
5.2.7.2 COEFICIENTE DE RUGOSIDADE DE MANNING(N)..	78
6 APLICAÇÕES DO MODELO.....	81
6.1 ÁREA DE ESTUDO.....	81

6.2	SIMULAÇÃO DO ROMPIMENTO HIPOTÉTICO DA BARRAGEM JOÃO PENIDO.....	85
6.3	CENÁRIOS.....	89
6.3.1	CENÁRIO 1 SIMULAÇÃO DE TRECHO SIMPLES DE RIO.....	89
6.3.2	CENÁRIO 2 SIMULAÇÃO RIO/RUA.....	93
6.3.3	CENÁRIO 3 SIMULAÇÃO RIO/RUA/GALERIA.....	97
7	CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES.....	109
7.1	QUANTO AO MODELO DESENVOLVIDO.....	109
7.2	QUANTO ÀS APLICAÇÕES DO MODELO.....	114
7.3	CONCLUSÕES FINAIS.....	119
	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	120
ANEXO A	CÓDIGO DO PROGRAMA PROPACV7 .....	126
ANEXO B	ARQUIVO ENTRADA DADOS DO PROGRAMA PROPACV7.....	269
ANEXO C	ARQUIVO GERAL DE SAÍDA DO PROGRAMA PROPACV7 .....	274
ANEXO D	ARQUIVO DE RESULTADOS AO LONGO DO ESPAÇO.....	312
ANEXO E	ARQUIVO DE RESULTADOS AO LONGO DO TEMPO.....	314
ANEXO F	GRÁFICOS DOS RESULTADOS DE SIMULAÇÃO NO RIO PARAIBUNA ENTRE AS ESTAÇÕES FLUVIOMÉTRICAS DE CHAPÉU D'UVAS E JUIZ DE FORA JUSANTE.....	316

## LISTA DE SÍMBOLOS

a	celeridade da onda do golpe de ariete
A	área molhada da seção transversal do canal
aaa	coeficiente da curva chave
$A_g$	área da grade ( descontada a área das barras)
Ao	área transversal do conduto cheio
$A_f$	área da planície de inundação
B	largura superficial
BI	largura de inundação
BS	largura de armazenamento
$B_s^*$	largura da superfície livre na fenda de Preissmann
bbb	coeficiente da curva chave
Bd	largura da barragem
Bb	largura da brecha
B0	largura da seção transversal
BOFF	largura da seção inferior
B0R	largura real da seção
FCL	fator de correção da largura
FCG	fator de correção da rugosidade
h	profundidade média do escoamento na seção transversal
$h_s$	altura de água sobre a grelha
HST	altura da seção de transição
HSI	altura da seção inferior
H	altura piezométrica
Hb	altura da barragem
g	aceleração da gravidade

$\eta$	variável de integração da profundidade
Q	vazão na seção transversal ( $m^3/s$ )
$q_l$	contribuição lateral por unidade de comprimento
$q_{l1}$	contribuição lateral proveniente da planície de inundação
$q_{l2}$	contribuição lateral proveniente da bacia de contribuição ou outros aportes
$P_l$	comprimento da soleira ( perímetro do orifício)
P	expoente do raio hidráulico
n	coeficiente de rugosidade de Manning
$\theta$	coeficiente de ponderação no tempo
$\Delta x$	intervalo espacial entre seções
$\Delta t$	intervalo temporal em uma seção
K	condutância hidráulica
K1	variável associada ao número da seção no primeiro ramo da confluência
K2	variável associada ao número da seção no segundo ramo da confluência
K3	variável associada ao número da seção no ramo principal da confluência
$K_{pcl}$	coeficiente de perda de carga localizada, entre -1 e 1
NS	número total de seções
NTR	número de trechos
NFRON	número de fronteiras
NCONF	número de confluências
R	raio hidráulico
$S_c$	perda de carga localizada
$S_f$	perda de carga por unidade de comprimento do canal (declividade da linha de energia)
$S_0$	declividade média do fundo do leito
Te	tempo de esvaziamento da barragem

$T_1$	tempo correspondente à vazão máxima de esvaziamento
$v$	velocidade do escoamento
$x$	coordenada na direção do escoamento
$Y = Y_0 + h$	elevação do nível d'água
$Y_0$	cota de fundo da seção
$Y_{0R}$	cota de fundo real da seção
$Y_{0FM}$	cota de fundo da seção de transição
$Y_{0FF}$	cota de fundo da seção inferior
$t$	tempo (caracteriza o regime não-permanente do escoamento)
$Y_{MAX}$	cota de transbordamento de uma margem de rio
$Y_0$	cota de fundo da seção transversal
$Y = Y_0 + h$	elevação do nível d'água
$Y_{0R}$	cota de fundo real da seção
$Y_{0FM}$	cota de fundo da seção de transição
$Y_{0FF}$	cota de fundo da seção inferior

# CAPÍTULO 1

## INTRODUÇÃO

Inundações sempre existiram e se constituem em fatos naturais, até desejáveis, até que a imposição da presença do Homem ocupando indiscriminadamente as margens de rios e várzeas as transformam em acontecimentos indesejados. Uma vez o problema posto, ou seja, o acontecimento de uma enchente em um aglomerado urbano, nada resta a fazer, a não ser enfrentar o problema gastando tempo e dinheiro em estruturas artificiais que, para serem eficientes, passam por um processo prévio de estudo e projeto. Aí então é onde se aplica a modelagem.

Modelagem é um processo de traduções, geralmente matemáticas, construída em diferentes etapas, no qual o sucesso de uma etapa nunca supera o da anterior. Considerando um fenômeno qualquer na natureza, a primeira e mais fundamental modelagem é a conceitual, seguida da modelagem matemática, a numérica e finalmente a computacional, (Rosman,1997).

Modelagem conceitual é formar na mente a concepção do fenômeno observado, conhecer suas causas e efeitos, compreender as interações dos agentes intervenientes na sua ocorrência. Este modelo poderá traduzir mais perfeitamente a realidade quanto mais compreendermos o fenômeno. A partir daí pode-se traduzir o fenômeno em diferentes modelagens.

Modelagem matemática são traduções do modelo conceitual do fenômeno escritas em linguagem matemática. Diferentes modelos matemáticos podem ser construídos, incluindo um número maior ou menor de causas e efeitos e de agentes intervenientes em diferentes formas. Para tanto há regras formais e princípios a serem seguidos.

Modelagem numérica são traduções dos modelos matemáticos adaptados para diferentes métodos de cálculo.

Modelagem computacional é a tradução de um modelo numérico para uma linguagem computacional que possa ser compilada e executada em um computador.

De forma geral, a modelagem fornece uma ferramenta através da qual o homem pode estudar e obter a compreensão de um determinado fenômeno, e assim selecionar e desenvolver projetos de engenharia adequados. A principal qualidade de um modelo é a

sua capacidade de prognóstico. Para que as previsões do modelo sejam precisas e úteis, o modelo deve, evidentemente, estar baseado em equações que representem o fenômeno adequadamente.

A construção de um modelo que reproduza a situação do escoamento de cheias passa pelos seguintes passos:

- Identificação dos tipos de escoamento possíveis: escoamento com superfície livre em rios, canais e ruas; escoamento sob pressão na rede de macro e micro drenagem (quando a rede fica afogada); áreas de acumulação de água; etc.
- Definição das relações matemáticas, determinísticas ou empíricas, conforme o caso, que representem os escoamentos identificados. Nos escoamentos com superfície livre, destacam-se, basicamente, as equações de Saint-Venant, com suas variações, deduzidas a partir dos princípios de conservação de massa e de quantidade de movimento, e que podem ser aplicadas também bi-dimensionalmente, por exemplo, através da sua extensão ou de uma representação do plano por células. Nos casos de escoamento sob pressão em galerias de águas pluviais, podem-se utilizar as mesmas equações à superfície livre empregando-se nestas formulações o artifício denominado de Fenda de Preissmann.
- Mapeamento das características da área em estudo e dos padrões de escoamento.
- Discretização das equações governantes do fenômeno físico através de processos numéricos com destaque para o método de diferenças finitas baseado no esquema implícito de Preissmann.
- Discretização bi-dimensional do domínio representativo da área em estudo, através de células de escoamento ou pontos discretos, dependendo da abordagem utilizada.
- Calibração e aferição do modelo matemático a partir de cheias já observadas.
- Simulações diversas, conforme possibilidades inerentes ao estudo realizado.

A variedade de configurações de áreas de inundação é muito grande, abrangendo desde um simples canal composto, até uma rede complexa de canais e áreas dinamicamente ativas. Estas áreas podem ser representadas desde modelos mais simples, até os mais complexos tais como os modelos de células. Os primeiros baseiam-se em simplesmente

incorporar um armazenamento lateral às equações de Saint Venant. Estes modelos não consideram qualquer tipo de efeito dinâmico na planície de inundação, que é tratada como um reservatório de acumulação, (Cunge et al, 1980). A interação entre a planície e o rio é incorporada na equação da continuidade, adotando-se uma “largura de inundação”. A equação dinâmica não é alterada.

Em planícies de inundação de grande complexidade e diversidade urbana podem ser aplicados os modelos ditos pseudo-bidimensionais ou mais conhecidos como modelos de células. A formulação consiste em utilizar dois tipos de elementos: trechos de rio e células, que são áreas de armazenamento ligadas entre si e com o rio mediante formulações unidimensionais hidráulicas simples. A bidimensionalidade é dada pela área das células e pela disposição em planta formando uma rede, (Cunge et al. 1980).

Os modelos existentes atualmente procuram, além dos métodos que levem a uma melhor representação dos fenômenos, uma facilidade de manuseio maior. A tecnologia crescente permite isto. Modelos com grande massa de dados requerida e complexidade de operação podem se tornar impopulares apesar de uma boa qualidade de informações a que se propõem. Entre outros quesitos, Batista e Matos (1994), indicam que um bom modelo deve ser robusto, eficiente e deve apresentar facilidade de uso.

Nesta linha de pensamento é que se desenvolveu a construção de um modelo hidrodinâmico unidimensional que não necessite ser tão completo como o modelo de células, mas que consiga representar de uma maneira razoavelmente simples grande parte dos fenômenos inerentes a uma inundação urbana. Denominado de Propacv7, o modelo desenvolvido simula enchentes na calha do rio e seu possível extravasamento para o leito de ruas em áreas urbanas com planícies de inundação não muito complexas.

Supondo que num cenário deste tipo pode-se lançar uma rede em malha limitando a zona de inundação em áreas não muito grandes, sua estrutura foi baseada em um modelo de rede de canais onde estes são vistos como ruas e cruzamentos de ruas são representados por confluências. Neste cenário a rede de micro e macro-drenagem também foi modelada formando um conjunto interligado às ruas e ao rio.

A base matemática para representar a realidade física inerente a esta concepção, fundamenta-se nos princípios básicos da conservação da massa e de quantidade de movimento. A representação do escoamento unidimensional é feita através das equações de Saint Venant discretizadas adotando um esquema numérico de diferenças



finitas de quatro pontos, no caso, o esquema de Preissmann, e resolvidas por um método iterativo.

No capítulo 2 considerações gerais sobre onda de cheias em rios e canais são apresentadas com enfoque sobre inundações em áreas urbanas. Modelos de simulação de enchentes são apresentados e complementados com uma breve descrição do escoamento conjunto em galerias e ruas. A última parte faz menção à evolução histórica das alternativas de solução para as inundações do centro urbano de Juiz de Fora, principalmente as grandes cheias de 1906 e 1940.

O capítulo 3 descreve conceitos gerais sobre a modelação matemática do escoamento não-permanente e variado em rios e canais. As equações governantes do escoamento são apresentadas em função de diversas variáveis dependentes, especialmente em função do par de variáveis altura  $h(x,t)$  e velocidade  $v(x,t)$  e nível  $Y(x,t)$  e vazão  $Q(x,t)$ , utilizadas no modelo desenvolvido. Uma breve descrição das condições de contorno externas e internas utilizadas no modelo é apresentada com enfoque na condição de contorno interna de confluência. Apresenta-se ainda neste capítulo o artifício da Fenda de Preissmann, utilizado para o cálculo do escoamento em galerias pluviais sob pressão.

No capítulo 4, uma descrição do modelo numérico é apresentada com uma breve apresentação do método das diferenças finitas e sua aplicação utilizando o esquema implícito de Preissmann. Também é abordada uma parte sobre matrizes esparsas utilizando o método de Gauss adaptado, e sua resolução pelo método iterativo de Newton-Raphson.

No capítulo 5 é apresentada uma descrição geral do modelo computacional. São descritos detalhes da organização da matriz dos coeficientes, principais variáveis e arquivos de entrada de dados. Também são apresentadas as diversas possibilidades de trabalho do modelo nas fases de calibração, validação e dois tipos de previsão.

No capítulo 6 são descritas as aplicações do modelo em três cenários. Os resultados refletem uma situação resultante da simulação hipotética do rompimento da Barragem João Penido como origem do efeito provocador da inundação do centro urbano de Juiz de Fora.

No capítulo 7 são apresentadas as conclusões e recomendações.

## **CAPÍTULO 2**

### **CONSIDERAÇÕES GERAIS SOBRE CHEIAS EM RIOS E ÁREAS**

#### **URBANAS**

##### **2.1 – Onda de cheia em rios e canais**

Pressupostamente, qualquer fenômeno na natureza pode ser modelado matematicamente a partir do conhecimento das principais leis físicas governantes. No caso em questão o enfoque será dado à modelagem do escoamento não-permanente e variado em rios e canais o qual consiste em tentar reproduzir, através de equações, o trânsito da onda de cheia ao longo de um ou mais trechos de rio, determinando valores de descargas líquidas e níveis d'água, variando no espaço e no tempo.

##### **2.2- Cheias urbanas**

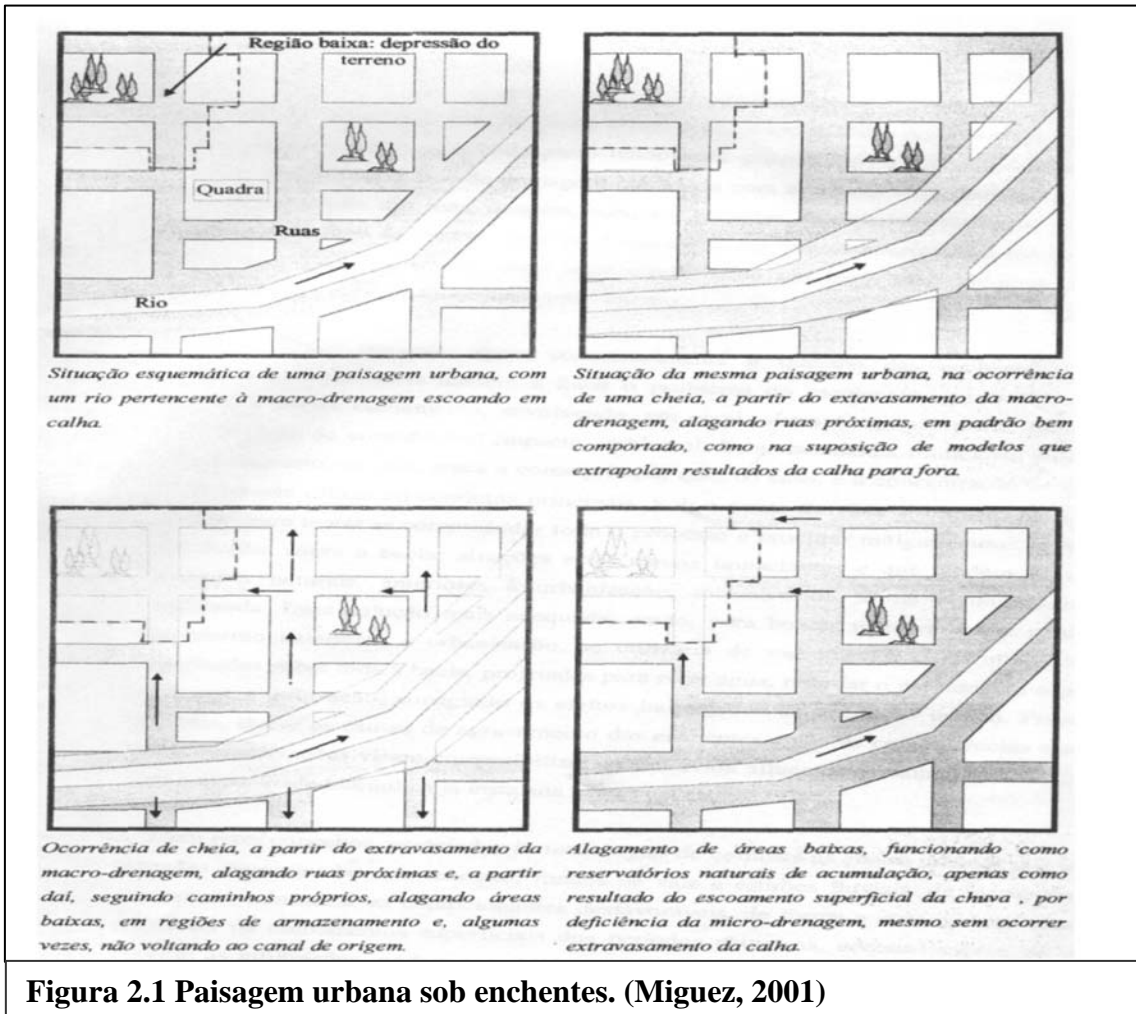
###### **2.2.1 – Áreas Inundáveis**

São regiões relativamente baixas que sofrem a influência de um curso d'água quando as águas ultrapassam as suas margens invadindo áreas adjacentes, ou áreas onde por efeito direto das chuvas não encontram um escoamento fácil. A variedade de configurações de áreas de inundação é muito grande, abrangendo desde um simples canal composto até uma rede complexa de ruas, canais e áreas dinamicamente ativas.

Após o advento da revolução industrial as populações vêm se transferindo paulatinamente do ambiente rural e concentrando-se em grandes aglomerados urbanos. Este movimento migratório ocupando primeiramente os vales e áreas planas acaba por alterar substancialmente o caminho natural das águas provocando enchentes com conseqüências sociais e econômicas indesejáveis.

Num cenário exclusivamente urbano, as inundações podem ser provocadas por deficiências na rede de micro-drenagem, seja por sub-dimensionamento, obsolescência ou entupimento destas por lixo. Quando a rede de macro-drenagem não funciona a contento, seja por sub-dimensionamento, redução da calha por lixo ou sedimentos, ou evento de uma chuva superior à de projeto, inundações podem ocorrer nas áreas

adjacentes, percorrendo caminhos diversos e até podendo não retornar ao canal de origem. A Figura 2.1, extraída de Miguez (2001) reproduz bem estes diversos cenários.



### 2.2.2 - Modelos de simulação de enchentes

Quando um rio extravasa o leito principal, ocorrem situações que não estão ou podem não estar adequadamente contempladas nas formulações das equações da calha. Quando estas águas formam apenas uma extensão do canal principal, como um canal composto, não apresentando efeitos dinâmicos o efeito a ser tratado é o de armazenamento. No caso oposto, quando além da reservação estas águas apresentam velocidades diferentes e outras variáveis intervenientes, exige-se uma formulação mais abrangente.

Embora as enchentes sejam um fenômeno bidimensional do ponto de vista do arranjo espacial, as formulações utilizadas para simulá-las são basicamente uni-dimensionais.

A representação destes cenários, parte desde modelos mais simples, os modelos que consideram o armazenamento lateral como área de armazenamento sem uma dinâmica,

até os modelos mais completos, os modelos de células.

### **2.2.3 – Modelos unidimensionais com área de armazenamento lateral sem efeito dinâmico**

Nestes modelos, usados para simulação de cheias, o efeito de armazenamento lateral é incorporado às equações de Saint Venant através da substituição da largura da seção principal do canal, por uma largura que inclua esta dimensão no canal e na área de inundação. Esta alteração é feita somente na equação da continuidade, e a equação dinâmica fica inalterada. Estes modelos apresentam limitações, pois são uma adaptação de modelos formulados para canais e não têm a capacidade de simular planícies extensas, mesmo quando as velocidades são desprezíveis, (Cunge et al. 1980).

### **2.2.4 – Modelos unidimensionais dinâmicos**

Nestes modelos procura-se representar os efeitos dinâmicos nas áreas de inundação supondo que estas se comportam como canais paralelos à calha principal. Os primeiros foram os modelos de canal composto, onde a planície é considerada como uma extensão da seção principal. A existência da planície é levada em conta na definição geométrica (forma) e hidráulica (rugosidade) da seção de escoamento. As equações do escoamento não se modificam.

A evolução destas formulações resultou naquelas que utilizam uma forma modificada das equações de escoamento (Fread, 1975; Samuels, 1979). No modelo de Fread, as equações de Saint Venant são formuladas para o canal e a planície e depois integradas, considerando que a linha de água na seção transversal é horizontal, para obter duas equações que representam o efeito conjunto do canal e a planície. O modelo Embers, (In Samuels, 1979), também formula as equações para o canal e a planície, mas as mantém separadas, e a relação entre elas se estabelece por trocas laterais nas equações de continuidade.

### **2.2.5 – Modelo de células**

Em áreas de inundação de grande extensão e com topologia complexa o escoamento nelas se torna, em boa medida independente do rio e se transforma em bidimensional, se desenvolvendo não apenas em função da declividade da linha de água, mas também da topografia e dos obstáculos existentes. Os modelos anteriormente citados não conseguem representar bem esta situação, pois consideram o escoamento nas planícies basicamente unidimensional. Um modelo de células consegue simular bem este cenário,

representando a planície de inundação através de um conjunto de células que se comunicam entre si e com o rio mediante formulações hidráulicas simples. A bidimensionalidade é dada pela área das células e pela disposição em planta.

Em 1964 a Sogreah (Unesco, 1964, Cunge et al., 1980) começou o desenvolvimento de modelos de células, orientado a permitir a representação deste tipo de planície de inundação. A formulação consiste em utilizar dois tipos de elementos: trechos de escoamento em rio e células. Os primeiros modelos utilizavam formulações simplificadas para o rio. Com a generalização do uso dos modelos hidrodinâmicos, as equações de Saint Venant passaram a ser usadas para simular o escoamento no canal principal. O fluxo entre duas células é geralmente descrito como sendo semelhante a um canal (sem termos de inércia) ou a um vertedor. Outros tipos podem ser adotados. O tipo de ligação dependerá das características da fronteira entre as células.

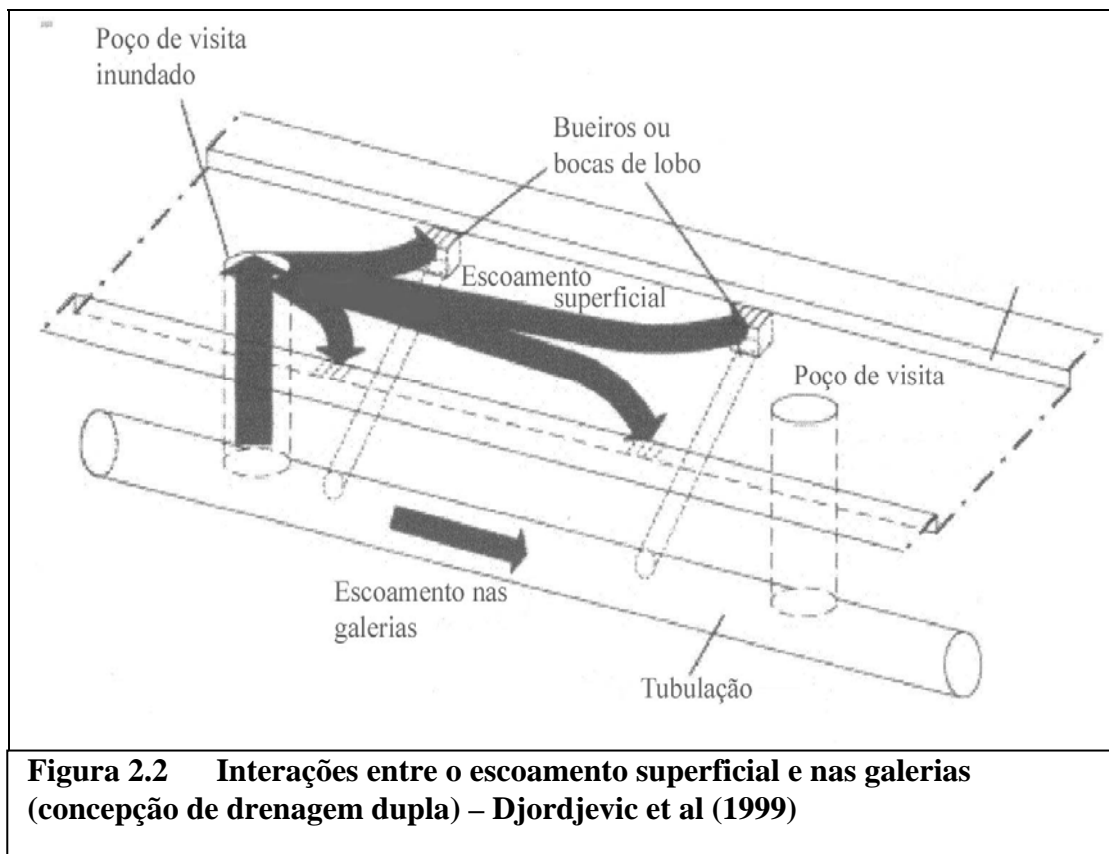
Mascarenhas e Miguez (1991), Miguez (1994) e Mascarenhas e da Silva (1995), desenvolveram um modelo semelhante ao do Sogreah (1964), e o aplicaram à simulação de uma região do Pantanal Mato-grossense. A partir de 1996, Miguez fez modificações neste modelo adaptando-o ao cenário urbano.

No trabalho de Carmona (1990), o sistema de células foi acoplado ao modelo de redes de rios apresentado por Tucci (1978). Esta combinação permite simular a situação que às vezes acontece em áreas planas, em que a planície de inundação é formada por uma rede de rios e canais, com uma configuração semelhante a um delta.

### **2.3 – Simulação conjunta do escoamento em ruas e galerias**

Tradicionalmente, quando o escoamento sob pressão em um sistema de drenagem flui para as ruas, a maioria dos modelos considera uma bacia de armazenamento virtual que retém o volume excedente até que a rede de drenagem apresente novamente capacidade de escoamento à superfície livre. Em Neves (2000) este volume excedente proveniente da limitação da capacidade de escoamento nas tubulações é transportado pelas ruas e volta ao sistema num ponto a jusante num intervalo de tempo posterior. Na presente tese o enfoque é o contrário. O volume considerado é o escoado pelas ruas e parte dele entrando pelas galerias, podendo admitir o fluxo contrário. Neste caso o escoamento nas galerias se propaga sob pressão. Utiliza-se, então, na formulação das equações do escoamento uma simplificação denominada de Fenda de Preissmann possibilitando o uso das mesmas equações à superfície livre

As considerações sobre o escoamento superficial e suas interações com o sistema de drenagem sob pressão, denominado de drenagem dupla, com seus componentes de escoamento superficial e subterrâneo foi primeiramente descrito por Djordjevic et al. (1999). A Figura 2.2 apresenta a concepção deste sistema.



## 2.4 – Inundações em Juiz de Fora

Inundações sempre existiram e não se constituem em um problema até a imposição da presença do Homem numa disputa com a Natureza para a ocupação das margens de rios e áreas planas alagáveis.

Até próximo do final do Século XIX o Rio Paraibuna apresentava as suas seções periódicas de cheias e alagamento da região onde hoje se situa a cidade de Juiz de Fora sem importunar os poucos habitantes da área.

O problema das inundações em Juiz de Fora originou-se na falta de capacidade de vazão do Paraibuna para escoar a descargas máximas de cheias. Problema antigo, que ao invés de se resolver, só se tem agravado, acentuadamente, com o tempo.

Os primeiros povoadores da velha Santo Antônio do Paraibuna, núcleo inicial de Juiz de Fora, bem que se arrancharam a cavaleiro de tais transbordamentos conforme indicação

em planta elaborada pelo engenheiro Dodt em 1860, (não disponível). Em 1897, após a construção da rodovia União e Indústria, a população chegou-se aos poucos ao rio, invadindo a baixada periodicamente inundável, começando mesmo a transpô-lo para a outra margem. Hoje tanto a via férrea como o rio foram envolvidos pela cidade que se desenvolveu continuamente ao longo do vale do Rio Paraibuna.

Juiz de Fora cresceu como a maioria das cidades brasileiras, sem plano de conjunto que corrigisse os defeitos existentes, que evitasse a repetição de erros no futuro.

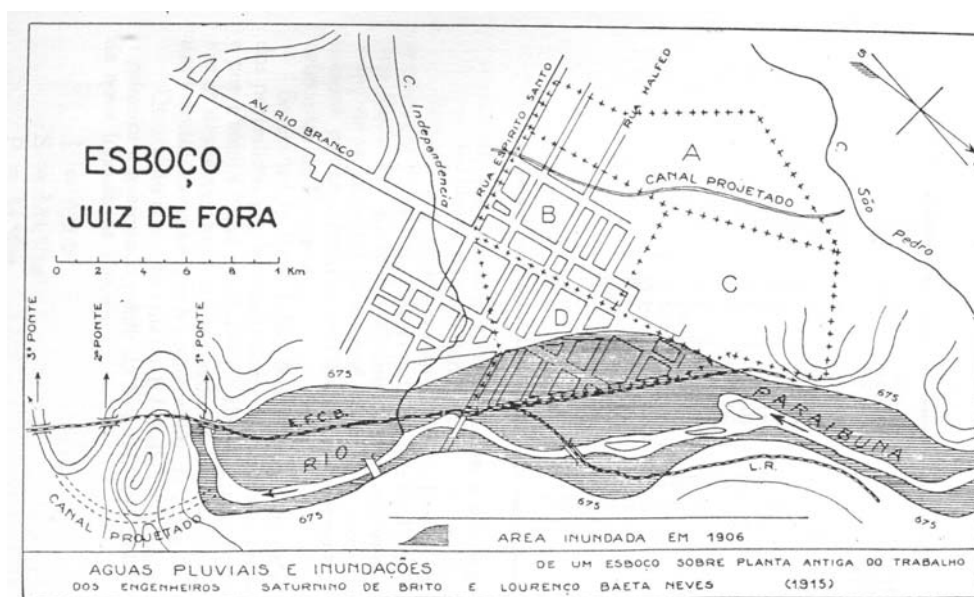
Saturnino de Brito, já naquela época, manifestava a sua preocupação contra a ocupação desordenada das planícies alagáveis, das construções a beira dos cursos d'água e do estrangulamento do curso do rio principal por construção de pontes. Segundo Hildebrando de Araújo Goes (1943), não se obedeceu ao “non edificandi” prudentíssimo de Dolfuss: “l'interdiction de bâtir sur les emplacements dangereux”. Ainda do mesmo autor, em 1892 Howian já previa que as grandes águas das cheias cobririam as vergas de algumas casas às margens do rio. Houve pelo menos uma antecipação: a ampliação da área urbana pela várzea alagavel só deveria ter sido permitida após prévia regularização do rio Paraibuna. Não se seguiu critério tão lógico quanto curial. Levantaram-se inúmeras construções à beira do rio e construíram-se pontes baixas e com vãos manifestamente insuficientes, que teriam de ser substituídas. Reforça com o comentário a contínua e desconsiderada destruição das matas que se observava em toda a bacia. Esta foi, talvez, a causa precípua da amplitude crescente das cheias. O mais breve exame da curva representativa das enchentes mostra seu impressionante aumento progressivo: 75 m<sup>3</sup>/s em 1892, 140 m<sup>3</sup>/s em 1906, 245 m<sup>3</sup>/s em 1940. Este resultado ilustra os efeitos do devastamento sistemático das matas. Sabe-se que as florestas retardam o escoamento superficial das águas que é uma das causas principais das inundações, além de se constituir um dos melhores recursos contra erosões intensas das correntes.

Juiz de Fora que já foi considerada a Manchester Mineira, teve duas grandes enchentes, a de 1906 e a de 1940. A última parou a cidade por 4 dias causando prejuízos enormes em fábricas, lojas e interrompendo por completo os meios de comunicação.

#### **2.4.1- A Grande Enchente de 1906**

Em 1906 a enchente do Rio Paraibuna inundou a cidade baixa e atingiu a cota 675,70; várias ruas e casas ficaram inundadas, atingindo a água mais de um metro de altura; o

tráfego da antiga E. F. Central do Brasil, hoje MRS, ficou interrompido com 0,35 m de água sobre os trilhos. Nessa ocasião calculou-se em 170 m<sup>3</sup>/s a descarga da cheia, que durou cerca de 30 horas, Goes (1943). A Figura 2.3 mostra uma antiga planta da cidade com esboço da área inundada realizado pelos Engenheiros Saturnino de Brito e Lourenço Baeta Neves, em 1915. A Figura 2.4 reproduz uma foto da época mostrando detalhes da inundação na Rua São Sebastião no centro da cidade.



**Figura 2.3** Área inundada no centro da cidade – Enchente de 1906



**Figura 2.4** Rua São Sebastião. Centro de Juiz de Fora durante a enchente de 1906. Fotógrafo: Antenor Campos e Cia. (Acervo do MMP)



#### 2.4.2 - A Grande Enchente de 1940

À meia noite do dia 24 de dezembro de 1940, observou-se o pico da cheia mais violenta e mais demorada jamais registrada, ocasionada por uma chuva com precipitação média de 245 mm observada entre os dias 22 e 25 de dezembro. A enchente teve uma duração de 91 horas e 30 minutos, com uma descarga máxima alcançada em 245 m<sup>3</sup>/s registrada nas usinas 1 e 2 ( Usina de Marmelos – 1a Usina Hidro-Elétrica da América do Sul ) situadas a jusante de Juiz de Fora, Tabela 2.1.

DIA	DESCARGA	HORA
23-12-1940	95,6 m <sup>3</sup>	06h,35m
23-12-1940	216,3 m <sup>3</sup>	23h,00m
24-12-1940	244,8 m <sup>3</sup>	24h,00m
25-12-1940	238,5 m <sup>3</sup>	07h,00m
26-12-1940	201,7 m <sup>3</sup>	06h,50m
27-12-1940	116,6 m <sup>3</sup>	06h,50m

**Tabela 2.1 Registro de vazões da cheia de 1940 na Usina de Marmelos.**

Pelas observações locais, o nível das águas extravasadas subiu 63 cm. mais do que em 1906, atingindo a cota 676,13 m. Naquela época a capacidade máxima suportada pela calha do Paraibuna no trecho urbano não passava dos 120 m<sup>3</sup>/s. A Figura 2.5 mostra detalhes da inundação na estação ferroviária EFCB no centro da cidade e a Figura 2.6 mostra a planta da cidade evidenciando a área de inundação com marcação dos limites de inundação das cheias de 1906 e 1940.



**Figura 2.5 Inundação na estação da EFCB durante a cheia de 1940.**



### **2.4.3 - A solução do problema**

Durante aproximadamente 50 anos discutiu-se a causa e solução para o problema. Desde Howian em 1892 a Goes em 1943 diversos profissionais da época, dentre eles Saturnino de Brito discutiram o problema à luz dos efeitos imediatos das enchentes. Dentre eles o que teve a sugestão que mais se aproximou da solução tecnicamente ideal foi o engenheiro G. Howian em 1892 sem, no entanto acertar na causa maior das inundações. Acreditava Howian que a causa maior estava num trecho com seção insuficiente e com uma curva em “S” situada logo a jusante da cidade.

Realmente as inundações no Paraibuna não foram causadas apenas pelo estrangulamento de seções a jusante, ou pela incapacidade do rio de escoar as descargas máximas de cheias no trecho que atravessa a cidade, mas sim pelo somatório de causas tais como: ocupação desordenada das suas margens, estrangulamento de seção por construção de pontes com vão insuficiente, desmatamento contínuo de florestas na bacia, acúmulo de lixo no leito, ocupação desordenada dos afluentes no trecho urbano, baixa declividade do leito, meandros, etc.

Posteriormente, de posse desses conhecimentos e baseado em levantamentos topográfico do perfil longitudinal e diversas seções transversais, Hildebrando de Araújo Goes, no início da década de 40, identificou como a causa maior das inundações a baixa declividade do leito do rio exatamente no trecho central que atravessa a cidade e elaborou o projeto que definitivamente resolveria o problema de inundações no centro de Juiz de Fora, considerando além da regularização do rio e a construção da variante Howian, a barragem de Chapéu D`Uvas.

## CAPÍTULO 3

### O MODELO MATEMÁTICO

#### 3.1- Modelagem matemática

Ao longo dos tempos, diversos estudos se desenvolveram com o intuito de conter as cheias aprimorando os conceitos sobre a hidrologia e hidráulica. Desde a Roma antiga, diversas proposições têm sido feitas para tentar traduzir estes fenômenos da natureza em linguagem matemática. Estes estudos tiveram grande impulso quando, em 1871, Adhemar Jean Claude Barré de Saint Venant apresentou à Academia Francesa de Ciências seu trabalho sobre escoamento em canais a superfície livre.

Matematicamente, a propagação de ondas de cheia pode ser representada por duas equações diferenciais parciais. A primeira, Equação da Continuidade ou Conservação da Massa, considera a propriedade de armazenamento, a segunda, Equação do Momentum ou Conservação da Quantidade de Movimento, é baseada na 2ª Lei de Newton do Movimento e considera a influência de forças externas sobre o escoamento. Observadas as hipóteses adotadas na dedução dessas equações, o sistema por elas formado constitui o que se convencionou denominar de modelação hidrodinâmica, abrangendo uma ampla gama de situações reais de escoamento em leitos fluviais. Este tipo de modelação não foi aplicado, inicialmente, devido à complexidade de resolução das equações diferenciais a derivadas parciais componentes do sistema. A modelação hidrodinâmica efetivamente passou a ser aplicada de forma generalizada a partir do advento da computação digital, no decorrer da década de 60.

As aplicações dos modelos matemáticos de escoamento na engenharia, vão desde projeto de obras até a operação de estruturas de controle e na previsão de cheias, quando os transientes gerados pelos hidrogramas passam a ser relevantes. Zamanillo (1988) comenta que os modelos hidrodinâmicos de previsão de vazões podem ter aplicações importantes mesmo nos meses de estiagem, nos casos de existirem estruturas controladoras de descargas.

#### 3.2 - Fundamentos teóricos

A representação matemática do escoamento não-permanente e variado em canais abertos é feita por meio de duas equações diferenciais parciais não-lineares conhecidas

como equações de Saint-Venant: a equação da continuidade (ou da conservação de massa) e a equação da conservação da quantidade de movimento (ou equação dinâmica). A dedução destas equações baseia-se num conjunto de hipóteses que consideram os aspectos mais importantes do fenómeno físico, com simplificações que não modificam sensivelmente as características do mesmo (Mascarenhas, 1980).

### **3.2.1 – Hipóteses básicas**

Chow (1959), e Baltzer (1968), apresentaram a dedução destas equações, levando em consideração as seguintes hipóteses:

1. O escoamento é suposto como unidimensional
2. A superfície da onda varia gradualmente, de maneira que a distribuição vertical das pressões é considerada hidrostática. Isto implica que o efeito centrífugo da curvatura do canal e o efeito de Coriolis são desprezíveis.
3. A declividade média do leito do rio é considerada suficientemente pequena, de modo que o seno ( $\sin \gamma$ ) do ângulo do fundo do canal possa ser considerado igual à tangente ( $\tan \gamma$ ) do mesmo e o seu coseno ( $\cos \gamma$ ) igual à unidade.
4. O fenómeno refere-se a transiente de ondas longas, para os quais a relação entre a profundidade e comprimento de onda é menor que a unidade.
5. As perdas por atrito podem ser levadas em conta por meio de expressões empíricas, como Manning (Manning-Strickler) ou Chézy.
6. O fluido é incompressível e homogêneo, o que significa que a massa específica do mesmo é considerada constante no tempo e no espaço.
7. Considera efeitos termodinâmicos desprezíveis
8. Considera efeito dos ventos sobre a superfície desprezível.

A partir destas hipóteses pode-se, por meio das leis da Mecânica, deduzir as equações básicas que governam o escoamento em questão.

### **3.2.2 – Equações governantes do escoamento não permanente**

A representação matemática do escoamento não-permanente e variado em canais abertos é feita por meio de duas equações diferenciais parciais não-lineares conhecidas

como equações de Saint-Venant: a equação da continuidade (ou da conservação de massa) e a equação da conservação da quantidade de movimento (ou equação dinâmica) que na sua forma mais geral (Cunge, Holly e Verwey, 1980), ou forma chamada de divergente ou conservativa tem para a equação da continuidade (conservação da massa) a apresentação:

$$\frac{\partial Q}{\partial x} + \frac{\partial A}{\partial t} = q \quad (3.1)$$

A equação dinâmica (conservação da quantidade de movimento), baseada em leis de conservação apresenta-se sob a forma:

$$\frac{\partial Q}{\partial t} + \frac{\partial}{\partial x} \left( \frac{Q^2}{A} + gl_1 \right) = gA(S_0 - S_f) + gl_2 - \frac{Qq}{A} \quad (3.2)$$

Na equação (3.2),  $l_1$  e  $l_2$  são definidas como as relações integrais auxiliares para a força de pressão resultante entre duas seções devido à diferença de profundidade do escoamento, e para uma força de pressão, normal às paredes do canal, devido à diferença de áreas molhadas na direção transversal ao escoamento (Cunge, Holly e Verwey, 1980) e podem ser apresentadas como:

$$l_1 = \int_0^{h(x)} [h(x) - \eta] \xi(x, \eta) d\eta \quad (3.3)$$

$$l_2 = \int_0^{h(x)} [h(x) - \eta] \left[ \frac{\partial \xi}{\partial x} \right]_{h=const} d\eta \quad (3.4)$$

Nas equações 3.1 a 3.4 tem-se as seguintes variáveis:

- x - distância ao longo do eixo do canal
- t - tempo (caracteriza o regime não-permanente do escoamento)
- Q - Vazão na seção transversal
- A - área molhada da seção transversal do canal
- h - profundidade média do escoamento na seção transversal
- q - contribuição lateral por unidade de comprimento
- g - aceleração da gravidade
- $\eta$  - variável de integração da profundidade

$S_f$  - perda de carga por unidade de comprimento do canal (declividade da linha de energia)

$S_0$  - declividade média do fundo do leito

### 3.3 - Variáveis dependentes

As equações de Saint Venant podem ser escritas sob várias formas, dependendo da natureza do problema a ser estudado e da forma de resolução das mesmas. As equações podem ser expressas através de duas variáveis dependentes entre as mais usadas na prática: elevação do nível d'água ou cota ou profundidade, e vazão ou velocidade. O uso do nível, ao invés da profundidade elimina a necessidade de utilizar-se a declividade do fundo do canal ( $S_0$ ), que pode ser de difícil avaliação no caso de cursos d'água naturais. O emprego da vazão, ao invés da velocidade, tem como vantagem o fato daquela variar mais suavemente no espaço e no tempo (Amein e Chu, 1975).

Dentre as diversas formas particulares, as equações de Saint-Venant podem ser escritas utilizando-se outras grandezas do escoamento como variáveis dependentes.

Em particular, se na equação dinâmica anteriormente apresentada (3.2), for efetuada a avaliação da derivada do termo  $gl_1$ , em relação a  $x$ , teremos:

$$\frac{\partial(gl_1)}{\partial x} = g \frac{\partial}{\partial x} \int_0^{h(x)} [h(x) - \eta] \xi(x, \eta) d\eta \quad (3.5)$$

Aplicando-se o teorema de Leibnitz para a derivada da integral e levando em conta que:

$$\xi(x, h) = B(x) \text{ e } \int_0^h \xi d\eta = A \text{ obtém-se:} \quad (3.6)$$

$$\frac{\partial(gl_1)}{\partial x} = g \frac{\partial h}{\partial x} \int_0^{h(x)} \xi(x, \eta) d\eta + g \int_0^{h(x)} [h(x) - \eta] \left[ \frac{\partial B}{\partial x} \right]_{h=const} d\eta \quad (3.7)$$

ou

$$\frac{\partial(gl_1)}{\partial x} = gA(x) \frac{\partial h}{\partial x} + gl_2 \quad (3.8)$$

levando em conta que  $Q=VA$

a equação dinâmica fica:

$$\frac{\partial Q}{\partial t} + \frac{\partial}{\partial x} (V^2 A) + gA \frac{\partial h}{\partial x} + gl_2 = gA(S_0 - S_f) + gl_2 - \frac{Qq}{A} \quad (3.9)$$

Resultando em :

$$\frac{\partial Q}{\partial t} + \frac{\partial}{\partial x}(VQ) + gA\left(\frac{\partial h}{\partial x} - S_0\right) + gAS_f + \frac{Qq}{A} = 0 \quad (3.10)$$

Apesar de ser bastante utilizada em engenharia de recursos hídricos a expressão (3.10) não é uma forma conservativa de equação dinâmica.

A partir então das equações (3.1) da continuidade e (3.10) da equação dinâmica, podem ser deduzidas as formas mais freqüentemente utilizadas para as equações de Saint-Venant em termos das variáveis dependentes adotadas.

### 3.3.1 - Vazão e Profundidade

$Q(x, t)$  e  $h(x, t)$ , como variáveis dependentes.

A área  $A$  da equação (3.1) pode ser eliminada como se segue:

$$\frac{\partial A(h)}{\partial t} = \frac{\partial A}{\partial h} \frac{\partial h}{\partial t} = B \frac{\partial h}{\partial t} \quad (3.11)$$

E a equação da continuidade alternativa fica:

$$B \frac{\partial h}{\partial t} + \frac{\partial Q}{\partial x} = q \quad (3.12)$$

onde  $B=B(h)$  e  $A=A(h)$

Na equação dinâmica (3.10), fazendo-se  $V = \frac{Q}{A}$ , fica:

$$\frac{\partial Q}{\partial t} + \frac{\partial}{\partial x} \left( \frac{Q^2}{A} \right) + gA \frac{\partial h}{\partial x} + gA(S_f - S_0) + \frac{Qq}{A} = 0 \quad (3.13)$$

### 3.3.2 – Vazão e Cota

$Q(x,t)$  e  $Y(x,t)$  como variáveis dependentes

Sendo  $Y_0(x)$  a cota do fundo da seção,  $h = Y - Y_0$  então:

$$\frac{\partial h}{\partial t} = \frac{\partial Y}{\partial t} \quad (\text{fundo fixo}) \quad (3.14)$$

$$\frac{\partial h}{\partial x} = \frac{\partial Y}{\partial x} - \frac{\partial Y_0}{\partial x} = \frac{\partial Y}{\partial x} + S_0 \quad (3.15)$$

Substituindo-se nas equações (3.12) e (3.13) obtêm-se:

$$B \frac{\partial Y}{\partial t} + \frac{\partial Q}{\partial x} = q \quad (3.16)$$



$$\frac{\partial Q}{\partial t} + \frac{\partial}{\partial x} \left( \frac{Q^2}{A} \right) + gA \frac{\partial Y}{\partial x} + gAS_f + \frac{Qq}{A} = 0 \quad (3.17)$$

Onde:  $B = B(Y)$  e  $A = A(Y)$

### 3.3.3 – Velocidade e profundidade médias

$V(x,t)$  e  $h(x,t)$ , como variáveis independentes

Fazendo-se na equação da continuidade  $Q=VA(h)$ , teremos:

$$\frac{\partial Q}{\partial x} = A \frac{\partial V}{\partial x} + V \frac{\partial A}{\partial x} = A \frac{\partial V}{\partial x} + V \left[ \frac{\partial A}{\partial h} \frac{\partial h}{\partial x} + \left( \frac{\partial A}{\partial x} \right)_{h=cte} \right] \quad (3.18)$$

onde:  $\frac{\partial A}{\partial h} = B$  e  $\left( \frac{\partial A}{\partial x} \right)_{h=cte}$  é a taxa de variação de  $A$  para um valor fixo de  $h$ .

$$\frac{\partial Q}{\partial t} = \frac{\partial(AV)}{\partial t} = V \frac{\partial A}{\partial t} + A \frac{\partial V}{\partial t} = -V \frac{\partial Q}{\partial x} + A \frac{\partial V}{\partial t} \quad (3.19)$$

$$\frac{\partial}{\partial x} \left( \frac{Q^2}{A} \right) = \frac{2Q}{A} \frac{\partial Q}{\partial x} - \frac{Q^2}{A^2} \frac{\partial A}{\partial x} = 2 \frac{Q}{A} \frac{\partial Q}{\partial x} - \frac{Q^2}{A^2} \left[ B \frac{\partial h}{\partial x} + \left( \frac{\partial A}{\partial x} \right)_{h=cte} \right] \quad (3.20)$$

Substituindo-se (3.18) a (3.20) no sistema de equações (3.12) e (3.13) e manipulando vem:

$$\frac{\partial h}{\partial t} \frac{A}{B} \frac{\partial V}{\partial x} + V \frac{\partial h}{\partial x} + \frac{V}{B} \left( \frac{\partial A}{\partial x} \right)_{h=cte} = \frac{q}{B} \quad (3.21)$$

$$\frac{\partial V}{\partial t} + V \frac{\partial V}{\partial x} + g \frac{\partial h}{\partial x} + g(S_f - S) + \frac{Vq}{A} = 0 \quad (3.22)$$

onde  $A = A(h)$

### 3.3.4 – Velocidade média e cota

$v(x,t)$  e  $Y(x,t)$  como variáveis dependentes

A derivada parcial no espaço da vazão  $Q=VA(Y)$  agora fica:

$$\frac{\partial Q}{\partial x} = A \frac{\partial V}{\partial x} V \left[ B \frac{\partial Y}{\partial x} + \left( \frac{\partial A}{\partial x} \right)_{Y=cte} \right] \quad (3.23)$$

Considerando-se as derivadas (3.14) e (3.15) e a expressão (3.23), o sistema de equações (3.21) e (3.22) transforma-se em:

$$\frac{\partial Y}{\partial t} + \frac{A}{B} \frac{\partial V}{\partial x} + V \left( \frac{\partial Y}{\partial x} + S_0 \right) + \frac{V}{B} \left( \frac{\partial A}{\partial x} \right)_{Y=cte} = \frac{q}{B} \quad (3.24)$$

$$\frac{\partial V}{\partial t} + V \frac{\partial V}{\partial x} + g \frac{\partial Y}{\partial x} + g S_f + \frac{Vq}{A} = 0 \quad (3.25)$$

As manipulações algébricas apresentadas não se constituem em simples transformações matemáticas, e são de importância prática desde que determinadas práticas numéricas mostram-se mais bem adaptáveis a algumas formas apresentadas das equações de Saint Venant.

A integração numérica livre de erros não desprezíveis, aliada às características físicas do curso d'água em estudo pode sugerir qual forma mais adequada a ser utilizada para as equações da continuidade e dinâmica.

Por exemplo se o curso d'água possui forte declividade e se as variações das seções transversais são pequenas, o uso de  $h(x,t)$  ao invés de  $Y(x,t)$  como variável dependente é

recomendável, uma vez que  $h$  e  $\left( \frac{\partial A}{\partial x} \right)_{h=cte}$  variam mais suavemente de uma abscissa para

outra na direção do escoamento. Por outro lado, pequenas declividades de fundo e grandes variações de seção transversal favorecem o uso de  $Y(x,t)$  como variável dependente.

O modelo desenvolvido na presente tese, Propacv7, trabalha com as variáveis dependentes profundidade  $h(x,t)$  e velocidade  $v(x,t)$  médias ou cota  $Y(x,t)$  e vazão  $Q(x,t)$ .

### 3.4- Equação da continuidade

A equação da continuidade escrita com as variáveis dependentes elevação do nível d'água, área molhada  $A(Y)$  e velocidade média na seção, descreve a capacidade de armazenamento do canal e se apresenta-se como:

$$B \frac{\partial Y}{\partial t} + Bv \frac{\partial Y}{\partial x} + A \frac{\partial v}{\partial x} + v \frac{\partial A}{\partial x} = q \quad (3.26)$$

onde os símbolos de acordo com a equação (3.26) e Figura 3.1 são:

- A - área molhada da seção transversal do canal
- B - largura superficial
- BI - largura de inundação

- BS - largura de armazenamento
- v - velocidade do escoamento
- $q_{l1}$  - contribuição da planície de inundação
- $q_{l2}$  - contribuição da bacia de drenagem ou outros aportes
- $q = q_{l1} + q_{l2}$  - contribuição lateral por unidade de comprimento do canal
- t - tempo
- x - coordenada na direção do escoamento
- $Y = Y_0 + h$  - elevação do nível d'água

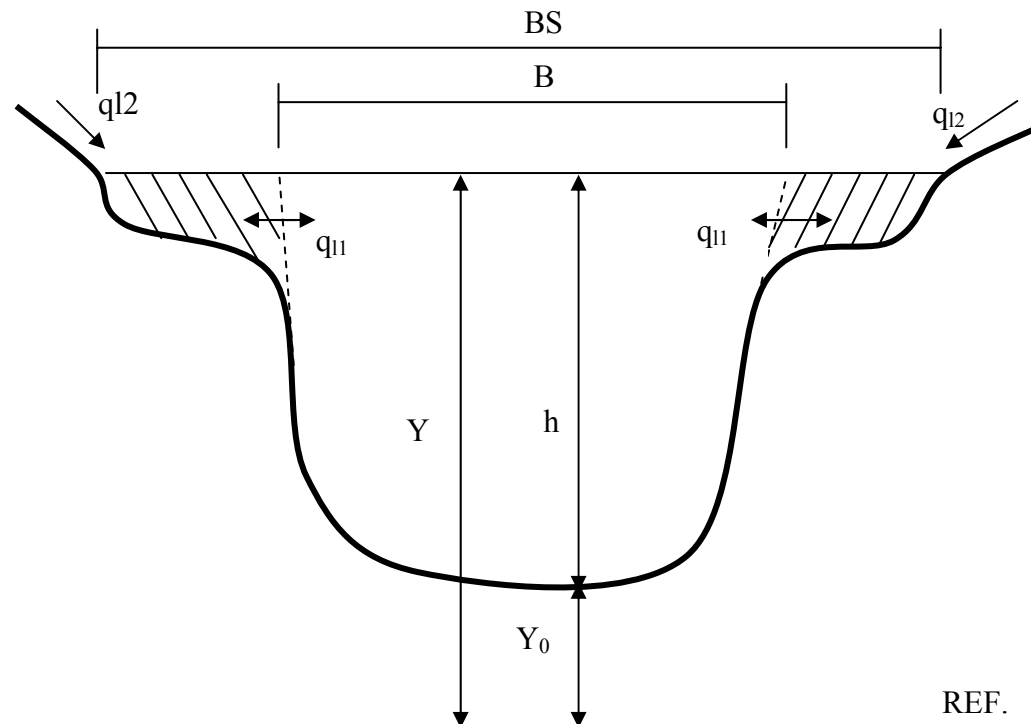
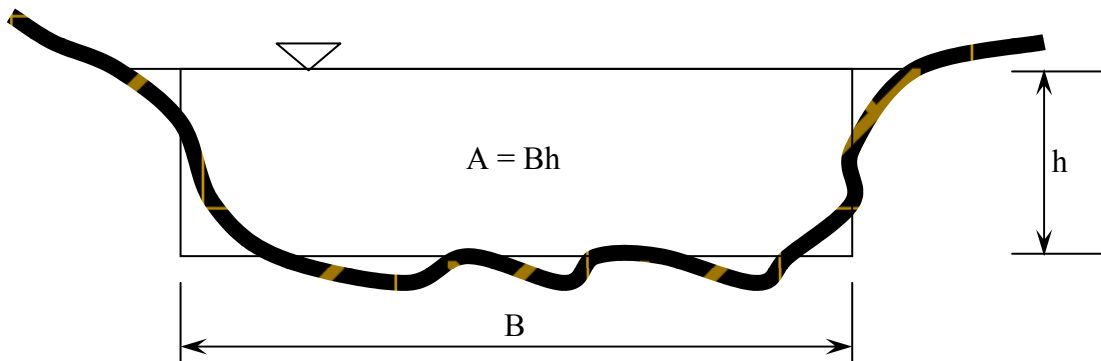


Figura 3.1 – Propriedades da seção transversal do canal.

Os termos da equação (3.26) indicam respectivamente a taxa de elevação que representa a variação no armazenamento (devido à elevação da superfície com o tempo); o termo de armazenamento em prisma (devido à variação da velocidade no espaço); parcelas de armazenamento em cunha (devido às variações da velocidade e da área da seção no espaço) e o termo de influxo lateral (associado à variação de massa no tempo e no espaço).

Utilizando a seção retangular equivalente para a seção transversal do rio, conforme a Figura 3.2, a equação da continuidade (3.26) fica:

$$\frac{\partial h}{\partial t} + v \frac{\partial h}{\partial x} + h \frac{\partial v}{\partial x} = \frac{q}{B} \quad (3.27)$$



**Figura 3.2 – Seção retangular equivalente**

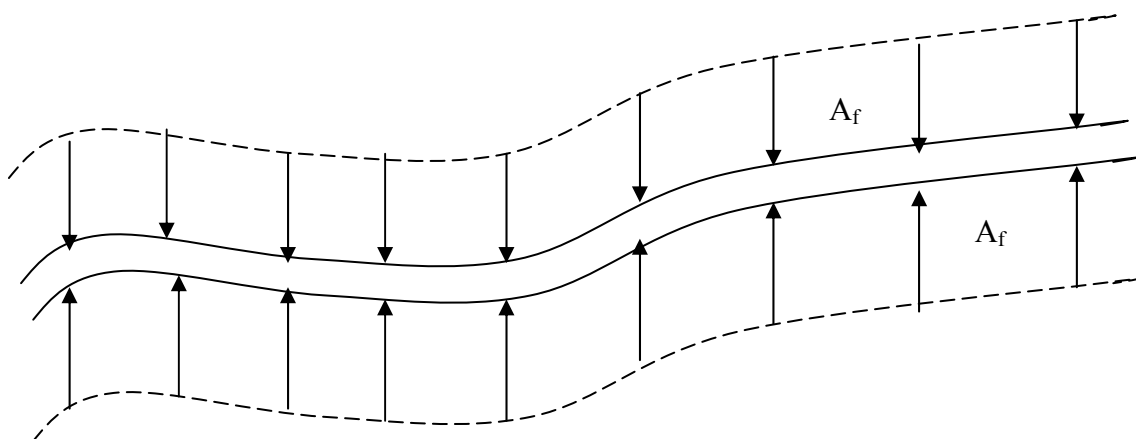
Utilizando as variáveis dependentes cota e vazão e utilizando a seção retangular equivalente a equação da continuidade após manipulação dos termos, fica:

$$\frac{\partial Y}{\partial t} + \frac{1}{B} \frac{\partial Q}{\partial x} - \frac{q}{B} = 0 \quad (3.28)$$

onde

Q - Vazão (m<sup>3</sup>/s)

Y - Cota da superfície livre da água



**Figura 3.3 – Zona de inundação do rio.**

Nas equações acima a contribuição lateral  $q$  pode ser escrita

$$q = q_{l1} + q_{l2} \quad (3.29)$$

Onde  $q_{l2}$  é a contribuição lateral proveniente da bacia de drenagem ou outras contribuições. O termo  $q_{l1}$  é a contribuição das planícies de inundação, Figura 3.1. Esta contribuição por unidade de comprimento do canal pode ser expressa como:

$$q_{l1} = -\frac{\partial A_f}{\partial x} \frac{dy}{dt} \quad (3.30)$$

Onde  $A_f$  é a zona de inundação do trecho, Figura 3.3. Considerando que  $BI = \frac{\partial A_f}{\partial x} \frac{\partial Y}{\partial t}$  é a largura de inundação e  $B$  é a largura da calha principal, na equação da continuidade  $BS = B + BI$  substitui  $B$  quando o nível d'água ultrapassa as margens do rio e a equação fica:

$$\frac{\partial Y}{\partial t} + \frac{1}{BS} \frac{\partial Q}{\partial x} - \frac{q}{BS} = 0 \quad (3.31)$$

### 3.5- Equação dinâmica

Decorrente da 2ª Lei de Newton e escrita com as mesmas variáveis dependentes da Equação da Continuidade,  $h$  e  $v$ , a Equação Dinâmica toma a forma:

$$\frac{\partial v}{\partial t} + v \frac{\partial v}{\partial x} + g \frac{\partial h}{\partial x} + g(S_f - S_0) + \frac{vq}{A} = 0 \quad (3.32)$$

onde os símbolos de acordo com a equação (3.32) e Figura 3.2 são:

- A - área molhada da seção transversal do canal
- g - aceleração da gravidade
- v - velocidade do escoamento
- q - contribuição lateral por unidade de comprimento
- $S_f$  - perda de carga por unidade de comprimento do canal (declividade da linha de energia)
- $S_0$  - declividade média do fundo do leito
- t - tempo

- x - distância ao longo do eixo do canal
- h - altura da lâmina d'água na seção de escoamento

Seus termos indicam, respectivamente, medidas da aceleração local e convectiva, as forças de pressão, a aceleração da contribuição lateral, as forças de gravidade e de atrito.

$S_f$  é obtido a partir da fórmula de Manning que relaciona a velocidade com a perda de carga distribuída  $S_f$  segundo

$$S_f = \frac{n^2 v^2}{R^p} \quad (3.33)$$

Onde  $R$  é o raio hidráulico da seção,  $p$  é um parâmetro igual a  $\frac{4}{3}$  no caso de escoamento uniforme e  $n$  é o coeficiente de rugosidade da calha. A equação (3.33) também pode ser apresentada sob a forma muito comum nos compêndios de hidráulica como:

$$S_f = \frac{Q|Q|}{K^2} \quad (3.34)$$

onde  $K$  é a condutância da seção.

Escrita com as variáveis dependentes  $Y(x,t)$  e  $Q(x,t)$  a equação dinâmica toma a forma

$$\frac{\partial Q}{\partial t} + \frac{\partial \left( \frac{Q^2}{A} \right)}{\partial x} + gA \left( \frac{\partial Y}{\partial x} + S_f + S_c \right) + \frac{Qq}{A} = 0 \quad (3.35)$$

onde

- A - área molhada da seção transversal do canal
- g - aceleração da gravidade
- Q - vazão na seção transversal
- q - contribuição lateral por unidade de comprimento
- $S_f$  - perda de carga por unidade de comprimento do canal (declividade da linha de energia)
- $S_c$  - perda de carga localizada
- t - tempo
- x - distância ao longo do eixo do canal

$Y = Y_0 + h$  - elevação do nível d'água

Na equação (3.35) foi intruduzido o termo de perda de carga localizada  $S_c$ , dado por (Fread, 1982):

$$S_c = \frac{K_{cpl}}{2g} \left| \Delta \left( \frac{Q^2}{A^2} \right) \right| \quad (3.36)$$

Onde

$K_{cpl}$  - coeficiente de perda localizada, com valor entre -1 e 1

$\Delta$  - indica a diferença de valores entre duas seções adjacentes

### 3.6 – Condições de contorno externas

Num modelo em rede pode-se ter diversas fronteiras de montante e jusante com diversas condições de contorno externas cujas variáveis ocupam posições na matriz dos coeficientes segundo o algoritmo descrito no item (5.2.2) e mostradas na Figura 5.2. Para que não se quebre esta estrutura na matriz dos coeficientes (matriz Jacobiana), optou-se por inserir no sistema as equações de contorno considerando então no vetor dos resíduos o valor correspondente igual a zero. As condições de contorno consideradas no modelo atual considerando as variáveis dependentes  $h(x,t)$  e  $v(x,t)$  e  $Y(x,t)$  e  $Q(x,t)$  são:

- Altura de água (h)

$$h - h(t) = 0 \quad (3.37)$$

- Nível (Y)

$$Y - Y(t) = 0 \quad (3.38)$$

- Vazão (Q)

$$Q - Q(t) = 0 \quad (3.39)$$

- Curva chave (h e v)

$$Q = aaa(h - h_0)^{bbb} \quad (3.40)$$

- Curva chave (Y e Q)

$$Q = aaa(Y)^{bbb} \quad (3.41)$$

onde aaa e bbb são coeficientes da equação e  $h_0$  (m) é um coeficiente de ajuste.

- Domínio virtual estendido

nesta situação podem ser inseridos como dados de entrada um valor aproximadamente constante para altura virtual, uma cota virtual ou uma vazão virtual e um multiplicador de comprimento para cada fronteira de jusante na qual se deseja implementar esta condição de contorno.

$$h - h_{(virtual)} = 0 \quad (3.42)$$

$$Y - Y_{(virtual)} = 0 \quad (3.43)$$

$$Q - Q_{(virtual)} = 0 \quad (3.44)$$

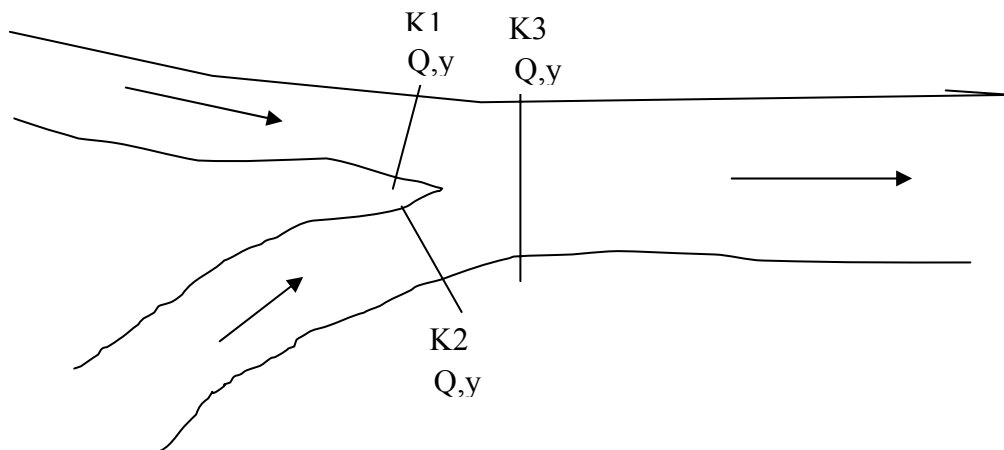
### 3.7 - Condições de contorno interna

Quando no trecho de rio aparecem situações em que as equações de Saint Venant não são válidas, porque o escoamento não cumpre com as hipóteses básicas (item 3.2.1) usadas em sua formulação, tem-se a situação que se convencionou chamar “condição de contorno interna”. Procura-se então uma equação adequada para descrever o escoamento nestes pontos, e que possa ser acoplada às equações usadas a montante e a jusante desses pontos. Situações clássicas desse tipo são, de acordo com (Cunge, 1975), as confluências, mudança brusca de seção transversal, escoamento sobre vertedouros, escoamento por comportas, e bacias de armazenamento. O modelo desenvolvido trata as confluências e considera as bacias de armazenamento na formulação da equação da continuidade.

#### 3.7.1 – Confluência

O estudo de confluências é usado em rede de rios ou galerias e sua formulação depende do esquema numérico adotado, quatro pontos ou centrado, descritos no item 4.2.2. No modelo atual, Propacv7, utilizando-se o esquema de quatro pontos, adota-se a equação de energia e da continuidade na região de confluência através de seções próximas do encontro dos rios. Ao adotar estas equações, admite-se, pela proximidade, que o efeito da variação no tempo dentro da confluência é pequeno (escoamento permanente).





**Figura 3.4 Esquema de uma confluência de rio.**

Para uma confluência do tipo da Figura 3.4, confluência convergente, com um rio principal e um afluente, existe uma equação de continuidade e duas de energia para cada confluência que caracterizam cada subtrecho da mesma. De uma maneira simplificada isto é formulado fazendo-se o somatório das vazões que entram e saem de uma confluência igual a zero e igualando-se as alturas nestas seções, ou seja,  $Q_{K1} + Q_{K2} = Q_{K3}$  e  $y_{K1} = y_{K2} = y_{K3}$ .

Num sistema discretizado em função das variáveis dependentes  $h(x,t)$  e  $v(x,t)$  para uma confluência do tipo convergente a conservação da massa é satisfeita pela equação:

$$B^{k1} h^{k1} V^{k1} + B^{k2} h^{k2} V^{k2} - B^{k3} h^{k3} V^{k3} = 0 \quad (3.45)$$

E a conservação de energia é representada pelas equações:

$$h^{k2} - h^{k3} = 0 \quad (3.46)$$

e 
$$h^{k1} - h^{k3} = 0 \quad (3.47)$$

Para uma confluência tipo divergente a equação da conservação da massa fica:

$$B^{k3} h^{k3} V^{k3} - B^{k1} h^{k1} V^{k1} - B^{k2} h^{k2} V^{k2} = 0 \quad (3.48)$$

E a conservação de energia será representada por:

$$h^{k3} - h^{k1} = 0 \quad (3.49)$$

$$h^{k3} - h^{k2} = 0 \quad (3.50)$$

Nestas formulações adotou-se a forma simplificada na equação de energia, desprezando-se a perda linear entre as seções e o termo de velocidades. Este termo pode

ser desprezível para velocidades pequenas que ocorre em rios, além de uma variação mais importante dos níveis. Considerando uma confluência convergente, as equações de energia completas podem ser apresentadas:

$$z_0^{k1} + h^{k1} + \frac{(V^{k1})^2}{2g} = z_0^{k3} + h^{k3} + \frac{\alpha_{13}(V^{k3})^2}{2g} + h_{f13} \quad (3.51)$$

$$z_0^{k2} + h^{k2} + \frac{(V^{k2})^2}{2g} = z_0^{k3} + h^{k3} + \frac{\alpha_{23}(V^{k3})^2}{2g} + h_{f23} \quad (3.52)$$

onde  $\alpha$  é o fator de correção para perda de energia e  $h_f$  é a perda de energia dada pelo produto da declividade da linha de energia e a distância entre seções; índice 13, por exemplo, indica referência às seções de 1 para 3 ou seja de k1 para k3; V é a velocidade;  $z_0$  é o nível do fundo do canal e h é a profundidade.

Considerando as variáveis dependentes Y(x,t) e Q(x,t), para uma confluência do tipo convergente a conservação da massa é satisfeita pela equação:

$$Q^{k1} + Q^{k2} - Q^{k3} = 0 \quad (3.53)$$

E a conservação de energia é representada pelas equações:

$$Y^{k2} - Y^{k3} = 0 \quad (3.54)$$

$$Y^{k1} - Y^{k3} = 0 \quad (3.55)$$

Para uma confluência tipo divergente a equação da conservação da massa fica:

$$Q^{k3} + Q^{k1} - Q^{k2} = 0 \quad (3.56)$$

E a conservação de energia será representada por:

$$Y^{k3} - Y^{k1} = 0 \quad (3.57)$$

$$Y^{k3} - Y^{k2} = 0 \quad (3.58)$$

Estas configurações levam em conta o sentido de escoamento considerado positivo de montante para jusante. (Ver Figura 3.4)

Estas equações (três para cada confluência) junto com as equações de trecho e condições de contorno externas compõem um sistema de n equações a n incógnitas que pode ser resolvido por um esquema especial para matrizes esparsas.

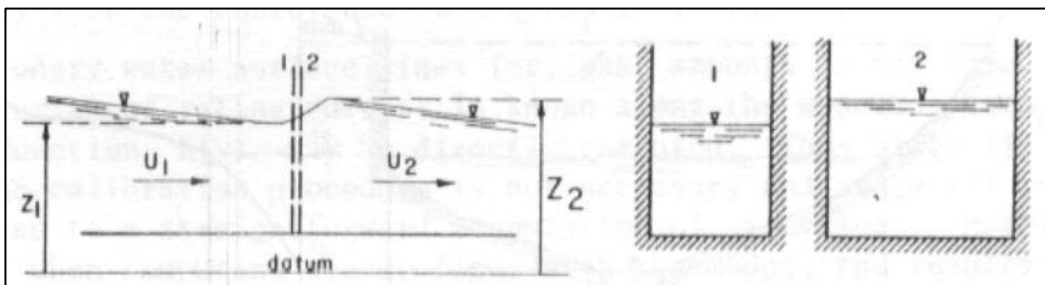
### 3.7.2 – Alteração brusca de seção transversal

As equações de compatibilidade são representadas pela equação da continuidade e energia. Representando a equação da continuidade temos:

$$Q_2 = Q_1 \quad (3.59)$$

e para a equação da energia:

$$z_2 + \frac{Q_2^2}{2gA_2^2} = z_1 + \frac{Q_1^2}{2gA_1^2} \quad (3.60)$$

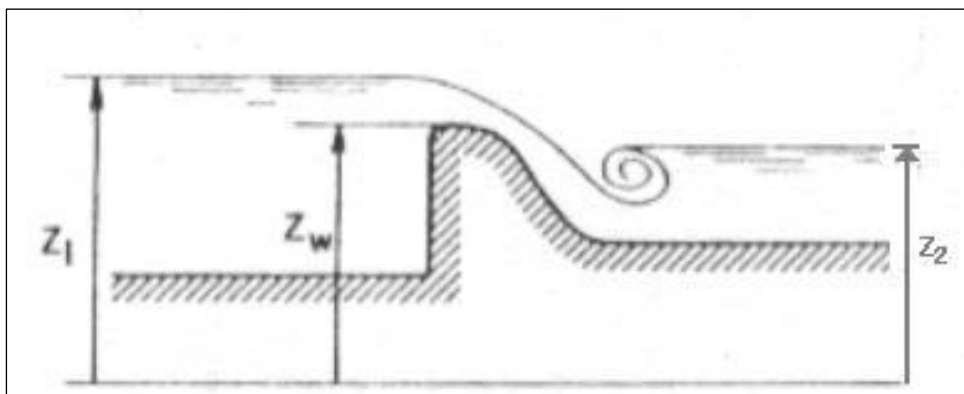


**Figura 3.5 - Variação brusca de seção transversal entre dois trechos. Adaptado de Cunge, 1975.**

### 3.7.3 – escoamento sobre vertedouros

Quando o escoamento é sobre vertedouros devem-se considerar dois casos. Para o primeiro caso, quando o escoamento é sobre vertedouro livre, considera-se apenas uma condição de compatibilidade:

$$Q_2 = Q_1 \quad (3.61)$$



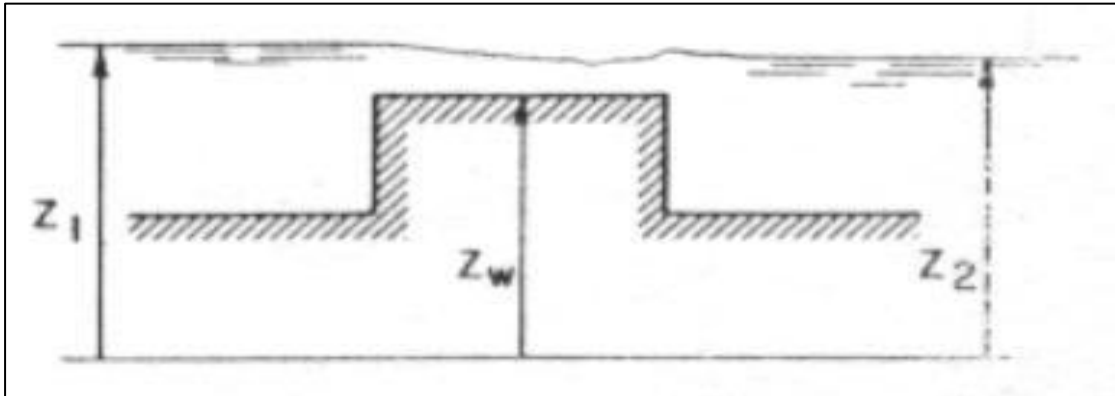
**Figura 3.6 Vertedouro livre. Adaptado de Cunge, 1975**

Para vertedouro afogado, duas equações de compatibilidade são necessárias:

$$Q_2 = Q_1 \quad (3.62)$$

e

$$f(z_1, z_2, z_w) = 0 \quad (3.63)$$



**Figura 3.7 Vertedouro Afogado. Adaptado de Cunge, 1975**

### 3.8 – escoamento Nas Ruas e em Galerias Sob Pressão

Para representar as condições de escoamento em áreas inundadas, o modelo foi montado a partir do princípio de que, a qualquer momento, o fluxo pode ser representado pelas equações de Saint Venant. Para o fluxo livre subcrítico, estas equações são utilizadas na forma completa, pois sua formulação se baseia neste princípio de fluxo, à superfície livre. Quando nestas áreas inundadas o escoamento se processa sobre ruas e nestas existe uma rede de drenagem, o fluxo nas galerias ocorre sob pressão. Neste caso as equações são adaptadas, utilizando-se um artifício denominado “Fenda de Preissmann”.

No presente modelo, não se pretende representar toda a complexidade de um emaranhado de ruas numa área alagada. O modelo tenta representar num determinado período de tempo o escoamento nas vias principais simulando nelas a concentração do volume representativo de uma área escoando sobre ruas e suas confluências com as galerias de águas pluviais afogadas. O modelo pode simular o escoamento nas galerias na situação normal, porém neste caso funciona desacoplado com os trechos de rua, podendo ainda considerar trechos sob pressão.

#### 3.8.1 – Seção Modelo de Rua

Quando o modelo é empregado para simular o escoamento em ruas proveniente do extravasamento das margens do rio, existe uma diferença considerável entre as cotas de fundo da calha do rio e do leito das ruas. Nestas situações as seções de um trecho de rua

são assumidas na forma da Figura 3.8. A sua existência foi proposta para evitar o aparecimento de tirantes negativos nos primeiros instantes da simulação.

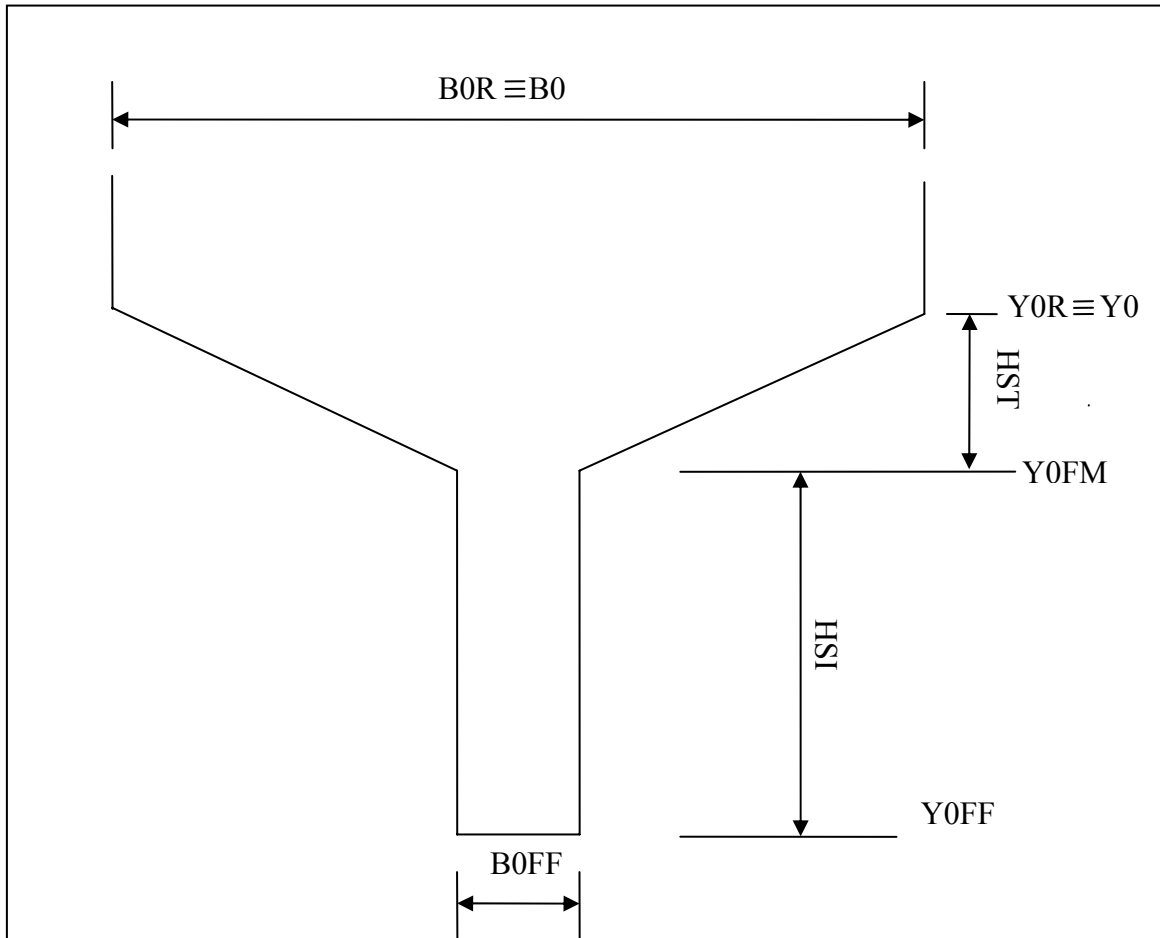


Figura 3.8 - Seção modelo de rua.

Na Figura 3.8 os símbolos  $Y0R$ ,  $Y0FM$  e  $Y0FF$ , indicam respectivamente os limites da divisão da seção em normal, intermediária e inferior, e os símbolos da figura significam:

- $B0$  - Largura da seção
- $B0R$  - Largura real da seção
- $Y0$  - Cota de fundo da seção
- $Y0R$  - Cota de fundo real da seção
- $Y0FM$  - Cota de fundo da seção de transição
- $Y0FF$  - Cota de fundo da seção inferior
- $B0FF$  - Largura da seção inferior
- $HST$  - Altura da seção de transição

HSI - Altura da seção inferior

A seção modelo apresenta as seguintes características

- A seção é dividida em três partes, sendo que para cada parte os valores de  $Y_0$ ,  $B_0$  e  $Rug$  são ajustados em função do nível d'água calculados em cada tempo.
- Para que a seção inferior apresente uma condutância pequena, a sua rugosidade se apresenta multiplicada por um fator de correção e a largura da seção é uma fração da largura real. A cota de fundo permanece constante e igual a  $Y_{OFF}$ .
- Na seção de transição foi adotada uma variação linear para a largura e a rugosidade. A cota de fundo permanece constante e igual a  $Y_{OFM}$ .

Na seção inferior as características são calculadas como:

$$Y_0 = Y_{OFF} = Y_{OR} - HST - HSI \quad (3.64)$$

$$B_0 = B_{OFF} = B_{OR} * FCL \quad (3.65)$$

$$RUG = RUG_{FF} = RUG_{OR} * FCG \quad (3.66)$$

Para a seção intermediária:

$$Y_0 = Y_{OFM} = Y_{OR} - HST \quad (3.67)$$

$$B_0 = B_{OFF} + \frac{(Y_P - Y_{OFM}) * (B_{OR} - B_{OFF})}{HST} \quad (3.68)$$

$$RUG = RUG_{OR} + \frac{(RUG_{FF} - RUG_{OR}) * (Y_{OR} - Y_P)}{HST} \quad (3.69)$$

Para a seção normal ou superior:

$$Y_0 = Y_{OR} \quad (3.70)$$

$$B_0 = B_{OR} \quad (3.71)$$

$$RUG = RUG_{OR} \quad (3.72)$$

Nestas equações  $FCL$  e  $FCG$  são os fatores de correção da largura e da rugosidade e são definidos na entrada de dados pelo usuário. Como regra geral sugere-se valores para  $FCL$  em torno de 0.1 e para  $FCG$  na faixa de 3 a 5.  $Y_P$  é o valor ponderado do nível d'água segundo o esquema de Preissmann.

### 3.8.2 – Bueiro Padrão

No escoamento de ruas a troca de volumes entre o escoamento superficial e o escoamento nas galerias se processa através das bocas de lobo podendo ser calculada de duas maneiras. A primeira sendo considerada na equação de compatibilidade da confluência divergente na rua e a segunda admitindo uma limitação de entrada ditada pelas equações de vertedouro livre ou afogado, mas ainda sendo parte das condições de contorno nas confluências. A idéia de se considerar um bueiro padrão parte do principio de que o volume de uma determinada área pode ser concentrado em “n” bueiros, sendo aí então considerada uma seção do modelo, mais precisamente uma confluência. A Figura (3.9) mostra as dimensões do bueiro padrão.

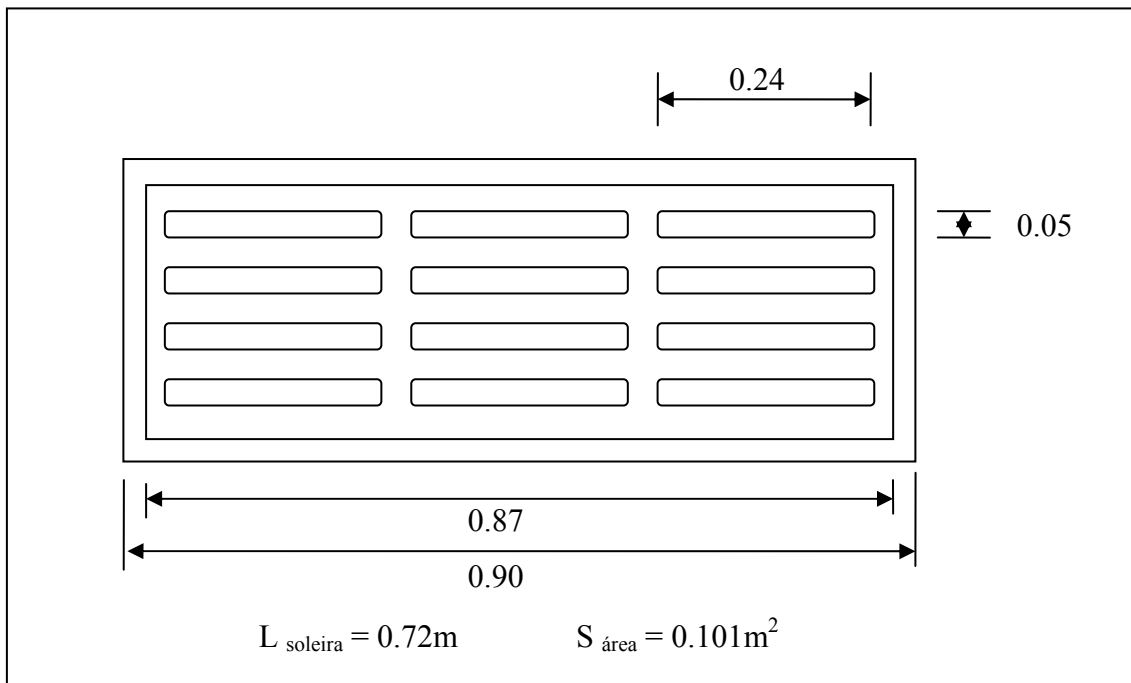


Figura 3.9 – Dimensões do bueiro padrão.

Segundo Tucci (2005), no cálculo da vazão para estruturas deste tipo podem ser usadas as equações:

Para altura do tirante sobre grelha até 12 cm

$$Q = 1,7 * P_s * h^{3/2} \quad (3.73)$$

Para altura do tirante sobre a grelha maior que 42 cm

$$Q = 2,91 * A_g * h^{1/2} \quad (3.74)$$

Onde

$P_s$  – comprimento da soleira ( perímetro do orifício)

$h$  – altura de água sobre a grelha

$A_g$  – área da grade ( descontada a área das barras)

No presente modelo utilizou-se a primeira equação até 12 cm e a segunda para alturas maiores que 12 cm.

### 3.8.3 – Fenda de Preissmann

Partindo-se das equações de fluxo à superfície livre formuladas com as variáveis dependentes vazão  $Q(x,t)$  e cota da superfície livre  $Y(x,t)$  e substituindo-se na equação (3.31) a variável  $Bs$  por  $Bs^*$  definida pela equação 3.75 e no terceiro termo da equação (3.35) a área molhada  $A$  pela área da seção transversal da tubulação  $A_0$ , vem:

$$Bs^* = \frac{gA_0}{a^2} \quad (3.75)$$

$$\frac{\partial Y}{\partial t} + \frac{1}{Bs^*} \frac{\partial Q}{\partial x} = \frac{q}{Bs^*} \quad (3.76)$$

$$\frac{\partial Q}{\partial t} + \frac{\partial}{\partial x} \left( \frac{Q^2}{A} \right) + gA_0 \left( \frac{\partial H}{\partial x} + S_f + S_c \right) + \frac{Qq}{A} = 0 \quad (3.77)$$

onde:

$Bs^*$  largura da superfície livre na fenda de Preissmann

$A$  área molhada

$A_0$  área transversal do conduto cheio

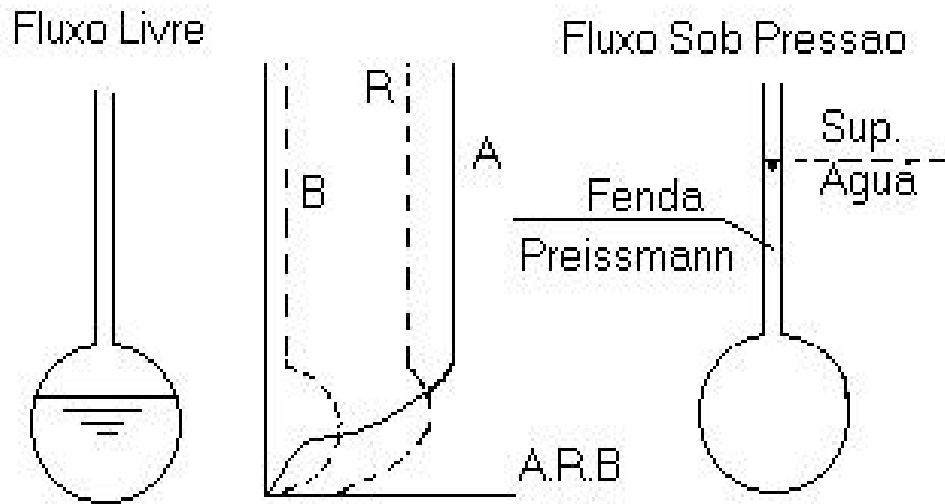
$H$  altura piezométrica

$a$  celeridade da onda do golpe de ariete

O sistema formado pelas equações (3.76) e (3.77) é equivalente ao sistema das equações 3.31 e 3.36, (Chaudhry, 1979). Baseia-se no princípio de que o escoamento sob pressão numa tubulação pode aproximar-se do escoamento da tubulação fictícia com as mesmas características que a anterior, e cuja única diferença é uma abertura longitudinal na sua parte superior, continuando-se o contorno da tubulação por cima da fenda segundo duas paredes paralelas de altura infinita, como indicado na Figura 3.10. Sob a hipótese anterior o fluxo sob pressão no tubo real é resolvido como se fosse o escoamento a



fluxo livre no tubo fictício. O parâmetro característico é a largura da fenda  $B_s$ , a qual se calcula segundo a expressão (3.75).



**Figura 3.10 - Fenda de Preissmann ( de Chaudhry, 1979)**

## CAPÍTULO 4

### O MODELO NUMÉRICO

#### 4.1 – Solução das equações

A modelação matemática do escoamento não-permanente em rios e canais consiste em tentar reproduzir através de equações, o fenómeno do trânsito da onda de cheia ao longo de um ou mais trechos do rio. Entretanto a expressão matemática deste fenómeno em um conjunto de equações pode ou não ter soluções analíticas conhecidas. Diversas soluções analíticas foram propostas para resolver as equações da conservação da quantidade de movimento e da continuidade. Porém estas soluções, para serem obtidas, ou não levaram em conta os termos que não são lineares ou parametrizaram os mesmos de forma grosseira. Já o modelo numérico resolve diretamente as equações da continuidade (3.31) e da conservação da quantidade de movimento (3.35) sem quaisquer simplificações adicionais com a representação dos termos lineares e não-lineares o que fornece muito mais detalhes e é aplicável a uma vasta gama de situações.

A resolução do sistema equações diferenciais parciais não lineares formada pelas equações de Saint-Venant é mais bem representada por esquemas numéricos.

Estes esquemas consistem basicamente na discretização das equações diferenciais por diferenças finitas segundo duas abordagens: a 1ª faz uso da forma característica das equações e os métodos que a utilizam são genericamente chamados de métodos das características. A 2ª abordagem é feita a partir da forma em que as equações são apresentadas nos chamados métodos de malha regular. Dentre elas a que melhor representa as derivadas parciais das equações para uma abordagem diferencial do fenómeno é o Método das Diferenças Finitas.

O modelo desenvolvido, Propacv7, utiliza o esquema implícito de diferenças finitas de Preissmann na discretização das equações de Saint-Venant. Resolve o sistema resultante desta discretização utilizando-se o método iterativo de Newton-Raphson. Apresenta-se a seguir uma breve descrição do método das diferenças finitas e uma abordagem mais detalhada do esquema implícito de Preissmann e do processo de cálculo utilizando o método iterativo de Newton-Raphson utilizado para o cálculo de matrizes esparsas.

## 4.2 - O Método das Diferenças Finitas

O Método das Diferenças Finitas consiste basicamente na aproximação das derivadas parciais das equações por meio de expressões de diferenças finitas.

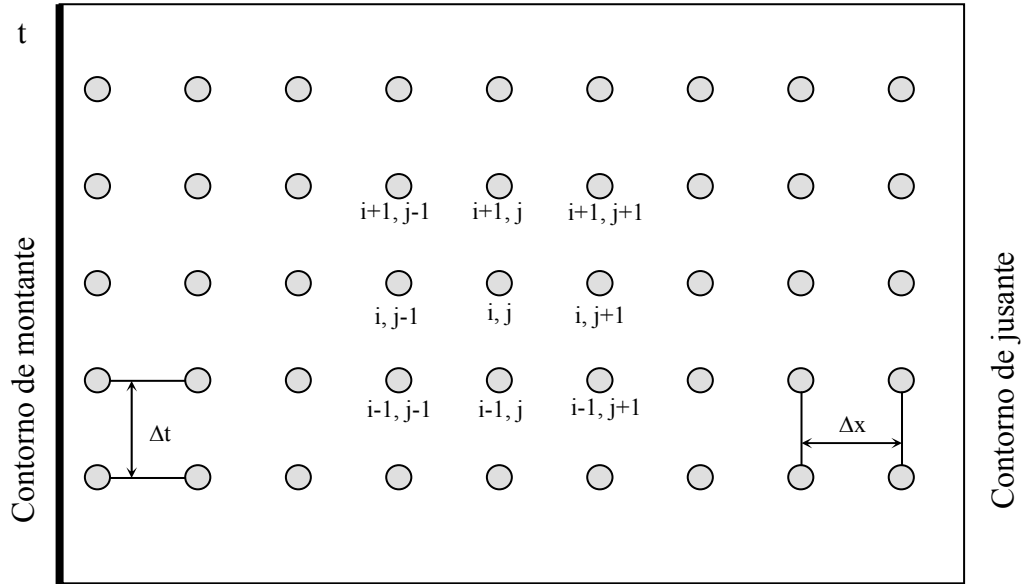


Figura 4.1 – Esquema de malha regular no plano x-t

Desta forma, as variáveis são discretizadas no espaço e no tempo. Esta discretização forma uma malha no plano x-t com espaçamentos  $\Delta x$  e  $\Delta t$  em cujos nós são calculados os valores das variáveis dependentes, Figura 4.1.

Os métodos de diferenças finitas mais empregados podem ser divididos em duas classes: os esquemas implícitos e os esquemas explícitos.

### 4.2.1 - Esquema explícito

Nos esquemas explícitos os valores das incógnitas são calculados em um instante qualquer a partir dos seus valores no instante anterior. Podemos citar como explícitos os esquemas difusivo, o *leap-frog*, o *Dronkers*, entre outros abordados em Gunaratnan (1970).

A discretização das equações de Saint-Venant pelos esquemas explícitos é rápida e simples. No entanto, estes esquemas sofrem uma séria limitação em termos de estabilidade numérica conhecida como Critério de Estabilidade de Courant, cuja expressão é a seguinte:

$$\frac{\Delta x}{\Delta t} \geq v + \sqrt{gh} \quad (4.1)$$

Este critério limita principalmente o intervalo de tempo máximo na discretização para que se obtenha estabilidade numérica. Isto se constitui no grande inconveniente do uso de esquemas explícitos, sendo somente adequados para casos de transientes muito rápidos.

Além do Critério de Courant, há restrição de estabilidade numérica devida ao termo de atrito, conhecido como Critério de Koren.

#### **4.2.2. - Esquema implícito**

Os esquemas implícitos, por sua vez, utilizam-se também de valores no instante de cálculo considerado em seções vizinhas, o que faz surgir sistemas de equações a serem resolvidos em todo o domínio espacial, a cada passo discreto de tempo.

Apesar de ser a discretização das equações de Saint-Venant por estes esquemas muito mais complicada e demorada que nos explícitos, não há a necessidade de atender qualquer condição de estabilidade, desde que os parâmetros de ponderação utilizados na aproximação da variável dependente e de suas derivadas parciais estejam em uma determinada faixa de valores.

Estas equações, que regem o escoamento unidimensional não-permanente gradualmente variado, são não-lineares ou quase-lineares já que os coeficientes dos termos diferenciais dependem das variáveis dependentes. Ao resolver estas equações por esquemas implícitos de diferenças finitas, as equações numéricas resultam também em equações não-lineares. Estes métodos ou esquemas são denominados de implícitos não-lineares.

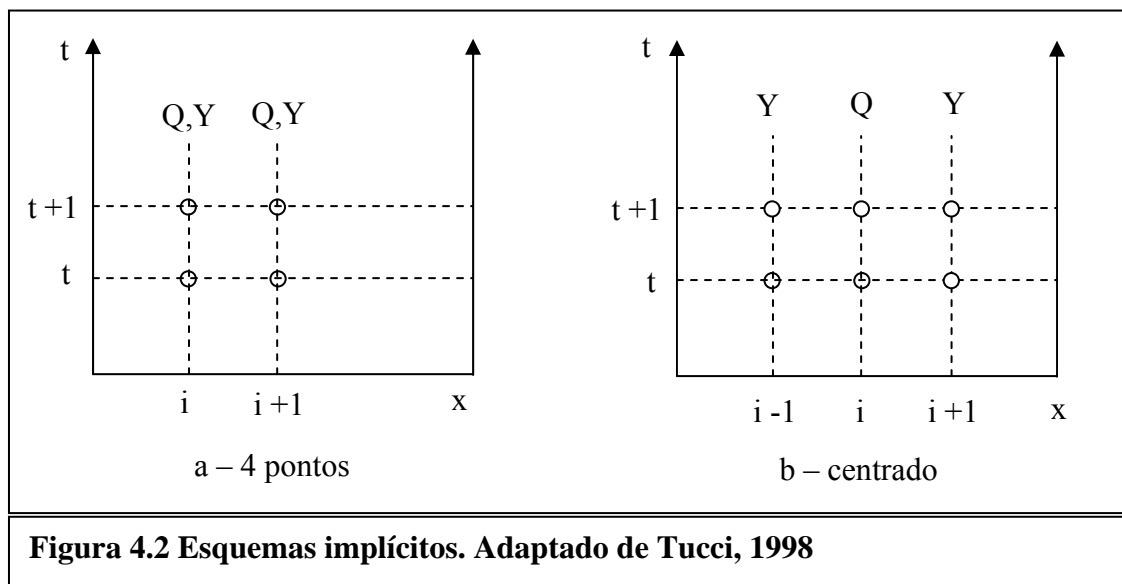
Alguns autores buscaram linearizar estas equações através de artifícios em que os coeficientes, onde aparecem as variáveis dependentes, são calculados no tempo  $t$  ou estes termos são expandidos com base na série de Taylor, que resultam em valores conhecidos. Desta forma, as equações resultantes são lineares. Estes esquemas são denominados de implícitos lineares.

Os esquemas implícitos utilizados para resolver as equações de Saint Venant também podem ser classificados em dois grupos, de acordo com os pontos utilizados na discretização espacial.

O primeiro grupo tem utilizado uma discretização progressiva, ou seja valores em  $i$  e  $i + 1$ , resultando, em geral em quatro pontos, Figura 4.2a, pois os valores são identificados no tempo  $t$  e  $t + 1$ .

Este tipo tem sido denominado na literatura de esquemas implícitos de 4 pontos, pois utilizam de 4 valores para discretizar os termos das equações. O segundo grupo tem utilizado o cálculo do nível ou profundidade num ponto (ou seção) e a vazão em outro ponto, Figura 4.2b. Estes esquemas são denominados de centrados no espaço, (Tucci, 1998).

Os esquemas implícitos são largamente aplicados tanto em problemas de propagação de onda de cheia, como os devido à oscilação de maré. As limitações destes esquemas são menores, permitindo intervalo de tempo de cálculo maior, tornando os modelos mais gerais na sua formulação.

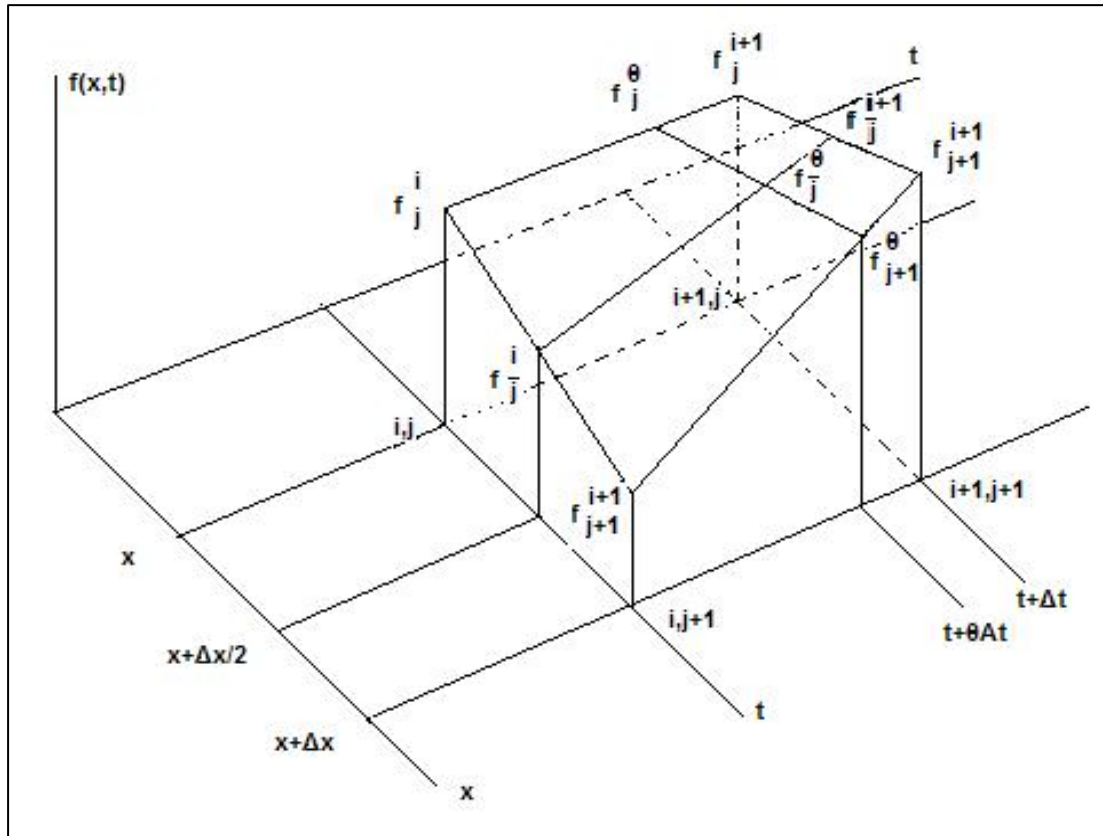


**Figura 4.2 Esquemas implícitos. Adaptado de Tucci, 1998**

Alguns dos métodos implícitos são o de Preissmann, o de Vasiliev e o de Abbott,. A escolha de um ou de outro esquema implícito na realidade não implica a obtenção de soluções distintas. De grande utilização, o esquema de Preissmann, tem uma abordagem bem detalhada em Cunge et al. (1980).

### 4.3 - O Esquema implícito de Preissmann

Nos esquemas de malha regular consideramos que todos os valores das variáveis são conhecidos para todas as seções no instante t (variáveis com superíndice i) e que se deseja determinar os valores das variáveis no instante de cálculo  $t + \Delta t$ . Seja  $f(x,t)$  uma das variáveis dependentes das equações do movimento. Uma esquematização tridimensional é apresentada na Fig. (4.3) para melhor percepção da discretização do esquema por diferenças finitas.



**Figura 4.3 Esquema tridimensional de Preissmann**

Neste esquema, as equações de Saint Venant são discretizadas usando as seguintes aproximações:

$$f_j^i = \frac{f_j^i + f_{j+1}^i}{2} \quad (4.2)$$

$$f_j^{i+1} = \frac{f_j^{i+1} + f_{j+1}^{i+1}}{2} \quad (4.3)$$

$$f_j^\theta = f_j^i + \theta(f_j^{i+1} - f_j^i) \quad (4.4)$$

Nestas expressões,  $f$  é uma variável dependente qualquer ( $Q$ ,  $Z$ ,  $v$  ou  $h$ ); os superíndices  $i$  e  $i+1$  se referem aos tempos  $t$  e  $t + \Delta t$ , respectivamente, onde  $t$  é um tempo discretizado e  $\Delta t$  o espaçamento da discretização temporal; os sub-índices  $j$  e  $j+1$  se referem à localização das seções em  $x$  e  $x + \Delta x$ , onde  $x$  corresponde a uma seção discretizada e  $\Delta x$  é o espaçamento entre duas seções consecutivas do rio;  $\theta$  é um coeficiente de ponderação no tempo que localiza o tempo entre  $t$  e  $t + \Delta t$  no qual se

aplica a equação de diferenças finitas ( $\theta = 0$  corresponde ao tempo  $t$ ;  $\theta = 1$  corresponde a  $t + \Delta t$ );  $\bar{j}$  se refere à posição média entre as seções  $x$  e  $x + \Delta x$ .

Substituindo as equações (4.2) e (4.3) em (4.4) o valor de  $f(x,t)$ , estimado no intervalo em questão por  $f_{\bar{j}}^{\theta}$ , será dado por:

$$f(x, t) \cong \frac{\theta}{2}(f_{j+1}^{i+1} + f_j^{i+1}) + \frac{1-\theta}{2}(f_{j+1}^i + f_j^i) \quad (4.5)$$

As aproximações das derivadas da função  $f$  em relação à  $x$  e  $t$  (no tempo  $t + \theta\Delta t$  na seção  $x + \Delta x/2$ ) serão, respectivamente:

$$\frac{\partial f}{\partial x} \cong \frac{f_{j+1}^{\theta} - f_j^{\theta}}{\Delta x} \quad (4.6)$$

$$\frac{\partial f}{\partial t} = \frac{f_j^{i+1} - f_j^i}{\Delta t} \quad (4.7)$$

Introduzindo nestas equações as expressões dadas em (4.2) e (4.3) e com o auxílio da Figura 4.10 chegamos a:

$$\frac{\partial f}{\partial x} \cong \theta \frac{f_{j+1}^{i+1} - f_j^{i+1}}{\Delta x} + (1-\theta) \frac{f_{j+1}^i - f_j^i}{\Delta x} \quad (4.8)$$

$$\frac{\partial f}{\partial t} \cong \frac{f_{j+1}^{i+1} - f_{j+1}^i + f_j^{i+1} - f_j^i}{2\Delta t} \quad (4.9)$$

### 4.3.1 - Estabilidade e Precisão da Solução

Cirilo (1979) relatou estudos com o intuito de mostrar como a precisão dos resultados obtidos utilizando-se o esquema implícito de Preissmann é afetada pela escolha de diferentes valores dos parâmetros  $\Delta t$ ,  $\Delta x$  e  $\theta$ . Estes estudos, embora baseados em análise espectral de equações diferenciais lineares, tiveram suas conclusões ratificadas por Cunge através de experimentos numéricos usando as equações de Saint Venant sem linearizações.

As conclusões destes trabalhos foram as seguintes:

O esquema é numericamente estável quando  $0,5 \leq \theta \leq 1$ , e é sempre instável para  $\theta < 0,5$ ;

Para  $\theta = 0,5$  podem surgir oscilações indesejadas na solução, especialmente quando a resistência ao escoamento é pequena. Estas oscilações podem ocasionar um fenômeno similar a uma instabilidade numérica e seu comprimento de onda depende do valor de  $\Delta x$ . Recomenda-se usar  $0,6 \leq \theta \leq 1,0$ ;

Quando  $\frac{\Delta x}{\Delta t} \cong \sqrt{g \frac{A}{B}}$  o modelo matemático dá uma imagem de uma frente de onda mais íngreme, suavizando-se quando a taxa  $\frac{\Delta x}{\Delta t}$  diminui. Se  $\Delta x \gg \Delta t$  aparecem algumas ondas artificiais, porém a solução ainda é razoável.

#### 4.3.2 - Discretização das equações de Saint-Venant no esquema de Preissmann

A equação (3.27), em relação à seção retangular equivalente, Figura 2.2 e equação (3.32), escritas em função da velocidade  $v(x,t)$  e da profundidade  $h(x,t)$  média, onde  $S_0$  é a declividade do leito, são rerepresentadas a seguir nas equações 4.10 e 4.11 e serão discretizadas como exemplo para a discretização das equações de Saint-Venant no esquema de Preissmann:

$$\frac{\partial h}{\partial t} + v \frac{\partial h}{\partial x} + h \frac{\partial v}{\partial x} = \frac{q}{B} \quad (4.10)$$

$$\frac{\partial V}{\partial t} + v \frac{\partial v}{\partial x} + g \frac{\partial h}{\partial x} + \frac{vq}{A} = g(S_0 - S_f) \quad (4.11)$$

Substituindo nas equações (4.10) e (4.11), as discretizações das expressões (4.2), (4.3) e (4.4) e utilizando a fórmula de Manning para  $S_f$ , vem :

Para a equação da continuidade:



$$\begin{aligned}
& \frac{h_{j+1}^{i+1} - h_{j+1}^i + h_j^{i+1} - h_j^i}{2 \Delta t} + \\
& + \left[ \frac{\theta}{2} (v_{j+1}^{i+1} + v_j^{i+1}) + \frac{1-\theta}{2} (v_{j+1}^i + v_j^i) \right] \cdot \\
& \cdot \left[ \frac{\theta}{\Delta x} (h_{j+1}^{i+1} - h_j^{i+1}) + \frac{1-\theta}{\Delta x} (h_{j+1}^i - h_j^i) \right] + \\
& + \left[ \frac{\theta}{2} (h_{j+1}^{i+1} + h_j^{i+1}) + \frac{1-\theta}{2} (h_{j+1}^i + h_j^i) \right] \cdot \\
& \cdot \left[ \frac{\theta}{\Delta x} (v_{j+1}^{i+1} - v_j^{i+1}) + \frac{1-\theta}{\Delta x} (v_{j+1}^i - v_j^i) \right] - \\
& - \frac{q_l}{B} = 0
\end{aligned} \tag{4.12}$$

Para a equação dinâmica:

$$\begin{aligned}
& \frac{v_{j+1}^{i+1} - v_{j+1}^i + v_j^{i+1} - v_j^i}{2 \Delta t} + \\
& + \left[ \frac{\theta}{2} (v_{j+1}^{i+1} + v_j^{i+1}) + \frac{1-\theta}{2} (v_{j+1}^i + v_j^i) \right] \cdot \\
& \cdot \left[ \frac{\theta}{\Delta x} (v_{j+1}^{i+1} - v_j^{i+1}) + \frac{1-\theta}{\Delta x} (v_{j+1}^i - v_j^i) \right] + \\
& + g \left[ \frac{\theta}{\Delta x} (h_{j+1}^{i+1} - h_j^{i+1}) + \frac{1-\theta}{\Delta x} (h_{j+1}^i - h_j^i) \right] + \\
& + q_l \left[ \frac{\theta}{2} (v_{j+1}^{i+1} + v_j^{i+1}) + \frac{1-\theta}{2} (v_{j+1}^i + v_j^i) \right] \cdot \\
& \cdot \frac{1}{B \left[ \frac{\theta}{2} (h_{j+1}^{i+1} + h_j^{i+1}) + \frac{1-\theta}{2} (h_{j+1}^i + h_j^i) \right]} - \\
& - g (S_0 - S_f) = 0
\end{aligned} \tag{4.13}$$

Nesta última expressão temos:

$$S_f = n^2 \left[ \frac{\theta}{2} (v_{j+1}^{i+1} + v_j^{i+1}) + \frac{1-\theta}{2} (v_{j+1}^i + v_j^i) \right]^2 \frac{1}{R^p} \tag{4.14}$$

onde:

$$R^p = \left\{ \frac{B \left[ \frac{\theta}{2} (h_{j+1}^{i+1} + h_j^{i+1}) + \frac{1-\theta}{2} (h_{j+1}^i + h_j^i) \right]}{B + \theta (h_{j+1}^{i+1} + h_j^{i+1}) + (1-\theta)(h_{j+1}^i + h_j^i)} \right\}^p \quad (4.15)$$

Nesta expressão,  $p$  representa o expoente do raio hidráulico da fórmula da perda de carga de Manning, equação (3.33), sendo que para o regime de escoamento não permanente pode assumir um valor diferente de  $4/3$ , (Mascarenhas, 1980).

Para um trecho de rio sem confluências e considerando as duas equações de contorno externas, o problema consiste portanto em, para cada instante de cálculo  $i$ , resolver-se um sistema de equações não linear de ordem  $2N$  onde  $N$  é o número de seções em que o trecho do rio é discretizado. Para que este sistema seja resolvido eficientemente reduzindo-se consideravelmente o volume de cálculo costuma-se usar um método iterativo, dos quais uns dos mais conhecidos é o método de Newton-Raphson.

#### 4.4 - O Método Iterativo de Newton-Raphson

Dentre os inúmeros métodos iterativos disponíveis para a resolução do sistema não-linear de equações resultante da discretização do problema em questão, o mais utilizado é o de Newton-Raphson.

A escolha deste método para o caso de propagação de ondas de cheia é reforçada pela existência de características particulares ao problema no que diz respeito aos valores iniciais das incógnitas. No modelo atual desenvolvido tanto para simulação em rios com trecho simples ou para uma rede de rios a matriz de resolução do sistema não tem uma configuração em banda, e um método específico denominado Skyline é aplicado para matrizes esparsas.

O método de Newton-Raphson possui a sua convergência limitada à escolha dos valores iniciais das incógnitas. Tais valores têm que ser escolhidos próximos aos valores reais para que não haja retardo na convergência ou mesmo divergência de valores. No cálculo da propagação de ondas de cheia adota-se como valor inicial das incógnitas para o instante  $i+1$  os valores do instante  $i$ . Cumpre-se a condição de convergência do método, uma vez que os valores não variam bruscamente neste caso.

Resumidamente, o método é aplicado da seguinte maneira: os valores iniciais são substituídos nas equações do sistema obtendo valores diferentes de zero, considerados

como resíduos. O método compara estes resíduos de dois ciclos consecutivos conduzindo a outro sistema de equações, desta vez linear e com particularidades que tornam fácil a sua resolução.

Portanto, para um sistema não linear de equações, para um trecho de rio sem confluências e sem inserir as condições de contorno externas na matriz de coeficientes, podemos considerar para cada passo de tempo  $i$ :

$$\begin{aligned}
 F_1(v_1, h_2, v_2) &= 0 \\
 G_1(v_1, h_2, v_2) &= 0 \\
 F_2(h_2, v_2, h_3, v_3) &= 0 \\
 G_2(h_2, v_2, h_3, v_3) &= 0 \\
 &\text{M} \\
 F_j(h_j, v_j, h_{j+1}, v_{j+1}) &= 0 \\
 G_j(h_j, v_j, h_{j+1}, v_{j+1}) &= 0 \\
 &\text{M} \\
 F_{n-2}(h_{n-2}, v_{n-2}, h_{n-1}, v_{n-1}) &= 0 \\
 G_{n-2}(h_{n-2}, v_{n-2}, h_{n-1}, v_{n-1}) &= 0 \\
 F_{n-1}(h_{n-1}, v_{n-1}, v_n) &= 0 \\
 G_{n-1}(h_{n-1}, v_{n-1}, v_n) &= 0
 \end{aligned} \tag{4.16}$$

onde  $F$  é a Equação da Continuidade (4.10),  $G$  é a Equação Dinâmica (4.11) e  $j$  é a seção de cálculo, tem-se  $2n-2$  equações e  $2n-2$  incógnitas ( $n$  velocidades e  $n-2$  alturas).

A matriz Jacobiana deste sistema, formada pelas derivadas parciais de cada equação do mesmo em relação a cada variável toma a seguinte forma:

$$\begin{aligned}
 &\frac{\partial F_1}{\partial v_1} \quad \frac{\partial F_1}{\partial h_2} \quad \frac{\partial F_1}{\partial v_2} \\
 &\frac{\partial G_1}{\partial v_1} \quad \frac{\partial G_1}{\partial h_2} \quad \frac{\partial G_1}{\partial v_2} \\
 \tilde{J} = & \quad \quad \quad 0 \quad \quad \quad 0 \\
 &\quad \quad \quad \frac{\partial F_j}{\partial h_j} \quad \frac{\partial F_j}{\partial v_j} \quad \frac{\partial F_j}{\partial h_{j+1}} \quad \frac{\partial F_j}{\partial v_{j+1}}
 \end{aligned}$$

$$\frac{\partial G_j}{\partial h_j} \quad \frac{\partial G_j}{\partial v_j} \quad \frac{\partial G_j}{\partial h_{j+1}} \quad \frac{\partial G_j}{\partial v_{j+1}}$$

O

$$\frac{\partial F_{n-2}}{\partial h_{n-2}} \quad \frac{\partial F_{n-2}}{\partial v_{n-2}} \quad \frac{\partial F_{n-2}}{\partial h_{n-1}} \quad \frac{\partial F_{n-2}}{\partial v_{n-1}}$$

$$\frac{\partial G_{n-2}}{\partial h_{n-2}} \quad \frac{\partial G_{n-2}}{\partial v_{n-2}} \quad \frac{\partial G_{n-2}}{\partial h_{n-1}} \quad \frac{\partial G_{n-2}}{\partial v_{n-1}}$$

$$\frac{\partial F_{n-1}}{\partial h_{n-1}} \quad \frac{\partial F_{n-1}}{\partial v_{n-1}} \quad \frac{\partial F_{n-1}}{\partial v_n}$$

$$\frac{\partial G_{n-1}}{\partial h_{n-1}} \quad \frac{\partial G_{n-1}}{\partial v_{n-1}} \quad \frac{\partial G_{n-1}}{\partial v_n}$$

onde foram omitidos os elementos nulos.

Os valores das incógnitas em dois ciclos consecutivos (k e k+1) são relacionados pela seguinte expressão:

$$\begin{Bmatrix} v_1 \\ h_2 \\ v_2 \\ \mathbf{M} \\ h_{n-1} \\ v_{n-1} \\ v_n \end{Bmatrix}_{(k+1)} = \begin{Bmatrix} v_1 \\ h_2 \\ v_2 \\ \mathbf{M} \\ h_{n-1} \\ v_{n-1} \\ v_n \end{Bmatrix}_{(k)} + \tilde{\nabla}_{(k)} \quad (4.17)$$

onde o vetor  $\tilde{\nabla}_{(k)}$  representa a relação entre o vetor dos resíduos  $\tilde{U}_{(k)}$  e o Jacobiano do sistema.

$$\tilde{J}_{(k)} \tilde{\nabla}_{(k)} = -\tilde{U}_{(k)} \quad (4.18)$$

A equação matricial (4.17) é um sistema linear de 2n-2 equações e 2n-2 incógnitas que pode ser resolvido iterativamente até que os valores dos resíduos sejam menores que uma tolerância pré-estabelecida.

Para mais detalhes sobre o método iterativo de Newton-Raphson, consultar Mascarenhas (1980).

#### 4.4.1 – Derivação das equações de trecho, confluência e contorno

Para a formação da matriz Jacobiana, as equações da continuidade e dinâmica nos trechos, as equações de compatibilidade nas confluências e equações de contorno nas extremidades de montante e jusante devem ser derivadas em relação às incógnitas consideradas, no caso  $v_{i+1}^M$ ,  $v_{i+1}^J$ ,  $h_{i+1}^M$  e  $h_{i+1}^J$ , onde os índices M e J significam respectivamente as extremidades de montante e jusante de cada trecho. Serão apresentadas aqui apenas as expressões das derivadas das equações de confluência e das condições de contorno externas utilizando as variáveis dependentes  $h(x,t)$  e  $v(x,t)$  e  $Y(x,t)$  e  $Q(x,t)$ . As expressões das derivadas das equações de trechos estão bem detalhadas em Mascarenhas (1980).

Para a primeira equação de compatibilidade na confluência, ou continuidade, a derivação em relação às incógnitas fornece seis expressões e para cada equação de energia, fornece duas expressões. Assim para uma confluência convergente, a primeira equação, equação (3.45), denominada 1ECC, a expressão da derivada em relação às incógnitas fica:

$$\frac{\partial(1ECC)}{\partial(h_{i+1}^{k1})} = B^{k1} v_{i+1}^{k1} \quad (4.19)$$

$$\frac{\partial(1ECC)}{\partial(v_{i+1}^{k1})} = B^{k1} h_{i+1}^{k1} \quad (4.20)$$

$$\frac{\partial(1ECC)}{\partial(h_{i+1}^{k2})} = B^{k2} v_{i+1}^{k2} \quad (4.21)$$

$$\frac{\partial(1ECC)}{\partial(v_{i+1}^{k2})} = B^{k2} h_{i+1}^{k2} \quad (4.22)$$

$$\frac{\partial(1ECC)}{\partial(h_{i+1}^{k3})} = -B^{k3} v_{i+1}^{k3} \quad (4.23)$$

$$\frac{\partial(1ECC)}{\partial(v_{i+1}^{k3})} = -B^{k3} h_{i+1}^{k3} \quad (4.24)$$

Para a segunda equação da confluência convergente, equação de energia (3.46) denominada 2ECC, as expressões da derivada ficam:

$$\frac{\partial(2ECC)}{\partial(h_{i+1}^{k2})} = 1 \quad (4.25)$$

$$\frac{\partial(2ECC)}{\partial(h_{i+1}^{k3})} = -1 \quad (4.26)$$

Para a terceira equação da confluência convergente, equação de energia (3.47) denominada 3ECC, as expressões da derivada ficam:

$$\frac{\partial(3ECC)}{\partial h_{i+1}^{k1}} = 1 \quad (4.27)$$

$$\frac{\partial(3ECC)}{\partial(h_{i+1}^{k3})} = -1 \quad (4.28)$$

Para uma confluência divergente, a primeira equação, equação (3.48) denominada 1ECD, a expressão da derivada em relação às incógnitas fica:

$$\frac{\partial(1ECD)}{\partial(h_{i+1}^{k3})} = B^{k3} v_{i+1}^{k3} \quad (4.29)$$

$$\frac{\partial(1ECD)}{\partial(v_{i+1}^{k3})} = B^{k3} v_{i+1}^{k3} \quad (4.30)$$

$$\frac{\partial(1ECD)}{\partial(h_{i+1}^{k1})} = -B^{k1} v_{i+1}^{k1} \quad (4.31)$$

$$\frac{\partial(1ECD)}{\partial(v_{i+1}^{k1})} = -B^{k1} h_{i+1}^{k1} \quad (4.32)$$

$$\frac{\partial(1ECD)}{\partial(h_{i+1}^{k2})} = -B^{k2} v_{i+1}^{k2} \quad (4.33)$$

$$\frac{\partial(1ECD)}{\partial(v_{i+1}^{k2})} = -B^{k2} v_{i+1}^{k2} \quad (4.34)$$

Para a segunda equação da confluência divergente, equação de energia (3.49) denominada 2ECD, as expressões da derivada ficam:

$$\frac{\partial(2ECD)}{\partial(h_{i+1}^{k3})} = 1 \quad (4.35)$$

$$\frac{\partial(2ECD)}{\partial(h_{i+1}^{k1})} = 1 \quad (4.36)$$

Para a terceira equação da confluência divergente, equação de energia (3.50) denominada 3ECD, as expressões da derivada ficam:

$$\frac{\partial(3ECD)}{\partial(h_{i+1}^{k3})} = 1 \quad (4.37)$$

$$\frac{\partial(3ECD)}{\partial h_{i+1}^{k2}} = -1 \quad (4.38)$$

Para as segundas e terceiras equações de compatibilidade as expressões das derivadas em relação a v, são nulas.

Quando na fronteira é especificada uma condição de contorno do tipo altura da lâmina líquida (h), a expressão da derivada da equação (3.37) tem a forma:

$$\frac{\partial(CCh)}{\partial h_{i+1}^j} = 1 \quad (4.39)$$

sendo a derivada em relação à velocidade igual a zero.

Quando na fronteira é especificada uma condição de contorno do tipo vazão (Q), a expressão da derivada da equação (3.39) em relação à h tem a forma:

$$\frac{\partial(CCQ)}{\partial h_{i+1}^j} = Bv_{i+1}^j \quad (4.40)$$

e em relação a v, tem-se:

$$\frac{\partial(CCQ)}{\partial v_{i+1}^j} = Bh_{i+1}^j \quad (4.41)$$

Quando na fronteira é especificada uma condição de contorno do tipo curva chave Q(h), a expressão da derivada da equação (3.40) em relação a h tem a forma:

$$\frac{\partial(CCCC)}{\partial h} = Bv_{i+1}^j - aaa * bbb(h_{i+1}^j - h_0)^{bbb-1} \quad (4.42)$$

e em relação a v, tem-se:

$$\frac{\partial(CCCC)}{\partial v_{i+1}^j} = Bh_{i+1}^j \quad (4.43)$$

Quando numa fronteira de jusante é especificada uma condição de contorno do tipo domínio virtual estendido ( $h_{\text{virtual}}$ ), a expressão da derivada da equação (3.42) em relação a  $h$  tem a forma:

$$\frac{\partial(CC\text{Virt})}{\partial h_{i+1}^j} = 1 \quad (4.44)$$

sendo nula a derivada em relação a  $v$ .

Para as variáveis dependentes  $Y(x,t)$  e  $Q(x,t)$  a equação de compatibilidade na confluência, ou continuidade, a derivação em relação às incógnitas fornece três expressões e para cada equação de energia, fornece duas expressões. Assim para uma confluência convergente a primeira equação, equação (3.53), denominada 1ECCYQ, a expressão da derivada em relação às incógnitas fica:

$$\frac{\partial(1ECCYQ)}{\partial(Q_{i+1}^{k1})} = 1 \quad (4.45)$$

$$\frac{\partial(1ECCYQ)}{\partial(Q_{i+1}^{k2})} = 1 \quad (4.46)$$

$$\frac{\partial(1ECCYQ)}{\partial(Q_{i+1}^{k3})} = -1 \quad (4.47)$$

Para a segunda equação da confluência convergente, equação de energia (3.54) denominada 2ECCYQ, as expressões da derivada ficam:

$$\frac{\partial(2ECCYQ)}{\partial(Y_{i+1}^{k2})} = 1 \quad (4.48)$$

$$\frac{\partial(2ECCYQ)}{\partial(Y_{i+1}^{k3})} = -1 \quad (4.49)$$

Para a terceira equação da confluência convergente, equação de energia (3.55) denominada 3ECCYQ, as expressões da derivada ficam:

$$\frac{\partial(3ECCYQ)}{\partial(Y_{i+1}^{k1})} = 1 \quad (4.50)$$

$$\frac{\partial(3ECCYQ)}{\partial(Y_{i+1}^{k3})} = -1 \quad (4.51)$$



Para uma confluência divergente a primeira equação, equação (3.56), denominada 1ECDYQ, a expressão da derivada em relação às incógnitas fica:

$$\frac{\partial(1ECDYQ)}{\partial(Q_{i+1}^{k3})} = 1 \quad (4.52)$$

$$\frac{\partial(1ECDYQ)}{\partial(Q_{i+1}^{k1})} = -1 \quad (4.53)$$

$$\frac{\partial(1ECDYQ)}{\partial(Q_{i+1}^{k2})} = -1 \quad (4.54)$$

Para a segunda equação da confluência convergente, equação de energia (3.57) denominada 2ECDYQ, as expressões da derivada ficam:

$$\frac{\partial(2ECDYQ)}{\partial(Y_{i+1}^{k3})} = 1 \quad (4.55)$$

$$\frac{\partial(2ECDYQ)}{\partial(Y_{i+1}^{k1})} = -1 \quad (4.56)$$

Para a terceira equação da confluência convergente, equação de energia (3.58) denominada 3ECDYQ, as expressões da derivada ficam:

$$\frac{\partial(3ECDYQ)}{\partial(Y_{i+1}^{k3})} = 1 \quad (4.57)$$

$$\frac{\partial(3ECDYQ)}{\partial(Y_{i+1}^{k2})} = -1 \quad (4.58)$$

Quando na fronteira é especificada uma condição de contorno do tipo nível (Y), a expressão da derivada da equação (3.38) tem a forma:

$$\frac{\partial(CCY)}{\partial Y_{i+1}^j} = 1 \quad (4.59)$$

Quando na fronteira é especificada uma condição de contorno do tipo vazão (Q), a expressão da derivada da equação (3.39) em relação a Q tem a forma:

$$\frac{\partial(CCQ)}{\partial Q_{i+1}^j} = 1 \quad (4.60)$$

Quando na fronteira é especificada uma condição de contorno do tipo curva chave Q(Y), a expressão da derivada da equação (3.41) em relação a Y tem a forma:

$$\frac{\partial(CCCC)}{\partial Y} = -aaa * bbb(Yh_{i+1}^j)^{bbb-1} \quad (4.61)$$

Quando numa fronteira de jusante é especificada uma condição de contorno do tipo domínio virtual estendido ( $Q_{\text{virtual}}$  ou  $Y_{\text{virtual}}$ ), as expressões das derivadas das equações (3.43) e (3.44) em relação respectivamente à  $Y$  e  $Q$  tem a forma:

$$\frac{\partial(CCVirt)}{\partial Y_{i+1}^j} = 1 \quad (4.62)$$

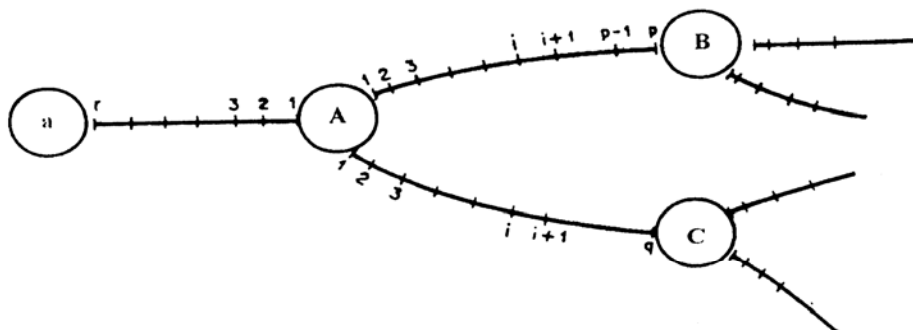
$$\frac{\partial(CCVirt)}{\partial Q_{i+1}^j} = 1 \quad (4.63)$$

## 4.5 – Solução de matrizes esparsas

No modelo atual, com uma configuração semelhante a uma rede de rios, a matriz dos coeficientes é esparsa e não banda. O uso da matriz completa e a solução pelo método de Gauss é ineficiente, pois na maioria das linhas, apenas 4 e em alguns casos 6 elementos são positivos. Assim para economizar memória e tempo de processamento utilizam-se métodos que armazenam somente os elementos não-zeros da matriz e suas posições. Apresenta-se a seguir dois métodos bastante empregados neste tipo de configuração.

### 4.5.1 – Algoritmo de eliminação local

Cunge et al. (1980) apresentaram uma metodologia devida a Preissmann, para solução de um sistema de equações de uma rede de rios através de uma adaptação do método de dupla varredura.



**Figura 4.4 – Sistema de Confluências (Cunge et al, 1980)**

Na aplicação de um algoritmo de eliminação local ao sistema de equações de um modelo, este enxerga a rede como um conjunto de nós e trechos. A “eliminação” é feita nas incógnitas do trecho, após o cálculo dos coeficientes do sistema de equações, através de relações lineares recursivas. Em seguida, mediante a equações de compatibilidade nos nós (equação da continuidade e dinâmica), um sistema de equações lineares aparece tendo como incógnitas os incrementos  $\Delta y$  nos nós. Após a resolução deste sistema linear de equações nos nós, num processo inverso ao de “eliminação”, são calculados os valores de  $\Delta y$  e  $\Delta Q$  nas seções dos trechos.

Apresenta-se a seguir uma breve descrição deste algoritmo. Para mais detalhes, consultar Neves (2000) que apresenta um relato bem detalhado sobre este assunto.

Para um sub-trecho genérico do braço AB do sistema de confluências da Figura 4.4 é possível estabelecer a seguinte relação:

$$\Delta Q_{i+1} = F_{i+1} \Delta y_{i+1} + G_{i+1} + FH_{i+1} \Delta y_p \quad (4.64)$$

onde F, G e H são coeficientes conhecidos. Esta equação estabelece uma relação entre as variáveis de um trecho genérico e a variação do contorno p. Utilizando as equações do escoamento de trecho, discretizadas pelo método implícito linearizado de Preissmann, e a equação (4.64) para eliminar os termos  $\Delta Q_{i+1}$  e  $\Delta y_{i+1}$  é possível estabelecer as seguintes relações:

$$F_i = [C_i (A'_i + B'_i F_{i+1}) - C'_i (A_i + B_i F_{i+1})] / R \quad (4.65)$$

$$G_i = [(E'_i - B'_i G_{i+1}) (A_i + B_i F_{i+1}) - (E_i + B_i G_{i+1}) (A'_i + B'_i F_{i+1})] / R \quad (4.66)$$

$$H_i = H_{i+1} B_i (A'_i + B'_i F_{i+1}) - H_{i+1} B'_i (A_i + B_i F_{i+1}) \quad (4.67)$$

$$R_i = D'_i (A_i + B_i F_{i+1}) - D (A'_i + B'_i F_{i+1}) \quad (4.68)$$

Estas equações são recursivas. Para o último subtrecho deste braço AB, utilizando as equações de escoamento de trecho, discretizadas pelo método implícito linearizado de Preissmann e eliminando  $\Delta Q_p$  é possível determinar os coeficientes  $F_{p-1}$ ,  $G_{p-1}$  e  $H_{p-1}$ . Com base nestes valores é possível determinar estes coeficientes, o que resulta

$$\Delta Q_{1AB} = F_{1AB} \Delta y_{1AB} + G_{1AB} + H_{1AB} \Delta y_p \quad (4.69)$$

Da mesma forma é possível estabelecer as equações para os outros braços que convergem para a confluência “A”, ou seja

$$\Delta Q_{1AC} = F_{1AC} \Delta y_{1AC} + G_{1AC} + H_{1AC} \Delta q \quad (4.70)$$

$$\Delta Q_{1AD} = F_{1AD} \Delta y_{1AD} + G_{1AD} + H_{1AD} \Delta q \quad (4.71)$$

Na confluência “A” existem três equações. Substituindo as equações (4.69 a 4.71) nas equações da confluência, desaparecem as incógnitas  $\Delta Q_{1AC}$ ,  $\Delta y_{1AC}$  e  $\Delta Q_{1AD}$ . Resulta então uma função linear em função das seguintes variáveis

$$f(\Delta y_p, \Delta y_q, \Delta y_r, \Delta y_{1AD}) = 0 \quad (4.72)$$

Estabelecendo equação semelhante a (4.72) para cada confluência é possível estabelecer um número de equações iguais ao número de confluências, resultando no sistema seguinte

$$S \Delta y = T \quad (4.73)$$

onde  $S$  é a matriz dos coeficientes,  $\Delta y$  é a matriz das variações de níveis nas confluências e  $T$  é a matriz dos termos da direita das equações.

Resolvidos os valores das variações de níveis das confluências é possível estimar o restante das variáveis fazendo o caminho inverso.

No modelo desenvolvido, Propacv7, é utilizada a metodologia apresentada por Tucci (1978) descrita no item seguinte.

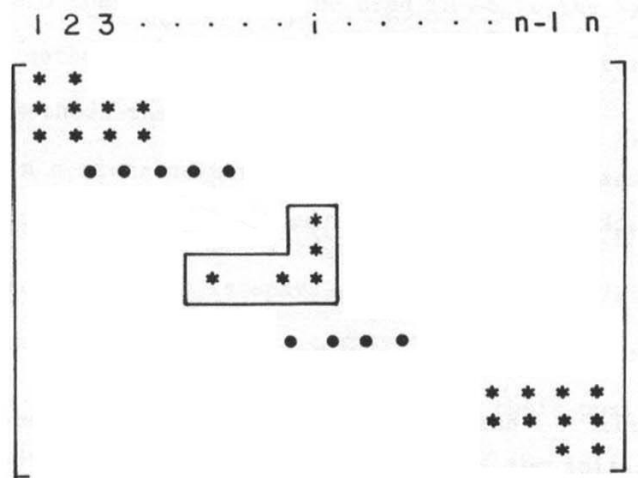
#### **4.5.2 – Método de Gauss adaptado**

Tucci (1978) descreveu um método que minimiza o armazenamento do método de Gauss, além de operar com poucos elementos da matriz. O método denominado de Skyline foi utilizado originalmente no método dos elementos finitos (Bathe and Wilson, 1976) com matrizes simétricas.

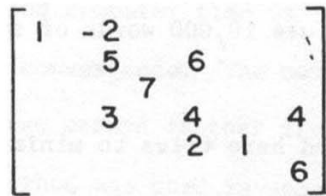
Como a matriz resultante do sistema de equações para uma rede de rios não é simétrica, então, uma adaptação se faz necessária. O método usa quatro arranjos unidimensionais para armazenar a informação contida na matriz dos coeficientes. Um exemplo numérico é mostrado na Figura 4.5. Os coeficientes são armazenados seqüencialmente em um vetor. Cada elemento da diagonal é seguido por todos os elementos na coluna acima deste elemento. Depois todos os elementos da linha no sentido da esquerda para a

direita. A individualização é feita por diagonal, onde os dados são organizados segundo a coluna e a linha desta diagonal, sempre no sentido do elemento da diagonal para o extremo do L invertido. Cada braço deste L invertido encerra quando não existem mais coeficientes não-zero, na linha ou coluna correspondente.

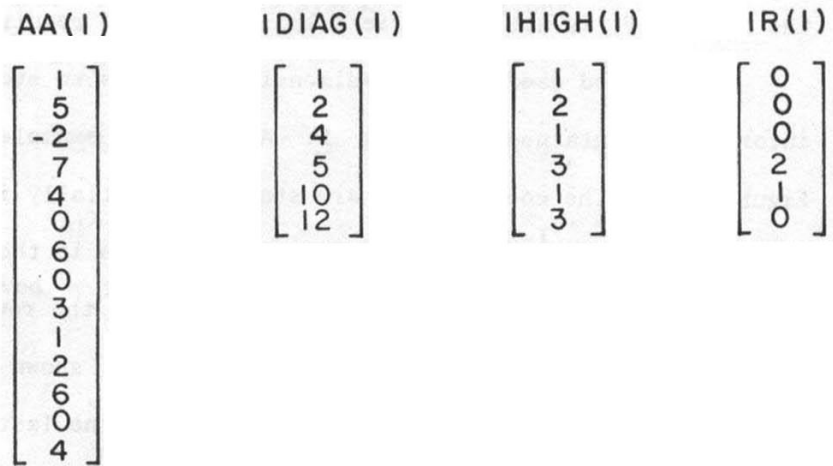
Na Figura 4.5c o vetor  $AA(I)$  mostra a seqüência de armazenamento para os coeficientes da Figura 4.5b. O vetor  $IDIAG(I)$  fornece a posição do elemento da diagonal no arranjo  $AA(I)$ , o vetor  $IHIGH(I)$  fornece o número de elementos acima da diagonal, incluindo o elemento da diagonal. O vetor  $IR(I)$  fornece o número de elementos na linha à esquerda do elemento da diagonal excluindo este elemento. O método usa o procedimento de eliminação de Gauss. O fluxograma da Figura 4.6 apresenta a solução através deste esquema de armazenamento. Ajuda na minimização do armazenamento se a numeração for realizada procurando-se reduzir a diferença entre os números de um mesmo trecho ou confluência.



a. Elementos da diagonal



b. Exemplo da matrix em a



c. Definição dos vetores para o exemplo em b

**Figura 4.5 – Esquema de Armazenamento para o procedimento de Eliminação de Gauss. (Adaptado de Tucci, 1978)**

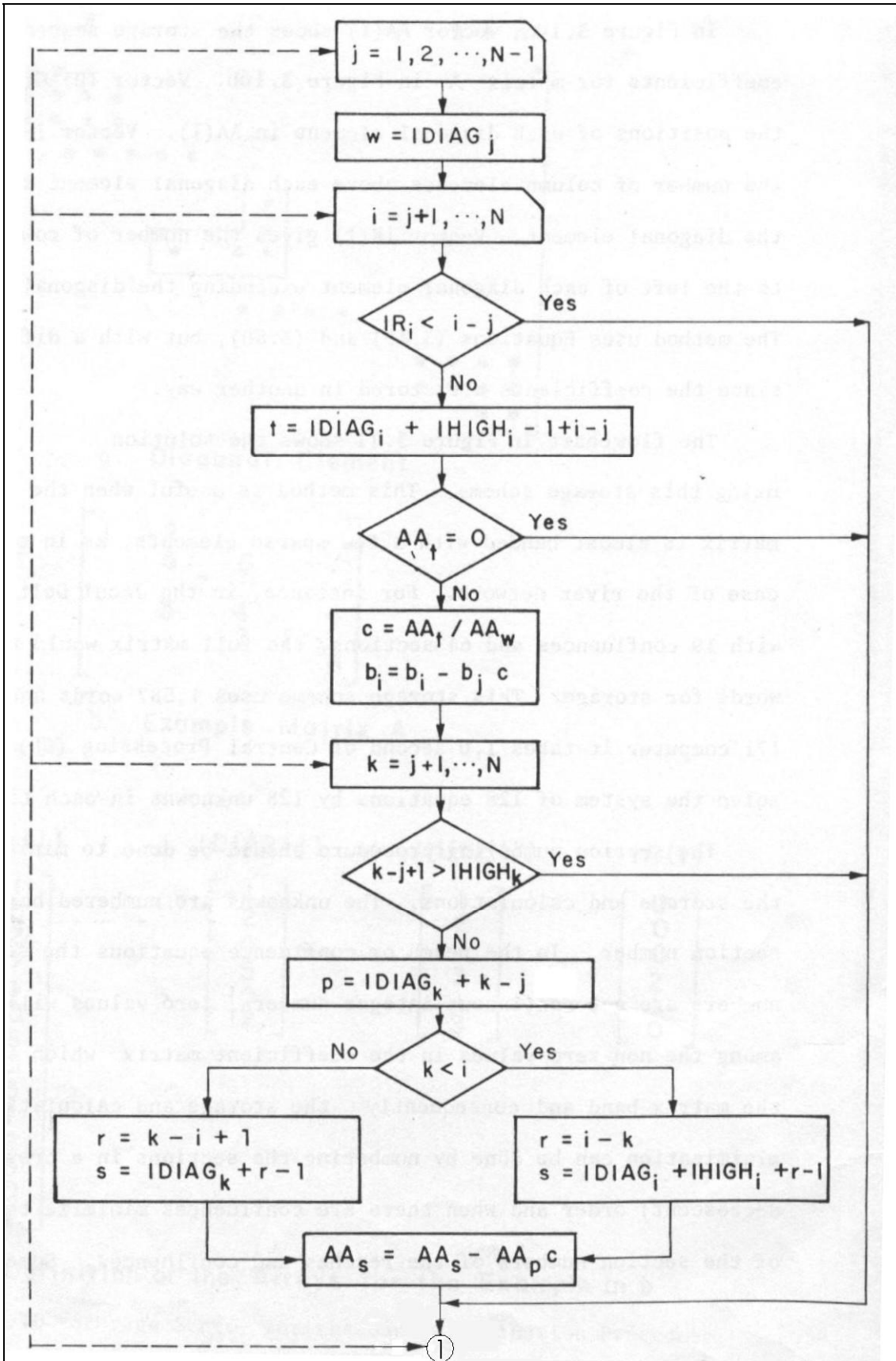


Figura 4.6 – Fluxograma para o esquema de armazenamento, (Adaptado de Tucci, 1978)

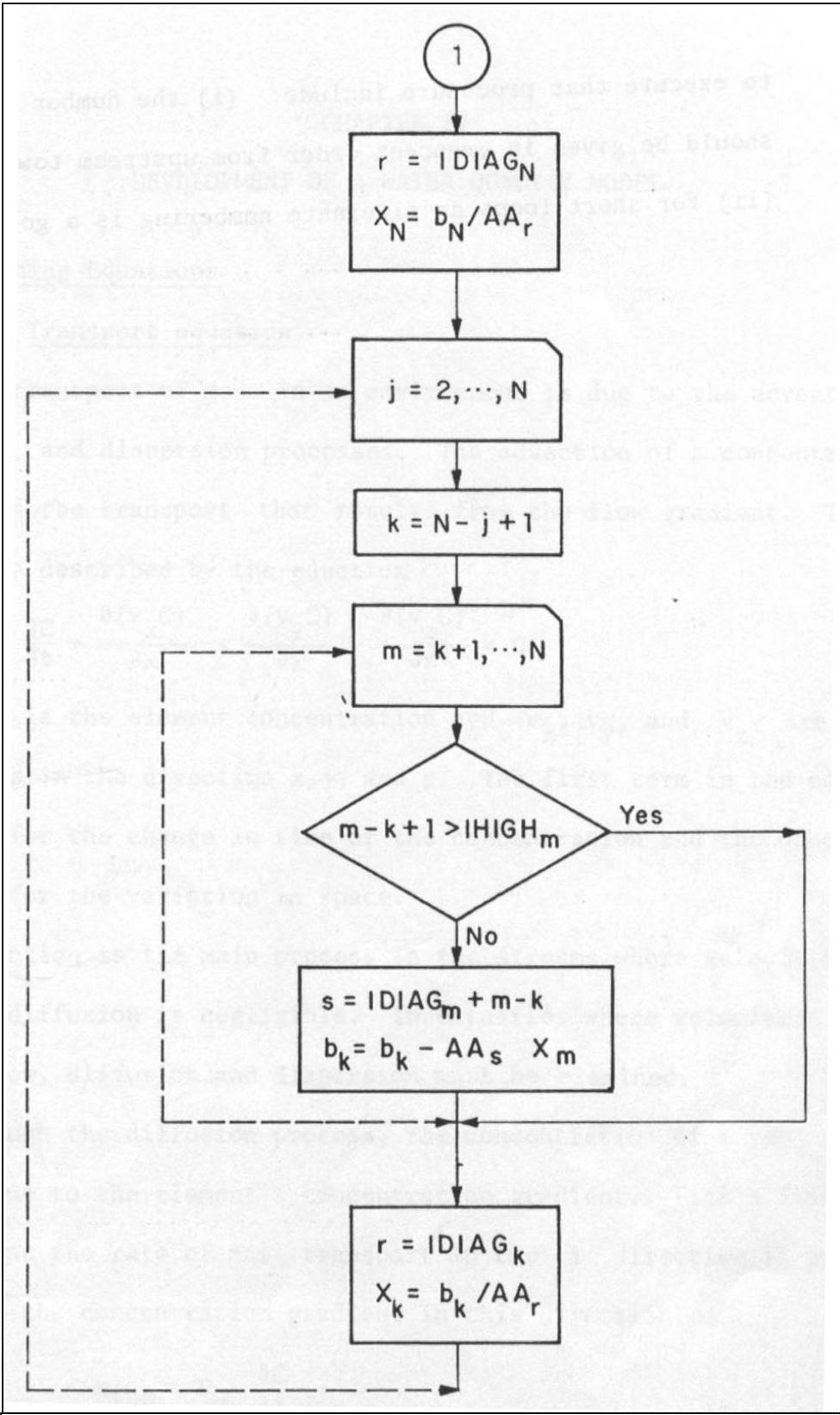


Figura 4.7 – Fluxograma (continuação)



## CAPÍTULO 5

### O MODELO COMPUTACIONAL

#### 5.1 - Descrição geral do modelo

Propacv7 é um modelo hidrodinâmico unidimensional baseado nas equações de Saint Venant. Simula onda de cheia em rios, ruas e simplificada em galerias de águas pluviais, com ou sem confluências. Utiliza o par de variáveis dependentes altura  $h(x,t)$  e velocidade  $v(x,t)$  ou nível  $Y(x,t)$  e vazão  $Q(x,t)$ .

Este programa, desenvolvido em linguagem Fortran, utiliza o esquema implícito de diferenças finitas de Preissmann, item (4.3), não linearizado, na discretização das variáveis do problema. Resolve o sistema utilizando o processo iterativo de Newton-Raphson, item (4.4).

Numa rede de rios a numeração das seções é não seqüencial e a matriz dos coeficientes é esparsa e não banda. Isto requer uma rotina especial de cálculo para não desperdiçar espaço de memória e tempo de processamento trabalhando com muitos elementos nulos na matriz. O modelo utiliza o processo denominado Skyline que minimiza o armazenamento do esquema de eliminação de Gauss.

Admite condição de contorno múltipla, ou seja, pode-se especificar respectivamente a montante e jusante variáveis diferentes. Três tipos diferentes de condição de contorno, podem ser especificados nas fronteiras montante e jusante prescritos para as variáveis altura, vazão e nível. Para as fronteiras jusante pode-se especificar uma curva chave ou o conceito do domínio virtual estendido aplicando as variáveis  $H$ ,  $Y$  ou  $Q$ .

Na utilização do programa, a fase zero (0), significa calibração do modelo em função dos valores da rugosidade ( $n$  de Manning), do expoente  $P$  da fórmula do raio hidráulico, do coeficiente ( $teta$ ) de peso do esquema de Preissmann, e da contribuição lateral de vazão. A fase 1 é a validação, em função de valores conhecidos e a fase 2 é uma aplicação de previsão utilizando os valores calibrados na fase zero e validados na fase 1. A fase 20 é uma forma livre de previsão quando não se tem os dados da calibração e utiliza normalmente como condição de contorno jusante o conceito de domínio virtual estendido.

Os valores do coeficiente de rugosidade aplicados ao modelo podem ser do tipo: um

valor constante no tempo e espaço, um vetor variável no tempo e constante no espaço, um vetor variável no espaço e constante no tempo, um tipo qualquer como valor de entrada e durante o processo de calibração transformado no tipo variável no tempo e espaço. Também existe a opção de ser lido de valores pré-fixados em arquivos ou de uma curva rugosidade versus altura, especificada em arquivo externo.

Para a fase 0 o usuário dispõe de dois tipos de processos de calibração automáticos: o primeiro utiliza um tipo qualquer de rugosidade de entrada (mais comum o tipo constante no tempo e espaço), e produz como resultado um valor de P e valores de rugosidade variável no tempo e espaço. O segundo processo também utiliza um tipo qualquer de rugosidade de entrada, porém no resultado de saída preserva o tipo da rugosidade de entrada. Existe também a possibilidade de calibração manual.

Para cada seção deve ser especificado:

BS – Largura superficial

B0 – Largura da base

Y0 – Cota da base (IVD=2)

YMAX – Nível máximo sem transbordamento (IVD=2)

S0 – Declividade média da calha pluvial (IVD=1)

DX – Comprimento do trecho aplicado à seção de montante

Na configuração espacial do modelo, com diversas fronteiras de montante e jusante, a numeração das seções não precisa necessariamente ser seqüencial, desde que seja crescente, ou seja, a numeração da extremidade de jusante deve ser maior que montante. As confluências devem ser identificadas e classificadas como convergente e divergente. Os trechos de rio, rua e galeria têm identificador próprio.

O modelo trabalha com a seção transversal retangular equivalente. Nos trechos de rua uma seção modelo fictícia é modelada, Figura 3.8, com a finalidade de se evitar tirantes negativos nos primeiros instantes da simulação.

Para as galerias circulares, utiliza-se uma seção retangular equivalente com raio hidráulico aproximado. No processo de cálculo, para as galerias funcionando sob pressão, utiliza-se o artifício denominado Fenda de Preissmann, item 3.8.3, possibilitando desta maneira a utilização das mesmas equações à superfície livre.

A utilização do modelo na fase 20 requer um conhecimento do modelador no estabelecimento das rugosidades e condições iniciais adequadas. Valores muito fora dos apropriados levam o modelo a não convergir. Para ajudar em tais situações um valor baixo das condições iniciais, próximos do escoamento no regime permanente, pode ser estabelecido e rugosidades em torno de 0,03 são valores sugeridos. Utilizando como valor de rugosidade de entrada um valor constante ou uma curva rugosidade versus altura, o modelo pesquisa em interações sucessivas para o primeiro par de valores do expoente P e da rugosidade uma curva de condições iniciais de cota (Y) até um limite estabelecido. Não encontrando é incrementado um novo valor para a rugosidade e novamente um leque de valores iniciais são pesquisados. Não encontrando a solução, o valor da rugosidade é incrementado até certo limite. Se a solução ainda não for encontrada, então P é incrementado e todos os outros valores são reinicializados e um novo ciclo é iniciado. As Figuras 5.1a e 5.1b apresentam a rotina de inicialização e determinação do expoente P e da rugosidade .

Este processo continua em interações dentro de iterações até P atingir o limite de 1,40 quando o processo é abortado. Sugere-se como valor inicial para P o valor 0.40 e para n o valor 0.1. O valor de n varia de 0.1 a 0.002. Os valores da curva de cotas da condição inicial em Y têm um limite de 8m acima do leito da rua numa seção especificada como a central dos trechos de rua.

Uma observação deve ser feita com referência aos resultados, o programa sempre acha uma solução, que pode não ser a melhor. Então diversas simulações devem ser feitas e comparadas, no caso de enchentes urbanas, com marcas de inundações passadas. Com relação à utilização do modelo, dependendo da capacidade da máquina, esta pode não suportar tantas iterações e arquivos grandes, abortando o processo no meio. Um arquivo de log acompanha os cálculos, a evolução e mensagens de erro do programa. Se o programa não converge logo, este arquivo pode ficar muito grande e os programas de editor de texto comuns não conseguem lê-lo.

Um programa em Visual Basic captura no final os arquivos de resultados no tempo e no espaço facilitando ao usuário a elaboração de gráficos e análises.

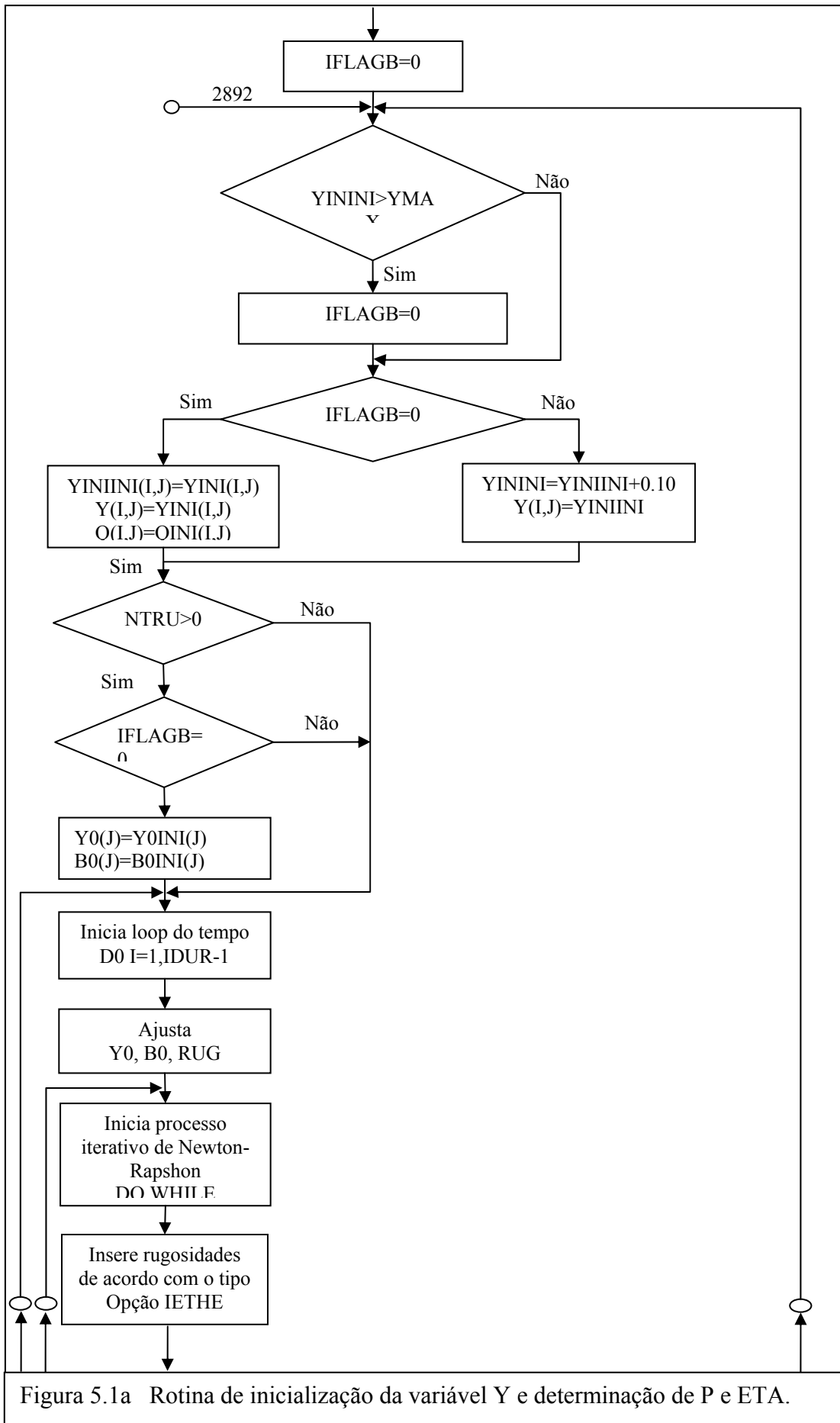


Figura 5.1a Rotina de inicialização da variável Y e determinação de P e ETA.

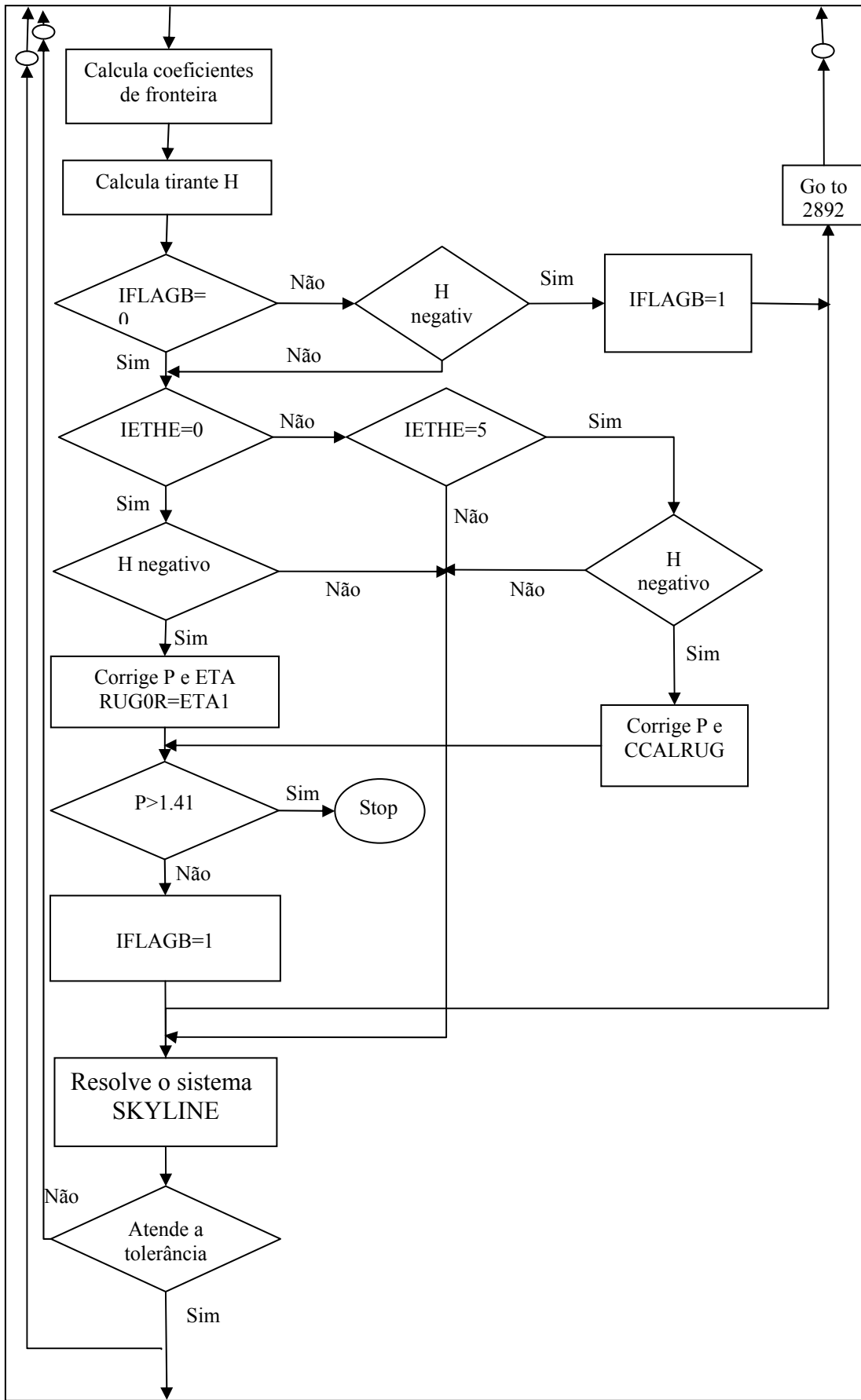
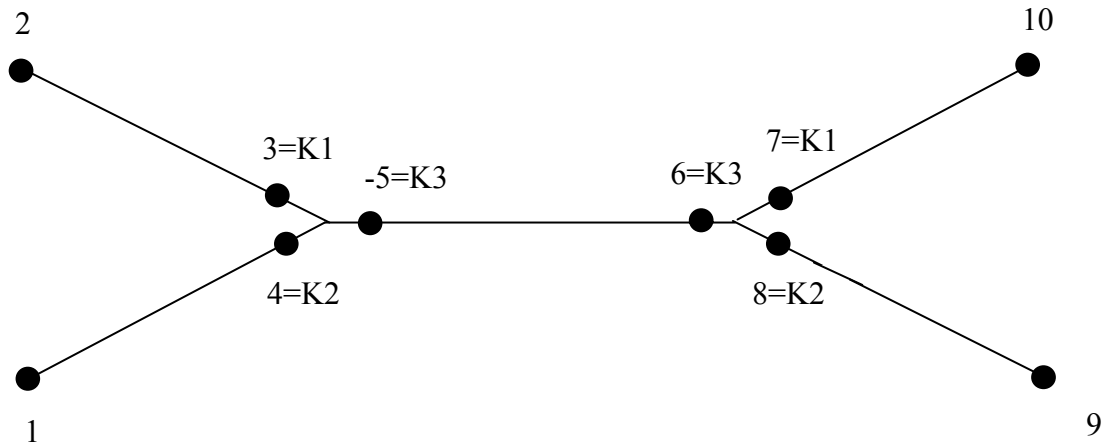


Figura 5.1b Rotina de inicialização da variável Y e determinação de P e ETA (continuação)

## 5.2 – Características do modelo computacional

### 5.2.1 – Apresentação

Para melhor entendimento e descrição do modelo, seja a configuração da Figura 5.2 que apesar de simples, apresenta todos os itens necessários para a compreensão do esquema.



**Figura 5.2 – Esquema de uma rede com confluências**

Propacv7 é um modelo numérico unidimensional com alterações inseridas para tratamento de confluências em rios e canais. Discretizado em função das variáveis  $h(x,t)$  e  $v(x,t)$  e  $Y(x,t)$  e  $Q(x,t)$  segundo o esquema de Preissmann não linearizado, aceita condição de contorno múltipla: H, Q, Y, Curva Chave e agrega o conceito de comprimento virtual estendido para a condição de contorno de jusante. Analisa confluências convergentes e divergentes sendo estas distinguidas na entrada de dados pelo sinal do elemento do trecho principal.

Numa rede de rios a numeração das seções é não seqüencial e a matriz dos coeficientes é esparsa e não banda. Isso significa que é necessário um método especial para não desperdiçar espaço de memória e tempo de cálculo trabalhando com elementos zeros da matriz. O modelo utiliza o método apresentado por Tucci(1978), que usa quatro arranjos para armazenar os elementos não-zero, otimizando a solução da matriz. Este procedimento, denominado de Skyline, minimiza o armazenamento do esquema de eliminação de Gauss e foi utilizado inicialmente no método dos elementos finitos (Bathe and Wilson, 1976).

No esquema atual o modelo possui três opções de trabalho: calibração, validação e previsão. Na fase inicial a fim de evitar valores negativos ou nulos de  $h$ , é implementada uma rotina identificando um par de valores de  $P$  (coeficiente do raio hidráulico da fórmula de Manning) e  $\text{Eta}$  (rugosidade) que serão os valores iniciais destes parâmetros na fase de calibração. Para rios com ramificações, na fase de calibração adota rugosidades médias nas fronteiras de montante e jusante.

### 5.2.2 – Posição das Variáveis na Matriz de Coeficientes

A Figura (5.3) apresenta a matriz de coeficientes referente ao esquema mostrado na Figura (5.2) utilizando as variáveis dependentes  $h(x,t)$  e  $v(x,t)$ . Como a numeração dos trechos é não seqüencial, a matriz dos coeficientes é esparsa. Uma rotina adequada organiza os coeficientes de maneira a não permitir elementos nulos na diagonal principal da matriz dos coeficientes seguindo o seguinte esquema:

Posição nas colunas:

Variável  $H$  ou  $Y$  posicionada na coluna  $2J-1$  ( $J$  corresponde ao  $N^\circ$  da seção)

Variável  $V$  ou  $Q$  posicionada na coluna  $2J$

Posição nas linhas:

a) para as equações de contorno externas

Variável  $H$  ou  $Y$  posicionada na coluna  $2J-1$  ( $J$  corresponde ao  $N^\circ$  da seção)

Variável  $V$  ou  $Q$  posicionada na coluna  $2J$

b) para as equações de trecho

1ª equação (continuidade) - posição  $2J$  referente à seção de montante do trecho ( $V$  ou  $Q$ )

2ª equação (dinâmica) - posição  $2J-1$  referente à seção de jusante do trecho ( $h$  ou  $Y$ )

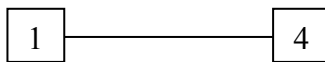
Primeiro são posicionadas as variáveis das equações de fronteira na interseção da linha versus coluna da variável da condição de contorno correspondente. Como exemplo, seja um trecho simples em que a seção de montante é 1 e a jusante é 10. Para condição de contorno  $H$  na seção de montante e  $Q$  na seção de jusante, na primeira fronteira a variável  $H$  será posicionada no cruzamento da primeira linha com a primeira coluna. Para a segunda fronteira, a variável  $Q$  será

posicionada no cruzamento da linha 20 com a coluna 20. Se a condição de contorno jusante fosse H, então seria posicionada no cruzamento da linha 19 com a coluna 19. (Ver Figura 5.3)

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	
	H(2,1)	V(2,1)	H(2,2)	V(2,2)	H(2,3)	V(2,3)	H(2,4)	V(2,4)	H(2,5)	V(2,5)	H(2,6)	V(2,6)	H(2,7)	V(2,7)	H(2,8)	V(2,8)	H(2,9)	V(2,9)	H(2,10)	V(2,10)	
1	X								CONDIÇÃO DE CONTORNO EXTERNA H NA SEÇÃO 1												H(2,1)
2	X	X					X	X													V(2,1)
3			X						CONDIÇÃO DE CONTORNO EXTERNA H NA SEÇÃO 2												H(2,2)
4			X	X	X	X															V(2,2)
5			X	X	X	X															H(2,3)
6					X	X	X	X	X	X				K1	K2	K3	C. C. INTERNA			V(2,3)	
7							X		X				Linhas		K2	K3	CONFLUÊNCIA 1			H(2,4)	
8	X	X					X	X					Invertidas								V(2,4)
9					X				X						K1	K3					H(2,5)
10									X	X	X	X									V(2,5)
11									X	X	X	X									H(2,6)
12		K3	K1	K2	C. C. INTERNA				X	X	X	X	X	X	X						V(2,6)
13			K3	K1	CONFLUÊNCIA 2				X		X										H(2,7)
14												X	X					X	X		V(2,7)
15			K3	K2					X					X							H(2,8)
16														X	X	X	X				V(2,8)
17	CONDIÇÃO DE CONTORNO EXTERNA H NA SEÇÃO 9															X					H(2,9)
18														X	X	X	X				V(2,9)
19	CONDIÇÃO DE CONTORNO EXTERNA H NA SEÇÃO 10																	X			H(2,10)
20	(VER OBSERVAÇÃO)													X	X				X	X	V(2,10)

**Figura 5.3 – Matriz dos Coeficientes (Jacobiano) do esquema mostrado na Fig. 5.2**

Para os trechos, as variáveis da primeira equação (continuidade) serão posicionadas na linha correspondente à variável V da seção de montante e as variáveis da segunda equação (dinâmica) na linha correspondente à variável H da seção de jusante.



**Figura 5.4 – Esquema de um trecho**

Conforme exemplo da Figura 5.4, a primeira equação será posicionada na linha 2 com as variáveis nas colunas 1,2,7,8 e a segunda equação será posicionada na linha 7 com as variáveis nas colunas 1,2,7,8. (Ver Figura 5.3). Quando houver coincidência de linha entre uma equação de fronteira e uma equação de trecho, esta deve ocupar a posição correspondente à segunda variável. Na Figura 5.3 a posição da segunda equação do trecho 7-10, Figura 5.2, deveria ser na linha 19, já ocupada pela equação de fronteira da



seção 10, então a segunda equação do trecho passará a ocupar a posição 20 correspondente à segunda variável na seção 10. O programa trata esta situação.

Na Figura 5.5, quando a confluência for convergente, à seção do ramo principal deverá corresponder uma numeração negativa.



**Figura 5.5 – Esquema de numeração nas confluências**

A cada confluência correspondem 3 equações. Na confluência convergente a primeira equação deverá ocupar na matriz dos coeficientes a linha correspondente à variável  $V$  de  $K1$  ou posição  $2K1$ , a segunda equação a posição correspondente à variável  $h$  de  $K2$  ou  $2K2-1$  e para a terceira equação a posição  $h$  de  $K3$  ou  $2|K3|-1$ . Ver Quadro 5.1 e Figura 5.3.

Exceção a esta regra acontece quando as equações de trecho forem em função das variáveis dependentes  $h(x,t)$  e  $v(x,t)$  e a confluência for convergente. Nesta situação a derivada da segunda equação da confluência não apresenta a variável que ocupa a posição da diagonal principal, o que é incoerente com o método adotado. Para se evitar isto é feita uma inversão de linha entre a posição da segunda equação da confluência e a segunda equação do trecho que coincide com a posição  $K2$  da confluência, ver Figura 5.3. O programa trata esta situação.

### 5.2.3 – Numeração de trechos e confluências

Os trechos poderão ter qualquer numeração, desde que obedeam a uma ordem crescente de montante para jusante.

Como boa norma sugere-se que as confluências tenham numeração seqüencial contribuindo isto para diminuir a esparsividade da matriz de coeficientes. Isto sempre é possível deixando sempre a última posição de um trecho reservada para a numeração de uma confluência, quando esta coincidir com sua extremidade de jusante.

Em toda confluência é feita uma correspondência entre uma posição e os identificadores  $K1$ ,  $K2$  e  $K3$ .

Nº Confluência	K1	K2	K3	Tipo confl.
1	3	4	-5	Convergente
2	7	8	6	Divergente
<b>POSIÇÃO NA MATRIZ DE COEFICIENTES - CONFLUÊNCIAS</b>				
Confluência Convergente (h e v)		Confluência Divergente (h e v)		
1ª Eq. v de K1 $B(h_{k1}v_{k1}+h_{k2}v_{k2}-h_{k3}v_{k3})=0$		1ª Eq. v de K3 $B(h_{k3}v_{k3}-h_{k1}v_{k1}-h_{k2}v_{k2})=0$		
2ª Eq. h de K2 $(h_{k2}-h_{k3})=0$		2ª Eq. h de K1 $(h_{k3}-h_{k1})=0$		
3ª Eq. h de K3 $(h_{k1}-h_{k3})=0$		3ª Eq. h de K2 $(h_{k2}-h_{k3})=0$		
Confluência Convergente (Y e Q)		Confluência Divergente (Y e Q)		
1ª Eq. Q de K1 [2K1] $Q^{k1}+Q^{k2}-Q^{k3}=0$		1ª Eq. Q de K3 [2K3] $Q^{k3}+Q^{k1}-Q^{k2}=0$		
2ª Eq. Y de K2 [2K2-1] $Y^{k2}-Y^{k3}=0$		2ª Eq. Y de K1 [2K1-1] $Y^{k3}-Y^{k1}=0$		
3ª Eq. Y de K3 [2K3-1] $Y^{k1}-Y^{k3}=0$		3ª Eq. Y de K2 [2K2-1] $Y^{k3}-Y^{k2}=0$		
<b>Tabela 5.1 Convenção das seções de confluência e posição na matriz de coeficientes.</b>				

Para isto primeiro deve-se coincidir K3 com a posição do ramo principal e posteriormente K1 coincidente com seção de número menor e K2 com a de número maior. Esta correspondência é necessária no programa para padronizar o esquema de cálculo das condições de contorno internas. A Tabela 5.1 resume esta situação.

#### 5.2.4 – Principais variáveis de entrada de dados (no exemplo da Figura 5.1)

NS	– Número de seções	10
NTR	– Número de trechos	5
NFRON	– Número de fronteiras	4
NCONF	- Número de confluências	2

$NST(5,1) = 7$  Significa que 7 é o número da seção no trecho 5 e 1 identifica que a seção é montante. Similarmente  $NST(5,2) = 9$ , indica seção 9 jusante do trecho 5.

$NSC(1,1) = 3$  Indica seção 3 para o primeiro ramo da confluência 1,  $NSC(1,2) = 4$  ;  
 $NSC(1,3) = -5$  indicam seções 4 e 5 para o segundo e terceiro ramo da confluência 1. O  
valor negativo da seção 5 coincidente como identificador K3 indica que a confluência 1  
é convergente.

$NSF(3) = 9$  Indica que 9 é o número da seção da fronteira 3

$CCC(X) = J$  Indica condição de contorno na fronteira X, onde J pode assumir valores  
1,2,3,4 ou 5 conforme condição seja H, Q, Curva Chave, Comprimento Virtual ou  
Nível.

$DX(3) = 50.00$  Indica espaçamento horizontal do trecho com referência à seção 3

$HF(2,4) = 2.90$  Indica condição de contorno H, valor de 2.90 m, no tempo 2 na  
fronteira 4

$QF(1,3) = 12.00$  Indica condição de contorno Q, valor de 12.00 m<sup>3</sup>/s, no tempo 1 na  
fronteira 3

O modelo numérico unidimensional hidrodinâmico utiliza na discretização das equações  
de Saint Venant o método das diferenças finitas com um esquema implícito de 4 pontos,  
(esquema de Preissmann), centrado no espaço e ponderado no tempo. As equações  
foram deduzidas com as variáveis dependentes velocidade  $v(x,t)$  e altura da lâmina  
líquida  $h(x,t)$  e das variáveis dependentes vazão  $Q(x,t)$  e cota da superfície livre  
 $Y(x,t)$ . Utiliza para solução das equações um esquema especial para matrizes esparsas  
agregado ao método iterativo de Newton Raphson, ver item 4.5.2.

### **5.2.5- Arquivos de entrada e saída de dados**

As Figuras 5.6a,5.6b,5.6c e 5.6d apresentam o arquivo de entrada de dados em forma de  
formulário e suas variáveis associadas.

Na estrutura atual do programa o segundo arquivo contém os nomes de todos os  
arquivos de entrada de dados e saídas gerados pelo programa. O terceiro arquivo de  
entrada de dados contém a curva de rugosidade versus altura a ser usada na opção  
IETHE=5. O programa tem como dados de saída sete arquivos: o primeiro contendo um  
relatório de todos os dados lidos e calculados e observações quanto à execução, o  
segundo contém a curva rugosidade versus altura para cada seção, o terceiro contém  
dados que devem ser interpretados por um programa de confecção de gráficos.

FORMULÁRIO DE ENTRADA DE DADOS PROPACV7	
1	Número da Enchente IENCH
2	Status de trabalho do modelo FASE
3	Status da Variável Dependente IVD
4	Nº de: Seções-Trecho-Confluência-Fronteiras-Galerias-Ruas NS,NTR,NCONF,NFRON,NTGA,NTRU
5	Tipo Cond. Contorno. 1 h; 2 Q; 3 C.Chave; 4 virtual; 5 Y CCC(J)
6	Nº das Seções nas Fronteiras NSF(I)
7	Tipo de fronteira - IFMJ = 1 Mont; IFMJ = 2 Jus IFMJ(I)
8	Numeração trechos. Se NCONF=0, não entrar c/numeração NST(I,J)
9	Lê nº dos trechos que são de galeria em ordem crescente NTG(I)
10	Lê nº de confluências entre rua e galeria NCRG
11	Lê nº de bueiros considerados em cada confluência NBB
12	Lê valor do comprimento da soleira do bueiro padrão LB
13	Lê valor da área bueiro padrão AB
14	Lê valor da celeridade CE
15	Lê valor da rugosidade constante p/ trechos de galeria RUGGA
16	Lê nº dos trechos que são de rua em ordem crescente NTU(I)
17	Lê altura da seção de transição HST
18	Lê altura da seção inferior HSI
19	Lê fator de correção da largura da seção inferior FCL
20	Lê fator de correção da rugosidade da seção inferior FCG
21	Lê valor da rugosidade constante p/ trechos de rua RUGRU
22	Lê nº das Seções nas Confluências na ordem K1 K2 K3 NSC(I,J)
23	Status de ruptura; IUT IUT
24	Se IUT=1 Lê nº de fronteiras com ruptura NFCR
25	SE IUT=1 Lê nº das seções com ruptura NSFCR(J)
26	Status da leitura de armazenagem KARM
27	Estado ESTADO(K)
28	País PAIS(K)
29	Latitudes - Gr, Min LATGR(K),LATMN(K)
30	Longitudes - Gr, Min LONGGR(K),LONGMN(K)

**Figura 5.6A Formulário de entrada de dados**

31	Altitudes - m	ALTIT(K)
32	Fonte Dados	FONTE(K)
33	Área de Drenagem	ARDREN(K)
34	Entidade	ENTID(K)
35	Código dos Postos	NCODP(K)
36	Período de Operação dos postos	ANOI(K),ANOF(K)
37	Nome do Rio	RIO(K)
38	Per. Simulação - Dia Inicial, Dia Final, Ano Inicial, Ano Final	DIAI,DIAF,ANOI,ANOF
39	Período de Simulação - Mês Inicial, Mês Final	MESI,MESF
40	Nome dos Postos	POSTO(K)
41	Lê Cota Referência das Réguas; se IVD=1	REF(K)
42	Status da leitura do incremento espacial	ILDX
43	Se ILDX=0 Lê DXC	DXC
44	Se ILDX=1 Lê valores DX(J) da tabela	DX(J)
45	Lê DT (minutos) e Duração da Cheia IDUR (intervalos)	DT,IDUR
46	Lê HORAS (em minutos)	HORAS
47	Gravidade	G
48	Status de leitura das larguras de armazenamento (se KARM=1)	ILBS
49	Se ILBS=0 Lê BS00 iniciais nas fronteiras	BS00(K)
50	Se ILBS=1 Lê valores BS da tabela	BS(J)
51	Status de leitura da largura	ILB0
52	Se ILB0=0 Lê B00 iniciais nas fronteiras	B00(K)
53	Se ILB0=1 Lê valores B0 da tabela	B0(J)
54	Status de leitura da cota do fundo	ILY0
55	Se ILY0=0 Lê Y00 iniciais nas fronteiras	Y00(K)
56	Se ILY0=1 Lê valores Y0 da tabela	Y0(J)

Figura 5.6b Formulário de entrada de dados (continuação)

57	Status de leitura da cota de transbordamento	ILYMAX
58	Se ILYMAX=0 Lê YMAX00 iniciais nas fronteiras	YMAX00(K)
59	Se ILYMAX=1 Lê Valores YMAX da tabela	YMAX(J)
60	Status de leitura do coeficiente de perda de carga localizada	ILCPC
61	Se ILCPC=0; Lê KPCC	CPCC
62	Se ILCPC=1; Lê valores CPC(J) da tabela	CPC(J)
63	Status de leitura da declividade da calha (se IVD=1)	ILS0
64	Se ILS0=0 Lê S0C	S0C
65	Se ILS0=1 Lê valores S0(J) da tabela	S0(J)
66	Lê comprimento virtual e tipo de variável virtual	VIRTUAL, IVIRTUAL
67	Lê condições de contorno nas fronteiras	HF(I,J)
		QOBS(I,J)
		YOBS(I,J)
		QF(I,J)
		YF(I,J)
		QOBS(I,J)
68	Lê tipo de curva chave	ITCH
69	Lê coeficientes da curva chave	aaa(J),bbb(J),hho(J)
70	Lê valores da variável virtual ( variável no tempo);	H
		Y
		Q
71	Lê vazões iniciais de fronteira real	Q0I(M)
		Q0I(J)
72	Lê níveis iniciais de fronteira real	Y0I(M)
		Y0I(J)
73	Lê alturas iniciais de fronteira real	H0I(M)
		H0I(J)
74	Lê níveis iniciais de fronteira real virtual	Y0IVJ
75	Lê vazões iniciais de fronteira virtual	Q0IVJ

Figura 5.6c Formulário de entrada de dados (continuação)

76	Lê status de leitura da condição inicial	ILCI
77	Se ILCI=0, não lê. Se ILCI=1 e IVD=1, Lê H inicial	H(1,J)
78	Se ILCI=1 e IVD=1, Lê V inicial	V(1,J)
79	Se ILCI=1 e IVD=2; Lê Y inicial	Y(1,J)
80	Se ILCI=1 e IVD=2; Lê Q inicial	Q(1,J)
81	Leitura do parâmetro P	P
82	Leitura do ponderador TETA	Teta
83	Controle de impressão	INTER, IMPRUG
84	Status da variação da rugosidade em Newton-Rapshon	ITTI
85	Status do tipo de arquivo das rugosidades calibradas	IRUG
86	Status do tipo de leitura das rugosidades calibradas	IPAR
87	Lê rugosidade máxima	RUGMX
88	Status do tipo de calibração adotada	CCAL
89	Status do tipo de rugosidade de entrada	IETHE
90	Se IETHE =0 (cte no tempo e espaço)	ETA1
91	Se IETHE =1 ( Variável no tempo e cte no espaço)	TRUG
92	Se IETHE =2 (Variável no espaço e cte no tempo)	XRUG
93	Leitura do N° Máximo de Iterações	KMAX
94	Status da Contr. Lateral. 0= sem Qlat; 1=Cte; 2=Var. no tempo	IQLAT
95	Lê valores da contribuição lateral	QLAT

Figura 5.6d Formulário de entrada de dados (continuação)

O quarto contém informações gerais e um resumo dos dados de entrada e saída, o quinto contém todos os valores de rugosidades ao longo do tempo e por seção. Os dois últimos contém os resultados dispostos numa apresentação ao longo do tempo e do espaço.

### 5.2.6- Fases do programa

De acordo com o conteúdo da variável “Fase” do arquivo de entrada de dados o programa executa a fase de Calibração (Fase = 0), ou Validação (Fase = 1) ou Previsão

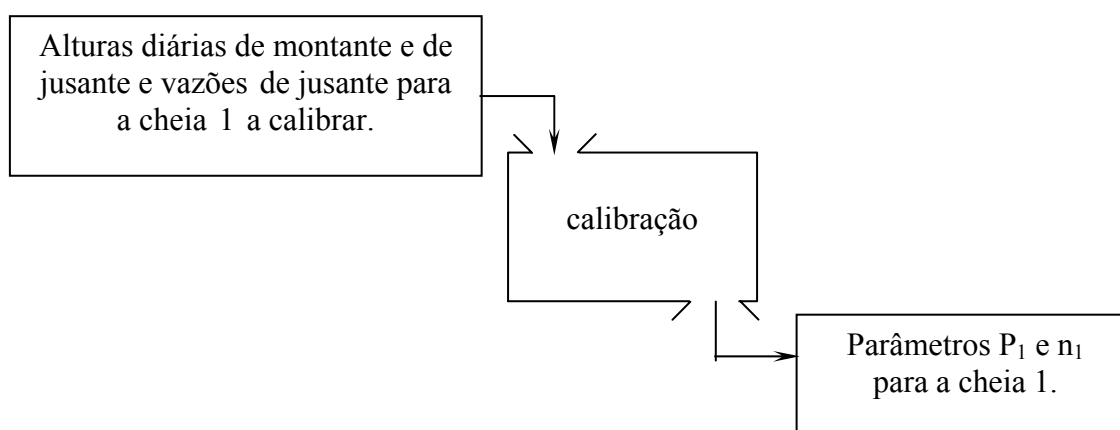
(Fase = 2). Apresentar-se-á a seguir apenas uma descrição sucinta destas fases. Para maiores detalhes, consultar Requena (2001).

### 5.2.6.1- Calibração

Entende-se por calibração a aferição e ajuste do modelo a partir da variação de parâmetros de maneira a que se obtenha certo grau e precisão na aproximação entre valores calculados e observados para as incógnitas, Figura 5.7.

São identificados como parâmetros de calibração o expoente do raio hidráulico ( $P$ ), o coeficiente de Manning ou rugosidade, constante ou variável com o tempo ( $\text{ETA}$  ou  $\text{RUG}$ ) e a descarga lateral, também constante ou variável ( $\text{QLAT}$  ou  $\text{VQL}$ ). Os dois primeiros são calibrados automaticamente pelo modelo. Já o terceiro deve ser determinado via modelos hidrológicos tipo chuva-vazão, ou calibrado manualmente.

Mascarenhas (1980) descreve uma metodologia de estimativa de parâmetros para a calibração deste modelo. A Figura (5.7) mostra um esquema utilizando a altura  $h$  como condição de contorno de montante e de jusante.



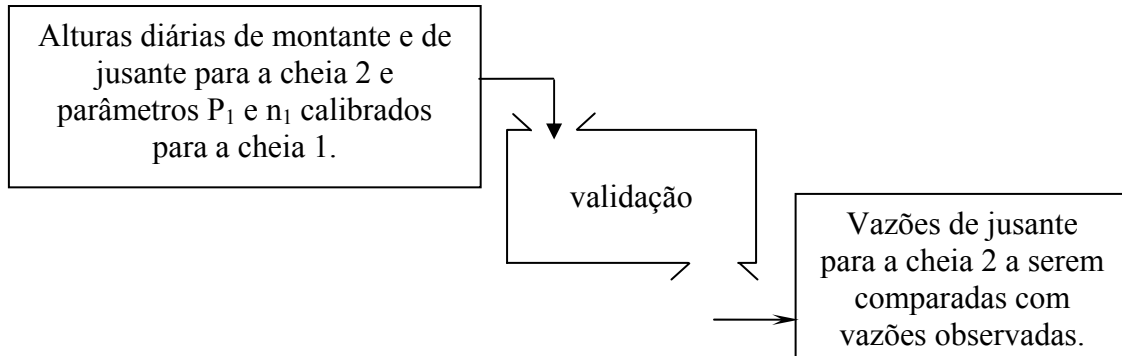
**Figura 5.7 Fase de calibração em Propacv7 – Adaptado de Requena (2001)**

O modelo atual Propacv7 contempla três critérios de calibração, a saber: Manual, Req e Bar. Os dois últimos são automáticos e a diferença entre eles consiste no resultado dos valores calibrados para a rugosidade. No primeiro utiliza-se um tipo qualquer rugosidade de entrada e produz um tipo de rugosidade calibrada de saída variável no tempo e no espaço. O segundo também utiliza um tipo qualquer de rugosidade de entrada mas no resultado preserva o mesmo tipo da rugosidade de entrada. Os critérios de calibração Req e Bar implementados no modelo estão na listagem do código do programa apresentado em anexo.



### 5.2.6.2- Validação

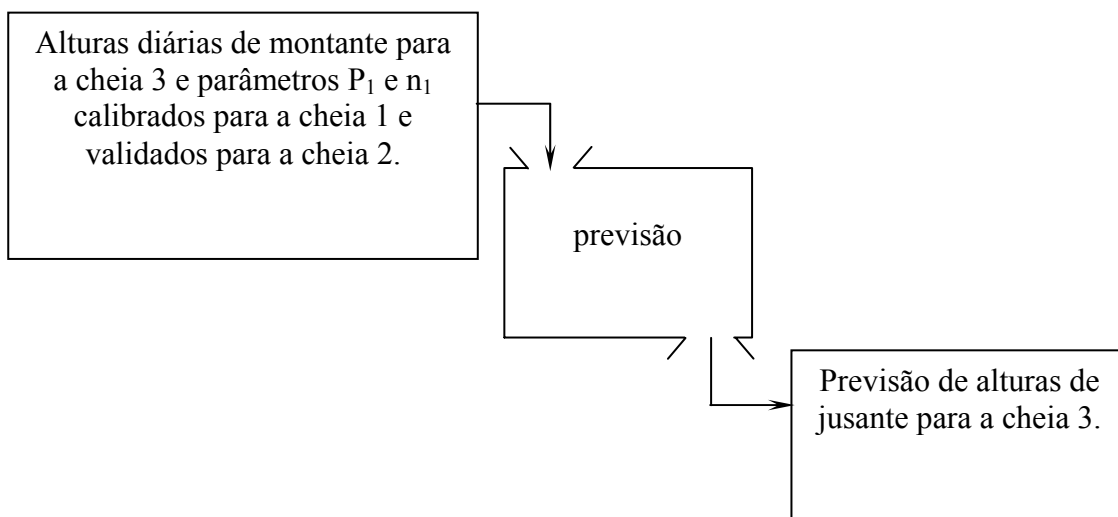
A fase de validação consiste em se tentar prever os efeitos de uma onda a jusante usando os parâmetros de calibração de outra onda com ocorrência próxima da primeira. A Figura 5.8 ilustra esta fase.



**Figura 5.8 Fase de validação em Propacv7 – Adaptado Requena(2001)**

### 5.2.6.3- Previsão

Na fase de previsão o programa efetivamente modela o comportamento do trecho do rio quando da passagem de uma onda na seção de montante prevendo os seus reflexos a jusante, Figura 5.9. Esta fase faz uso do conceito de Domínio Virtual Estendido.



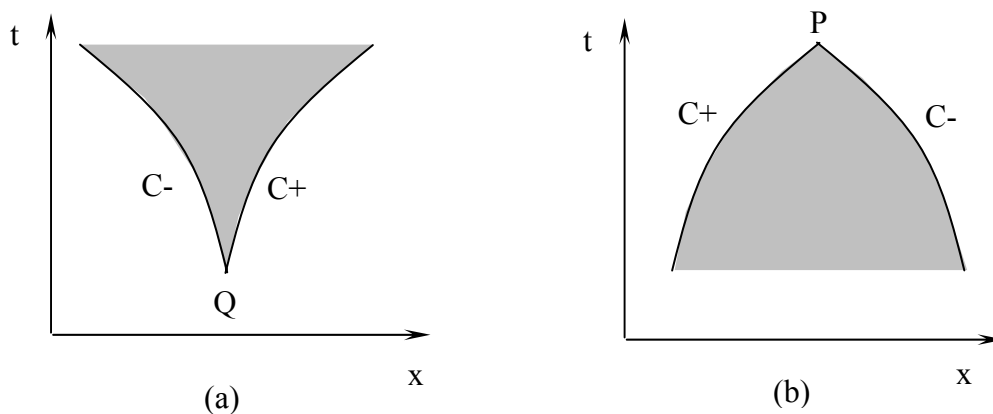
**Figura 5.9 Fase de previsão em Propacv7. Adaptado de Requena (2001)**

#### 5.2.6.3.1 – Domínio virtual estendido

A idéia básica do domínio virtual estendido é ampliar o domínio de interesse para que a seção limite do domínio virtual situe-se em uma região não perturbada, de modo a não induzir erros no domínio real, podendo as seções no trecho fictício sofrerem

perturbações indesejáveis. Segundo Karmegam et al (1991) o uso da curva-chave como condição de contorno de jusante, pode conflitar com a situação real de regime não permanente e variado, acarretando erros na solução numérica das equações de Saint-Venant não apenas em local próximo ao limite de jusante, mas também no todo ou em parte do domínio de interesse do sistema.

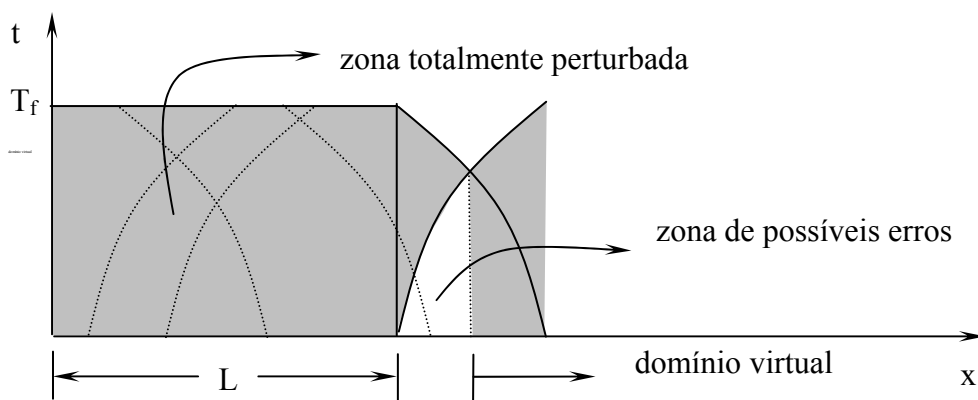
De acordo com o Método das Características, em geral uma perturbação que ocorre no ponto Q do domínio influencia a região sombreada na Figura 5.10a. Por outro lado, no



**Figura 5.10 – Regiões de influência e linhas características.**

sentido inverso do tempo, a partir de um ponto P do domínio, a região interna abaixo de P e entre as características positiva C+ e negativa C- é a zona que possui influência direta nas condições em P, conforme a Figura 5.9b.

No caso da propagação de cheias naturais, sendo L o comprimento do trecho em estudo e  $T_f$  o tempo final da cheia, o esquema gráfico simplificado da Figura 5.11 indica a partir de que abscissa deva ser estendido o domínio real para o virtual. Para



**Figura 5.11 - Esquema gráfico simplificado para o domínio virtual.**

escoamentos reais, não se pode determinar com exatidão o valor do comprimento virtual, porém sua estimativa pode ser efetuada.

Estimando-se adequadamente o valor do comprimento virtual, torna-se suficiente a prescrição, no limite da jusante do domínio virtual estendido, de valores aproximadamente constantes no tempo de uma das variáveis dependentes do problema, no caso  $h_n$ ,  $Y_n$  ou  $Q_n$ . O modelo trabalha com dois tipos de previsão. O primeiro tal como mostrado nos esquemas acima, (fase 2) utiliza os valores de rugosidade e do valor do parâmetro P determinados na fase de calibração. O segundo, (fase 20) utiliza valores aleatórios determinados pelo usuário na entrada de dados. Ambos podem utilizar como condição de contorno jusante a curva chave ou o conceito de domínio virtual estendido.

### **5.2.7- Parâmetros do modelo**

Os parâmetros de calibração têm grande importância na modelação uma vez que deles depende o comportamento do modelo. Por meio deles procura-se representar a realidade de grandezas físicas envolvidas no fenômeno que se deseja modelar.

No modelo empregado, são identificados como parâmetros de calibração o expoente do raio hidráulico (p), o coeficiente de rugosidade de Manning (n) e a contribuição lateral de descarga (qlat).

#### **5.2.7.1- Expoente do raio hidráulico (P)**

Na equação (3.33), conhecida como a fórmula de Manning que representa a perda de carga distribuída ( $S_f$ ), ou a declividade da linha de energia ou ainda a perda de carga por atrito, o raio hidráulico R é elevado a um expoente P. Frequentemente adotado na literatura como 4/3, este valor foi adotado a partir de dados experimentais de Bazin (1885), para escoamentos uniformes e permanentes em canais artificiais. Uma vez que o fenômeno de propagação de ondas de cheia é um escoamento não uniforme em um canal natural, nem sempre este valor atenderá às necessidades do modelo e por vezes conduzirá a valores totalmente fictícios, (Mascarenhas, 1980).

#### **5.2.7.2- Coeficiente de rugosidade de Manning (n)**

De longe o mais complexo parâmetro a ser estudado, tem sido fonte de muitos estudos. Chow (1959) mostrou que o coeficiente de rugosidade de Manning é dependente dos seguintes fatores: rugosidade da superfície do leito, vegetação, irregularidades na calha fluvial, alinhamento do canal, assoreamento, erosões, obstruções, variações sazonais e

material em suspensão. Em resumo, pode-se dizer que todas as condições que tendem a induzir turbulência e/ou retardamento aumentam o valor do coeficiente de rugosidade.

Condições do Canal		Valores	
Material Envolvido	Terra	n <sub>0</sub>	0.020
	Brita		0.025
	Cascalho		0.024
	Cascalho graúdo		0.028
Grau de Irregularidade	Suave	n <sub>1</sub>	0.000
	Pequeno		0.005
	Moderado		0.010
	Severo		0.020
Variações na Seção Reta do Canal	Gradual	n <sub>2</sub>	0.000
	Alterações Ocasionais		0.005
	Alterações Frequentes		0.010 – 0.015
Efeito Relativo a Obstruções	Desprezível	n <sub>3</sub>	0.000
	Pequeno		0.010 – 0.015
	Apreciável		0.020 – 0.030
	Severo		0.040 – 0.060
Vegetação	Baixa	n <sub>4</sub>	0.005 – 0.010
	Média		0.010 – 0.025
	Alta		0.025 – 0.050
	Muito Alta		0.050 – 0.100
Grau de Meandricidade	Pequeno	m <sub>5</sub>	1.000
	Apreciável		1.150

**Tabela 5.2 Valores para o cálculo do coeficiente de rugosidade pela equação (5.1) (Chow, 1959)**

Cowan (1956) propôs um procedimento para estimar este coeficiente, resumidamente descrito abaixo:

$$n = (n_0 + n_1 + n_2 + n_3 + n_4)m_5 \quad (5.1)$$

Onde os valores dos diversos coeficientes envolvidos podem ser determinados no Tabela 5.2.

O programa considera 6 possibilidades de leitura da rugosidade de entrada:

- Rugosidade constante
- Rugosidade variável no tempo e constante no espaço
- Rugosidade variável no espaço e constante no tempo
- Rugosidade lida de arquivo (configuração livre)
- Rugosidade lida de arquivo de parâmetros (para fase 20)
- Rugosidade lida de arquivo de parâmetros constante no espaço (para fase 20)

## CAPÍTULO 6

### APLICAÇÕES DO MODELO

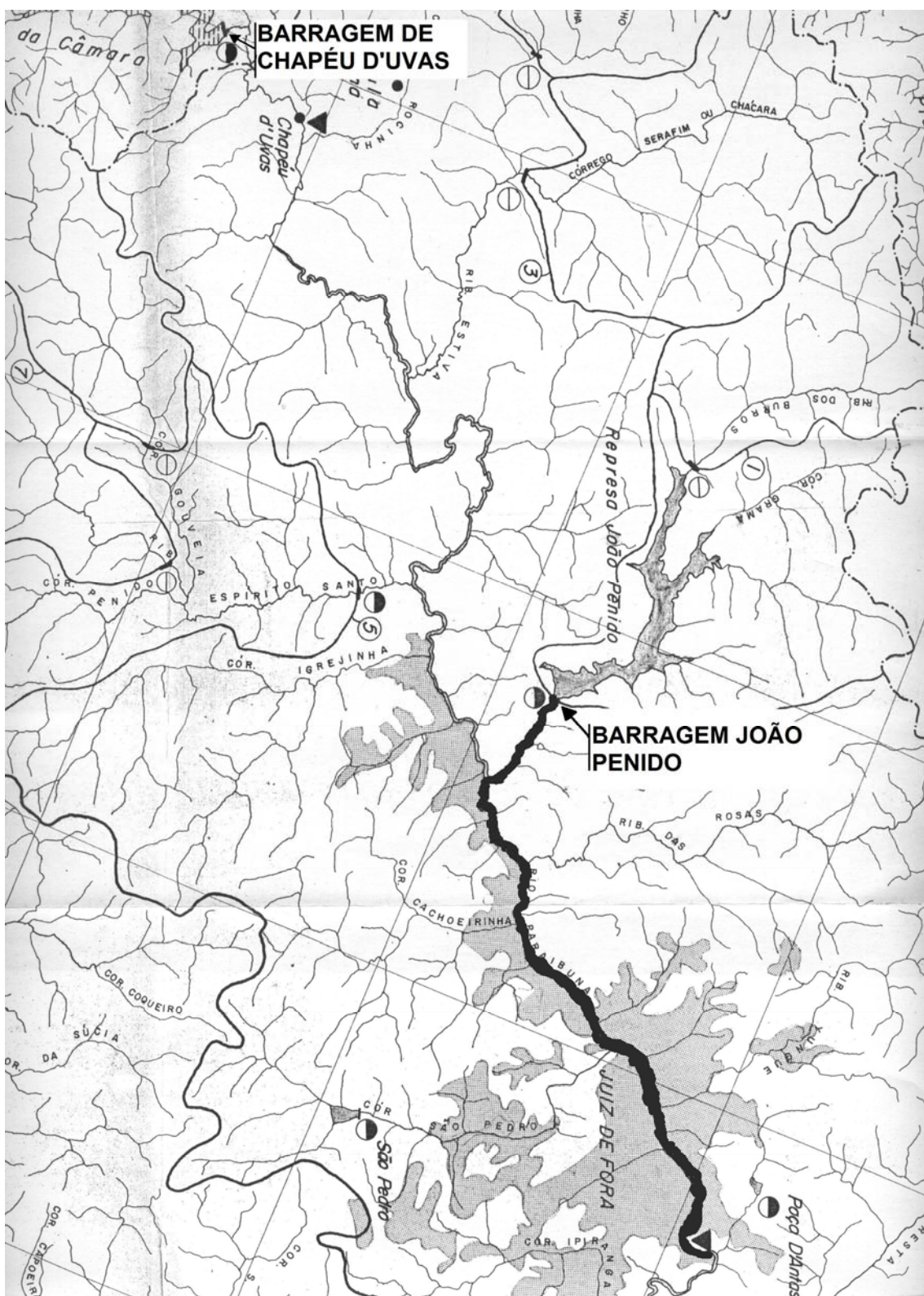
#### 6.1 – Área de estudo

Durante a fase inicial do desenvolvimento do modelo sua aplicação se baseou em dados e resultados para uma área onde um modelo semelhante já tinha sido aplicado. A análise dos resultados comparados indicou uma excelente concordância nas fases de calibração, validação e previsão utilizando as variáveis dependentes altura média e velocidade e posteriormente cota e vazão. A primeira área de estudo se baseou no trecho do Rio Uruguai entres os postos fluviométricos de Marcelino Ramos e Itá e a segunda no trecho do Rio Paraibuna, município de Juiz de Fora entre os postos fluviométricos de Chapéu Duvas e Juiz de Fora Jusante.

Os resultados das simulações no trecho do Rio Paraibuna compreendido entre as estações fluviométricas acima citadas fazem parte do volume “Análise Histórica e Hidrodinâmica do Rio Paraibuna” apresentado em seminário como parte integrante dos requisitos necessários para a obtenção do grau de Doutor em Ciências em Engenharia Civil da COPPE. Os gráficos dos resultados simulados encontram-se no Anexo A do presente volume.

A área final de aplicação do modelo que compreende o centro urbano de Juiz de Fora revelou-se bastante promissora à aplicação do modelo devido a recentes inundações em janeiro último proveniente do extravasamento das águas do rio em bairros a montante da cidade. O modelo foi aplicado no Rio Paraibuna no trecho compreendido entre a confluência do Ribeirão dos Burros e a estação fluviométrica denominada Juiz de Fora Jusante (58480500). Os dados em meio digital, tais como restituições aerofogramétricas da área urbana, perfis longitudinais das margens do rio Paraibuna, perfis transversais em trechos e em pontes foram disponibilizados pela Prefeitura Municipal de Juiz de Fora e pela Companhia de Saneamento e Meio Ambiente (CESAMA).

A Figura 6.1 apresenta a planta geral de situação com destaque para o trecho em estudo. Na tabela 6.1 as distâncias em relação à Barragem de Chapéu D’Uvas para os tributários, pontes e localização das seções no trecho estudado, é apresentado. A Figura 6.2 apresenta a região central de Juiz de Fora, palco de inundações no passado, evidenciando a rede de galerias de águas pluviais existente.



**Figura 6.1 – Planta de situação evidenciando o trecho do Rio Paraibuna, Ribeirão dos Burros, Barragem de Chapéu D’Uvas e Barragem João Penido**





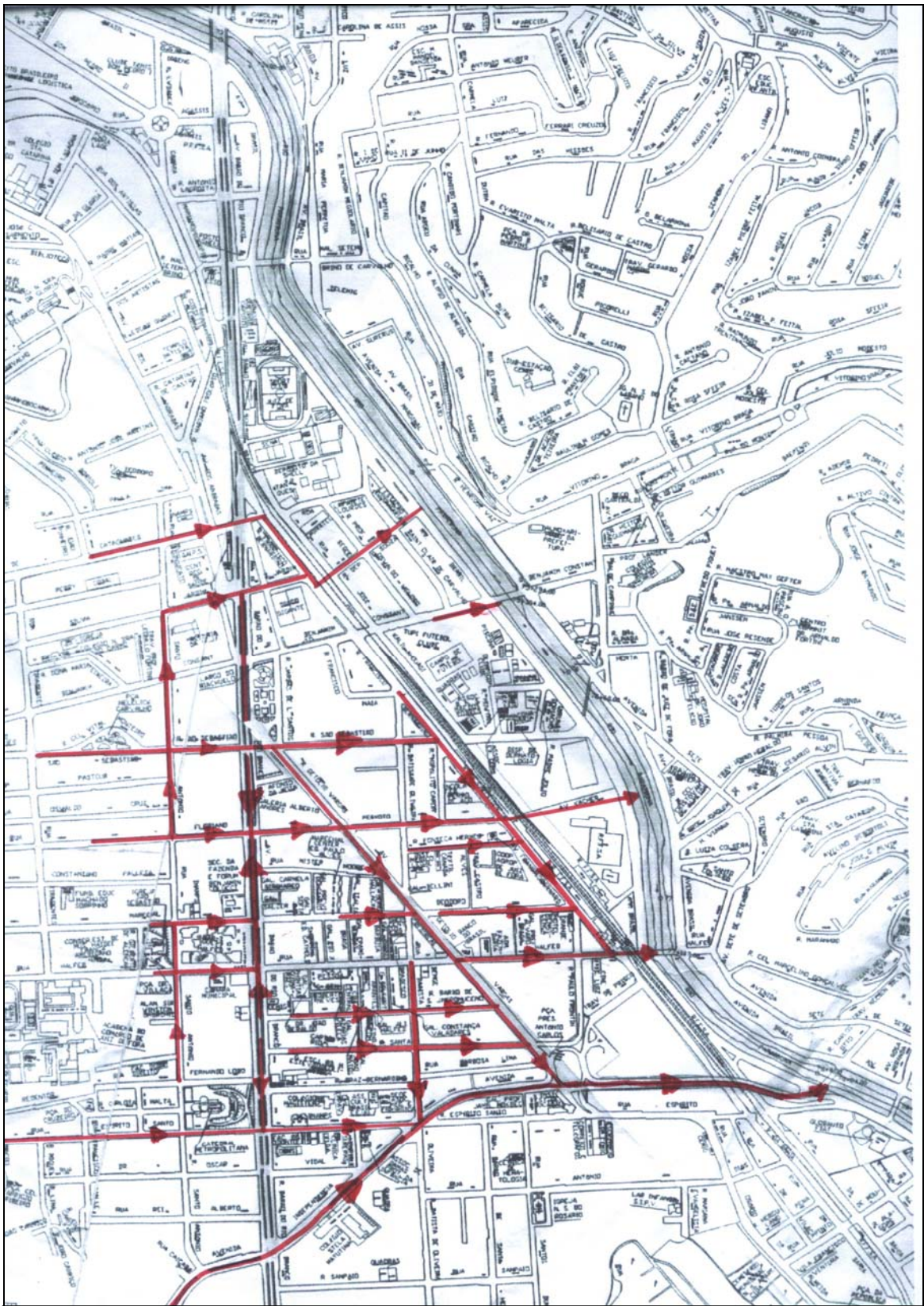


Figura 6.2 – Rede de drenagem na área central de Juiz de Fora.

## 6.2 – Simulação do rompimento hipotético da Barragem João Penido

Após a grande cheia de 1940, com as obras de regularização e retificação do trecho que corta o centro urbano de Juiz de Fora, inundações devidas ao transbordamento das águas do Rio Paraibuna nesta área não foram mais observadas. Para uma situação que se assemelhe a uma inundação de grandes proporções no centro da cidade foi então simulada uma onda de cheia devida ao rompimento hipotético da Barragem João Penido.

A barragem localiza-se no Ribeirão dos Burros ou dos Pintos, afluente do Rio Paraibuna, a 10 km do centro de Juiz de Fora, (ver Figura 6.1). Constitui-se no principal manancial de abastecimento de água potável para a cidade, sendo operada pela CESAMA. As características principais da barragem e da bacia de acumulação extraídas do volume IV/IX do Plano Diretor de Abastecimento de Água da AUJF são as seguintes:

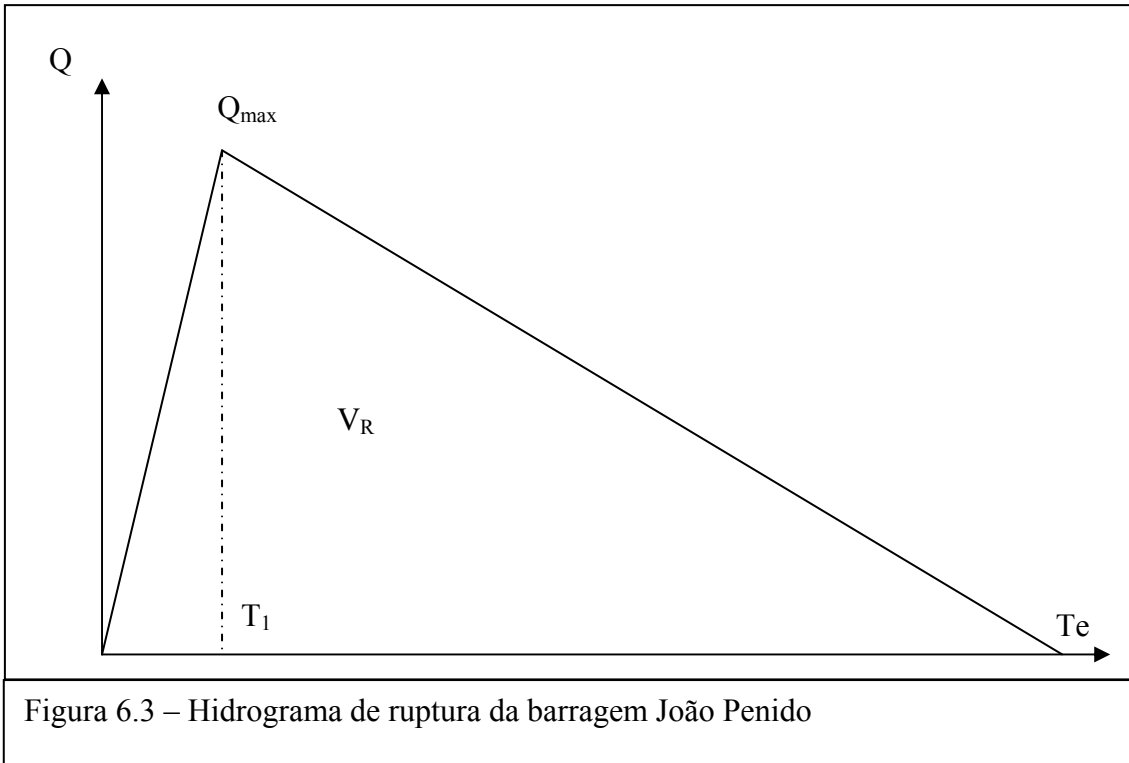
Tipo de barragem	terra
Comprimento	80 m
Altura máxima	11,50 m
Cota da crista da barragem	745,50 m
Vazão regularizável	750 l/s
Área da bacia hidrográfica	68 km <sup>2</sup>

Para a simulação foram adotados os seguintes valores:

Largura da barragem (Bd)	80 m
Largura da brecha (Bb)	46 m
Altura da barragem (Hb)	11,26 m
Profundidade media do reservatório( $H=4/9*Hb$ )	5,0 m
Volume do reservatório	13600000 m <sup>3</sup>

O uso de vazão e cota como variáveis dependentes, sendo as vazões do hidrograma de ruptura as condições de contorno de montante, permite a simulação de rupturas graduais, ao contrário do que ocorre quando as profundidades são as condições de contorno na seção da barragem.

Neste caso um hidrograma de ruptura mais gradual, pode ser idealizado como o mostrado na Figura 6.3. Nesta figura,  $T_e$  é o tempo de esvaziamento da barragem e  $Q_{max}$  é a vazão máxima que depende de vários fatores.



$T_1$  representa o tempo necessário para a vazão alcançar o seu valor máximo. Como os mecanismos associados à taxa de erosão e sua evolução no tempo são de natureza complexa, não se pode determinar com exatidão o valor de  $T_1$ . No presente caso, adotou-se o valor igual à 1 hora.

Para o cálculo da vazão máxima de ruptura adotou-se neste estudo a fórmula de Schoklistch, para ruptura em brecha que de acordo com Betâmio de Almeida (1982), estabeleceu a seguinte equação onde as variáveis estão descritas acima.

$$Q_{\max} = \frac{8}{27} \left( \frac{B_d}{B_b} \right)^{1/2} B_b \sqrt{gH}^{3/2} \quad (6.1)$$

Como a largura da brecha  $B_b$  é também de difícil avaliação, é usual tomar a mesma como a largura do canal a jusante da barragem. No presente caso adotou-se para a largura da brecha o valor de 46 m. Os casos da literatura comentam que a forma final da brecha, é retangular. Apenas como ilustração, a Figura 6.4 mostra o aspecto final do rompimento de uma barragem de rejeitos no município de Mirai ocorrido em janeiro de 2007.



Figura 6.4 – Rompimento da barragem de rejeitos de Mirai- MG

De acordo com a expressão 6.1 o hidrograma de ruptura possui o valor máximo de  $629,63 \text{ m}^3/\text{s}$ , e o tempo de esvaziamento ( $T_e$ ) é obtido fazendo-se a área sob o hidrograma igualar o volume do reservatório no valor de  $13600000 \text{ m}^3$ . Calcula-se então para  $T_e$  o valor de 12 horas.

Como condição de contorno jusante utilizou-se o artifício do domínio virtual estendido com um valor de cota prescrito em torno de  $679,00 \text{ m}$  e comprimento total 3 vezes o inicial. O modelo foi então rodado, tomando-se o resultado de vazão na última seção real do trecho como condição de contorno montante do trecho a ser analisado no Rio Paraibuna. A esta vazão foi acrescentada uma vazão constante de  $100,00 \text{ m}^3/\text{s}$  simulando a situação mais desfavorável da coincidência do rompimento da barragem de João Penido com uma cheia no Rio Paraibuna. Os arquivos Rbleif20.txt e GrRiburros.xls, constantes do anexo armazenam os dados de entrada do modelo e resultados. O resumo dos dados de entrada e resultados em gráficos podem ser vistos respectivamente na Tabela 6.2 e Figuras 6.5 e 6.6.

RIBEIRÃO DOS BURROS								
SEÇÃO	BS	B0	Y0	YMAX	CPC	DX	Y(1,J)	Q(1,J)
1	10.00	80.00	680.50	720.00	0.5	300.00	681.00	2.00
2	10.22	150.00	680.40	700.00	0.5	300.00	680.69	2.04
3	10.44	170.00	680.10	700.00	0.5	300.00	680.38	2.09
4	10.67	200.00	679.70	700.00	0.5	300.00	680.07	2.13
5	10.89	180.00	679.40	700.00	0.5	300.00	679.76	2.18
6	11.11	230.00	678.80	700.00	0.5	300.00	679.46	2.22
7	11.33	250.00	678.30	700.00	0.5	300.00	679.15	2.27
8	11.56	300.00	678.10	700.00	0.5	300.00	678.84	2.31
9	11.78	200.00	677.85	700.00	0.5	300.00	678.53	2.36
10	12.00	150.00	677.72	700.00	0.5	300.00	678.22	2.40

L= 2700 m  
 Condição de contorno montante : Vazão  
 condição de contorno virtual jusante : Vazão  
 Comprimento virtual : 3

Curva de rugosidade

n	H
0.100	0.1
0.050	1.0
0.030	2.0
0.025	3.0
0.022	4.0
0.020	5.0
0.015	7.0
0.013	10.0
0.010	100.0

Tabela 6.2 – Dados de entrada do afluente Ribeirão dos Burros

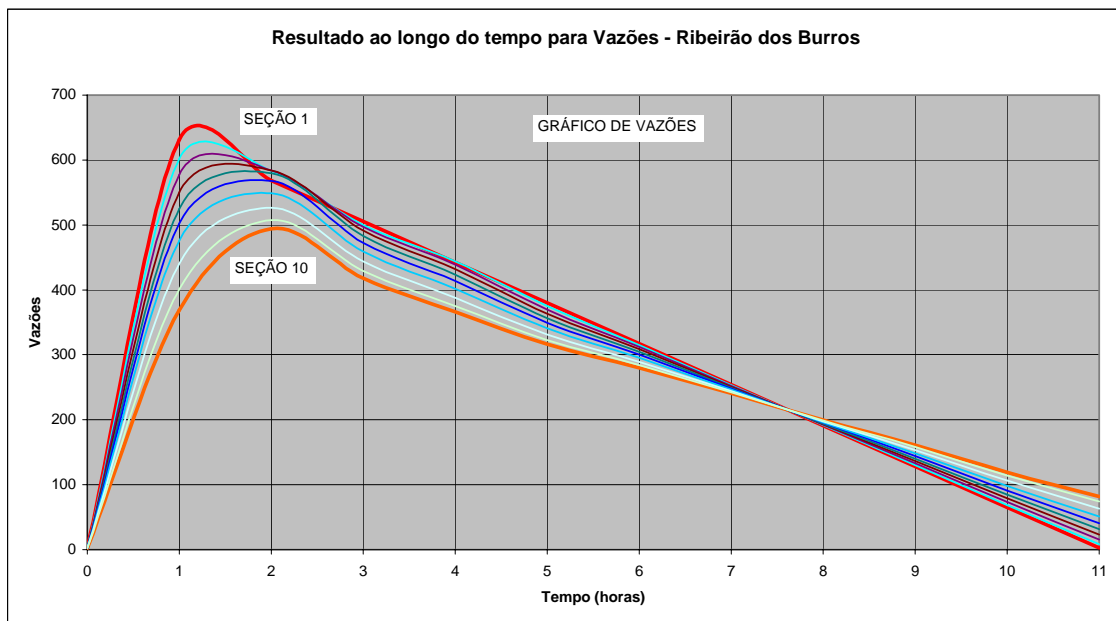


Figura 6.5 – Resultado ao longo tempo para vazões no Ribeirão dos Burros



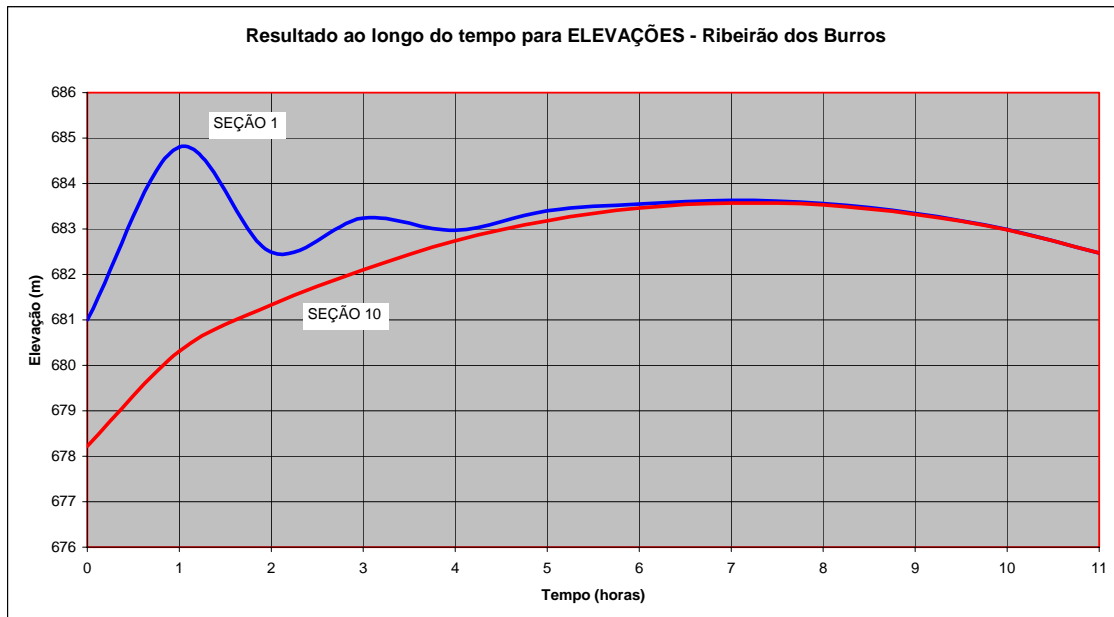


Figura 6.6– Resultado ao longo tempo para elevações no Ribeirão dos Burros

A partir daí três cenários foram construídos para se avaliar a eficiência do modelo quanto a sua capacidade de previsão de obstáculos, cheia na calha do rio e em ruas considerando diferentes situações no esquema.

A utilização de três cenários foi importante na elaboração do modelo uma vez que implementações foram incrementadas à medida que a concepção do problema exigia maior detalhamento.

### 6.3- Cenários

O primeiro cenário se constitui do trecho de rio simples, considerando o extravasamento das águas do leito principal para a planície de inundação lateral. No segundo cenário agrega-se a esta configuração trechos de rua na passagem do rio na região central da cidade e no terceiro cenário trechos de galeria também são agregados na configuração.

#### 6.3.1 – Cenário 1 - Simulação de trecho simples de rio

Com um comprimento total de 13863 m, subdividido em 26 seções incorporadas nestas as áreas de armazenamento lateral, simula a evolução da onda de cheia na calha do rio percorrendo os locais mais propícios à inundação em trechos a montante e na porção central do centro urbano. A Figura 6.7 mostra o trecho completo desde a confluência com o Ribeirão dos Burros, seção 1, até a seção final na Estação Fluviométrica Juiz de Fora Jusante, junto com a mancha de inundação simulada adotando-se o esquema do cenário 1. Nota-se claramente nesta figura um estrangulamento da área de

armazenamento lateral com valor aproximado de 70,00 m de largura. De acordo com os cálculos, para esta simulação, isto provoca um aumento da lâmina d'água nas seções 22, 23 e 24 em torno do valor de 0,64 m com reflexo de 0,21 m a mais na seção sob a Ponte Marechal Setembrino na rua Halfeld.

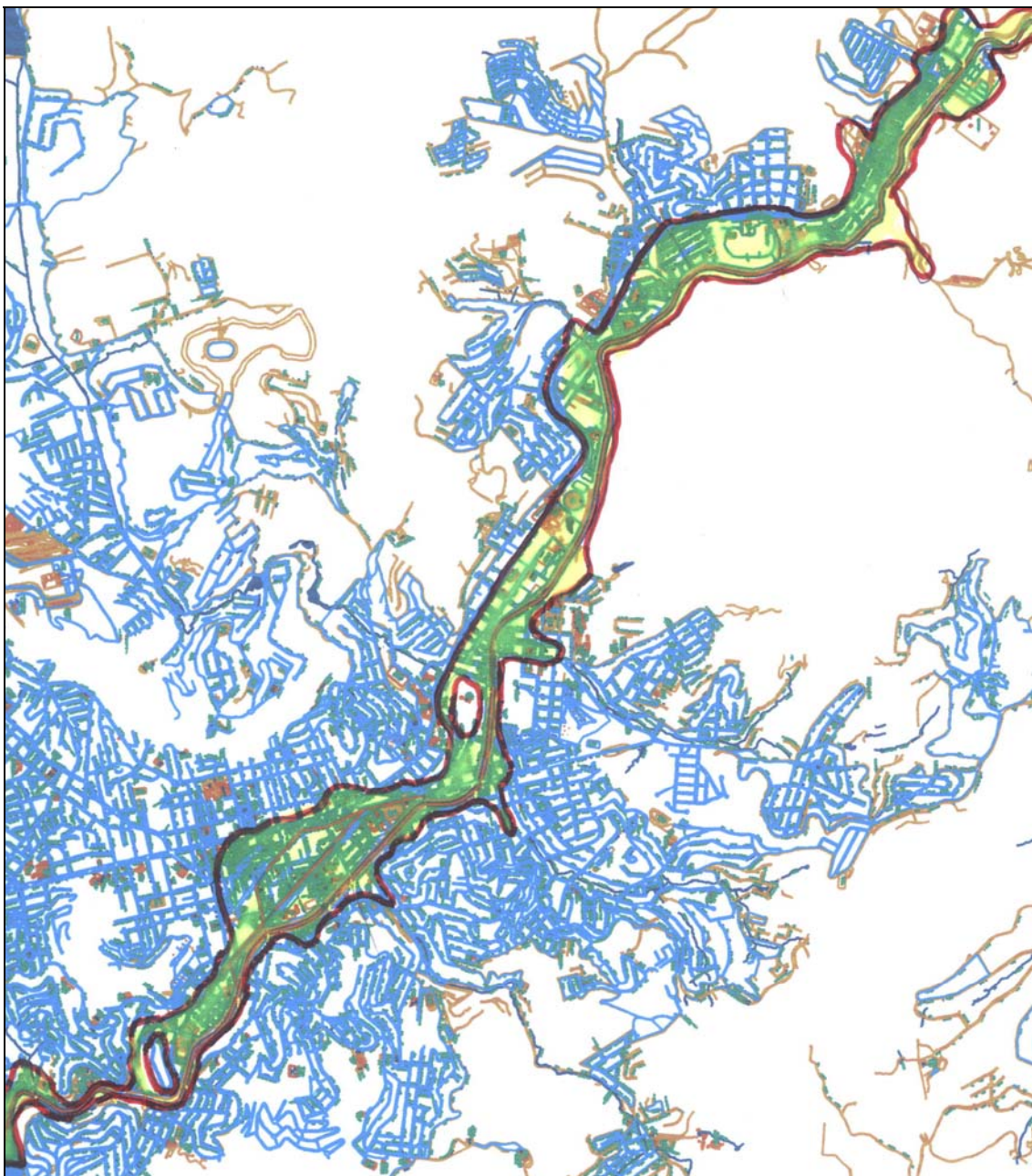


Figura 6.7 – Visão geral do trecho em estudo com mancha de inundação

Devido ao grande número de pontes concentradas no trecho que percorre o centro urbano, foram realizadas análises nos três cenários, simulando a interferência destes obstáculos. Para uma avaliação simplificada do efeito dos pilares das pontes, simulou-se uma redução de 25% na dimensão lateral da largura nestes locais. Os resultados

explicitados na hora correspondente à vazão máxima do hidrograma, demonstram que a presença das 9 pontes provoca um aumento da altura da lâmina líquida de 0,35 m na seção 18 (cenário 1), Ponte Artur Bernardes, cruzamento com a rua Halfeld. A Figura 6.8 apresenta o esquema utilizado no cenário 1. Os resumos dos dados de entrada podem ser visualizados nas Tabelas 6.3 e 6.4. A Figura 6.9 apresenta os resultados de elevação de nível ao longo do tempo considerando e não considerando a presença de pontes ao longo do percurso e sua influência na seção 18, centro da cidade.

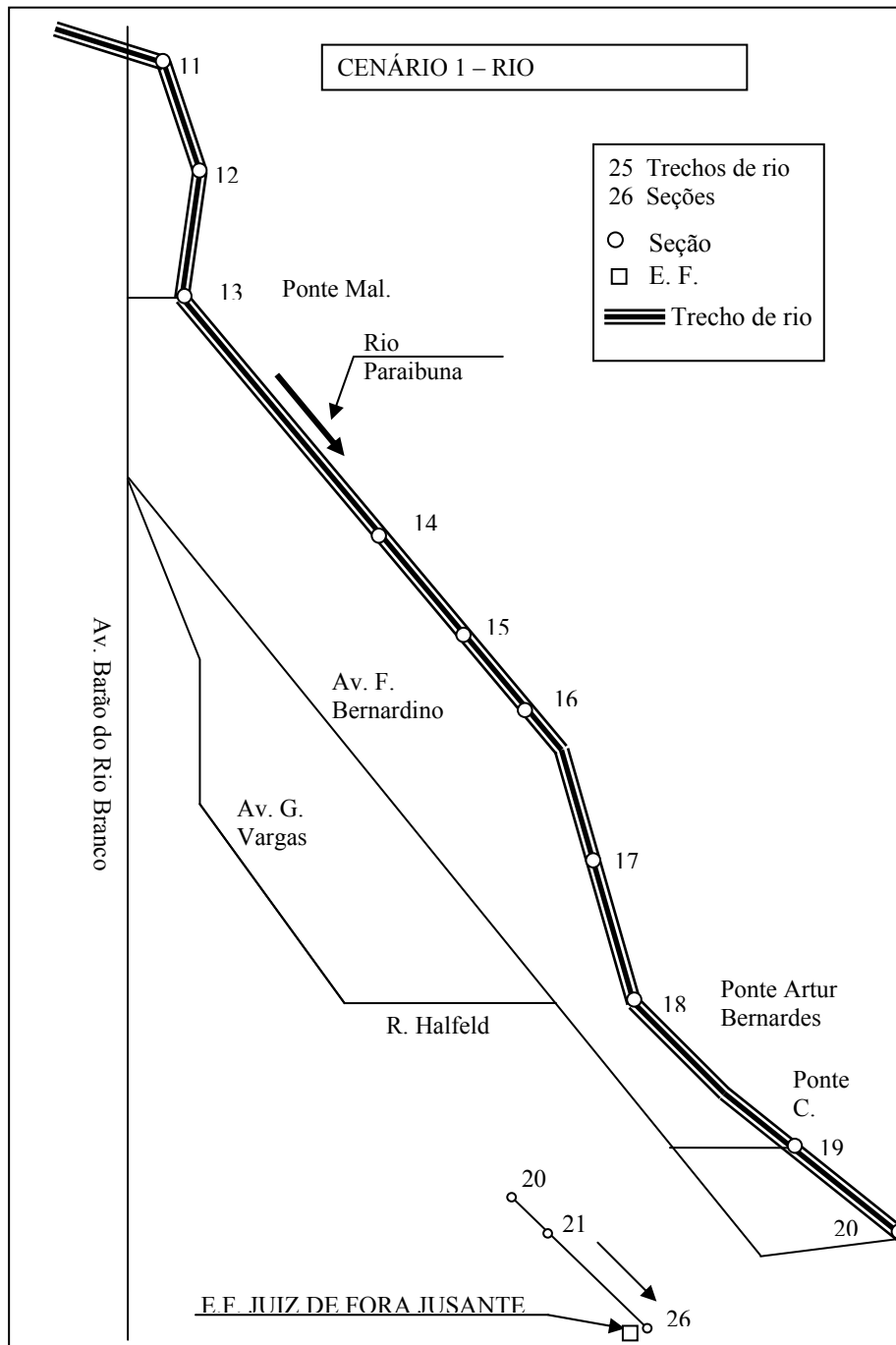


Figura 6.8 – Cenário 1 – Esquema das seções na calha do rio.



CENÁRIO RIO - SEM PONTE

OBS	SEÇÃO	BS	B0	Y0	YMAX	CPC	DX	Y(1,J)	Q(1,J)	Curva de rugosidade		
RIO	1	50	27	677.72	684.00	0.02	994	683.62	481.50		n(inic)	H
RIO	2	225	28	676.95	680.90	0.02	994	682.85	362.10	1	0.033	0.20
RIO	3	150	30	676.18	680.00	0.02	994	682.08	274.00	2	0.031	0.50
RIO	4	300	31	675.42	678.00	0.02	994	681.32	227.50	3	0.027	1.00
RIO	5	375	32	674.65	677.00	0.02	994	680.55	200.80	4	0.027	2.00
RIO	6	375	33	673.88	678.60	0.02	994	679.78	193.10	5	0.026	3.00
RIO	7	225	34	673.12	678.10	0.02	994	679.02	193.30	6	0.026	4.00
RIO	8	750	35	672.35	676.00	0.02	497	678.43	196.80	7	0.026	5.00
RIO	9	450	36	672.10	678.50	0.02	250	678.39	198.40	8	0.026	6.00
RIO	10	450	37	672.00	677.00	0.02	744	678.35	198.20	9	0.025	7.00
RIO	11	600	37	671.47	677.70	0.02	300	678.29	196.80	10	0.025	8.00
RIO	12	200	37	671.35	676.90	0.02	135	678.26	199.00			
RIO	13	150	37	671.16	677.60	0.02	592	678.24	188.00			
RIO	14	300	37	670.79	677.00	0.02	223	678.20	184.10			
RIO	15	450	37	670.65	677.70	0.02	330	678.08	180.30			
RIO	16	300	37	670.44	678.20	0.02	260	678.15	179.80			
RIO	17	200	37	670.28	676.10	0.02	198	678.13	176.30			
RIO	18	100	37	670.14	677.00	0.02	502	678.12	174.30			
RIO	19	200	37	669.82	675.70	0.02	210	678.02	175.20			
RIO	20	400	37	669.69	675.50	0.02	135	678.00	174.90			
RIO	21	400	37	669.58	675.40	0.02	541	677.98	168.90			
RIO	22	60	37	669.26	680.30	0.02	382	677.95	166.00			
RIO	23	60	35	668.95	678.40	0.02	612	677.92	163.60			
RIO	24	80	32	668.63	674.30	0.02	497	677.90	159.90			
RIO	25	200	32	668.32	674.70	0.02	497	677.88	146.60			
RIO	26	300	32	668.00	674.22	0.02	0	677.86	118.40			

Tabela 6.3 – Dados de entrada cenário 1 sem ponte

CENÁRIO RIO - COM PONTE

OBS	SEÇÃO	BS	B0	Y0	YMAX	CPC	DX	Y(1,J)	Q(1,J)	Curva de rugosidade		
RIO	1	50	27	677.72	684.00	0.02	994	683.62	481.50		n(inic)	H
RIO	2	225	28	676.95	680.90	0.02	994	682.85	362.10	1	0.033	0.20
RIO	3	150	23	676.18	680.00	0.02	994	682.08	274.00	2	0.031	0.50
RIO	4	300	31	675.42	678.00	0.02	994	681.32	227.50	3	0.027	1.00
RIO	5	375	32	674.65	677.00	0.02	994	680.55	200.80	4	0.027	2.00
RIO	6	375	33	673.88	678.60	0.02	994	679.78	193.10	5	0.026	3.00
RIO	7	225	34	673.12	678.10	0.02	994	679.02	193.30	6	0.026	4.00
RIO	8	750	27	672.35	676.00	0.02	497	678.43	196.80	7	0.026	5.00
RIO	9	450	28	672.10	678.50	0.02	250	678.39	198.40	8	0.026	6.00
RIO	10	450	37	672.00	677.00	0.02	744	678.35	198.20	9	0.025	7.00
RIO	11	600	28	671.47	677.70	0.02	300	678.29	196.80	10	0.025	8.00
RIO	12	200	37	671.35	676.90	0.02	135	678.26	199.00			
RIO	13	150	28	671.16	677.60	0.02	592	678.24	188.00			
RIO	14	300	37	670.79	677.00	0.02	223	678.20	184.10			
RIO	15	450	28	670.65	677.70	0.02	330	678.08	180.30			
RIO	16	300	37	670.44	678.20	0.02	260	678.15	179.80			
RIO	17	200	37	670.28	676.10	0.02	198	678.13	176.30			
RIO	18	100	28	670.14	677.00	0.02	502	678.12	174.30			
RIO	19	200	28	669.82	675.70	0.02	210	678.02	175.20			
RIO	20	400	37	669.69	675.50	0.02	135	678.00	174.90			
RIO	21	400	37	669.58	675.40	0.02	541	677.98	168.90			
RIO	22	60	37	669.26	680.30	0.02	382	677.95	166.00			
RIO	23	60	26	668.95	678.40	0.02	612	677.92	163.60			
RIO	24	80	32	668.63	674.30	0.02	497	677.90	159.90			
RIO	25	200	32	668.32	674.70	0.02	497	677.88	146.60			
RIO	26	300	24	668.00	674.22	0.02	497	677.86	118.40			

Obs: Redução de 25% na dimensão da largura das seções de pontes

Tabela 6.4 – Dados de entrada cenário 1 com ponte

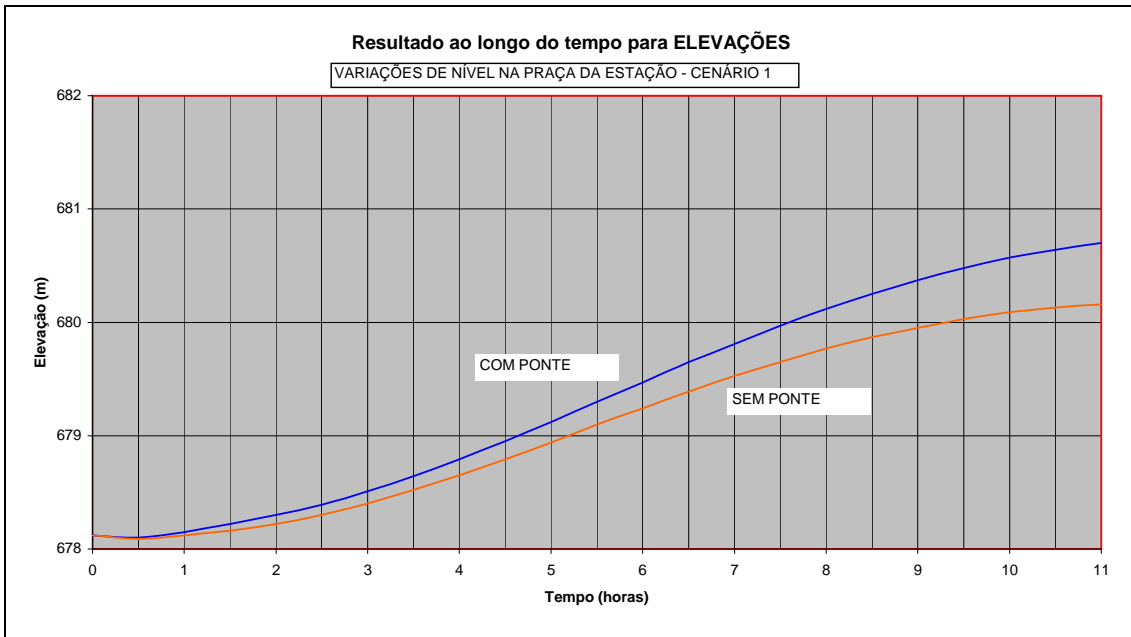


Figura 6.9 – Resultado ao longo tempo para elevações com ponte e sem ponte

### 6.3.2 - Cenário 2 - Simulação rio/rua

Neste cenário a simulação é feita em trechos de rio e rua simultaneamente.

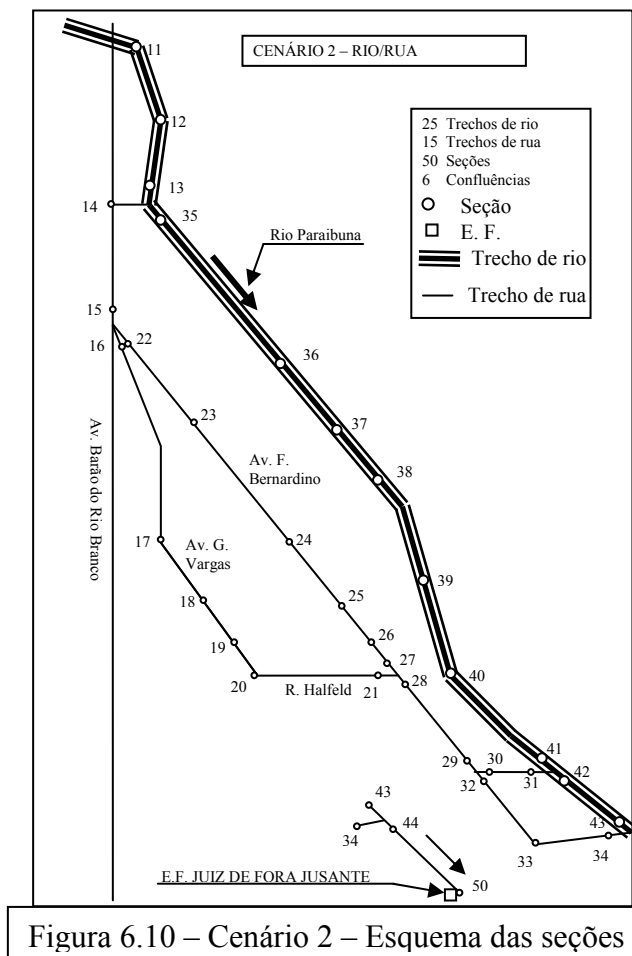


Figura 6.10 – Cenário 2 – Esquema das seções

Utilizou-se nos trechos de rua uma seção modelo que se molda segundo a posição do nível d'água. A utilização deste artifício tornou-se necessário devido a grande diferença da cota de fundo entre os trechos de rua e rio evitando desta maneira o aparecimento de tirantes negativos nos primeiros instantes da simulação, o que interromperia o processamento.

Neste esquema as ruas são consideradas como canais, incluindo-se na sua largura os passeios e são inseridas no programa como trechos de rua com suas seções identificadas com as mesmas variáveis que definem um trecho de rio. Os cruzamentos de rua são considerados como confluências. O escoamento nas ruas é escolhido inicialmente segundo o caminhar preferencial das águas acompanhando o greide. Entretanto após alguns passos de cálculo o escoamento pode se inverter em pontos a jusante quando em confluência com o rio.

A maior dificuldade neste cenário foi o estabelecimento das condições iniciais. Inicialmente para uma determinada condição inicial em Y, mesmo considerando um tirante positivo nas ruas, o programa não convergia para nenhum valor do par de valores de P (expoente do raio hidráulico) e n (coeficiente de Manning). A solução, então, foi o estabelecimento de uma seção de rua com cota de fundo próxima da cota do fundo da calha do rio. O programa então pesquisa para um determinado par de valores P e n os valores da condição inicial em Y para todas as seções iniciando na seção inferior da seção modelo de rua até um determinado limite. Não convergindo, o modelo inicia o ciclo com novos valores do par P e n até determinar os valores iniciais de Y que atendem ao problema. Os valores da condição inicial em Q podem ser qualquer um, desde que não sejam nulos. Os seus valores iniciais podem ser obtidos na segunda iteração do processo iterativo com uma condição inicial em Y qualquer.

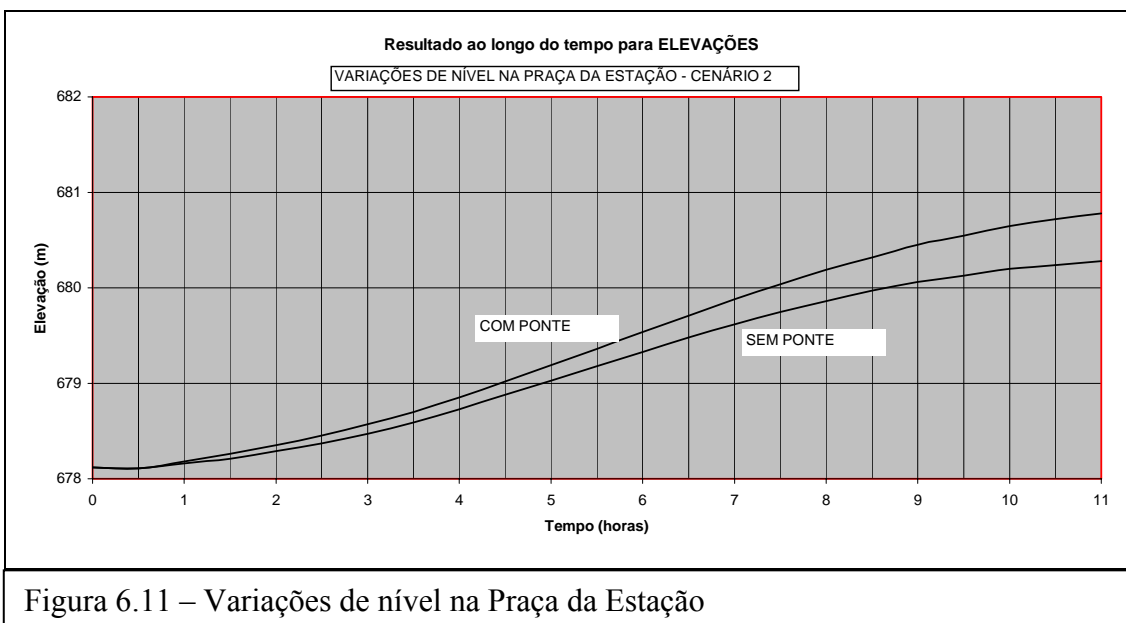
A Figura 6.10 mostra o esquema em planta. Os resumos dos dados de entrada podem ser visualizados nas Tabelas 6.5 e 6.6. O gráfico apresentado na Figura 6.11 mostra os resultados de elevação de nível ao longo do tempo na seção 40, coincidente com a seção 18 do cenário 1. Neste cenário o aumento do nível na ponte Artur Bernardes, seção 40, considerando a presença de pontes ao longo do percurso é de 0,33 m.

CENÁRIO RIO/RUA - SEM PONTE												
OBS	SEÇÃO	BS	B0	Y0	YMAX	CPC	DX	Y(1,J)	Q(1,J)	Curva de rugosidade		
										n(inic)	H	
RIO	1	50	27	677.72	684.00	0.02	994	683.62	481.50			
RIO	2	225	28	676.95	680.90	0.02	994	682.85	362.10	1	0.032	0.20
RIO	3	150	30	676.18	680.00	0.02	994	682.08	274.00	2	0.030	0.50
RIO	4	300	31	675.42	678.00	0.02	994	681.32	227.50	3	0.026	1.00
RIO	5	375	32	674.65	677.00	0.02	994	680.55	200.80	4	0.026	2.00
RIO	6	375	33	673.88	678.60	0.02	994	679.78	193.10	5	0.025	3.00
RIO	7	225	34	673.12	678.10	0.02	994	679.02	193.30	6	0.025	4.00
RIO	8	750	35	672.35	676.00	0.02	497	678.43	196.80	7	0.025	5.00
RIO	9	450	36	672.1	678.50	0.02	250	678.39	198.40	8	0.025	6.00
RIO	10	450	37	672	677.00	0.02	744	678.35	198.20	9	0.024	7.00
RIO	11	600	37	671.47	677.70	0.02	300	678.29	196.80	10	0.024	8.00
RIO	12	200	37	671.35	676.90	0.02	135	678.26	199.00			
RIO	13	150	37	671.16	677.60	0.02	0	678.24	198.70			
RUA	14	25	25	677.20	679.20	0.02	500	678.24	10.60			
RUA	15	25	25	677.20	679.20	0.02	0	678.22	10.80			
RUA	16	12	12	677.20	679.20	0.02	520	678.22	3.00			
RUA	17	12	12	677.10	679.10	0.02	211	678.20	3.40			
RUA	18	20	20	676.80	678.80	0.02	220	678.18	3.70			
RUA	19	20	20	676.80	678.80	0.02	127	678.16	3.00			
RUA	20	14	14	676.80	678.80	0.02	291	678.16	3.10			
RUA	21	14	14	676.20	678.20	0.02	0	678.10	2.90			
RUA	22	16	16	677.20	679.20	0.02	200	678.22	7.90			
RUA	23	16	16	676.90	678.90	0.02	400	678.20	8.00			
RUA	24	16	16	676.10	678.10	0.02	200	678.19	9.10			
RUA	25	16	16	676.20	678.20	0.02	219	678.17	9.30			
RUA	26	16	16	676.40	678.40	0.02	128	678.12	7.20			
RUA	27	16	16	676.20	678.20	0.02	0	678.10	7.10			
RUA	28	14	14	676.20	678.20	0.02	406	678.10	10.10			
RUA	29	14	14	675.90	678.10	0.02	0	678.04	10.00			
RUA	30	10	10	675.90	678.10	0.02	200	678.04	3.70			
RUA	31	10	10	675.20	677.90	0.02	0	678.02	3.60			
RUA	32	14	14	675.90	678.10	0.02	287	678.04	6.30			
RUA	33	14	14	676.10	677.90	0.02	243	678.02	6.10			
RUA	34	14	14	675.50	678.10	0.02	0	678.00	5.80			
RIO	35	150	37	671.16	677.60	0.02	592	678.24	188.00			
RIO	36	300	37	670.79	677.00	0.02	223	678.20	184.10			
RIO	37	450	37	670.65	677.70	0.02	330	678.08	180.30			
RIO	38	300	37	670.44	678.20	0.02	260	678.15	179.80			
RIO	39	200	37	670.28	676.10	0.02	198	678.13	176.30			
RIO	40	100	37	670.14	677.00	0.02	502	678.12	174.30			
RIO	41	200	37	669.82	675.70	0.02	0	678.02	171.60			
RIO	42	200	37	669.82	675.70	0.02	210	678.02	175.20			
RIO	43	400	37	669.69	675.50	0.02	0	678.00	169.10			
RIO	44	400	37	669.69	675.50	0.02	135	678.00	174.90			
RIO	45	400	37	669.58	675.40	0.02	541	677.98	168.90			
RIO	46	60	37	669.26	680.30	0.02	382	677.95	166.00			
RIO	47	60	35	668.95	678.40	0.02	612	677.92	163.60			
RIO	48	80	32	668.63	674.30	0.02	497	677.90	159.90			
RIO	49	200	32	668.32	674.70	0.02	497	677.88	146.60			
RIO	50	300	32	668.00	674.22	0.02	497	677.86	118.40			

Tabela 6.5 – Dados de entrada cenário 2 sem ponte

CENÁRIO RIO/RUA - COM PONTE												
OBS	SEÇÃO	BS	B0	Y0	YMAX	CPC	DX	Y(1,J)	Q(1,J)	Curva de rugosidad		
										n	H	
RIO	1	50	27	677.72	684.00	0.02	994	683.62	481.50			
RIO	2	225	28	676.95	680.90	0.02	994	682.85	362.10	1	0.032	0.20
RIO	3	150	23	676.18	680.00	0.02	994	682.08	274.00	2	0.030	0.50
RIO	4	300	31	675.42	678.00	0.02	994	681.32	227.50	3	0.026	1.00
RIO	5	375	32	674.65	677.00	0.02	994	680.55	200.80	4	0.026	2.00
RIO	6	375	33	673.88	678.60	0.02	994	679.78	193.10	5	0.025	3.00
RIO	7	225	34	673.12	678.10	0.02	994	679.02	193.30	6	0.025	4.00
RIO	8	750	27	672.35	676.00	0.02	497	678.43	196.80	7	0.025	5.00
RIO	9	450	28	672.10	678.50	0.02	250	678.39	198.40	8	0.025	6.00
RIO	10	450	37	672.00	677.00	0.02	744	678.35	198.20	9	0.024	7.00
RIO	11	600	28	671.47	677.70	0.02	300	678.29	196.80	10	0.024	8.00
RIO	12	200	37	671.35	676.90	0.02	135	678.26	199.00			
RIO	13	150	28	671.16	677.60	0.02	0	678.24	198.70			
RUA	14	25	25	677.20	679.20	0.02	500	678.24	10.60			
RUA	15	25	25	677.20	679.20	0.02	0	678.22	10.80			
RUA	16	12	12	677.20	679.20	0.02	520	678.22	3.00			
RUA	17	12	12	677.10	679.10	0.02	211	678.20	3.40			
RUA	18	20	20	676.80	678.80	0.02	220	678.18	3.70			
RUA	19	20	20	676.80	678.80	0.02	127	678.16	3.00			
RUA	20	14	14	676.80	678.80	0.02	291	678.16	3.10			
RUA	21	14	14	676.20	678.20	0.02	0	678.10	2.90			
RUA	22	16	16	677.20	679.20	0.02	200	678.22	7.90			
RUA	23	16	16	676.90	678.90	0.02	400	678.20	8.00			
RUA	24	16	16	676.10	678.10	0.02	200	678.19	9.10			
RUA	25	16	16	676.20	678.20	0.02	219	678.17	9.30			
RUA	26	16	16	676.40	678.40	0.02	128	678.12	7.20			
RUA	27	16	16	676.20	678.20	0.02	0	678.10	7.10			
RUA	28	14	14	676.20	678.20	0.02	406	678.10	10.10			
RUA	29	14	14	675.90	678.10	0.02	0	678.04	10.00			
RUA	30	10	10	675.90	678.10	0.02	200	678.04	3.70			
RUA	31	10	10	675.20	677.90	0.02	0	678.02	3.60			
RUA	32	14	14	675.90	678.10	0.02	287	678.04	6.30			
RUA	33	14	14	676.10	677.90	0.02	243	678.02	6.10			
RUA	34	14	14	675.50	678.10	0.02	0	678.00	5.80			
RIO	35	150	28	671.16	677.60	0.02	592	678.24	188.00			
RIO	36	300	37	670.79	677.00	0.02	223	678.20	184.10			
RIO	37	450	28	670.65	677.70	0.02	330	678.08	180.30			
RIO	38	300	37	670.44	678.20	0.02	260	678.15	179.80			
RIO	39	200	37	670.28	676.10	0.02	198	678.13	176.30			
RIO	40	100	28	670.14	677.00	0.02	502	678.12	174.30			
RIO	41	200	28	669.82	675.70	0.02	0	678.02	171.60			
RIO	42	200	28	669.82	675.70	0.02	210	678.02	175.20			
RIO	43	400	37	669.69	675.50	0.02	0	678.00	169.10			
RIO	44	400	37	669.69	675.50	0.02	135	678.00	174.90			
RIO	45	400	37	669.58	675.40	0.02	541	677.98	168.90			
RIO	46	60	37	669.26	680.30	0.02	382	677.95	166.00			
RIO	47	60	28	668.95	678.40	0.02	612	677.92	163.60			
RIO	48	80	32	668.63	674.30	0.02	497	677.90	159.90			
RIO	49	200	32	668.32	674.70	0.02	497	677.88	146.60			
RIO	50	300	28	668.00	674.22	0.02	0	677.86	118.40			
Obs:	Redução de 25% na dimensão da largura das seções de pontes											

Tabela 6.6 – Dados de entrada cenário 2 com ponte



### 6.3.3 – Cenário 3 - Simulação rio/rua/galeria

Este cenário incorpora confluências tipo rio/rua, rua/galeria, galeria/galeria e galeria/rio. Todos os tipos são tratados como condição de contorno interna com o cálculo dos coeficientes das equações agregados na matriz jacobiana do sistema. Para tipos de confluência divergente entre rua e galeria existe a opção de se agregar um número de bueiros ou bocas de lobo das quadras próximas, simulando a vazão de contribuição desta área no ramo da galeria. A vazão de entrada neste ramo fica então limitada pela capacidade de engolimento destas “n” bocas de lobo utilizando a equação do orifício. Para o cálculo das galerias sob pressão utilizou-se o artifício da Fenda de Preissmann. Entretanto os cálculos utilizando a limitação da entrada de vazão nos trechos de galeria pela equação do orifício não mostraram bons resultados, levando mesmo o modelo a divergir na maioria das situações. Como o uso do artifício da Fenda de Preissmann já limitando o escoamento nestas galerias mostrou bons resultados, simulações considerando os bueiros não foram mais realizadas, apesar de constarem ainda como uma opção do modelo.

A Figura 6.12 mostra o esquema em planta deste cenário e a Tabela 6.7 mostra os dados de entrada do modelo sem considerar a presença de pontes. A Tabela 6.8 mostra os dados utilizados na versão final. Deste ponto em diante todos os gráficos e desenhos serão referentes ao cenário 3 considerando a presença de pontes.

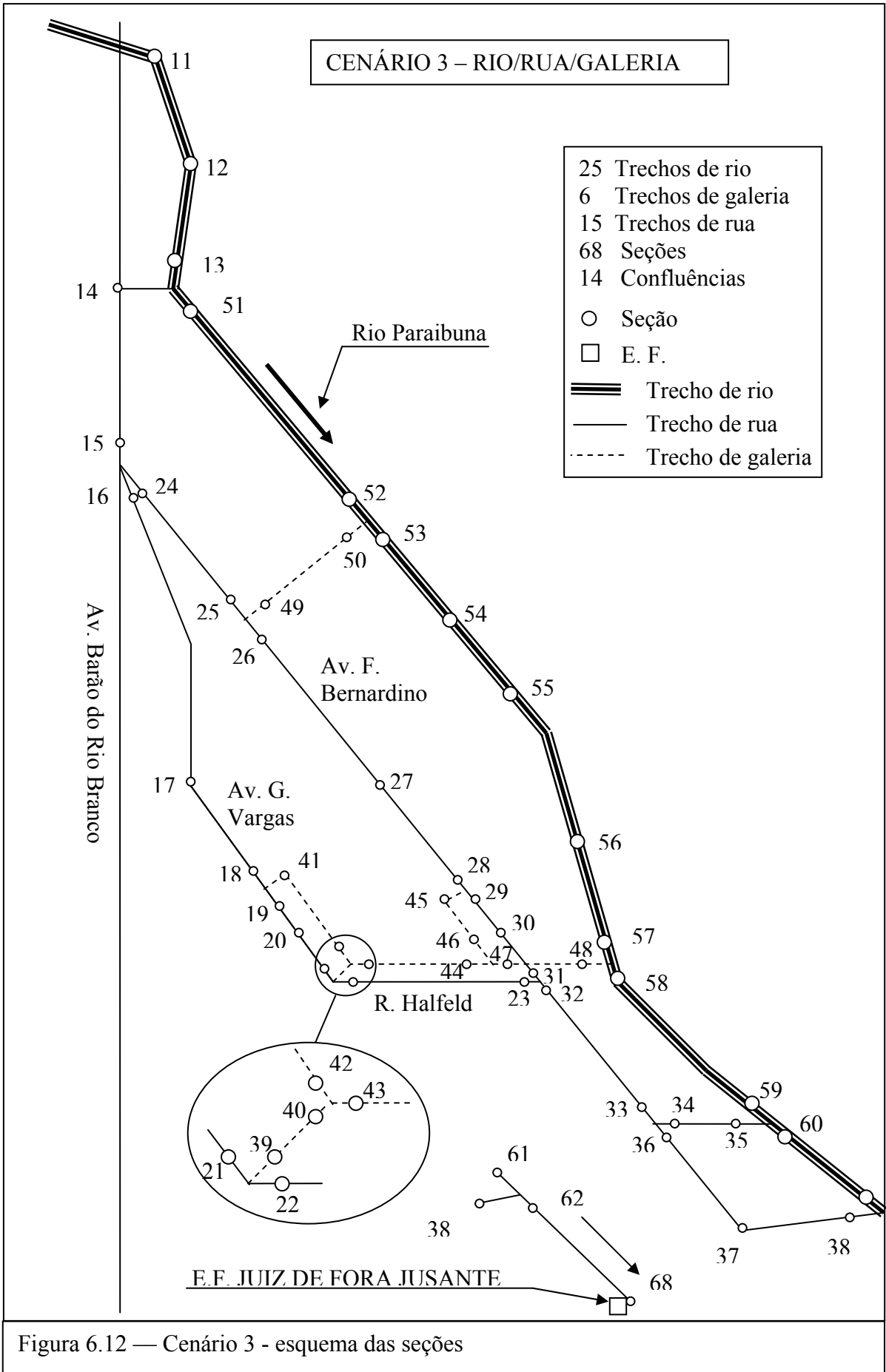


Figura 6.12 — Cenário 3 - esquema das seções

CENÁRIO RIO/RUA/GALERIA - SEM PONTE												
SEÇÃO	BS	B0	Y0R	YMAX	CPC	DX	Y(1,J)inic	Y(1,J)final	Q(1,J)	Curva de rugosidade		
										n(inic)	n(final)	H
1	50	27	677.7	684.00	0.02	994	683.62	684.02	481.50			
2	225	28	677	680.90	0.02	994	682.85	683.25	362.10	0.038	0.033	0.20
3	150	30	676.2	680.00	0.02	994	682.08	682.48	274.00	0.036	0.031	5.00
4	300	31	675.4	678.00	0.02	994	681.32	681.72	227.50	0.032	0.027	1.00
5	375	32	674.7	677.00	0.02	994	680.55	680.95	200.80	0.032	0.027	2.00
6	375	33	673.9	678.60	0.02	994	679.78	680.18	193.10	0.031	0.026	3.00
7	225	34	673.1	678.10	0.02	994	679.02	679.42	193.30	0.031	0.026	4.00
8	750	35	672.4	676.00	0.02	497	678.43	678.83	196.80	0.031	0.026	5.00
9	450	36	672.1	678.50	0.02	250	678.39	678.79	198.40	0.031	0.026	6.00
10	450	37	672	677.00	0.02	744	678.35	678.75	198.20	0.030	0.025	7.00
11	600	37	671.5	677.70	0.02	300	678.29	678.69	196.80	0.030	0.025	8.00
12	200	37	671.4	676.90	0.02	135	678.26	678.66	199.00			
13	150	37	671.2	677.60	0.02	0	678.24	678.64	198.70			
14	25	25	677.20	679.20	0.02	500	678.24	678.64	10.60			
15	25	25	677.20	679.20	0.02	0	678.22	678.62	10.80			
16	12	12	677.20	679.20	0.02	520	678.22	678.62	3.00			
17	12	12	677.10	679.10	0.02	211	678.20	678.60	3.40			
18	20	20	676.80	678.80	0.02	0	678.18	678.58	3.70			
19	20	20	676.80	678.80	0.02	220	678.18	678.58	2.70			
20	20	20	676.80	678.80	0.02	127	678.16	678.56	3.00			
21	14	14	676.80	678.80	0.02	0	678.16	678.56	3.10			
22	14	14	676.80	678.80	0.02	291	678.16	678.56	2.90			
23	14	14	676.20	678.20	0.02	0	678.10	678.50	2.90			
24	16	16	677.20	679.20	0.02	200	678.22	678.62	7.90			
25	16	16	676.90	678.90	0.02	0	678.20	678.60	8.00			
26	16	16	676.90	678.90	0.02	400	678.20	678.60	8.70			
27	16	16	676.10	678.10	0.02	200	678.19	678.59	9.10			
28	16	16	676.20	678.20	0.02	0	678.17	678.57	9.30			
29	16	16	676.20	678.20	0.02	219	678.17	678.57	7.10			
30	16	16	676.40	678.40	0.02	128	678.12	678.52	7.20			
31	16	16	676.20	678.20	0.02	0	678.10	678.50	7.10			
32	14	14	676.20	678.20	0.02	406	678.10	678.50	10.10			
33	14	14	675.90	678.10	0.02	0	678.04	678.44	10.00			
34	10	10	675.90	678.10	0.02	200	678.04	678.44	3.70			
35	10	10	675.20	677.90	0.02	0	678.02	678.42	3.60			
36	14	14	675.90	678.10	0.02	287	678.04	678.44	6.30			
37	14	14	676.10	677.90	0.02	243	678.02	678.42	6.10			
38	14	14	675.50	678.10	0.02	0	678.00	678.40	5.80			
39	1.13	1.1	673.60	674.73	0.02	10	678.16	678.56	0.20			
40	1.13	1.1	673.60	674.73	0.02	0	678.16	678.56	0.20			
41	1.13	1.1	674.78	675.91	0.02	347	678.18	678.58	1.00			
42	1.13	1.1	673.60	674.73	0.02	0	678.16	678.56	1.00			
43	1.13	1.1	673.60	674.73	0.02	291	678.16	678.56	1.20			
44	1.13	1.1	672.60	673.73	0.02	0	678.15	678.55	1.20			
45	1.13	1.1	673.00	674.13	0.02	347	678.17	678.57	2.20			
46	1.13	1.1	672.60	673.73	0.02	0	678.15	678.55	2.20			
47	7	7	672.60	675.60	0.02	69	678.15	678.55	3.40			
48	7	7	672.36	675.36	0.02	0	678.12	678.52	3.40			
49	2.25	2.3	674.40	676.40	0.02	265	678.20	678.60	0.10			
50	4	4	673.34	675.34	0.02	0	677.93	678.33	0.10			
51	150	37	671.2	677.60	0.02	592	678.24	678.64	188.00			
52	300	37	670.8	677.00	0.02	0	678.20	678.60	184.10			
53	300	37	670.8	677.00	0.02	223	678.20	678.60	183.40			
54	450	37	670.7	677.70	0.02	330	678.08	678.48	180.30			
55	300	37	670.4	678.20	0.02	260	678.15	678.55	179.80			
56	200	37	670.3	676.10	0.02	198	678.13	678.53	176.30			
57	100	37	670.1	677.00	0.02	0	678.12	678.52	174.30			
58	100	37	670.1	677.00	0.02	502	678.12	678.52	177.70			
59	200	37	669.8	675.70	0.02	0	678.02	678.42	171.60			
60	200	37	669.8	675.70	0.02	210	678.02	678.42	175.20			
61	400	37	669.7	675.50	0.02	0	678.00	678.40	169.10			
62	400	37	669.7	675.50	0.02	135	678.00	678.40	174.90			
63	400	37	669.6	675.40	0.02	541	677.98	678.38	168.90			
64	60	37	669.3	680.30	0.02	382	677.95	678.35	166.00			
65	60	35	669	678.40	0.02	612	677.92	678.32	163.60			
66	80	32	668.6	674.30	0.02	497	677.90	678.30	159.90			
67	200	32	668.3	674.70	0.02	497	677.88	678.28	146.60			
68	300	32	668	674.22	0.02	497	677.86	678.26	118.40			

Tabela 6.7 – Dados de entrada do cenário 3 sem ponte



CENÁRIO RIO/RUA/GALERIA - COM PONTE													
OBS	SEÇÃO	BS	B0	Y0	YMAX	CPC	DX	Y(1,J)inic	Y(1,J)final	Q(1,J)	Curva de rugosidade		
											n(inic)	n(final)	H
RIO	1	50	27	677.72	684.00	0.02	994	683.62	683.92	481.50			
RIO	2	225	28	676.95	680.90	0.02	994	682.85	683.15	362.10	0.038	0.033	0.20
RIO	3	150	23	676.18	680.00	0.02	994	682.08	682.38	274.00	0.036	0.031	5.00
RIO	4	300	31	675.42	678.00	0.02	994	681.32	681.62	227.50	0.032	0.027	1.00
RIO	5	375	32	674.65	677.00	0.02	994	680.55	680.85	200.80	0.032	0.026	2.00
RIO	6	375	33	673.88	678.60	0.02	994	679.78	680.08	193.10	0.031	0.026	3.00
RIO	7	225	34	673.12	678.10	0.02	994	679.02	679.32	193.30	0.031	0.026	4.00
RIO	8	750	27	672.35	676.00	0.02	497	678.43	678.73	196.80	0.031	0.026	5.00
RIO	9	450	28	672.1	678.50	0.02	250	678.39	678.69	198.40	0.031	0.026	6.00
RIO	10	450	37	672	677.00	0.02	744	678.35	678.65	198.20	0.030	0.025	7.00
RIO	11	600	28	671.47	677.70	0.02	300	678.29	678.59	196.80	0.030	0.025	8.00
RIO	12	200	37	671.35	676.90	0.02	135	678.26	678.56	199.00			
RIO	13	150	28	671.16	677.60	0.02	0	678.24	678.54	198.70			
RUA	14	25	25	677.20	679.20	0.02	500	678.24	678.54	10.60			
RUA	15	25	25	677.20	679.20	0.02	0	678.22	678.52	10.80			
RUA	16	12	12	677.20	679.20	0.02	520	678.22	678.52	3.00			
RUA	17	12	12	677.10	679.10	0.02	211	678.20	678.50	3.40			
RUA	18	20	20	676.80	678.80	0.02	0	678.18	678.48	3.70			
RUA	19	20	20	676.80	678.80	0.02	220	678.18	678.48	2.70			
RUA	20	20	20	676.80	678.80	0.02	127	678.16	678.46	3.00			
RUA	21	14	14	676.80	678.80	0.02	0	678.16	678.46	3.10			
RUA	22	14	14	676.80	678.80	0.02	291	678.16	678.46	2.90			
RUA	23	14	14	676.20	678.20	0.02	0	678.10	678.40	2.90			
RUA	24	16	16	677.20	679.20	0.02	200	678.22	678.52	7.90			
RUA	25	16	16	676.90	678.90	0.02	0	678.20	678.50	8.00			
RUA	26	16	16	676.90	678.90	0.02	400	678.20	678.50	8.70			
RUA	27	16	16	676.10	678.10	0.02	200	678.19	678.49	9.10			
RUA	28	16	16	676.20	678.20	0.02	0	678.17	678.47	9.30			
RUA	29	16	16	676.20	678.20	0.02	219	678.17	678.47	7.10			
RUA	30	16	16	676.40	678.40	0.02	128	678.12	678.42	7.20			
RUA	31	16	16	676.20	678.20	0.02	0	678.10	678.40	7.10			
RUA	32	14	14	676.20	678.20	0.02	406	678.10	678.40	10.10			
RUA	33	14	14	675.90	678.10	0.02	0	678.04	678.34	10.00			
RUA	34	10	10	675.90	678.10	0.02	200	678.04	678.34	3.70			
RUA	35	10	10	675.20	677.90	0.02	0	678.02	678.32	3.60			
RUA	36	14	14	675.90	678.10	0.02	287	678.04	678.34	6.30			
RUA	37	14	14	676.10	677.90	0.02	243	678.02	678.32	6.10			
RUA	38	14	14	675.50	678.10	0.02	0	678.00	678.30	5.80			
GALERIA	39	1.1	1.1	673.60	674.73	0.02	10	678.16	678.46	0.20			
GALERIA	40	1.1	1.1	673.60	674.73	0.02	0	678.16	678.46	0.20			
GALERIA	41	1.1	1.1	674.78	675.91	0.02	347	678.18	678.48	1.00			
GALERIA	42	1.1	1.1	673.60	674.73	0.02	0	678.16	678.46	1.00			
GALERIA	43	1.1	1.1	673.60	674.73	0.02	291	678.16	678.46	1.20			
GALERIA	44	1.1	1.1	672.60	673.73	0.02	0	678.15	678.45	1.20			
GALERIA	45	1.1	1.1	673.00	674.13	0.02	347	678.17	678.47	2.20			
GALERIA	46	1.1	1.1	672.60	673.73	0.02	0	678.15	678.45	2.20			
GALERIA	47	7	7	672.60	675.60	0.02	69	678.15	678.45	3.40			
GALERIA	48	7	7	672.36	675.36	0.02	0	678.12	678.42	3.40			
GALERIA	49	2.3	2.3	674.40	676.40	0.02	265	678.20	678.50	0.10			
GALERIA	50	4	4	673.34	675.34	0.02	0	677.93	678.23	0.10			
RIO	51	150	28	671.16	677.60	0.02	592	678.24	678.54	188.00			
RIO	52	300	37	670.79	677.00	0.02	0	678.20	678.50	184.10			
RIO	53	300	37	670.79	677.00	0.02	223	678.20	678.50	183.40			
RIO	54	450	28	670.65	677.70	0.02	330	678.08	678.38	180.30			
RIO	55	300	37	670.44	678.20	0.02	260	678.15	678.45	179.80			
RIO	56	200	37	670.28	676.10	0.02	198	678.13	678.43	176.30			
RIO	57	100	28	670.14	677.00	0.02	0	678.12	678.42	174.30			
RIO	58	100	28	670.14	677.00	0.02	502	678.12	678.42	177.70			
RIO	59	200	28	669.82	675.70	0.02	0	678.02	678.32	171.60			
RIO	60	200	28	669.82	675.70	0.02	210	678.02	678.32	175.20			
RIO	61	400	37	669.69	675.50	0.02	0	678.00	678.30	169.10			
RIO	62	400	37	669.69	675.50	0.02	135	678.00	678.30	174.90			
RIO	63	400	37	669.58	675.40	0.02	541	677.98	678.28	168.90			
RIO	64	60	37	669.26	680.30	0.02	382	677.95	678.25	166.00			
RIO	65	60	26	668.95	678.40	0.02	612	677.92	678.22	163.60			
RIO	66	80	32	668.63	674.30	0.02	497	677.90	678.20	159.90			
RIO	67	200	32	668.32	674.70	0.02	497	677.88	678.18	146.60			
RIO	68	300	24	668	674.22	0.02	497	677.86	678.16	118.40			
Obs:	Redução de 25% na dimensão da largura das seções de pontes												

Tabela 6.8 – Dados de entrada do cenário 3 com ponte

O modelo atual utiliza como condição de contorno de jusante o conceito de domínio virtual estendido com a prescrição do nível em um valor variando pouco no entorno de 674.00m. A Figura 6.13 mostra o resultado ao longo do espaço para vazões no tempo  $T=4$  horas incluindo o trecho virtual. A Figura 6.14 apresenta detalhes das 68 seções que representam o trecho real. Nesta figura e em todas as outras que representam resultados de vazão ao longo do espaço, as oscilações no gráfico não indicam uma instabilidade numérica. Isto ocorre devido ao fato de que a numeração das seções não é em seqüência e se o gráfico for representado com as seções em seqüência, não representa adequadamente as vazões afluentes e efluentes em uma confluência. Um gráfico esquemático de vazões simultâneas ao longo do espaço tal como o apresentado na Figura 6.15, seria mais adequado. Nesta figura três pontos interligados em uma mesma vertical indicam uma confluência com ligações dos seus ramos afluentes e efluentes.

Numa simulação em rede de rios, ruas e galerias a numeração dos trechos não é seqüencial. Nas figuras que representam resultados ao longo do espaço com numeração seqüencial estas não representam um trecho contínuo do fluxo, mas valores pontuais para as seções nos trechos de rio, rua ou galeria. Para a representação correta de um trecho contínuo deve-se observar a Figura 6.12 que representa o esquema das seções e nela escolher um caminhamento preferido. A Figura 6.16 representa o resultado ao longo do espaço para elevações apenas na calha do rio com a representação das cotas da margem direita do rio, a margem voltada para o centro da cidade. Nela se percebe que os valores simulados ultrapassam a margem ao longo do rio numa média em torno de 3,00 m. As maiores alturas acontecem no Bairro Industrial, 5,00 m (seção 5), Bairro Poço Rico, 5,00 (seção 62) e Vila Ideal, 6,00 m (seção 68). A Figura 6.17 representa o mesmo trecho para resultados de vazões com indicações das variações destes valores nas confluências na hora 7,5 correspondente ao pico do hidrograma nas seções próximas ao centro. As Figuras 6.18 e 6.19 representam resultados ao longo do espaço para elevações nas ruas. A primeira segue o caminhamento iniciando na seção 14, confluência com o rio, seguindo pela Av. Barão do Rio Branco, Av. Francisco Bernardino, Rua da Bahia e terminando na Rua Pinto de Moura em confluência com o Rio Paraíba, seção 38. A segunda figura mostra os resultados iniciando com uma confluência na Av. Barão do Rio Branco, seção 16, e segue o caminhamento pelas ruas

Roberto de Barros, Jarbas de Leri, Av. Getúlio Vargas e termina na Rua Halfeld em confluência com a Av. Francisco Bernardino, seção 23.

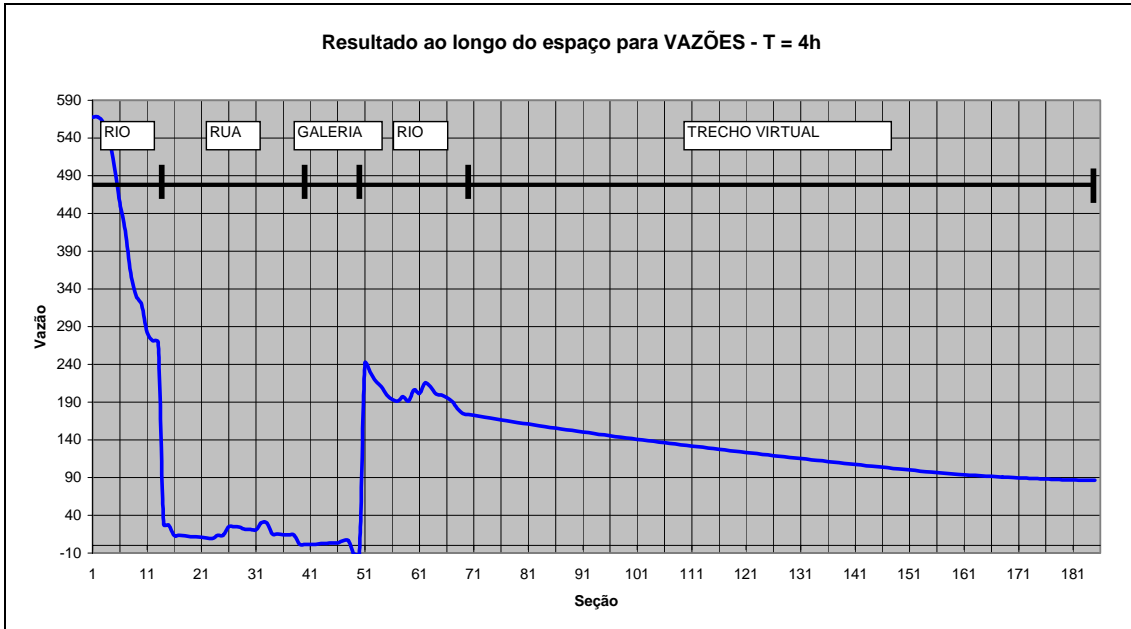


Figura 6.13 – Resultado ao longo do espaço para vazões T=4h – Representação do trecho virtual.

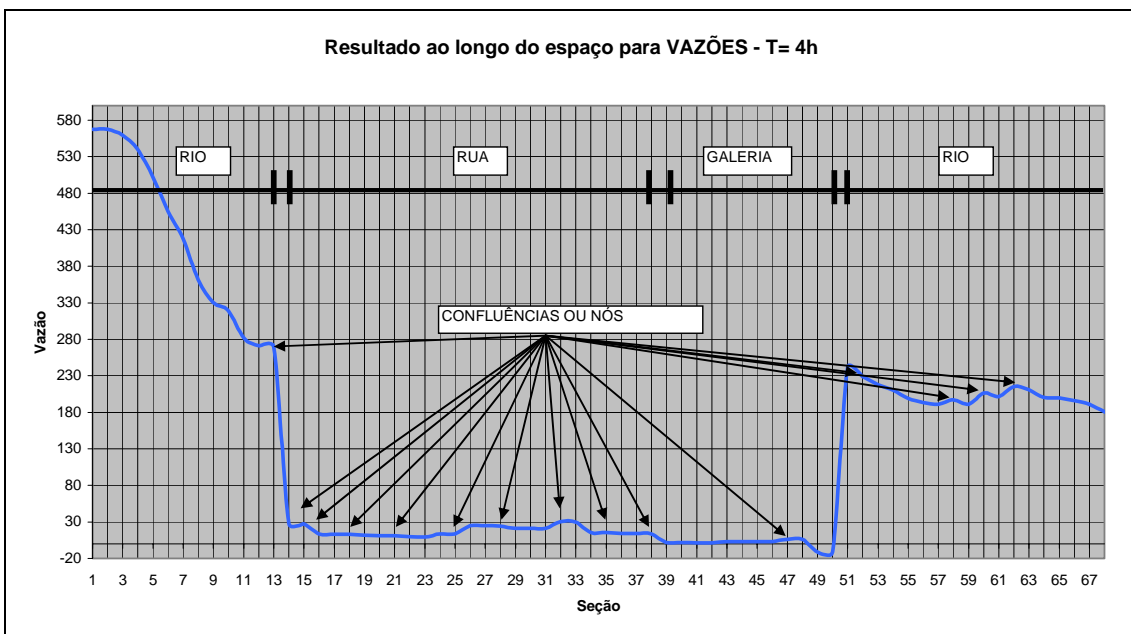


Figura 6.14 – Resultado ao longo do espaço para vazões T=4h - Representação do trecho real com detalhes das vazões nas confluências

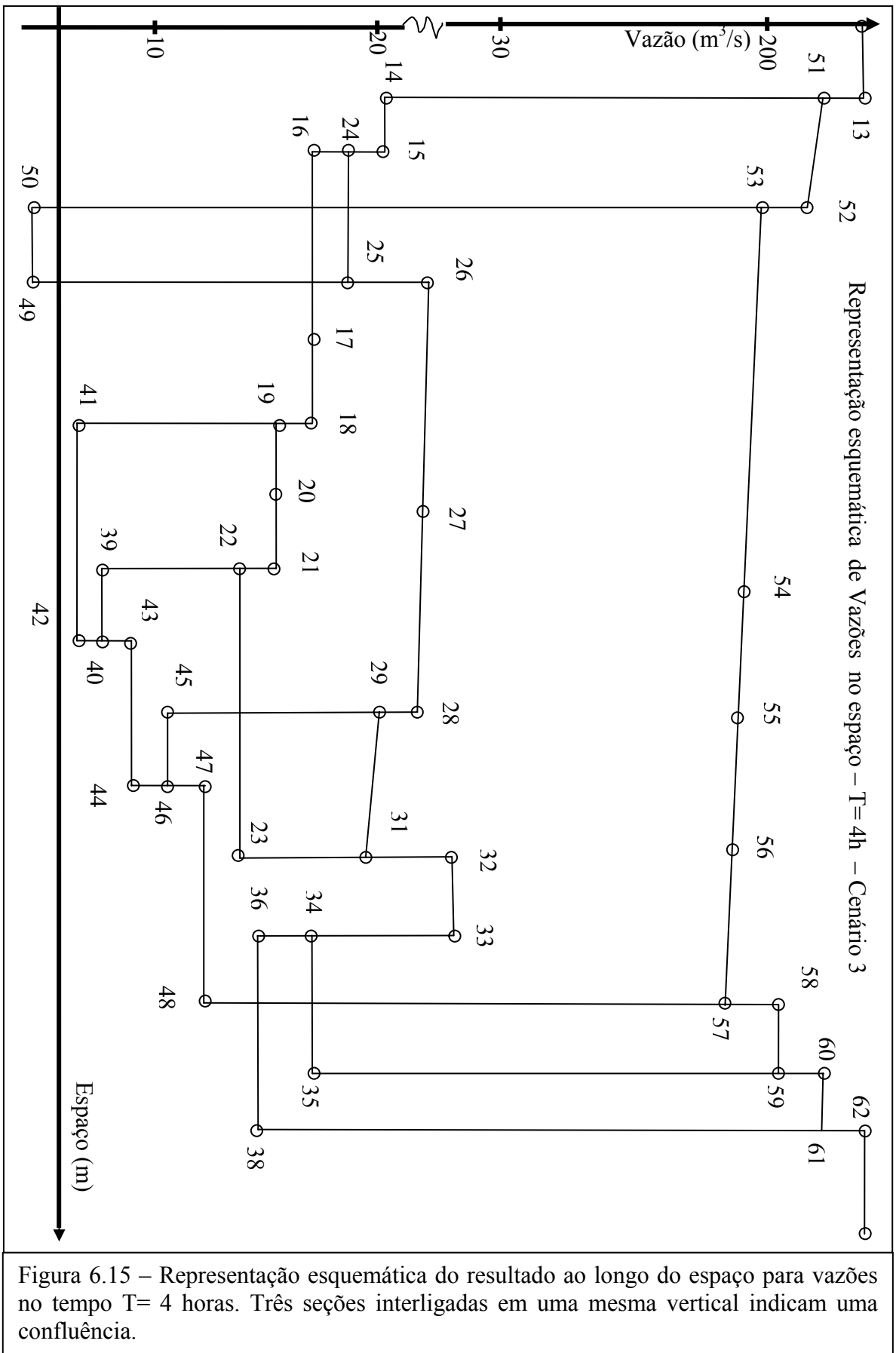


Figura 6.15 – Representação esquemática do resultado ao longo do espaço para vazões no tempo  $T= 4$  horas. Três seções interligadas em uma mesma vertical indicam uma confluência.

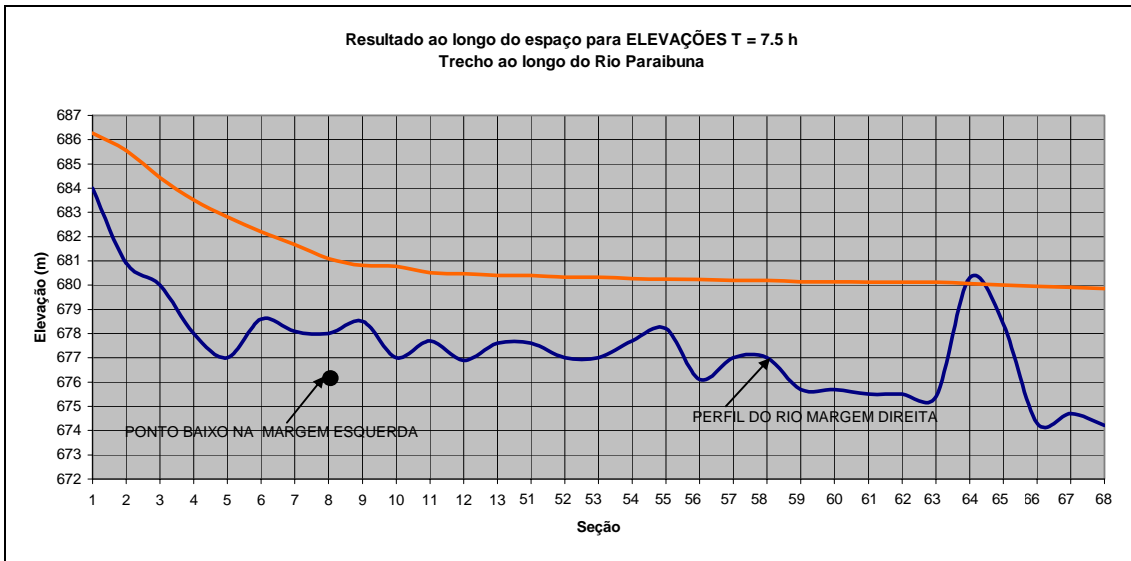


Figura 6.16 – Resultado ao longo do espaço para elevações no tempo  $T=7.5$  horas -- Representação das elevações na calha do rio, percurso contínuo de seções 1 a 13, 51 a 68.

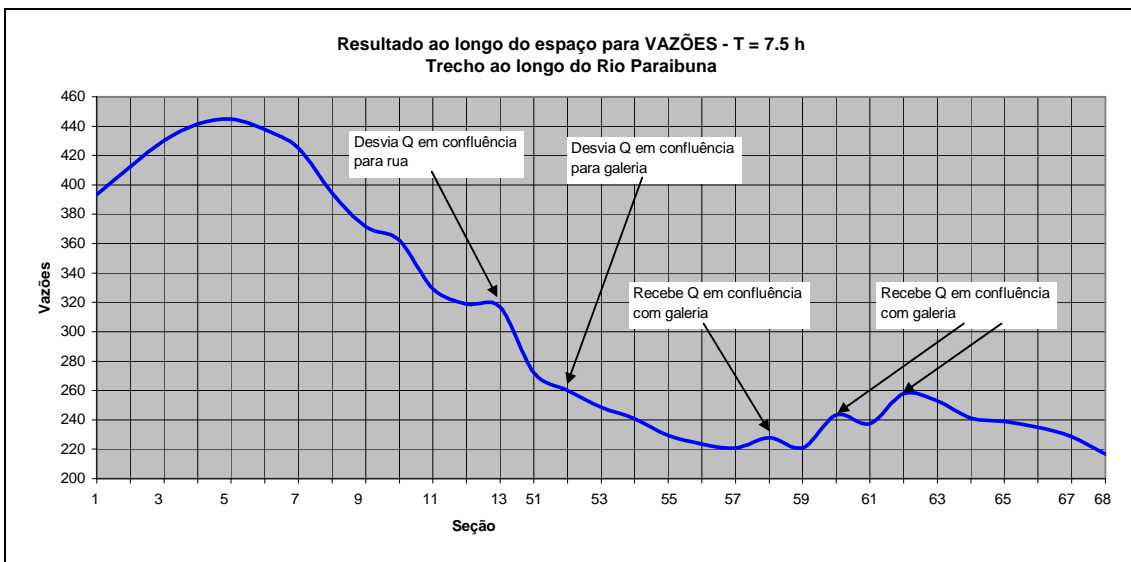


Figura 6.17 – Resultado ao longo do espaço para vazões no tempo  $T=7.5$  horas -- Representação das vazões na calha do rio. Percurso contínuo de seções 1 a 13, 51 a 68.

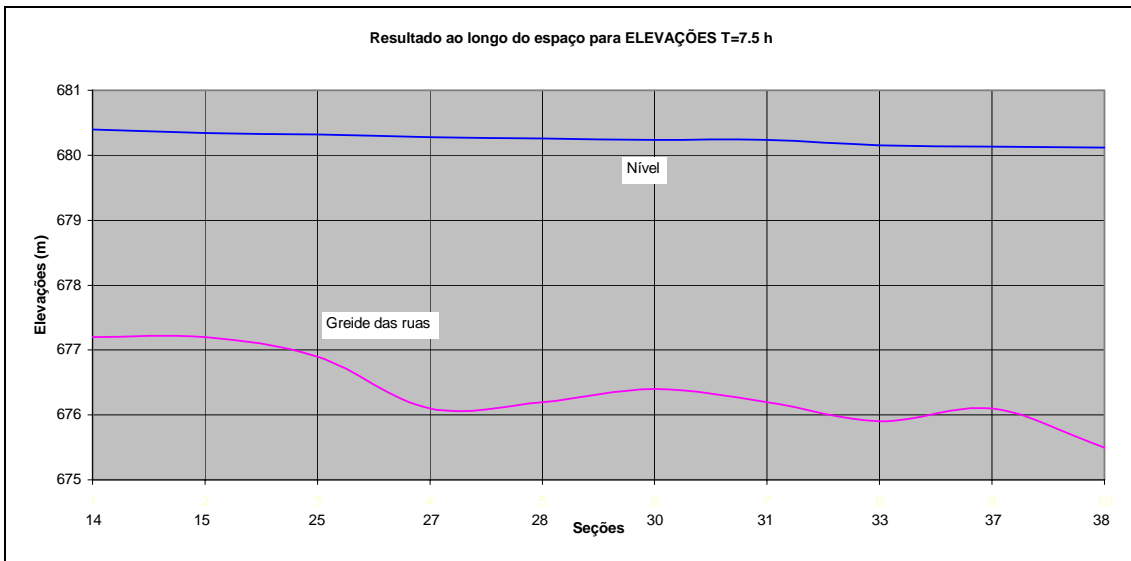


Figura 6.18 – Resultado ao longo do espaço para elevações no tempo T=7.5 horas -- Representação das elevações nas ruas. Percurso contínuo de seções 14, 15, 24 a 33, 36 a 38.

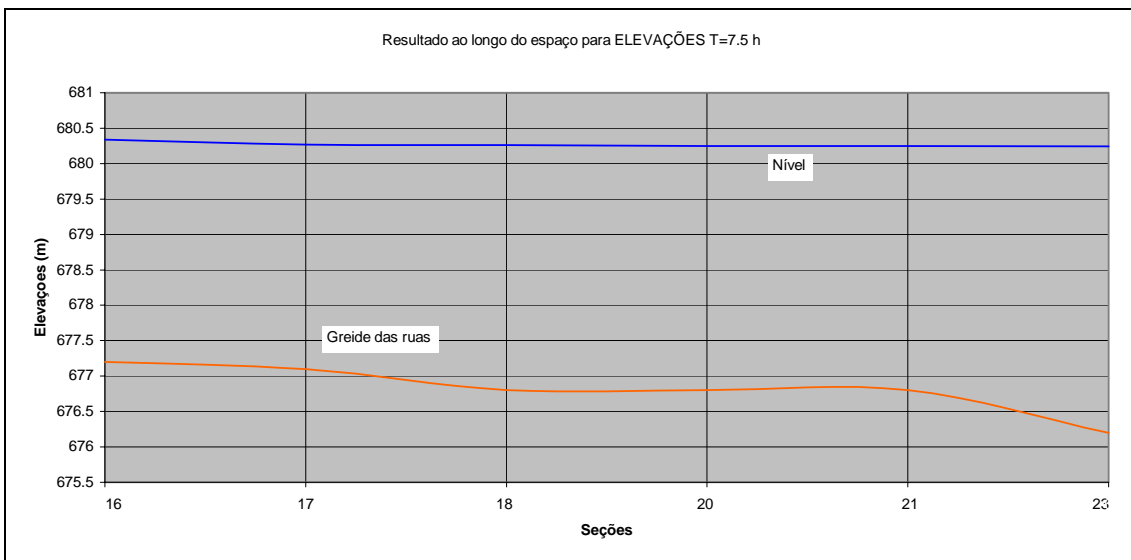
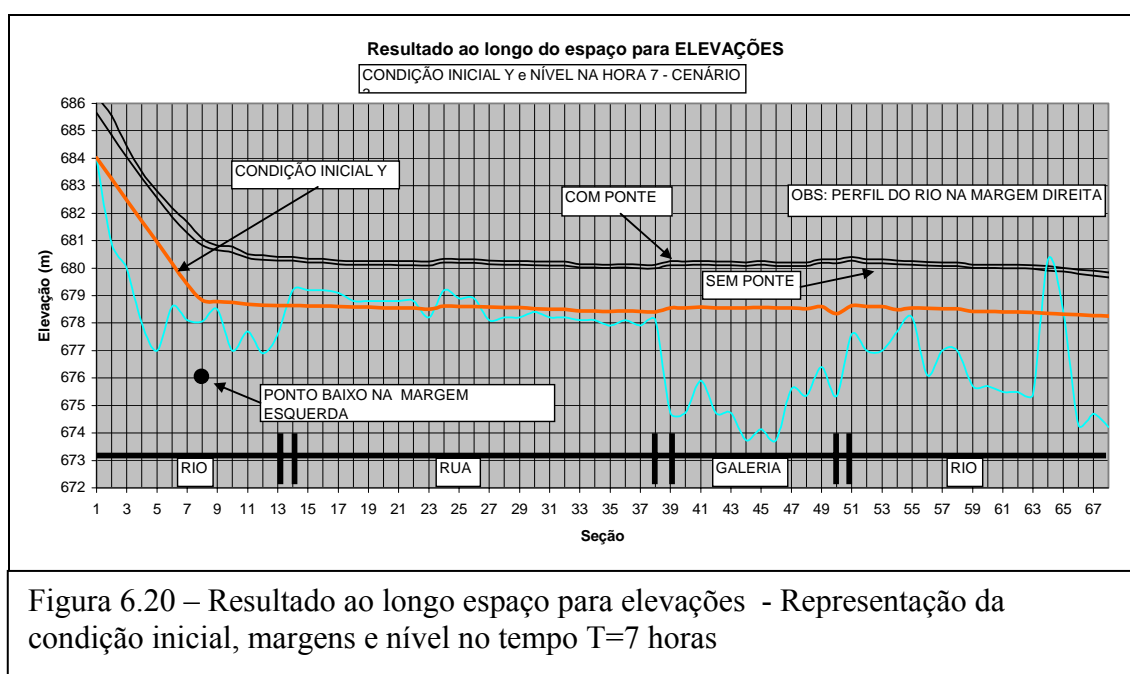


Figura 6.19 – Resultado ao longo do espaço para elevações no tempo T=7.5 horas -- Representação das elevações nas ruas. Percurso contínuo de seções 16 a 23.

A Figura 6.20 mostra um ponto baixo na margem esquerda do rio, possível ponto de invasão das águas no Bairro Santa Therezinha numa eventualidade de cheia nas proporções próximas da simulada. Ainda nesta figura fica evidente a posição relativa da condição inicial em Y (nível) calculada, superior às margens, ao leito das ruas e à geratriz superior interna das galerias. Na verdade uma condição inicial qualquer com valores bem altos poderia ser especificada, mas esta seria uma situação que se afasta da realidade. Valores abaixo das cotas do leito da rua também poderiam ser especificados, mas o programa ajustaria os valores dos níveis iniciais utilizando a seção modelo de rua até o menor que possibilitariam o processamento do programa evitando o aparecimento de tirantes negativos ou nulos.



Nos gráficos de resultados ao longo do espaço quando o eixo x representa as seções em seqüência, deve-se atentar para a descontinuidade da numeração nas confluências. Outra observação pertinente a este tipo de gráfico, diz respeito à escala horizontal. O programa trabalha com espaçamento horizontal entre seções variável. No gráfico da Figura 6.20 a declividade da linha d'água entre as seções 1 a 11 é referente à 45 % do comprimento do trecho total com 68 seções sugerindo a idéia de uma declividade maior neste trecho inicial do rio.

O trecho de rio que corta o centro da cidade concentra um grande número de pontes. Estas pontes produzem uma certa interferência no escoamento que numa situação crítica com o nível d'água na ocorrência de cheias, já frequentemente se aproximando da cota máxima das margens poderia provocar o extravasamento do leito do rio interrompendo o tráfico nas avenidas laterais. Isto sugere então na construção de novas pontes sobre o rio o emprego de pontes metálicas sem pilares de sustentação e com a cota da mesa alguns centímetros acima da nível máxima das margens. As Figuras 6.21 e 6.22 apresentam os efeitos da presença de pontes em três pontos do curso do rio, sendo o primeiro a montante do centro urbano no local onde exatamente se registra o extravasamento do leito do rio invadindo pistas laterais e os outros dois na parte central da cidade.

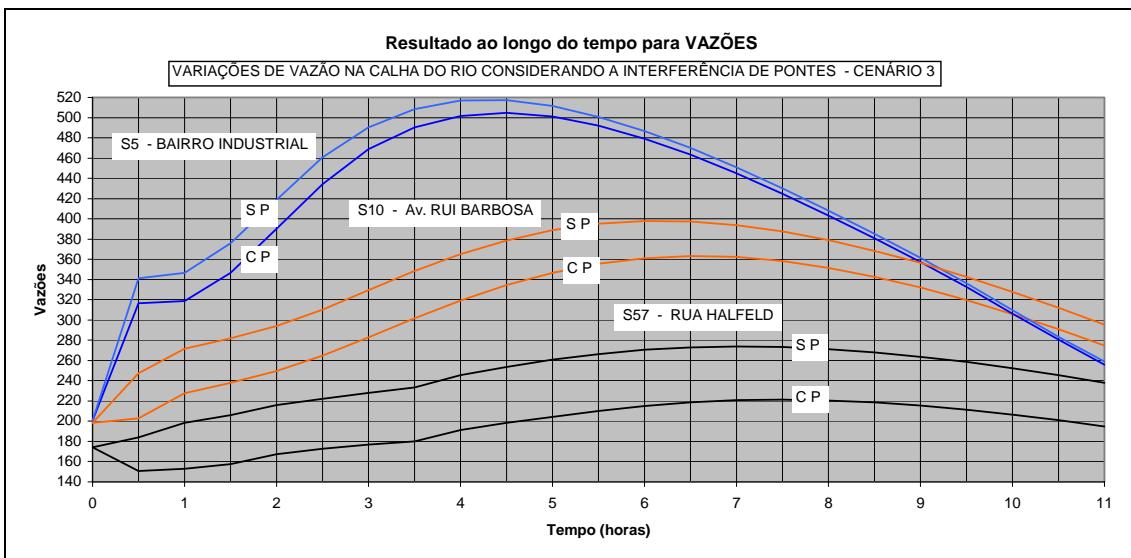
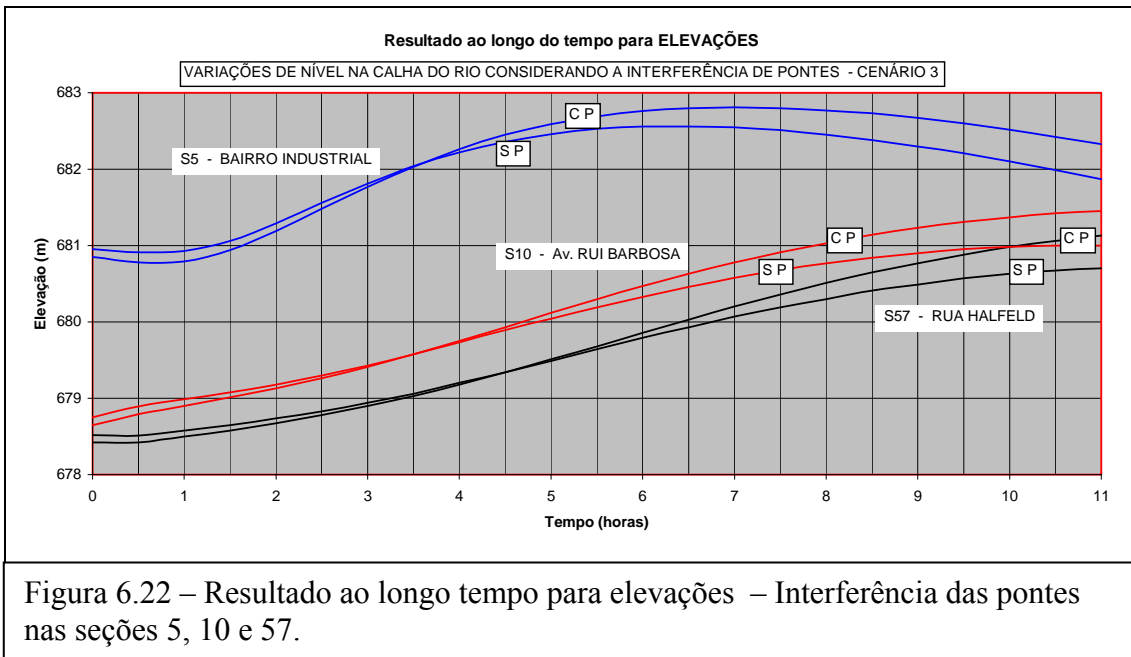


Figura 6.21 – Resultado ao longo tempo para vazões - Interferência das pontes nas seções 5, 10 e 57.





## CAPÍTULO 7

### CONCLUSÃO E RECOMENDAÇÕES

#### 7.1 – Quanto ao modelo desenvolvido

O modelo denominado Propacv7 foi desenvolvido utilizando a linguagem computacional Fortran. Concebido para simular ondas de cheia em rio com extravasamento para áreas urbanas não muito complexas, agrega no seu código rotinas que, apesar de requererem um maior esforço computacional, têm o objetivo de facilitar a interface e operação do usuário. Rotinas automáticas de pesquisa do coeficiente de rugosidade  $n$  de Manning e do expoente  $P$  do raio hidráulico da fórmula da perda de carga e das condições iniciais utilizando o nível propiciam uma versatilidade de opções para a entrada de dados destes parâmetros bem como o ajuste da solução do problema. Duas alternativas de calibração automática são disponibilizadas apresentando ainda recursos de refinamento do resultado destas calibrações por processo manual. Utiliza, na formulação das equações, tanto as variáveis dependentes  $h(x,t)$  e  $v(x,t)$  quanto  $Y(x,t)$  e  $Q(x,t)$ . Embora na formulação computacional possam ser simuladas situações de confluências em rede de rios, a situação considerando ruas e galerias de águas pluviais sob pressão só está disponível quando se usam na formulação das equações as variáveis dependentes  $Y(x,t)$  e  $Q(x,t)$ .

A seguir estão listadas as principais características e conclusões na elaboração deste modelo.

A configuração física do problema é uma rede de rio com confluência para ruas e destas para galerias de águas pluviais com escoamento sob pressão. Modelado segundo esta concepção, Propacv7 é um modelo hidrodinâmico unidimensional cuja representação do escoamento não-permanente e variado no rio e nas ruas é feita através de duas equações diferenciais parciais não-lineares conhecidas como equações de Saint-Venant. Para os trechos de galeria sob pressão estas equações são adaptadas utilizando-se o artifício da Fenda de Preissmann.

Nas confluências, são utilizadas as equações da continuidade e dinâmica admitindo nestas o escoamento permanente. Três seções são definidas juntas à confluência. Uma notação padronizada é utilizada indicando o escoamento positivo de montante para

jusante.

A utilização do processo iterativo de Newton-Raphson na solução do esquema implícito em diferenças finitas se mostrou bastante eficiente em configurações complexas de rede de rios, ruas e galerias, apresentando boa convergência quando aplicado conjuntamente com as rotinas de inserção das condições iniciais no esquema utilizando a formulação com as variáveis dependentes  $Y(x,t)$  e  $Q(x,t)$ .

Neste modelo as equações de Saint-Venant são escritas utilizando as variáveis dependentes  $h(x,t)$  e  $v(x,t)$  (altura e velocidade) e  $Y(x,t)$  e  $Q(x,t)$  (nível e vazão). O emprego da primeira ou segunda formulação depende da natureza do problema. Para trechos de rio com certa variação da declividade de fundo e pouca variação das seções transversais, o emprego das variáveis dependentes  $h(x,t)$  e  $v(x,t)$  seria mais indicado. A utilização das variáveis dependentes  $Y(x,t)$  e  $Q(x,t)$  se mostrou mais adequada para aplicação aos casos de inundação envolvendo o cálculo simultâneo de rio, ruas e galerias sob pressão. Neste tipo de formulação é dispensada a utilização da declividade do fundo que para trechos de rio pode ser de difícil avaliação aliado ao fato de que o emprego de  $Q$  ao invés de  $v$  tem como vantagem o fato de que a vazão tem uma variação mais suave no espaço e no tempo, (Amein e Chu, 1975).

Para regimes de escoamento subcríticos devem ser especificadas condições de contorno nas fronteiras de montante e jusante. A formulação utilizando as variáveis dependentes  $h$  e  $v$  utiliza somente como condição de contorno variando no tempo a variável  $h$ . Utilizado na modalidade de previsão, pode ser especificado como condição de contorno jusante a curva chave ou o conceito de domínio virtual estendido. Para a formulação utilizando as variáveis dependentes  $Y(x,t)$  e  $Q(x,t)$  na fase de calibração e validação, 4 combinações diferentes de tipos de variáveis como condição de contorno para as fronteiras de montante e jusante podem ser utilizadas, ou seja, Y-Y, Y-Q, Q-Q, Q-Y. Na fase de previsão podem ser especificadas nas fronteiras jusante a curva chave e o conceito de domínio virtual estendido. Nesta fase, 6 arranjos são possíveis considerando a disposição montante e jusante, ou seja, Y-curva chave, Q-curva chave, Y-domínio virtual em Y, Y-domínio virtual em Q, Q-domínio virtual em Y e Q-domínio virtual em Q. Opcionalmente uma curva chave pode ser usada como condição de contorno de jusante. Entretanto, segundo Karmegam et al (1991) o uso da curva-chave como condição de contorno de jusante, pode conflitar com a situação real de regime não permanente e variado, acarretando erros na solução numérica das equações de Saint-

Venant.

Nas aplicações do modelo utilizou-se como condição de contorno de montante o resultado da vazão ao longo do tempo da última seção real do trecho a jusante da barragem João Penido. Como condição de contorno de jusante utilizou-se o conceito do domínio virtual em  $Y$  especificando um valor do comprimento virtual adequado. Nas simulações, verificou-se que o valor que forneceu os melhores resultados foi 3 vezes o comprimento do trecho real. A utilização de valores mais ou menos constante da variável  $Y$  ao invés da variável  $Q$  na condição de contorno jusante conduziu a resultados de alturas menores nos trechos de rua. Segundo Cunge, Holly e Verwey (1980), o modelo fornece respostas mais precisas para a variável dependente que é prescrita como condição de contorno, comprovando os resultados obtidos.

Para trechos de rio sem confluências, a condição inicial utilizada pode ser a correspondente ao regime permanente. Para trechos com ruas e galerias esta condição não se aplica e uma rotina de pesquisa da condição inicial mínima em  $Y$  torna-se necessária. Qualquer valor pode ser especificado, desde que a seção modelo de rua tenha sido especificada com uma cota de fundo próxima à do rio. Nesta situação mesmo que os valores especificados não atendam aos pré-requisitos do modelo, ou seja, não convirja, ou os cálculos levem a um novo valor negativo para o nível, novos valores para a condição inicial são calculados automaticamente. A condição inicial em  $Q$  pode ser qualquer uma desde que não seja nula ou negativa e respeite as condições de contorno internas, ou seja, somatório de vazões nos nós igual a zero. Esta rotina se mostrou extremamente eficiente no cálculo das condições iniciais, pois além de fazer parte de uma outra rotina para cálculo dos parâmetros  $n$  (coeficiente de Manning) e  $P$  (expoente do raio hidráulico), evita a interrupção do programa na eventualidade do aparecimento de tirantes negativos ou nulos.

O passo de tempo escolhido na simulação do rompimento da barragem João Penido foi de 1 hora. Entretanto nas simulações envolvendo trechos de rua e galerias o passo de tempo de  $\frac{1}{2}$  hora se mostrou mais adequado uma vez que a intenção principal era a de verificar as variações de nível nas ruas.

Na configuração de um sistema onde existam confluências entre rio e rua e entre rua e galerias, a numeração dos trechos não é seqüencial e a matriz do sistema é esparsa e não banda. A solução do problema utilizando um processo especial para otimização da

matriz e a sua resolução pelo método de Gauss adaptado inserido no método iterativo de Newton-Raphson se mostrou muito adequada neste tipo de configuração onde a diversidade das características geométricas das seções é grande.

Como sugestão para diminuir a esparsividade da matriz, a numeração das seções deve ser a mais próxima possível da numeração das seções vizinhas. Nas confluências isto pode ser conseguido não numerando a última seção de um ramo antes de nó. Completa-se a numeração do outro ramo até chegar ao nó retornando então à última seção do ramo anterior com uma numeração subsequente. Em qualquer situação a numeração dos trechos deve ser crescente de montante para jusante.

Os parâmetros a que o modelo é mais sensível são o coeficiente de rugosidade de Manning ( $n$ ) e o expoente do raio hidráulico ( $P$ ). Para rios com trechos simples, um aumento da rugosidade em um determinado trecho, traduz uma diminuição da condutância com conseqüente aumento do nível. Por outro lado, quando existem diversas ramificações, o aumento da rugosidade num trecho, também diminui a condutância, mas frequentemente também diminui o nível em vez de provocar um aumento.

Nas simulações em rios onde existem registros de cheias anteriores o procedimento normal para rodar o programa começa pela fase zero onde se pode fazer a calibração do modelo. O modelo rodando nesta modalidade possui dois processos de calibração automáticos e um manual. Mesmo se os processos automáticos não conduzirem a um bom ajuste ainda existe a opção de se utilizar o arquivo de rugosidades produzidas e nele então fazer alterações seção a seção e em cada passo de tempo desejado. Dependendo da configuração da rede isto pode ser demorado, mas sempre conduz a resultados excelentes. Posteriormente os valores calibrados para  $n$  e  $P$  são utilizados na fase de previsão, fase 2.

Quando se simulam situações onde não existem registros anteriores de vazões ou níveis seja em trechos simples de rio ou em situações mais complexas como é o caso estudado nesta tese, a falta de dados impossibilita o uso da fase zero. Nestas situações, utiliza-se, então, diretamente a fase de previsão 20 onde os parâmetros  $n$  e  $P$  devem ser determinados. No início se constituía esta a tarefa mais árdua para fazer o modelo funcionar. Mesmo para rios sem derivações esta tarefa consumia diversas tentativas para determinar estes valores e a partir de então analisar os resultados do programa. Uma

rotina, então, foi desenvolvida para automatizar esta tarefa. Para um determinado valor de P o programa varia o valor de n entre dois limites especificados. Se o programa não encontrar uma solução, o valor de P, é incrementado e novo ciclo de n é pesquisado. Este processo continua até um valor máximo de 1.4 especificado para P. Normalmente, em configurações de rio com trecho simples uma solução sempre é atingida. Entretanto, em rios com configurações mais complexas, como é caso em questão, esta rotina não se mostrou suficiente. O programa nunca alcançava uma solução, e os resultados razoáveis para trechos de galeria não passavam da terceira iteração no método iterativo de Newton-Raphson, passando a divergir a partir desta iteração. Verificou-se então que o programa rodava com imposição de valores altos para a condição inicial em Y. A partir de então aceitava diversos valores para n e P. Outros valores próximos a esta condição inicial também satisfaziam ao programa exigindo novos valores para n e P. A questão seria, então, determinar o menor valor para a curva da condição inicial em Y. Nova rotina foi implementada variando este par de valores e a curva de condição inicial em Y. A rotina se mostrou bastante eficiente, proporcionando ao modelo produzir valores razoáveis. Se valores razoáveis não são atingidos, novos valores para a curva de valores iniciais em Y podem ser especificados ou, então, alternativamente, os valores da condição de contorno virtual em Y podem ser alterados. Ao contrário da simulação em trechos simples de rio, na configuração com trechos ramificados o modelo é sensível às condições iniciais, produzindo valores diferentes para cada curva inicial em Y.

Em resumo, o modelo assim desenvolvido se aplica bem a situações de inundações provenientes do extravasamento da calha do rio em áreas urbanizadas onde a configuração da planície de inundação não apresente complexidades topográficas e a direção do escoamento possa ser considerada como previsível e retornada ao leito do rio seja pelas ruas ou pelas galerias de águas pluviais. Na verdade, o que se procurou foi a tentativa de se reproduzir com um modelo unidimensional simples o escoamento dinâmico fora da calha do rio, utilizando os recursos do modelo simulando o escoamento ramificado nas ruas e galerias na área urbana inundada.

Em situações mais complexas e que exijam um maior detalhamento da topologia local, inclusive com possibilidades múltiplas da direção do escoamento um modelo de células poderia ser usado. Miguez (2001), em sua tese de doutorado desenvolveu um modelo deste tipo.

Finalmente, devido à grande variedade de opções na entrada de dados, seria

interessante, para facilitar a interface com o usuário, fazer algumas alterações no programa visando a entrada e consistência dos dados. O programa poderia ser encapsulado por um programa de macros desenvolvido em Visual Basic para aplicativo Excel, onde uma planilha dinâmica de entrada de dados ajustaria o formulário de entrada às opções escolhidas e faria a consistência. Com aplicação dos recursos do Visual Basic, o programa passaria os dados para o aplicativo Fortran, que executaria o modelo numérico e devolveria os resultados para o Excel que com a aplicação do programa de análise de resultados já pronto, forneceria um gama de possibilidade de produção de gráficos de alturas, velocidades e vazões variando no tempo e no espaço. Para uma melhor automatização do modelo este programa de análise deveria ser acoplado ao programa Fortran e a discretização das seções nos gráficos de resultados ao longo do tempo deveria ser num caminhamento escolhido pelo usuário e não seqüencial. Para aumentar a versatilidade, o modelo também poderia ser desenvolvido considerando na formulação das equações, as variáveis dependentes profundidade e vazão e velocidade média e cota.

Considerando que o modelo se presta à simulação do escoamento em ruas e galerias, outros tipos de seção transversal poderiam ser implementados. O modelo trabalha com a seção retangular equivalente e poderia ser adaptado para trabalhar com seções circulares e trapezoidais. Atualmente, as confluências só consideram três ramos e um ramo afluente a mais poderia ser considerado representando o cruzamento de ruas e galerias.

Finalmente a aplicação em uma área semelhante onde já se tenha empregado o modelo de células seria um ótimo comparador na avaliação da capacidade do modelo unidimensional desenvolvido de representar o escoamento em áreas urbanas mais complexas.

## **7.2 - Quanto às aplicações do modelo**

O cenário 3 representa uma situação real no centro urbano de Juiz de Fora. Entretanto a representação das galerias ficou prejudicada pela dificuldade na obtenção das informações referentes à rede de galerias pluviais e cotas das ruas. Não existe um cadastro elaborado e as informações são esparsas. Os dados foram obtidos contando com a colaboração de diversos funcionários da prefeitura e especialmente um encarregado de obras que percorreu diversos trechos de rua fornecendo informações de

memória. Na Figura 6.2 observa-se que o traçado das galerias principais da área central cidade apresenta diversos trechos interligados funcionando como uma rede em malha.

O modelo representa bem a interface das ruas com galerias reproduzindo velocidades e vazões compatíveis com o escoamento em galerias sob pressão, utilizando o artifício da Fenda de Preissmann. Fazendo-se uma comparação dos resultados para um mesmo ponto simulado no cenário 2 e cenário 3 em dois locais distintos, sendo o primeiro no entroncamento da Av. Barão do Rio Branco com Av. Francisco Bernardino e Rua Roberto de Barros (confluência 2, seções 15,16 e 24), Figura 7.1, e o segundo na Praça da Estação, (confluência 5, seções 23,31 e 32), Figura 7.1, era de se esperar que a simulação considerando a presença de galerias, apresentasse nestes locais, vazões e alturas menores. Entretanto o que se apresenta é exatamente o contrário.

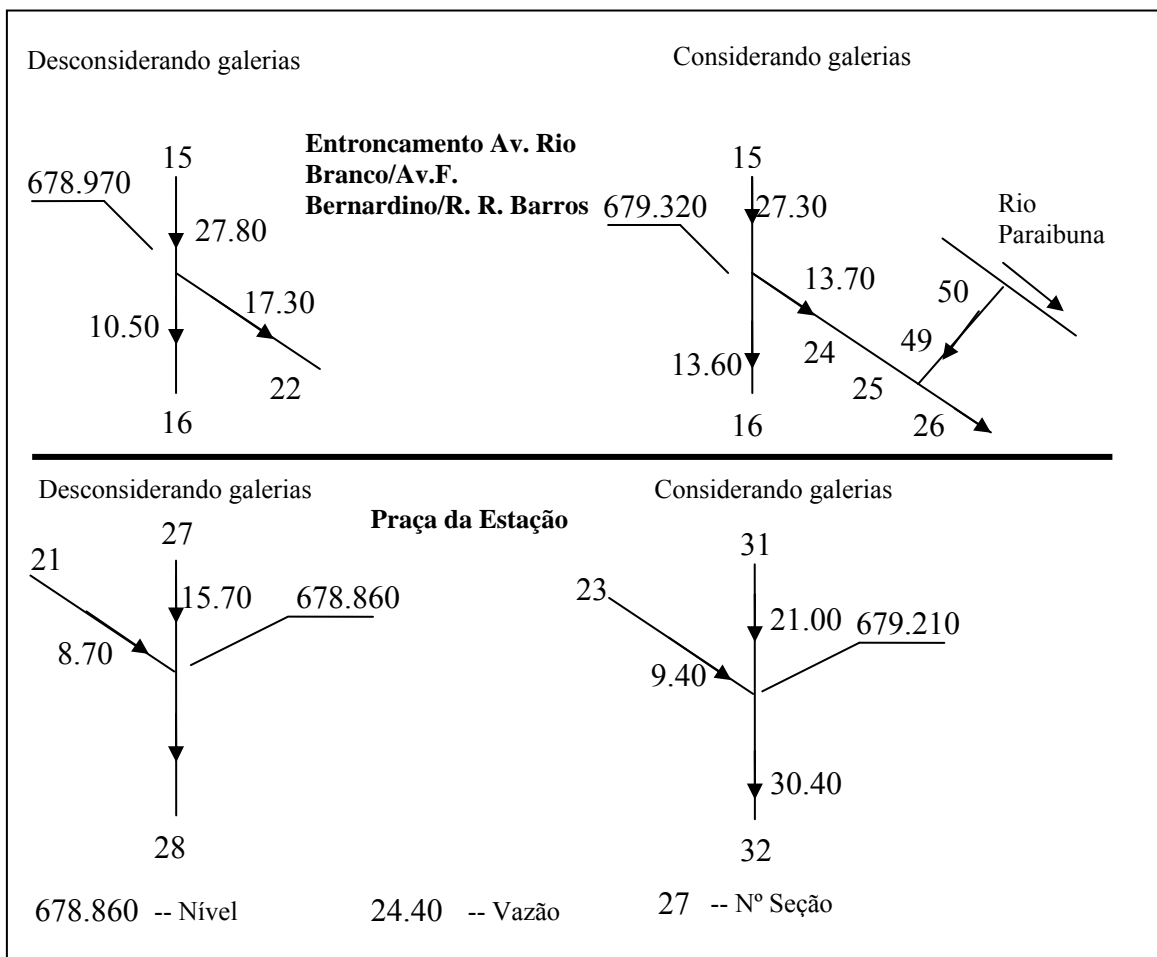


Figura 7.1 – Balanço de vazões no entroncamento da Av. Branco com Av. Francisco Bernardino e Praça da Estação.

Este fato é devido à inversão do fluxo no trecho de galeria 49-50, cuja extremidade de jusante, seção 50, se interconecta diretamente com o rio Paraibuna, provocando desta maneira um aumento direto da vazão nos trechos de rua à jusante desta confluência na



Av. Francisco Bernardino. Pelo efeito de remanso, interfere também no trecho à montante, A Figura 7.1 apresenta o balanço de vazões e níveis de inundação no tempo  $T=4h$  nestes pontos considerando a presença e ausência de galerias de águas pluviais.

No emprego da seção modelo em ruas, o escoamento não apresenta alterações significativas nos valores de vazão uma vez que as dimensões da parte inferior são pequenas e o fundo desta seção se eleva junto com o nível até se igualar ao fundo da seção real num determinado tempo posterior. O emprego desta seção modelo se mostrou útil, evitando a interrupção do processamento e possibilitando ao programa uma pesquisa automática dos menores valores para a condição inicial em nível.

O valor para cota de inundação máxima nas ruas da área central, em torno de 680,000 m é superior ao da cota de inundação da grande cheia de 1940, em torno de 676,130 m. Esta diferença, em parte pode ser referente à não inclusão da galeria sob a Av. Independência que no seu trecho final recebe parte das galerias do centro da cidade. A não inclusão deste trecho foi decorrente da pouca informação e devido a informações conflitantes com outras fontes sobre as galerias que deságuam no referido trecho. Na comparação com a cheia de 1940, deve-se atentar que nesta época o rio tinha outra configuração em planta e uma condutância hidráulica menor que a atual. A Figura 7.2 apresenta a área central da cidade com a curva de nível 680,000 m, limite da área de inundação simulada e a curva de nível 676,13 representativa da cota de inundação de 1940. Na mesma figura em destaque estão apresentados os trechos de ruas e galerias considerados na simulação e o Rio Paraibuna. Numa simulação destas proporções, seria exatamente esta a área mais alagada com efeitos mais danosos, pois foi desde os tempos da fundação da cidade ocupada em suas várzeas ao longo do rio. A partir daí, a cidade se desenvolveu ocupando os morros próximos e, posteriormente, acompanhado o curso do rio mais para o norte que para o sul mantendo desta maneira a mesma vulnerabilidade quanto às inundações do rio.

Chuvas recentes, ocorridas no mês de janeiro de 2007 ocasionaram o transbordamento do Rio Paraibuna no Bairro Industrial num valor estimado maior que 0,40 m, Figura 7.3. Este valor apesar de pequeno em valor absoluto revela a vulnerabilidade deste bairro e outros a montante de Juiz de Fora, quanto ao aumento da frequência de ocorrência de inundações decorrentes de chuva de intensidade média. Segundo relato de moradores e confrontando com marcas de inundação em pontos baixos do bairro a altura da água chegou à aproximadamente 1,70 m, Figura 7.4. Esta altura ocorreu

provavelmente devido ao efeito de remanso provocado na confluência do Córrego Cachoeirinha com o Rio Paraibuna, que canalizado a céu aberto converge em ângulo reto para um bueiro sob a rodovia. O aumento da seção do bueiro e sua confluência em um ângulo não reto poderiam amenizar o efeito de remanso neste ponto. Observações futuras da frequência de ocorrência de transbordamento e o registro da altura da lâmina líquida neste ponto seriam uma boa referência para uma ação mitigadora evitando o alagamento deste bairro. Como é um trecho de pequena extensão, com cotas da margem direita inferiores às de seus trechos vizinhos, um aumento da cota desta margem numa extensão de aproximadamente 300 m seria viável.

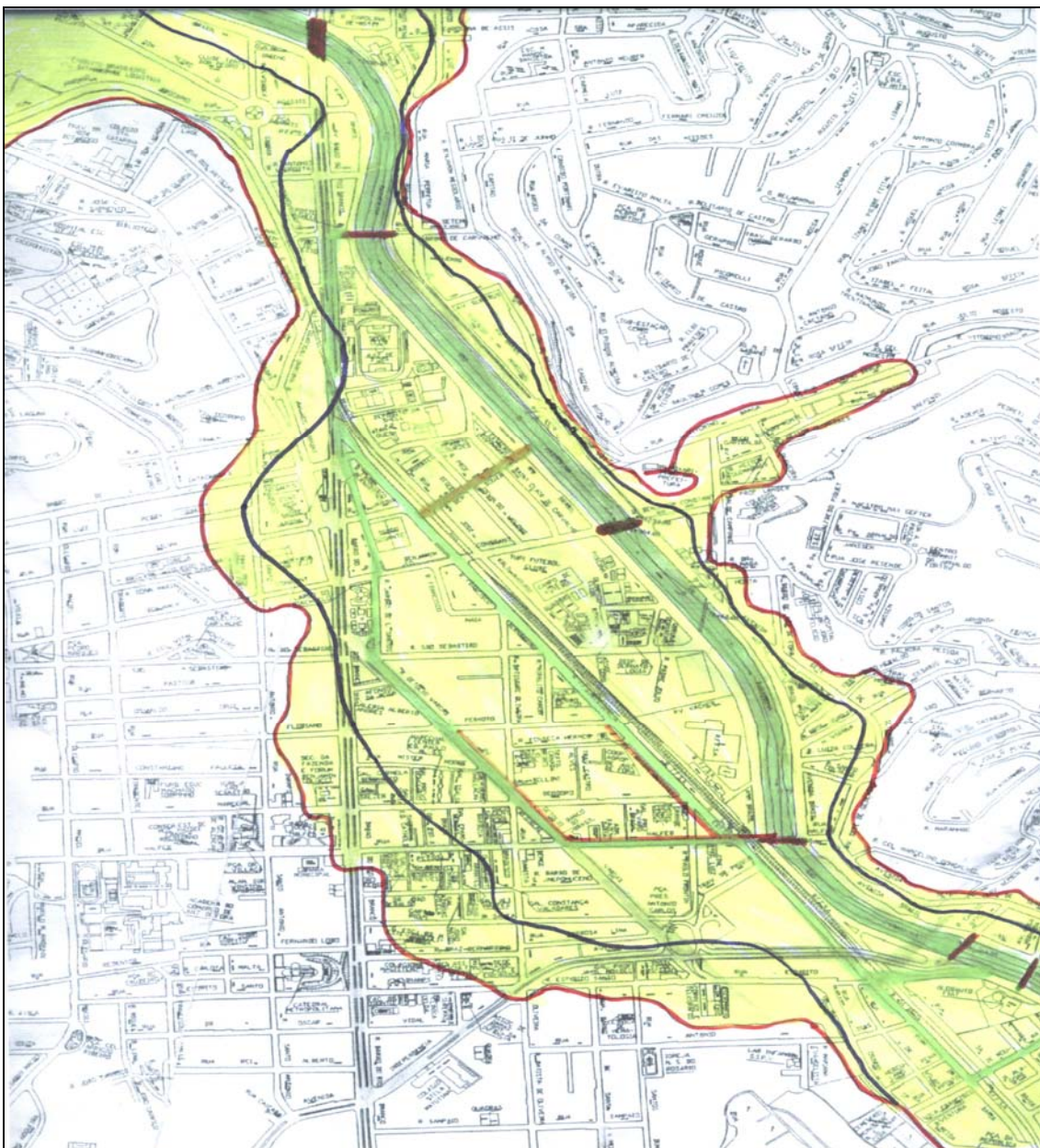


Figura 7.2 – Mancha de inundação na região central de Juiz de Fora. Linha vermelha indica os limites da inundação simulada e linha escura indica os limites da inundação ocorrida em 1940.





**MAIS PREJUIZO:** no Bairro Industrial, as ruas voltaram a ser inundadas pelas águas; residências foram invadidas por lama e entulho

Figura 7.3 – Inundação Rio Paraibuna no Bairro Industrial.



Figura 7.4 – Marca de inundação no Bairro Industrial.

### **7.3 – Conclusões finais**

Os resultados advindos da simulação da inundação ao longo do Rio Paraibuna e especialmente no centro da cidade de Juiz de Fora não refletem uma situação real e partem da onda de cheia gerada pelo rompimento hipotético da Barragem João Penido. Fato este que, apesar de possível, não deve ser tomado como alarmante ponto de discussão no planejamento de medidas estruturais contra inundações na área central da cidade. Entretanto o aumento da frequência de extravasamento das águas da calha do rio e a preocupante aproximação do nível d'água máximo, aproximando e até mesmo ultrapassando o vão de algumas pontes no centro da cidade, indicam que se algumas medidas de prevenção contra enchentes não forem tomadas agora, num futuro bem próximo, as águas do Rio Paraibuna poderão novamente percorrer as ruas do centro da cidade numa inundação não desejada.

Sabe-se de antemão que o trecho que corta a cidade não comporta mais intervenções que visem o aumento de sua capacidade de escoamento em torno de 401,625 m<sup>3</sup>/s, (Góes, 1943). Juiz de Fora ainda dispõe de algumas áreas a montante que poderiam ser demarcadas e reservadas para a construção de reservatórios para o amortecimento de cheias e retenção de sedimentos os quais poderiam levar a redução das constantes dragagens no trecho de rio que corta a cidade na época que antecede o período chuvoso.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AMEIN, M., CHU H. L., 1975, “Implicit Numerical Modeling of Unsteady Flows”, *Journal of the Hydraulics Division*, v. 101, n.HY6 (Jun), pp. 717-731.
- BALTZER, R. A., LAI, C., 1968, “Computer Simulations of Unsteady Flows in Waterways”, *Journal of the Hydraulics Division*, ASCE, vol. 94, n.HY4, (Jul), pp 1083-1117.
- BATHE, K., WILSON E. L. 1976, *Numerical Methods in Finite Element Analysis*. Englewood Cliffs, New Jersey, Prentice-Hall, Inc.
- BATISTA, J. M., MATOS, M. R., 1994, *Modelação de Redes de Drenagem de Águas Residuais Pluviais*. Laboratório Nacional de Engenharia Civil, 25f, Lisboa.
- BAZIN, H., 1885, *Expériences sur la propagation des ondes le long d’ un cours d’eau torrentueux, et confirmation par ces expériences des formules données par M. Boussinesq, dans as théorie du mouvement graduellement varié des fluides*. Comptes rendus des séances de l’ Académie des Sciences, v. 100, Paris, France.
- BETÂMIO, A. A., 1982, “Rotura de Barragens. Introdução e Estudo Hidráulico”, Instituto Superior Técnico, Laboratório Nacional de Engenharia Civil, Lisboa.
- BRITO, S., NEVES, L. B., 1943, “Saneamento de Juiz de Fora”, In: *Obras Completas de Saturnino de Brito*, v. 5, capítulo 7, Rio de Janeiro, Imprensa Nacional.
- CANHOLI, A. P., 2005, *Drenagem Urbana e Controle de Enchentes*. 1 ed. São Paulo, Oficina de Textos.
- CARMONA, M. V., 1990, *Simulação Dinâmica do Escoamento em Áreas de Inundação*. Dissertação de M.Sc., IPH/UFRGS, RGS, Brasil.
- CHANG, H. H., 1988, *Fluvial Processes in River Engineering*. John Wiley & Sons, Inc, USA.
- CHOW, V. T., 1959, *Open-Channel Hydraulics*. International Student Edition, Tokyo, McGraw-Hill Kogakusha Ltd..
- CIRILO, J. A., 1979, *Algoritmo de Gradientes Conjugados Aplicado à Identificação de Parâmetros nas Equações de Propagação de Onda de Cheia*. Dissertação de M.Sc., COPPE/UFRJ, Rio de Janeiro, RJ. Brasil.

- COWAN, W. L., 1956, "Estimating Hydraulic Roughness Coefficients", *Agricultural Engineering*, v.37, n. 7, (Jul), pp. 473-475.
- CUNGE, J. A., HOLLY, F. M. Jr., VERWEY, A., 1980, *Practical Aspects of Computational River Hydraulics*. Pitman Publishing Limited.
- EIGER, S. 1993. "Um Modelo Simplificado para o Cálculo de Vazões em Canais com Planícies de Inundação", *Caderno de recursos hídricos*, RBE, v. 11, No 1.
- ESTEVES, A., 1876, *Album do Município de Juiz de Fora*. Rio de Janeiro, Imprensa Nacional.
- FARRER, H., BECKER, C. G., FARIA, E. C., et al, 1992, *Fortran Estruturado*. Rio de Janeiro, Editora Guanabara Koogan S.A.
- FREAD, D. L., 1975, *Flood Routing in Meandering Rivers with Flood Plains*. s.n.t. p16-33.
- GOES, H. A., 1943, *Inundações do Paraibuna em Juiz de Fora*. Rio de Janeiro, Imprensa Nacional.
- GUNARATNAM, D. J., 1970, *Numerical Solution of Unsteady Flow in Open Channels*. Report n.127, Hydrodynamics Laboratory, Massachusetts Institute of Technology.
- HOWYAN, G., 1893, *Saneamento e expansão da cidade de Juiz de Fora*. Tradução e edição FUNALVA, Juiz de Fora, Minas Gerais, Brasil.
- ISAACSON, E., STOKER, J. J., TROESCH, A., 1956, *Numerical Solution of Flood Prediction and River Regulation Problems*. Report III, Institute of Mathematical Sciences, New York University, New York, USA.
- IZBASH, S. V., KHALDRE, Kh. Yu., 1970, *Hydraulics of River Channel Closure*. Butterwoths, London.
- JACCON, G., CUDO K. J., 1989, *Curva-Chave: Análise e Traçado*. DNAEE, Brasília, Brasil
- LIGGET, J. A.; CUNGE, J. A. 1975. "Numerical Methods of Solution of the Unsteady Flow Equations". In: MAHMOOD, K., YEVJEVICH, V. (eds.), *Unsteady Flow in Open Channels*, V.1, chapter 4, pp. 89-182. Fort Collins, Water Resources Publications.

- MAHMOOD, K., YEVJEVICH, V., 1974, *Unsteady Flow in Open Channels*. Fort Collins: Water Resources Publications, v. I e II.
- MARK, O., WEESAKUL, S., APIRUMANEKUL, C., AROONNET, S.B., et all, 2004, “Potential and Limitation of ID Modelling of Urban Flooding”, *Journal of Hydrology*, v. 299, Issues 3-4, (Dec), pp. 284-299.
- MASCARENHAS, F. C. B., 1980, *Uma Metodologia para a Estimativa de Parâmetros no Cálculo da Propagação de Enchentes*. Tese de M.Sc. COPPE/UFRJ, Rio de Janeiro, RJ., Brasil.
- MASCARENHAS, F. C. B., 1990, *Modelação Matemática de Ondas Provocadas por Ruptura de Barragens*. Tese de D.Sc. COPPE/UFRJ, Rio de Janeiro, RJ., Brasil.
- MASCARENHAS, F. C. B., MIGUEZ, M.G., 1991, *Esquematização da Planície do Pantanal Através de Um Modelo de Células*. Seminário sobre modelação de enchentes no Pantanal Matogrossense. ABRH-UFRJ.
- MASCARENHAS F. C. B., SILVA, R. C. V., 1995. “Compartimentalização na Modelagem Matemática da Inundação do Pantanal Matogrossense”. In: *Anais, XI Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos*”. v. 4, ABRH, Recife, PE.
- MIGUEZ, M. G., 1994. *Modelação Matemática de Grandes Planícies de Inundação, Através de Um Esquema de Células de escoamento, Com Aplicação Ao Pantanal MatoGrossense*. Dissertação de M.Sc., COPPE/ UFRJ, Rio de Janeiro, RJ,Brasil.
- MIGUEZ, M. G. 2001. *Modelo Matemático de Células de Escoamento Para Bacias Urbanas*. Tese de D.Sc., COPPE/ UFRJ, Rio de Janeiro, RJ, Brasil.
- MASCARENHAS, F. C. B., 1980, *Uma Metodologia para a Estimativa de Parâmetros no Cálculo da Propagação de Enchentes*. Dissertação de M. Sc., COPPE/UFRJ, Rio de Janeiro, RJ, Brasil.
- NEVES, M. G. F. P., 2000, *Modelo Hidrodinâmico de Redes de Drenagem de Águas Pluviais: Aplicabilidades*. Dissertação de M.Sc., Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Recursos Hídricos e Saneamento Ambiental, UFRGS, Porto Alegre, RGS, Brasil.
- NEVES, M. G. F. P., VILLANUEVA, A. O. N., TUCCI, C. E. M., 2001, “Simulação Hidrodinâmica Integrada do Escoamento em Redes de Drenagem Urbana e nas Ruas”, *Revista Brasileira de Recursos Hídricos*, RBRH, v. 6, n. 3, pp. 111-139.

- PINTO, A. C. B., 1999, *Um Modelo Numérico Para Análise da Estabilidade Hidráulico-Sedimentológica de Canais de Maré*. Dissertação de M.Sc., COPPE/UFRJ, Rio de Janeiro, RJ, Brasil.
- PINTO, A. C. B., 2004, *Análise Histórica e Hidrodinâmica do Rio Paraibuna em Juiz de Fora*, Seminário de Tese, COPPE/UFRJ, Rio de Janeiro, RJ, Brasil.
- PJF/CESAMA, 1985, *Plano Diretor de Abastecimento de Água da AUJF*. Prefeitura Municipal de Juiz de Fora, Companhia de Saneamento e Pesquisa do Meio Ambiente, Juiz de Fora, MG, Brasil.
- RAMSEYER, J. S., 1996, *Modelo Hidrológico-Hidrodinâmico de Rede de Pluviais*. Dissertação de M.Sc., Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Recursos Hídricos e Saneamento Ambiental, UFRGS, Porto Alegre, RGS, Brasil.
- REQUENA, G. A. H., 2001, *Metodologia de Calibração Automática na Modelação da Propagação de Ondas de Cheia*. Dissertação de M.Sc., COPPE/UFRJ, Rio de Janeiro, RJ, Brasil.
- ROSAURO, N. M. L., 1979, *Modelo Hidrodinâmico Para Rios e Rede de Canais Naturais*. Dissertação de M.Sc., Curso de Pós-Graduação em Hidrologia Aplicada, UFRGS, Porto Alegre, RGS, Brasil.
- ROSMAN, P. C. C., 1997, "Subsídios para Modelagem de Sistemas Estuarinos". In: *Métodos Numéricos em Recursos Hídricos*, ABRH.
- SAINT-VENANT, A. J. C. B., 1871, *Théorie du Mouvement Non Permanent des Eaux, avec Application aux Crues des Rivières et à l'Introduction des Marées dans leur Lits*, Comptes rendus des séances de l'Académie des Sciences, vol. 73, Paris, France.
- SAMUELS, P. G., 1979, EMBER. *A Numerical Model of An Embanked River*. Report nIT 183, Hydraulics Reserach Station, Wallingford, UK
- SEMA, 1988, *Rios e Córregos*, Projeto PLANAGUA SEMA/GTZ de Cooperação Técnica Brasil-Alemanha, Rio de Janeiro, Brasil.
- SILVA, P. C. A., 1972, *Método Implícito para Solução do Problema de Ondas de Cheia em Junção de Rios*. Dissertação de M.Sc., COPPE/UFRJ, Rio de Janeiro, RJ, Brasil.



- SILVA, R. C., MASCARENHAS, F. C. B., MIGUEZ, M. G., 2003, *Hidráulica Fluvial*. Rio de Janeiro, COPPE/UFRJ.
- SILVESTRINI, J. H., TUCCI, C. E. M., 1989, “Propagação Hidrodinâmica de Cheias Através de Seções Compostas”. *Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos*, 8º, Foz do Iguaçu, Paraná, Brasil.
- STAICO, J., 1976, *A Bacia do Rio Paraibuna em Juiz de Fora*. Juiz de Fora, Brasil. Editora da UFJF.
- TUCCI, C. E. M., 1978, *Hydraulic and Water Quality Model for a River Network*. Ph.D. thesis. Colorado State University.
- TUCCI, C. E. M., 1986, “Modelos Matemáticos em Hidrologia e Hidráulica”. *Caderno de recursos hídricos*. RBE, Tomo 2/3.
- TUCCI, C. E. M. 1995, “Inundações Urbanas”. In: TUCCI, C. E. M., PORTO, R. L. L., BARROS, M. T., *Drenagem Urbana*, Cap. 1, pp. 15-36, Porto Alegre: Ed. Da Universidade UFRGS.
- TUCCI, C. E. M., BERTONI, O., 2003, *Inundações Urbanas na América do Sul*. 1 ed. Porto Alegre, ABRH, RGS, Brasil.
- TUCCI, C. E. M. 2005, *Modelos Hidrológicos*. 2 ed. Porto Alegre, Ed. da Universidade UFRGS.
- VILLANUEVA, A. O. N. 1990. *Modelo Para Escoamento Não-Permanente em Uma Rede de Conduitos*. Dissertação de M.Sc., Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Recursos Hídricos e Saneamento Ambiental, UFRGS, Porto Alegre, RGS, Brasil.
- VILLANUEVA, A. O. N. 1997. *Simulação de Áreas de Inundação Dinâmicas: Canais Compostos e Wetlands*. Tese de D.Sc., Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Recursos Hídricos e Saneamento Ambiental, UFRGS, Porto Alegre, RGS, Brasil.
- VREUGDENHIL, C. B., 1989. *Computacional Hydraulics*. Berlin, Heidelberg, Germany. Springer-Verlag,
- WEINMAN, P. E., LAURENSEN, E. M., 1979, “Aproximate Flood Routing Methods: A Review”, *Journal of The Hydraulics Division*, v. 105, n. HY12, (Dec), pp. 1521-1536.

ZAMANILLO, E. A., 1988, *Previsão em Tempo Real em Uma Hidrovia Controlada por Barragens*. Dissertação de M.Sc., IPH/UFRGS, Porto Alegre, RS, Brasil

## ANEXO A

### CÓDIGO FONTE DO PROGRAMA PROPACV7

```

CCC*****
CCC*****
CCC      ANTONIO CARLOS BARRETO PINTO - DOUTORANDO C.O.P.P.E./U.F.R.J.
CCC      PROGRAMA DE ENGENHARIA CIVIL-RECURSOS HIDRICOS
CCC*****
CCC      PROPAGACAO DE CHEIA EM CANAIS RIOS E RUAS COM CONFLUÊNCIAS.
CCC      ESTE PROGRAMA UTILIZA UM ESQUEMA IMPLICITO DE DIFERENCAS
CCC      FINITAS, (PREISSMANN) PARA SOLUCIONAR AS EQUACOES DE SAINT-VENANT
CCC      NA PASSAGEM DA ONDA DE CHEIA.
CCC      NESTE ESQUEMA, A CADA INSTANTE 'I' DEVE SER
CCC      RESOLVIDO UM SISTEMA LINEAR DE ITERACAO, ONDE A MATRIZ DOS COEFI-
CCC      CIENTES É ESPARSA. UMA ROTINA ADEQUADA (SKYLINE) FORNECE A
CCC      SOLUCAO DO SISTEMA A CADA INSTANTE.
CCC      -----
CCC      ESTADO-NOME DO ESTADO A QUE PERTENCE O TRECHO DE SIMULACAO.
CCC      PAIS-NOME DO PAIS A QUE PERTENCE O TRECHO.
CCC      FONTE1-FONTE DOS DADOS GEODESICOS.
CCC      FONTE2-FONTE DOS DADOS GEOGRAFICOS.
CCC      ENTID-NOME DA ENTIDADE OPERADORA DO POSTO
CCC      ANOF-ANO FINAL DE FUNCIONAMENTO DO POSTO
CCC      ANOI1-ANO INICIAL DE FUNCIONAMENTO.

```

CCC-----

```

CHARACTER*12 ARQPARC,ARQPART
CHARACTER*12 ARQENT,ARQSAI,ARQGRF,ArqPar,ARQESP,ARQTEM
CHARACTER*12 MESI, MESF, MATSAI
CHARACTER*16 POSTO(20),RIO(20)
CHARACTER*20 ESTADO(20),PAIS(20),QLLT
CHARACTER*32 FONTE(20),ENTID(20)

```

```

INTEGER      PRMTC,NSR,ITTI,M,J,Prmtt,IPrmtt
INTEGER      CONT,Cont2,I,I1,I2,ICPT,ICPE,L1,CCAL
INTEGER      Inic,Leit,Prmt,Impr,Kgrf,Limitel1,Limite21
INTEGER      IMPR2,IMPR3,NUM,NFRON,NTR,IMPT,Limitel2,Limite22
INTEGER      IDur,NS,NSO,NCONF,Aux,ICTOL,IFLAGC
INTEGER      KARM,Fase,IENCH,ANOOI,ANOOF,DIAI,DIAF,IRUG
INTEGER      K,K1,K2,K3,ICV,IFL,IUT,IPAR,INPrmt
INTEGER      ILBS,ILB0,ILY0,ILYMAX,ILS0,ILDY,ITCH,IVIRTUAL

```

```

INTEGER      ANOI(20),ANOF(20),IRUT(50),FCR(50),NSM(50)
INTEGER      NSC(50,500),CCC(8),NSF(50),NSFCR(50),VIRTUAL
INTEGER      JLIN(1000),NST(500,2),NNT(1000),ITTRUA(500)
INTEGER      NIT(1000),LATGR(20),LATMN(20),LONGR(20),LONMN(20)
INTEGER      IPrmt(1000),NCODP(20),NNS(1000)
INTEGER      Imprime(500,1000),IFMJ(50),INN(6),INC(50),NSFO(50)
INTEGER      IDIAG(1000),IHIGH(1000),IR(1000),ITTR(500),ISIG(50)
INTEGER      NTGA,NB(50),NTG(100),NBB(50),NCRG,NTRU,NTU(100)

```

```

Real*8      H1,H2,N1C,N2C,Auxx,aaa(50),bbb(50),hh0(50)
REAL*8      Incremento,ALTIT(50),REF(50)
Real*8      Tolh,Tolv,AltDisc,ARDREN(20)
Real*8      H(500,1000),COMP,COMPO,DEHCC1(500,1000)
Real*8      V(500,1000),INCR, RUGTMM,DEHCC2(500,500)
Real*8      Q(500,1000),TRUG(1000),XRUG(1000)
Real*8      Rug(500,1000),RUGA(500,1000),RUGTM(500),RUGTJ(500)

```

```

Real*8 CalH(500,1000),CCALH(20000),CCALRUG(20000),RUGI5(20000)
Real*8 CalRug(500,1000),DIF(500,500),CALRUGX(1000)
Real*8 HIni(500,1000),H1M,H1J,V1M,V1J
Real*8 VIni(500,1000),HE(500,1000),HS(500,1000)
Real*8 VQL(500),VE(500,1000),VS(500,1000)
Real*8 QRout(500,100),QRU(500,100)
Real*8 QTR(500),HEIT(500,1000)
Real*8 QOBS(500,100),QOI(500),QOBSJU(500),SOVI(500)
Real*8 HF(500,100),QLAT
Real*8 QF(500,100),VEIT(500,1000)
Real*8 B0(1000),FUNCC1(500,1000),FUNCC2(500,1000)
Real*8 BS(1000),CFUNCF(500,500),DFUNCG(500,500),CDEVF2(500,500)
Real*8 S0(1000),SOC,DXC,DX(1000),DXVI(1000),DDEVG2(500,500)
Real*8 CDEHF1(500,500),CDEVF1(500,500),CDEHF2(500,500)
Real*8 DDEHG1(500,500),DDEVG1(500,500),DDEHG2(500,500)
Real*8 RUGMX,HORAS,RUGGA,RUGRU
Real*8 VSIT(500,1000),HSIT(500,1000)

Real*8 B0M,B0J,BSM,BSJ,Y0MSM,Y0JSJ,YMAXM,YMAXJ,TOLY,TOLQ
Real*8 RR1,RR2

Real*8 BS00(200),B00(200),Y00(200),YMAX(1000),YMAX00(200)
Real*8 Y(500,1000),YINI(500,1000),Y0(1000),QINI(500,1000)
Real*8
Y0I(500),CPC(1000),YOBS(500,100),YF(500,100),YEIT(500,1000)
Real*8 YE(500,1000),QE(500,1000),YS(500,1000),QS(500,1000)
Real*8 QEIT(500,1000),YSIT(500,1000),QSIT(500,1000),YOBSJU(100)
Real*8 CPCVI(100),YROUT(500,100),RRR1(500,1000),RRR2(500,1000)
Real*8
YQROUTAUX(500,100),YQOBSAUX(500,100),JAC(500,500),NEL(500)
Real*8 H0I(500),Y0IVJ(500),Q0IVJ(500),YINIINI(500,1000)
Real*8 FM,AB,LB,CE,HST,FCL,FCG,HSI,Y0R(500),B0R(500)
Real*8 RUG0R(500,500),Y0INI(500),B0INI(500),BMM(1000)

DIMENSION AA(50000)
DIMENSION ICOL(1000,7),BB(5000),XK(5000)
DIMENSION ICAUX(1000,7),R(5000),XI(5000)

```

```

C * -----
C   H(I,J),V(I,J)-ALTURA E VELOCIDADE MEDIA DE ESCOAMENTO NA SECAO
C   'J'
C           NO INSTANTE 'I'.
C   Y(I,J),Q(I,J)-NÍVEL DA ÁGUA E DESCARGA LÍQUIDA NA SECAO 'J'
C   NO
C           INSTANTE 'I'.
C   QOBS(I,J),QROUT(I,J)-DESCARGAS OBSERVADA E CALCULADA NA
FRONTEIRA J
C           NO INSTANTE I.
C   B0(J)   - LARGURA DA BASE DA SECAO DE ORDEM J.
C   BS(J)   - LARGURA SUPERFICIAL DE ARMAZENAMENTO DA SECAO J
CCC  Y0(I)   - COTA DO FUNDO DA SECAO RETANGULAR DE ORDEM I
CCC  YMAX(I) - COTA MAXIMA SEM EXTRAVAZAR DA SECAO DE ORDEM I
C * -----
Inic=2
LEIT=3
Prmt=4
IMPR=5
KGRF=6
PRMTC=7

```

```
IMPR2=8
IMPR3=9
IMPT=10
Prmtt=11
```

```
Open(Inic,
*File='D:\Doutor\Propacv7\Painif20.dat',Status='Old')
```

```
WRITE(*,' (A) ') ' NOME ARQUIVO LEITURA (MAX. 50 COLS.)'
READ(Inic,'(A12)')ARQENT
Write(*,' (3x,A/) ') ArqEnt
OPEN(LEIT,FILE=ARQENT,STATUS='OLD')
```

```
WRITE(*,' (A) ') ' NOME ARQUIVO DE PARAMETROS (MAX. 50 COLS.)'
READ(Inic,'(A12)')ARQPAR
Write(*,' (3x,A/) ') ArqPar
OPEN(Prmt,FILE=ARQPAR,STATUS='Unknown')
```

```
WRITE(*,' (A) ') ' NOME ARQ. SAIDA (MAX. 50 COLS.)'
READ(Inic,'(A12)')ARQSAI
Write(*,' (3x,A//) ') ArqSai
OPEN(IMPR,FILE=ARQSAI,STATUS='UNKNOWN')
```

```
WRITE(*,' (A/) ') ' NOME ARQUIVO GRAFICOS (MAX. 50 COLS.)'
READ(Inic,'(A12)')ARQGRF
Write(*,' (3x,A/) ') ArqGrf
OPEN(KGRF,FILE=ARQGRF,STATUS='UNKNOWN')
```

```
WRITE(*,' (A) ') ' NOME ARQUIVO DE RUG A CALIBRAR (MAX. 50
COLS.)'
READ(Inic,'(A12)')ARQPARC
  Write(*,' (3x,A/) ') ARQPARC
OPEN(PRMT,FILE=ARQPARC,STATUS='UNKNOWN')
```

```
WRITE(*,' (A) ') ' NOME ARQUIVO RESPAC (MAX. 50 COLS.)'
READ(Inic,'(A12)')ARQESP
  Write(*,' (3x,A/) ') Arqesp
OPEN(IMPR2,FILE=ARQESP,STATUS='UNKNOWN')
```

```
WRITE(*,' (A) ') ' NOME ARQUIVO RESTEM (MAX. 50 COLS.)'
READ(Inic,'(A12)')ARQTEM
  Write(*,' (3x,A/) ') Arqtem
OPEN(IMPR3,FILE=ARQTEM,STATUS='UNKNOWN')
```

```
WRITE(*,' (A) ') ' NOME ARQUIVO MATSAI (MAX. 100 COLS.)'
READ(Inic,'(A12)')MATSAI
  Write(*,' (3x,A/) ') MATSAI
OPEN(IMPT,FILE=MATSAI,STATUS='UNKNOWN')
```

```
WRITE(*,' (A) ') ' NOME ARQ PARAMETROS EXTERNOS (MAX. 50 COLS.)'
READ(Inic,'(A12)')ARQPART
Write(*,' (3x,A/) ')ARQPART
OPEN(Prmtt,FILE=ARQPART,STATUS='Unknown')
```

```
Read(*,' (A) ')
```

```
CCC -----
```

```

CCC      VARIÁVEIS PARA CONSISTÊNCIA DE DADOS DE ENTRADA
RUGMX=99.0          !RUG MAX PERMITIDA - > 0 E <= 0.5
IRUG=99            !TIPO DE ARQUIVO DE RUG - 0 OU 1
IPAR=99            !TIPO DE LEITURA NO ARQUIVO DE RUG
CCC      VALOR 99 INDICA AUSÊNCIA DE LEITURA. ENTÃO VALE A OPÇÃO DEFAULT:
CCC                        RUGMX=0.25
CCC                        IRUG=1 (ARQUIVO TRANSFORMADO)
CCC                        IPAR=0 (LÊ O ARQUIVO POR SEÇÃO)

CCC      -----
CCC                        LÊ Nº DA ENCHENTE
CCC      -----

READ(LEIT,*)
READ(LEIT,*) IENCH

CCC      -----
CCC                        LÊ A FASE DO PROGRAMA
CCC                        FASE=0 CALIBRAÇÃO
CCC                        FASE=1 VALIDAÇÃO
CCC                        FASE=2 PREVISÃO COM DADOS DE ETA E P DA
CALIBRAÇÃO
CCC                        FASE=20 PREVISÃO SEM PASSAR PELA CALIBRAÇÃO. ETA
E P
CCC                        INSERIDOS MANUALMENTE

READ(LEIT,*)
READ(LEIT,*) Fase

CCC      -----
CCC                        LÊ TIPO DAS VARIÁVEIS DEPENDENTES A SEREM USADAS NA SIMULAÇÃO
CCC                        IVD=1 ESPECIFICA H e V
CCC                        IVD=2 ESPECIFICA Y e Q

READ(LEIT,*)
READ(LEIT,*) IVD

CCC      -----
CCC                        LÊ INFORMAÇÕES GERAIS DA SIMULAÇÃO
CCC      -----

READ(LEIT,*)
READ(LEIT,*) NS,NTR,NCONF,NFRON,NTGA,NTRU
NSO=NS

C
C      NS - NÚMERO DE SEÇÕES
C      NTR - NÚMERO TOTAL DE TRECHOS
C      NCONF - NÚMERO DE CONFLUÊNCIAS
C      NFRON - NÚMERO DE FRONTEIRAS EXTERNAS
C      NTGA - NÚMERO DE TRECHOS DE GALERIA
C      NTRU - NÚMERO DE TRECHOS DE RUA

CCC      -----
CCC                        LÊ TIPO DAS CONDIÇÕES DE CONTORNO - CCC(I)
CCC      -----

READ(LEIT,*)
READ(LEIT,*) (CCC(I),I=1,NFRON)

CCC      CCC(I)=1 PRESCREVE ALTURA NA FRONTEIRA 'I'
CCC      CCC(I)=2 PRESCREVE VAZÃO NA FRONTEIRA 'I'
CCC      CCC(I)=3 A CONDIÇÃO É UMA CURVA CHAVE NA FRONTEIRA 'I'
CCC      CCC(I)=4 UTILIZA NA FRONTEIRA 'I' O CONCEITO DE DOMÍNIO

```

```

CCC          VIRTUAL ESTENDIDO UTILIZANDO H,Y ou Q
CCC          CCC(I)=5 PRESCREVE NIVEL NA FRONTEIRA 'I'
CCC          -----
CCC          LÊ INFORMAÇÕES DAS FRONTEIRAS EXTERNAS
CCC          -----

          READ(LEIT,*)
          READ(LEIT,*) (NSF(I),I=1,NFRON)      ! IDENTIFICA N° DA SEÇÃO DE
FRONTEIRA

          DO I=1,NFRON
            NSFO(I)=NSF(I)
          END DO

          READ(LEIT,*)
          READ(LEIT,*) (IFMJ(I),I=1,NFRON)

C          IFMJ - IDENTIFICA EXTREMIDADE DA FRONTEIRA.  IFMJ = 1
MONTANTE
C
IFMJ = 2  JUSANTE

          NFM=0                                ! NFM - N° DE FRONTEIRAS
MONTANTE
          NFJ=0                                ! NFJ - N° DE FRONTEIRAS
JUSANTE

          DO J=1,NFRON
            IF(IFMJ(J)==1)THEN
              NFM=NFM+1
            ELSE
              NFJ=NFJ+1
            END IF
          END DO

C * -----
C          LÊ N° DAS SEÇÕES NO TRECHO EM ORDEM CRESCENTE DE TRECHO. LÊ
PRIMEIRO
CC          N° DA SEÇÃO A MONTANTE E DEPOIS N° DA SEÇÃO A JUSANTE.
C * -----
          IF(NCONF==0) THEN                    !CORRIGIDO EM 02/12/2006 ANTES NFRON
            READ(LEIT,*)
            READ(LEIT,*)
            DO I=1,NS-1
              J=1
              NST(I,J)=I
              NST(I,J+1)=I+1
            END DO
          ELSE
            READ(LEIT,*)
            READ(LEIT,*) ((NST(I,J),J=1,2),I=1,NTR)
          END IF

C          NST(I,J) - NÚMERO DA SEÇÃO NO TRECHO, ONDE I IDENTIFICA O
TRECHO
C          E J IDENTIFICA A SEÇÃO. J=1 IDENTIFICA SEÇÃO
MONTANTE
C          DO TRECHO E J=2 IDENTIFICA SEÇÃO JUSANTE DO TRECHO

C          -----
C          LÊ INFORMAÇÕES DAS GALERIAS
C          -----

```

```

        IF(NTGA.GT.0) THEN

C      LÊ N° DOS TRECHOS QUE SAO DE GALERIA EM ORDEM CRESCENTE DE
TRECHOS

                READ(LEIT,*)
                READ(LEIT,*) (NTG(I),I=1,NTGA)

C      LÊ N° DE CONFLUÊNCIAS QUE SAO ENTRE RUA E GALERIA EM ORDEM
CRESCENTE
C      DE CONFLUÊNCIA

                READ(LEIT,*)
                READ(LEIT,*) NCRG

C      LÊ N° DE BUEIROS CONSIDERADOS EM CADA CONFLUÊNCIA EM ORDEM
CRESCENTE
C      DE CONFLUÊNCIA

                READ(LEIT,*)
                READ(LEIT,*) (NBB(I),I=1,NCRG)

C      LÊ VALOR DO COMPRIMENTO DA SOLEIRA DE UM BUEIRO PADRÃO

                READ(LEIT,*)
                READ(LEIT,*) LB

C      LÊ VALOR DA ÁREA DE UM BUEIRO PADRÃO

                READ(LEIT,*)
                READ(LEIT,*) AB

C      LÊ VALOR DA CELERIDADE DA ONDA DO GOLPE DE ARÍETE NAS GALERIAS
SOB PRESSÃO

                READ(LEIT,*)
                READ(LEIT,*) CE

C      LÊ VALOR DA RUGOSIDADE CONSTANTE NOS TRECHOS DE GALERIA

                READ(LEIT,*)
                READ(LEIT,*) RUGGA

ELSE
        DO J=1,14
                READ(LEIT,*)
        END DO
END IF

C      -----
C      LÊ INFORMAÇÕES DOS TRECHOS DE RUA
C      NTRU   - Número de trechos que sao de rua
C      NTU(I) - Número do trecho de rua de ordem I
C      HST    - Altura da seção de transição
C      HSI    - Altura da seção inferior
C      FCL    - Fator de correção aplicado à seção inferior
C      FCG    - Fator de correção aplicado à rug na seção inferior
C      RUGRU  - Rugosidade constante do trecho de rua
C      Y0FF   - Cota do fundo da seção inferior(variável por
seção)
C      Y0FM   - Cota do fundo da seção de transição

```



```

C          BOFF  - Largura da seção inferior
C          RUGFF  - Rugosidade na seção inferior
C
C          Y0FM   = Y0-HST
C          Y0FF   = Y0-HST-HSI
C          BOFF   = B0*FCL
C          RUGFF  = RUG*FCG
C
C -----
C          PROVISORIO
C          NTRUA=0
C          NTRUAA=0
C          IF(NTRU.GT.0.OR.NTRUA.GT.0.OR.NTRUAA.GT.0) THEN
C
C          LÊ N° DOS TRECHOS QUE SAO DE RUA EM ORDEM CRESCENTE DE TRECHOS
C
C          READ(LEIT,*)
C          READ(LEIT,*) (NTU(I),I=1,NTRU+NTRUA)
C
C          A SEÇÃO DE RUA MODELADA TEM AS SEGUINTE CARACTERÍSTICAS :
C
C          largura da base inferior igual a FCL da largura da rua
C          incluindo os passeios
C          Altura da seção inferior igual a HSI
C          Altura de transição entre a seção inferior e a seção de rua
C          igual a HST
C          Rugosidade da seção inferior igual a FCR vezes a Rug da seção
C          da rua
C          Na seção de transição é utilizada uma variação linear da
C          rugosidade
C          Na seção de transição é utilizada uma variação linear da
C          altura de fundo
C          começando com 0,20 na cota Y0-HST e terminando com 0,10 na
C          cota Y0+0,10
C          Na seção de transição é utilizada uma variação linear da
C          largura
C
C          READ(LEIT,*)
C          READ(LEIT,*) HST          !Sugestão = 0.4
C          READ(LEIT,*)
C          READ(LEIT,*) HSI          !Sugestão = 0.9
C          READ(LEIT,*)
C          READ(LEIT,*) FCL          !Sugestão = 0.02
C          READ(LEIT,*)
C          READ(LEIT,*) FCG          !Sugestão = 10
C          READ(LEIT,*)
C          READ(LEIT,*) RUGRU        !DASATIVADO EM 9/02/2007 P OPÇÃO RUA
C          ELSE
C          DO J=1,12
C          READ(LEIT,*)
C          END DO
C          END IF
C
C * -----
C          LÊ INFORMAÇÕES DAS CONFLUÊNCIAS PODENDO SER CONVERGENTE OU
C          DIVERGENTE
C * -----
C          IF(NCONF==0) THEN
C          READ(LEIT,*)
C          READ(LEIT,*)
C          ELSE

```

```

        READ(LEIT,*)
        READ(LEIT,*) ((NSC(I,J),J=1,3),I=1,NCONF)
    END IF
C      NSC - NÚMERO DAS SEÇÕES NAS CONFLUÊNCIAS, ONDE I IDENTICA O
C      NÚMERO DA CONFLUÊNCIA E J O NÚMERO DA SEÇÃO NA
CONFLU-
C      ÊNCIA. NO DESENVOLVIMENTO DO ALGORÍTMO A ASSOCIAÇÃO
ENTRE
C      ENTRE AS VARIÁVEIS DEVE SER RESPEITADA:
C      K1 = NSC(I,1)
C      K2 = NSC(I,2)
C      K3 = IABS(NSC(I,3))
C      NA DENOMINAÇÃO DAS CONFLUÊNCIAS, 1º ESPECIFICAR K3 NO RAMO
PRINCIPAL
C      DEPOIS EM ORDEM CRESCENTE DE NUMERAÇÃO OS RAMOS SECUNDÁRIOS.
K1 COR-
C      RESPONDE À SEÇÃO DE Nº MENOR E K2 À DE Nº MAIOR.
C      SE A CONFLUÊNCIA FOR CONVERGENTE, NSC(I,3) DEVERÁ SER
NEGATIVO.
C      NUMERAR SEMPRE NA ORDEM K1,K2,K3
C
C      -----
C      LÊ TIPO DE CHEIA - IUT (PARÂMETRO QUE INDICA TIPO DE CHEIA)
C      IUT=0 CHEIA NATURAL
C      IUT=1 ONDA DE RUPTURA.NESTE CASO INFORME TAMBÉM EM QUANTAS
FRONTEIRAS
C      DESEJA PROPAGAR RUPTURA E OS NÚMEROS DAS SEÇÕES
NESTAS FRONTEIRAS.
C      -----

    READ(LEIT,*)
    READ(LEIT,*) IUT

    IF(IUT==0) THEN
        DO J=1,NFRON
            IRUT(J)=0
            !IRUT=0
CHEIA NATURAL
        END DO
        READ(LEIT,*)
        READ(LEIT,*)
        READ(LEIT,*)
        READ(LEIT,*)
    ELSE IF(IUT==1) THEN
        READ(LEIT,*)
        READ(LEIT,*) NFCR
        READ(LEIT,*)
        READ(LEIT,*) (NSFCR(JJ),JJ=1,NFCR) !IRUT=1 ONDA DE RUPTURA
        DO JJ=1,NFCR
            IRUT(NSFCR(JJ))=1
        END DO
    END IF

C      -----
C      LÊ STATUS DA LARGURA DE ARMAZENAMENTO (PARA VARIÁVEIS DEP. H e
V; IVD=1)
C      PARA IVD=2 (VARIÁVEIS DEP. Y e Q) KARM SEMPRE = 1
c      KARM=0 NÃO SE FAZ A LEITURA DE LARGURAS DE ARMAZENAGEM
c      KARM=1 AS LARGURAS DE ARMAZENAGEM SÃO LIDAS.USA
ARMAZENAMENTO
C      COM BS NA CONTINUIDADE

    READ(LEIT,*)

```

```

      IF (IVD==1) THEN
          READ (LEIT, *) KARM
      ELSE
          READ (LEIT, *)
          KARM=1
      END IF
C * -----
C   LEITURAS DO ESTADO, PAIS, COORDENADAS GEOGRAFICAS DOS POSTOS.
C * -----

          READ (LEIT, *)
          READ (LEIT, *) (ESTADO(K), K=1, NFRON)

          READ (LEIT, *)
          READ (LEIT, *) (PAIS(K), K=1, NFRON)
!1101  FORMAT (A20, 1X, A20)

          READ (LEIT, *)
          READ (LEIT, *) (LATGR(K), LATMN(K), K=1, NFRON)

          READ (LEIT, *)
          READ (LEIT, *) (LONGR(K), LONMN(K), K=1, NFRON)
!1102  FORMAT (2 (I2, 1X))

          READ (LEIT, *)
          READ (LEIT, *) (ALTIT(K), K=1, NFRON)
!1103  FORMAT (F5.0)

CCC-----
CCC  LEITURA DA FONTE DOS DADOS GEOGRAFICOS E GEODESICOS.
CCC-----

          READ (LEIT, *)
          READ (LEIT, *) (FONTE(K), K=1, NFRON)
!1104  FORMAT (A32)

CCC-----
CCC  LEITURA DA ÁREA DE DRENAGEM, ENTIDADES E CÓDIGO DOS POSTOS.
CCC-----

          READ (LEIT, *)
          READ (LEIT, *) (ARDREN(K), K=1, NFM)
!1105  FORMAT (F8.0)

          READ (LEIT, *)
          READ (LEIT, *) (ENTID(K), K=1, NFRON)

          READ (LEIT, *)
          READ (LEIT, *) (NCODP(K), K=1, NFRON)
!1106  FORMAT (I8)

CCC-----
CCC  LEITURA DO PERIODO DE OPERACAO DOS POSTOS.
CCC-----

          READ (LEIT, *)
          READ (LEIT, *) (ANOI(K), ANOF(K), K=1, NFRON)
!1107  FORMAT (2 (I4, 1X))

```

```

CCC-----
-
CCC  LEITURA DO NOME DO RIO E DO PERIODO DE SIMULACAO
CCC-----
-

          READ(LEIT,*)
          READ(LEIT,*) (RIO(K),K=1,NFRON)
!901          FORMAT(A16)

          READ(LEIT,*)
          READ(LEIT,902) DIAI, DIAF, ANOOI, ANOOF
902          FORMAT(I2,1X,I2,1X,I4,1X,I4)

          READ(LEIT,*)
          READ(LEIT,903) MESI, MESF
903          FORMAT(2(A12))

CCC-----
-
CCC  LEITURA DO NOME DOS POSTOS NAS SECOES DE CONTROLE
CCC-----

          READ(LEIT,*)
          READ(LEIT,*) (POSTO(K),K=1,NFRON)

CCC-----
CCC  LEITURA DAS COTAS DE REFERÊNCIA DAS RÉGUAS      - Só para IVD=1
(H e V)
CCC-----

          READ(LEIT,*)
          IF(IVD==1) THEN
              READ(LEIT,*) (REF(K),K=1,NFRON)
          ELSE
              READ(LEIT,*)
          END IF

CCC
*****
CCC  ROTINA QUE DETERMINA O TRAJETO OU SEQUÊNCIA DE SEÇÕES PARA A
      INTERPOLAÇÃO
CCC  DE VALORES ENTRE AS FRONTEIRAS DE MONTANTE E JUSANTE. VETOR
NNT
CCC  ROTINA ADEQUADA PARA UTILIZAÇÃO COM CONFLUÊNCIAS. SEQUÊNCIA EM
FUNÇÃO DA
CCC  NUMERAÇÃO CRESCENTE DOS TRECHOS.
CCC
*****
CCC  ESQUEMA UTILIZADO SÓ NA FASE DE CALIBRAÇÃO. CONFIRMAR ISTO
!!!!!!!

          IF(NCONF==0) THEN
              DO JJ=2,NS-1
                  NNT(JJ-1)=JJ
              END DO
          ELSE
              KL=NS-NFRON
              NNT(1)=NST(1,2)          !IDENTIFICA 1ª SEÇÃO. EXCETO
FRONTEIRAS
              NNT(KL)=NST(NTR,1)      !IDENTIFICA ÚLTIMA SEÇÃO. EXCETO
FRONTEIRAS

```

```

      K=2
      DO I=2,KL-2
        DO J=1,2
          IFLAG=0
          DO L=2,NFRON-1
            IF(NST(I,J)==NSF(L)) IFLAG=1
          END DO
          IF(IFLAG==1) THEN
            ELSE
              NNT(K)=NST(I,J)
              K=K+1
              IF(NNT(K-1)==NNT(K-2)) K=K-1
            END IF
          END DO
        END DO
      END DO
    END IF

CCC-----
CCC  LEITURA DO INCREMENTO ESPACIAL,DX(METROS),DO INCREMENTO
TEMPORAL,
CCC  DT(MINUTOS),DA DURACAO DA SIMULACAO,IDUR(INTERVALOS DE TEMPO) E
DO
CCC  CÁLCULO DA EXTENSAO DO TRECHO COMP(METROS).

CCC  ILDX,PARÂMETRO QUE DEFINE SE DX=CTE (ILDX=0) OU DX=VARIÁVEL
ILDX=1.
CCC-----

CCC  LÊ DX, CALCULA COMP

      READ(LEIT,*)
      READ(LEIT,*) ILDX
      READ(LEIT,*)

      IF(ILDX.EQ.0) THEN

        READ (LEIT,*) DXC
        READ(LEIT,*)
        READ(LEIT,*)

        DO I=1,NS-1
          DX(I)=DXC
        END DO
      ELSE
        READ(LEIT,*)
        READ(LEIT,*)
        READ (LEIT,*) (DX(I),I=1,NS) !alterado em 01/12/2006 (NS-
1)
      END IF

      IF (NCONF==0) THEN
      ELSE
        DO I=1,NCONF          ! ZERA 'DX' DAS SEÇÕES DOS RAMOS
SECUNDÁRIOS (K1,K2)
          K1=NSC(I,1)          ! DAS CONFLUÊNCIAS      CONVERGENTES E DA
SEÇÃO DO
          K2=NSC(I,2)          ! DO RAMO PRINCIPAL DAS CONFLUÊNCIAS
DIVERGENTES (K3)
          K3=NSC(I,3)
          IF(K3.LT.0) THEN
            DX(K1)=0.

```

```

                DX(K2)=0.
            ELSE
                DX(K3)=0.
            END IF
        END DO
    END IF

    DO I=1,NFRON
        FRONTEIRA JUSANTE
        IF(IFMJ(I).EQ.2) THEN
            DX(NSF(I))=0.
        END IF
    END DO

    DO I=1,NS
        COMP=COMP+DX(I)
    END DO
    COMPO=COMP
    ! 31/08/2006

!CCC-----
!CCC  LÊ DT e IDUR
!CCC-----

    READ(LEIT,*)
    READ(LEIT,*) DT, IDUR

    DTI=DT
    IDURI=IDUR

CCC-----
CCC  CONVERSAO DO INCREMENTO TEMPORAL PARA SEGUNDOS
CCC-----

C      DT=DT*60.0

CCC-----
CCC  IDUR=DURACAO DA CHEIA EM INTERVALOS DE TEMPO.
CCC-----

c *****
c      Na fase de calibração e de validacao pode-se trabalhar com
c      um incremento temporal igual a uma fração de IDUR.
C      Para tanto DT deve ser multiplo de horas
c      IF (Fase.ne.2) Then
c      NÃO É MAIS. UTILIZADO TAMBEM NA PREVISAO
c      ! CALIBRAÇÃO OU VALIDAÇÃO

    horas=0.

    READ(LEIT,*)
    READ(LEIT,*) horas
    !horas em minutos

    IF(horas==0)THEN
        DT=DT*60.
        !DT EM SEGUNDOS
    ELSE
        IDUR=((IDUR-1)*DT/HORAS)+1
        DT=HORAS*60.
        !DT EM SEGUNDOS
    END IF

C      IF(DT==86400) THEN
C      antes=24
C      IF(horas/60.LE.12.AND.horas/60.Gt.0) THEN
C      Dt = horas * 60
C      ! Dt em segundos
C      IDur = (IDur-1) * (24*60)/horas + 1

```

```

C          ELSEIF(horas/60.GT.12) THEN
C              horas=24*60
C          END IF
C      ELSE
C          horas=24*60
C      END IF

DD
CCC-----
CCC  LEITURA DOS DADOS FISICOS DO PROBLEMA
CCC  G          - ACELERACAO DA GRAVIDADE (M/SEG**2)
CCC  BS(J)      - LARGURA SUPERFICIAL DE INUNDACAO (SE KARM=1)
CCC  BS00(J)    - LARGURA INICIAL SUPERFICIAL NA FRONTEIRA J
CCC  B0(J)      - LARGURA DA BASE DA SECAO J.
CCC  B00(J)     - LARGURA INICIAL DA BASE NA FRONTEIRA J
CCC  S0(J)      - DECLIVIDADE MEDIA DA CALHA FLUVIAL (IVD=1)
CCC  ILS0       - PARÂMETRO QUE DEFINE DECLIVIDADE. ILS0=0 CONSTANTE
CCC
ILS0=1 VARIÁVEL
CCC  Y0(J)      - COTA DA BASE DA SECAO DE ORDEM J. (IVD=2)
CCC  Y00(J)     - COTA INICIAL DA BASE DA FRONTEIRA DE ORDEM J
                (IVD=2)
CCC  YMAX(J)    - NÍVEL MAX SEM TRANSBORDAMENTO DA SEÇÃO J (IVD=2)
CCC  YMAX00(J) - NÍVEL INICIAL MAX SEM TRANSBORDAMENTO DA FRONTEIRA J

CCC  ----- LÊ G -----
                READ(LEIT,*)
                READ(LEIT,*) G

CCC  ----- LÊ BS (DEPENDE DE KARM SE IVD=1) ---
                ---

                IF (KARM.EQ.1) THEN
MONTANTE      BSM=0.          !VALOR MÉDIO DE BS NAS FRONTEIRAS
JUSANTE       BSJ=0.          !VALOR MÉDIO DE BS NAS FRONTEIRAS

                READ(LEIT,*)          !ILBS=0 INTERPOLA VALORES
                READ(LEIT,*) ILBS     !ILBS=1 LÊ TABELA
                READ(LEIT,*)

                IF(ILBS==0) THEN

                    READ(LEIT,*) (BS00(I),I=1,NFRON)
                    READ(LEIT,*)
                    READ(LEIT,*)

                    DO K=1,NFRON          !QUANDO NFRN >2, ESTA
INTERPOLAÇÃO É          L=NSF(K)          !UMA APROXIMAÇÃO P/ A
ELABORAÇÃO DA          BS(L)=BS00(K)      !TABELA CONSIDERANDO
A MÉDIA DE BS          IF(IFMJ(K)==1) THEN !MONTANTE E BS
JUSANTE.              BSM=BSM+BS00(K)
                    ELSEIF(IFMJ(K)==2) THEN

```

```

                BSJ=BSJ+BS00(K)
            END IF
        END DO
        BSM=BSM/NFM
        BSJ=BSJ/NFJ
        K=NS-NFRON
        DXCOMP=0.
        DO J=1,K
            DXCOMP=DXCOMP+DX(NNT(J)-1)
            BS(NNT(J))=BSJ+(BSM-BSJ)*(COMP-DXCOMP)/COMP
        END DO

        ELSEIF(ILBS==1) THEN

            READ(LEIT,*)
            READ(LEIT,*)
            READ(LEIT,*) (BS(JB),JB=1,NS)

        END IF

        ELSEIF(KARM.EQ.0) THEN

            READ(LEIT,*)
            READ(LEIT,*)
            READ(LEIT,*)
            READ(LEIT,*)
            READ(LEIT,*)
            READ(LEIT,*)

        END IF

CCC ----- LÊ B0-----

        B0M=0.                ! VALOR MÉDIO DE B0 NAS FRONTEIRAS
MONTANTE
        B0J=0.                ! VALOR MÉDIO DE B0 NAS FRONTEIRAS JUSANTE

        READ(LEIT,*)                !ILB0=0 INTERPOLA VALORES
        READ(LEIT,*) ILB0          !ILB0=1 LÊ TABELA
        READ(LEIT,*)

        IF(ILB0==0) THEN

            READ(LEIT,*) (B00(I),I=1,NFRON)
            READ(LEIT,*)
            READ(LEIT,*)

            DO K=1,NFRON                !QUANDO NFRON >2, ESTA
INTERPOLAÇÃO É                !APENAS UMA APROXIMAÇÃO P/ A
                L=NSF(K)                !ELABORAÇÃO DA TABELA
                B0(L)=B00(K)

        CONSIDERANDO
            IF(IFMJ(K)==1) THEN                !A MÉDIA DE B0 NAS
FRONTEIRAS MONTANTE
                B0M=B0M+B00(K)                !E NAS FRONTEIRAS JUSANTE.
            ELSEIF(IFMJ(K)==2) THEN
                B0J=B0J+B00(K)
            END IF

        END DO
        B0M=B0M/NFM
        B0J=B0J/NFJ

```



```

        K=NS-NFRON
        DXCOMP=0.
        DO J=1,K
            DXCOMP=DXCOMP+DX(NNT(J)-1)
            B0(NNT(J))=B0J+(B0M-B0J)*(COMP-DXCOMP)/COMP
        END DO

ELSEIF(ILB0==1)THEN

        READ(LEIT,*)
        READ(LEIT,*)
        READ(LEIT,*) (B0(JB),JB=1,NS)

END IF

CCC ----- LÊ Y0 (SE IVD=2)-----
IF(IVD==2) THEN

        Y0MSM=0.                ! VALOR MÉDIO DE Y0 NAS
FRONTEIRAS MONTANTE
        Y0JSJ=0.                ! VALOR MÉDIO DE Y0 NAS
FRONTEIRAS JUSANTE

        READ(LEIT,*)           ! ILY0=0 INTERPOLA VALORES
        READ(LEIT,*) ILY0      ! ILY0=1 LÊ TABELA
        READ(LEIT,*)

        IF(ILY0==0) THEN
            READ(LEIT,*) (Y00(I),I=1,NFRON)
            READ(LEIT,*)
            READ(LEIT,*)

            DO K=1,NFRON                !QUANDO NFRON >2, ESTA
INTERPOLAÇÃO É
                L=NSF(K)                !UMA APROXIMAÇÃO P/ A
ELABORAÇÃO DA
                Y0(L)=Y00(K)           !TABELA CONSIDERANDO
A MÉDIA DE
                IF(IFMJ(K)==1) THEN    !MONTANTE E JUSANTE.
                    Y0MSM=Y0MSM+Y00(K)
                ELSEIF(IFMJ(K)==2) THEN
                    Y0JSJ=Y0JSJ+Y00(K)
                END IF
            END DO
            Y0MSM=Y0MSM/NFM
            Y0JSJ=Y0JSJ/NFJ
            K=NS-NFRON
            DXCOMP=0.
            DO J=1,K
                DXCOMP=DXCOMP+DX(NNT(J)-1)
                Y0(NNT(J))=Y0JSJ+(Y0MSM-Y0JSJ)*(COMP-
DXCOMP)/COMP
            END DO
            ELSEIF(ILY0==1)THEN

                READ(LEIT,*)
                READ(LEIT,*)
                READ(LEIT,*) (Y0(JB),JB=1,NS)

            END IF
        END IF
CCC ----- LÊ YMAX (PARA IVD=2)-----

```

```

        YMAXM=0.                ! VALOR MÉDIO DE YMAX NAS
FRONTEIRAS MONTANTE
        YMAXJ=0.                ! VALOR MÉDIO DE YMAX NAS
FRONTEIRAS JUSANTE

        READ(LEIT,*)            ! ILYMAX=0 OU 1
        READ(LEIT,*) ILYMAX     ! ILYMAX=0 INTERPOLA VALORES; =1
LÊ TABELA
        READ(LEIT,*)

        IF( ILYMAX==0) THEN

                READ(LEIT,*) (YMAX00(I), I=1, NFRON)
                READ(LEIT,*)
                READ(LEIT,*)

                DO K=1, NFRON                !QUANDO NFRON >2, ESTA
INTERPOLAÇÃO É
                        L=NSF(K)                !UMA APROXIMAÇÃO P/ A
ELABORAÇÃO DA
                        YMAX(L)=YMAX00(K)     !TABELA CONSIDERANDO A
MÉDIA DE
                                IF( IFMJ(K)==1) THEN                !MONTANTE E JUSANTE.
                                        YMAXM=YMAXM+YMAX00(K)
                                ELSEIF( IFMJ(K)==2) THEN
                                        YMAXJ=YMAXJ+YMAX00(K)
                                END IF
                END DO
                YMAXM=YMAXM/NFM
                YMAXJ=YMAXJ/NFJ
                K=NS-NFRON
                DXCOMP=0.
                DO J=1, K
                        DXCOMP=DXCOMP+DX(NNT(J)-1)
                        YMAX(NNT(J))=YMAXJ+(YMAXM-YMAXJ)*(COMP-
DXCOMP)/COMP
                END DO
        ELSEIF( ILYMAX==1) THEN
                READ(LEIT,*)
                READ(LEIT,*)
                READ(LEIT,*) (YMAX(JB), JB=1, NS)
        END IF

CCC      ----LÊ COEFICIENTE DE PERDA DE CARGA LOCALIZADA (SE IVD=2)-----

        READ(LEIT,*)
        READ(LEIT,*) ILCPC
        READ(LEIT,*)

        IF( ILCPC.EQ.0) THEN

                READ(LEIT,*) CPCC
                READ(LEIT,*)
                READ(LEIT,*)

                DO I=1, NS
                        CPC(I)=CPCC
                END DO
        ELSE IF( ILCPC.EQ.1) THEN
                READ(LEIT,*)

```

```

                READ(LEIT,*)
                READ(LEIT,*) (CPC(I),I=1,NS)
            END IF
ELSEIF(IVD==1) THEN
    DO I=1,18
        READ(LEIT,*)
        !Verificar se nao é 17
    END DO
END IF
CCC -----LÊ DECLIVIDADE DA CALHA S0 (SE IVD=1) -----
IF(IVD==1) THEN
    READ(LEIT,*)
    READ(LEIT,*) ILS0
    READ(LEIT,*)

    IF(ILS0.EQ.0) THEN

        READ(LEIT,*) SOC
        READ(LEIT,*)
        READ(LEIT,*)

        DO I=1,NS-1
            S0(I)=SOC
        END DO
    ELSE IF(ILS0.EQ.1) THEN

        READ(LEIT,*)
        READ(LEIT,*)
        READ(LEIT,*) (S0(I),I=1,NS-1)
    END IF

    IF(NCONF==0) THEN
    ELSE
        DO I=1,NCONF
            ! ZERA 'S0' DAS
            SEÇÕES DOS RAMOS
            K1=NSC(I,1)
            ! SECUNDÁRIOS (K1,K2)
            DAS CONFLUÊNCIAS
            K2=NSC(I,2)
            ! CONVERGENTES E DA
            SEÇÃO DO RAMO
            K3=IABS(NSC(I,3))
            ! PRINCIPAL DAS
            CONFLUÊNCIAS
            IF(NSC(I,3).LT.0) THEN ! DIVERGENTES (K3)
                S0(K1)=0.
                S0(K2)=0.
            ELSE
                S0(K3)=0.
            END IF
        END DO
    END IF

    DO I=1,NFRON
        !ZERA 'S0' DAS SEÇÕES DE
        FRONTEIRA JUSANTE
        IF(IFMJ(I).EQ.2) THEN
            S0(NSF(I))=0.
        END IF
    END DO
ELSE
    READ(LEIT,*)
    READ(LEIT,*)
    READ(LEIT,*)
    READ(LEIT,*)

```

```

                READ(LEIT,*)
                READ(LEIT,*)
        END IF

C
*****
C                               INÍCIO DO PROGRAMA
C
*****
CCC-----
CCC  LEITURA DAS CONDIÇÕES DE CONTORNO
CCC  NS=NUMERO TOTAL DE SECOES NA SIMULACAO.
CCC-----

CCC  CALCULA QUANTAS SÃO AS FRONTEIRAS EXTERNAS DE JUSANTE COM
CCC  CONDIÇÃO
CCC  DE CONTORNO VIRTUAL (ICV) E CURVA CHAVE (ICC).
      IF(FASE==2.OR.FASE==20) THEN
            ICV=0
            ICC=0
            DO I=1,NFRON
                  IF(CCC(I).EQ.4) THEN
                        ICV=ICV+1
                  ELSEIF(CCC(I).EQ.3) THEN
                        ICC=ICC+1
                  END IF
            END DO

CCC -----
CCC  LÊ "VIRTUAL",SE PRESCRITO DOMÍNIO VIRTUAL.(virtual igual a n X
CCC  L real)
CCC  E "IVIRTUAL" TIPO DA VARIÁVEL UTILIZADA NA FRONTEIRA VIRTUAL
C      IVIRTUAL - Identifica o tipo de variavel dependente
especificada na
c      cond. de contorno virtual de jusante.
c      1 - h;  2 - Q;  5 - Y
CCC -----
                IF(ICV.GT.0) THEN                                ! PREVISÃO
                        READ(LEIT,*)
                        READ(LEIT,*) VIRTUAL,IVIRTUAL
                ELSEIF(ICV.EQ.0.AND.ICC.GT.0) THEN
                        READ(LEIT,*)
                        READ(LEIT,*)
                END IF
        ELSE
                READ(LEIT,*)
                READ(LEIT,*)
        END IF

CCC-----
CCC  LÊ E INTERPOLA NO TEMPO AS CONDIÇÕES DE CONTORNO DE ACORDO COM A
CCC  FASE DO PROGRAMA
CCC  ESTA SUB-ROTINA FAZ A LEITURA DAS CONDIÇÕES DE FRONTEIRA DE
CCC  CHEIA
CCC  COM QUALQUER DURACAO (IDUR).
CCC-----
            DO J=1,NFRON
                  SELECT CASE (CCC(J))
                        CASE(1)                                ! PRESCREVE ALTURA
                                IF(FASE==0.OR.FASE==1)THEN    ! Calibracao ou validacao

```

```

        READ(LEIT,*)
        IF(HORAS.GT.0) THEN
            READ(LEIT,*)
(HF(I1,J),I1=1, IDUR,DTI/horas)

        DO I=1,(IDUR-1),(DTI/horas)
            DO I1=1,(DTI/horas-1)

HF(I+I1,J)=HF(I,J)+(HF(I+DTI/horas,J)
*
                    -HF(I,J))*(Float(I1)*horas/DTI)
            END DO
        END DO

        READ(LEIT,*)
        READ(LEIT,*)
(QOBS(I1,J),I1=1, IDUR,DTI/horas)

        DO I=1,(IDUR-1),(DTI/horas)
            DO I1=1,(DTI/horas-1)

QOBS(I+I1,J)=QOBS(I,J)+(QOBS(I+DTI/horas,J)
1
                    -QOBS(I,J))*(Float(I1)*horas/DTI)
            END DO
        END DO
ELSEIF(HORAS==0) THEN
    READ(LEIT,*) (HF(I1,J),I1=1, IDUR)
    READ(LEIT,*)
    READ(LEIT,*) (QOBS(I1,J),I1=1, IDUR)
END IF

ELSE
    ! FASE=2 OU 20 Previsao
    IF(IFMJ(J)==1) THEN
        READ(LEIT,*)
        IF(HORAS.GT.0) THEN
            READ(LEIT,*)
(HF(I1,J),I1=1, IDUR,DTI/horas)

            DO I=1,(IDUR-1),(DTI/horas)
                DO I1=1,(DTI/horas-1)

HF(I+I1,J)=HF(I,J)+(HF(I+DTI/horas,J)
*
                    -HF(I,J))*(Float(I1)*horas/DTI)
            END DO
        END DO

        READ(LEIT,*)
        READ(LEIT,*)
(QOBS(I1,J),I1=1, IDUR,DTI/horas)

            DO I=1,(IDUR-1),(DTI/horas)
                DO I1=1,(DTI/horas-1)

QOBS(I+I1,J)=QOBS(I,J)+(QOBS(I+DTI/horas,J)
1
                    -QOBS(I,J))*(Float(I1)*horas/DTI)
            END DO
        END DO
ELSEIF(HORAS==0) THEN
    READ(LEIT,*) (HF(I1,J),I1=1, IDUR)
    READ(LEIT,*)
    READ(LEIT,*) (QOBS(I1,J),I1=1, IDUR)
END IF
READ(LEIT,*)

```

```

        READ(LEIT,*)
        READ(LEIT,*)
        READ(LEIT,*)
        ELSEIF(IFMJ(J).NE.1) THEN
            WRITE(*,*) 'ESPECIFIQUE C.CHAVE OU H
OU
        *
            Y OU Q VIRTUAL'
            WRITE(IMPR,*) 'PROBLEMA NA LINHA 1032'
            STOP
        END IF
    END IF

    DO IOL=1, IDUR
        HF(IOL,J) = HF(IOL,J) + REF(J)
    END DO

    CASE(2)
        ! PRESCREVE VAZÃO
        (para var. dep. Q e Y)
        IF(FASE==0.OR.FASE==1) THEN
            !
            Calibracao ou validacao
            READ(LEIT,*)
            IF(HORAS.GT.0) THEN
                READ(LEIT,*)
                (YOBS(I1,J), I1=1, IDUR, DTI/horas)

                DO I=1, (IDUR-1), (DTI/horas)
                    DO I1=1, (DTI/horas-1)

                        YOBS(I+I1,J)=YOBS(I,J)+(YOBS(I+DTI/horas,J)
                        *
                            -YOBS(I,J))*(Float(I1)*horas/DTI)
                        END DO
                    END DO

                    READ(LEIT,*)
                    READ(LEIT,*)
                (QF(I1,J), I1=1, IDUR, DTI/horas)

                DO I=1, (IDUR-1), (DTI/horas)
                    DO I1=1, (DTI/horas-1)

                        QF(I+I1,J)=QF(I,J)+(QF(I+DTI/horas,J)
                        *
                            -QF(I,J))*(Float(I1)*horas/DTI)
                        END DO
                    END DO
                ELSEIF(HORAS==0) THEN
                    READ(LEIT,*) (YOBS(I1,J), I1=1, IDUR)

                    READ(LEIT,*)
                    READ(LEIT,*) (QF(I1,J), I1=1, IDUR)
                END IF

                ELSE
                    !FASE=2 OU 20 Previsao
                    IF(IFMJ(J).EQ.1) THEN
                        !FRONTEIRAS MONTANTE
                        READ(LEIT,*)
                        IF(HORAS.GT.0) THEN

                            READ(LEIT,*)
                            (YOBS(I1,J), I1=1, IDUR, DTI/horas)

                            DO I=1, (IDUR-1), (DTI/horas)
                                DO I1=1, (DTI/horas-1)

```

```

YOBS(I+I1,J)=YOBS(I,J)+(YOBS(I+DTI/horas,J)
*
      -YOBS(I,J))*(Float(I1)*horas/DTI)
      END DO
      END DO

      READ(LEIT,*)
      READ(LEIT,*)
(QF(I1,J),I1=1,IDUR,DTI/horas)

      DO I=1,(IDUR-1),(DTI/horas)
      DO I1=1,(DTI/horas-1)

QF(I+I1,J)=QF(I,J)+(QF(I+DTI/horas,J)
*
      -QF(I,J))*(Float(I1)*horas/DTI)
      END DO
      END DO
      ELSEIF(HORAS==0) THEN
      READ(LEIT,*) (YOBS(I1,J),I1=1,IDUR)

      READ(LEIT,*)
      READ(LEIT,*) (QF(I1,J),I1=1,IDUR)

C
C
C
C
      IF(DT/3600.0.LT.1.) THEN
      DO I=1,(IDUR-1)
      DO I1=1,3600/DT-1.
YOBS(I+I1,J)=YOBS(I,J)+(YOBS(I+
C
      *
      3600/DT,J)-
YOBS(I,J))*((DT/3600)*I1)
C
      END DO
C
      END DO
C
      DO I=1,(IDUR-1)
C
      DO I1=1,3600/DT-1.
C
QF(I+I1,J)=QF(I,J)+(QF(I+3600/DT,J)
C
      *
      -QF(I,J))*((DT/3600)*I1)
CC
      END DO
C
      END DO
C
      END IF

      END IF

      READ(LEIT,*)
      READ(LEIT,*)
      READ(LEIT,*)
      READ(LEIT,*)

      ELSE IF(IFMJ(J)==2)THEN          !FRONTEIRAS
JUSANTE
      WRITE(*,*)'ESPECIFIQUE CURVA CHAVE OU H OU Y
OU
      *
      Q VIRTUAL'
      WRITE(IMPR,*) 'PROBLEMA NA LINHA 1098'
      STOP
      END IF
      END IF

CASE(3)          ! CURVA CHAVE; DEVE LER O TIPO
IF(FASE==2.OR.FASE==20)THEN
      IF(IFMJ(J).EQ.2) THEN          ! S6
utilizada na Fase

```

```

                                READ(LEIT,*)
! DE PREVISAO
                                READ(LEIT,*) ITCH
                                READ(LEIT,*)
                                IF(IVD==1) THEN
                                    Read(LEIT,*) aaa(J), bbb(J), hh0(J)
                                ELSE
                                    Read(LEIT,*) aaa(J), bbb(J)
                                END IF
                                ELSE IF(IFMJ(J)==1)THEN
                                    WRITE(*,*)'ESPECIFIQUE CURVA CHAVE OU H OU
Y OU
*
                                    Q VIRTUAL'
                                    WRITE(IMPR,*) 'PROBLEMA NA LINHA 1116'
                                    STOP
                                    END IF
                                    READ(LEIT,*)
                                    READ(LEIT,*)
                                    READ(LEIT,*)
                                    READ(LEIT,*)
                                END IF
                                CASE(4)
                                !
DOMÍNIO VIRTUAL
                                IF(FASE==2.OR.FASE==20)THEN
Fase DE PREVISAO
                                    IF(IFMJ(J).EQ.2) THEN
                                        ! Só utilizada na
                                        READ(LEIT,*)
                                        READ(LEIT,*)
                                        READ(LEIT,*)
                                        READ(LEIT,*)
                                        READ(LEIT,*)
c
                                        Insere h como C.Contorno virtual de jusante
                                        IF(IVIRTUAL==1) THEN
                                            IF(HORAS.GT.0) THEN
                                                READ(LEIT,*)
(HF(I1,J),I1=1,IDUR,DTI/horas)
                                                DO I=1,(IDUR-1),(DTI/horas)
                                                    DO I1=1,(DTI/horas-1)
HF(I+I1,J)=HF(I,J)+(HF(I+DTI/horas,J)
*
                                                    -HF(I,J))*(Float(I1)*horas/DTI)
                                                    END DO
                                                    END DO
                                                    ELSEIF(HORAS==0) THEN
                                                        READ(LEIT,*) (HF(I1,J),I1=1,IDUR)
                                                    END IF
                                                    DO IOL=1,IDUR
                                                        HF(IOL,J) = HF(IOL,J) + REF(J)
                                                    END DO
                                                        READ(LEIT,*)
!29/08/2006
                                                        READ(LEIT,*)
!29/08/2006
c
                                                        Insere Y como C.Contorno virtual de jusante
                                                        ELSEIF(IVIRTUAL==5) THEN
                                                            READ(LEIT,*)
!29/08/2006
                                                            IF(HORAS.GT.0) THEN
                                                                READ(LEIT,*)
(YF(I1,J),I1=1,IDUR,DTI/horas)

```



```

DO I=1, (IDUR-1), (DTI/horas)
DO I1=1, (DTI/horas-1)

YF(I+I1,J)=YF(I,J)+(YF(I+DTI/horas,J)
*
-YF(I,J))*(Float(I1)*horas/DTI)
END DO
END DO
ELSEIF(HORAS==0) THEN
READ(LEIT,*) (YF(I1,J),I1=1,IDUR)
END IF
READ(LEIT,*)

!29/08/2006
c Insere Q como C.Contorno virtual de jusante
ELSEIF(IVIRTUAL==2) THEN
READ(LEIT,*)

!29/08/2006

READ(LEIT,*)

!29/08/2006

IF(HORAS.GT.0) THEN
READ(LEIT,*)

(QF(I1,J),I1=1,IDUR,DTI/horas)
DO I=1, (IDUR-1), (DTI/horas)
DO I1=1, (DTI/horas-1)

QF(I+I1,J)=QF(I,J)+(QF(I+DTI/horas,J)
*
-QF(I,J))*(Float(I1)*horas/DTI)
END DO
END DO
ELSEIF(HORAS==0) THEN
READ(LEIT,*) (QF(I1,J),I1=1,IDUR)
IF(DT/3600.0.LT.1.) THEN
DO I=1, (IDUR-1)
DO I1=1, 3600/DT-1.

C
C
C
C
QF(I+I1,J)=QF(I,J)+(QF(I+3600/DT,J)
*
-QF(I,J))*((DT/3600)*I1)
END DO
END DO
END IF
END IF

END IF
CVI=COMP*(VIRTUAL-1)
ELSE IF(IFMJ(J)==1) THEN
WRITE(*,601)
601 FORMAT('ESPECIFIQUE CURVA CHAVE OU ALTURA
VIRTUAL')

WRITE(IMPR,*) 'PROBLEMA NA LINHA 1186'
STOP

END IF
END IF
CASE(5) !

PRESCREVE NÍVEL
IF(FASE==0.OR.FASE==1) THEN ! Calibracao ou
validacao
READ(LEIT,*)
IF(HORAS.GT.0) THEN
READ(LEIT,*)
(YF(I1,J),I1=1,IDUR,DTI/horas)

DO I=1, (IDUR-1), (DTI/horas)
DO I1=1, (DTI/horas-1)

```

```

YF(I+I1,J)=YF(I,J)+(YF(I+DTI/horas,J)
*
      -YF(I,J))*(Float(I1)*horas/DTI)
      END DO
      END DO

      READ(LEIT,*)
      READ(LEIT,*)
(QOBS(I1,J),I1=1,IDUR,DTI/horas)

      DO I=1,(IDUR-1),(DTI/horas)
      DO I1=1,(DTI/horas-1)

QOBS(I+I1,J)=QOBS(I,J)+(QOBS(I+DTI/horas,J)
1
      -QOBS(I,J))*(Float(I1)*horas/DTI)
      END DO
      END DO
      ELSEIF(HORAS==0) THEN
      READ(LEIT,*) (YF(I1,J),I1=1,IDUR)
      READ(LEIT,*)
      READ(LEIT,*) (QOBS(I1,J),I1=1,IDUR)
      END IF
      ELSE
      ! Previsao (FASE 2 OU
20)
      IF(IFMJ(J)==1) THEN
      READ(LEIT,*)
      IF(HORAS.GT.0) THEN
      READ(LEIT,*)
(QYF(I1,J),I1=1,IDUR,DTI/horas)
      DO I=1,(IDUR-1),(DTI/horas)
      DO I1=1,(DTI/horas-1)

YF(I+I1,J)=YF(I,J)+(YF(I+DTI/horas,J)
*
      -YF(I,J))*(Float(I1)*horas/DTI)
      END DO
      END DO

      READ(LEIT,*)
      READ(LEIT,*)
(QOBS(I1,J),I1=1,IDUR,DTI/horas)

      DO I=1,(IDUR-1),(DTI/horas)
      DO I1=1,(DTI/horas-1)

QOBS(I+I1,J)=QOBS(I,J)+(QOBS(I+DTI/horas,J)
1
      -QOBS(I,J))*(Float(I1)*horas/DTI)
      END DO
      END DO
      ELSEIF(HORAS==0) THEN
      READ(LEIT,*) (YF(I1,J),I1=1,IDUR)
      READ(LEIT,*)
      READ(LEIT,*) (QOBS(I1,J),I1=1,IDUR)
      END IF
      READ(LEIT,*)
      READ(LEIT,*)
      READ(LEIT,*)
      READ(LEIT,*)
      ELSEIF(IFMJ(J).NE.1) THEN
      WRITE(*,*)'ESPECIFIQUE CURVA CHAVE OU H
OU Y OU
*
      Q VIRTUAL'

```

```

                WRITE(IMPR,*) 'PROBLEMA NA LINHA 1244'
                STOP
            END IF
        END IF
    END SELECT
END DO

IF(FASE==0.OR.FASE==1) THEN
    READ(LEIT,*)
    READ(LEIT,*)
    READ(LEIT,*)
    READ(LEIT,*)
    READ(LEIT,*)
    READ(LEIT,*)
    READ(LEIT,*)
    READ(LEIT,*)
    READ(LEIT,*)
    READ(LEIT,*)
    READ(LEIT,*)
    READ(LEIT,*)
    ELSE
    END IF

```

CCC-----

```

--
CCC  ATUALIZA VALORES DE NST(I,J), B0(J), DX(J), NS, NSF(J), S0(J),
BS(J)
CCC  CPC(J),Y0, YMAX E COMP PARA A OPÇÃO DE CONDIÇÃO DE CONTORNO
COMPRIMENTO
CCC  VIRTUAL. CALCULA E INSERE CONDIÇÕES INICIAIS NO TRECHO VIRTUAL
CCC  IDENTIFICA O VALOR DE DX, S0 E CPC E O NÚMERO DO TRECHO QUE
CHEGA NA
CCC  FRONTEIRA COM CONDIÇÃO DE CONTORNO VIRTUAL.
CCC  OS VALORES DE DX, S0 E CPC SERÃO REPETIDOS CONSTANTE NO TRECHO
VIRTUAL

IF(FASE==2.OR.FASE==20) THEN
    DO IJJ=1,NFRON
        IF(CCC(IJJ).EQ.4) THEN

            DO J=1,NTR
                IF(NST(J,2).EQ.NSF(IJJ)) THEN

                    DXVI(IJJ)=DX(NST(J,1))
                    IF(IVD==1) SOVI(IJJ)=S0(NST(J,1))
                    IF(IVD==2) CPCVI(IJJ)=CPC(NST(J,1))
                END IF
            END DO

            CCC  CALCULA NNS - NÚMERO DE DX DO TRECHO VIRTUAL.
                    NNS(IJJ)=NINT(CVI/(DXVI(IJJ)*ICV))

        END IF
    END DO

    CCC  ATUALIZA VALORES DE NST, B0, DX, NS, NSF, S0, Y0, YMAX, BS, CPC
    E NTR
    CCC  NO TRECHO EXTENDIDO DE CADA FRONTEIRA VIRTUAL E NA CONFIGURAÇÃO
    GERAL.

            NST(NTR+1,1)=NSF(IJJ)
            NST(NTR+1,2)=NS+1
            DX(NSF(IJJ))=DXVI(IJJ)
            B0(NS+1)=B0(NSF(IJJ))
            Y0(NS+1)=Y0(NSF(IJJ))
            YMAX(NS+1)=YMAX(NSF(IJJ))

```

```

BS(NS+1)=B0(NS+1)+10.
!BS(NSF(IJJ)) 11/03/2007
IF(IVD==1) S0(NSF(IJJ))=SOVI(IJJ)
IF(IVD==2) CPC(NSF(IJJ))=CPCVI(IJJ)

DO JJ=2,NNS(IJJ)
NST(NTR+JJ,1)=NS+JJ-1
NST(NTR+JJ,2)=NS+JJ
DX(NS+JJ-1)=DXVI(IJJ)
B0(NS+JJ)=B0(NSF(IJJ))
Y0(NS+JJ)=Y0(NSF(IJJ))
YMAX(NS+JJ)=YMAX(NSF(IJJ))
BS(NS+JJ)=B0(NS+JJ)+10.

!BS(NSF(IJJ)) 11/03/2007
IF(IVD==1) S0(NS+JJ-1)=SOVI(IJJ)
IF(IVD==2) CPC(NS+JJ-1)=CPCVI(IJJ)

END DO
NTR=NTR+NNS(IJJ)
NS=NS+NNS(IJJ)
DX(NS)=0
NSFO(IJJ)=NSF(IJJ)
NSF(IJJ)=NS
COMP=COMP+NNS(IJJ)*DXVI(IJJ)
END IF
END DO
END IF

CCC
*****
*****
CCC ATUALIZA VETOR NNT PARA O CASO DE COND. DE CONTORNO DOMÍNIO
VIRTUAL.
CCC
*****
IF(IVD==1) THEN
NSS=NS
ELSE
NSS=NSO
END IF

IF(NCONF==0) THEN
DO JJ=2,NSS-1
NNT(JJ-1)=JJ
END DO
ELSE
KL=NSS-NFRON
FRONTEIRAS NNT(1)=NST(1,2) !IDENTIFICA 1ª SEÇÃO. EXCETO
FRONTEIRAS NNT(KL)=NST(NTR,1) !IDENTIFICA ÚLTIMA SEÇÃO. EXCETO
K=2
DO I=2,KL-2
DO J=1,2
IFLAG=0
DO L=2,NFRON-1
IF(NST(I,J)==NSF(L)) IFLAG=1
END DO
IF(IFLAG==1) THEN
ELSE
NNT(K)=NST(I,J)
K=K+1

```

```

                                IF(NNT(K-1)==NNT(K-2)) K=K-1
                                END IF
                                END DO
                                END DO
                                END IF

CCC
*****
CCC      LEITURA DAS DESCARGAS E NÍVEIS INICIAIS DE FRONTEIRA
CCC
*****

                                READ(LEIT,*)

C          DO K=1,NFRON
C              IF(CCC(K).NE.2) THEN
C                  READ(LEIT,*) Q0I(K)
C              ELSE
C                  READ(LEIT,*)          alterado em 08 de agosto de 2006
C              END IF
C          END DO
C      READ(LEIT,*)
C          DO K=1,NFRON
C              IF(CCC(K)==2) THEN
C                  READ(LEIT,*) Y0I(K)
C              ELSE
C                  READ(LEIT,*)
C              END IF
C          END DO

C          DO K=1,NFRON
C              READ(LEIT,*) Q0I(K)
C          END DO
C
C          READ(LEIT,*)
C
C          IF(IVD==1) THEN
C              DO K=1,NFRON
C                  READ(LEIT,*)
C              END DO
C          ELSE
C              DO K=1,NFRON
C                  READ(LEIT,*) Y0I(K)
C              END DO
C          END IF
C          -----alteração -----04/09/2006

C          DO K=1,NFRON          !Valores iniciais de fronteira real
C              READ(LEIT,*) Q0I(K)
C          END DO

C          READ(LEIT,*)

C          IF(IVD==1) THEN
C              DO K=1,NFRON
C                  READ(LEIT,*)
C              END DO
C          READ(LEIT,*)
C          DO K=1,NFRON
C              READ(LEIT,*) H0I(K)
C          END DO

```

```

        DO K=1,NFRON
            HOI(K)=HOI(K)+REF(K)
        END DO
    ELSE
        DO K=1,NFRON
            READ(LEIT,*) YOI(K)
        END DO

        READ(LEIT,*)

        DO K=1,NFRON
            READ(LEIT,*)
        END DO
    END IF

IFLAG=0
READ(LEIT,*)

IF(FASE==0.OR.FASE==1.OR.ICC.GT.0) THEN
    DO KK=1,(NFJ*2+1) !Valores iniciais de fronteira virtual
        READ(LEIT,*)
    END DO
ELSE
    DO K=1,NFRON
        IF(CCC(K)==4) THEN
            IF(IVIRTUAL==2) THEN
                READ(LEIT,*) YOIVJ(K)
                IFLAG=1
            ELSE
                END IF
        ELSE
            END IF
    END DO

    IF(IFLAG==1) THEN
        READ(LEIT,*)
        DO KK=1,ICV
            READ(LEIT,*)
        END DO
    ELSE
        DO KK=1,ICV
            READ(LEIT,*)
        END DO
        READ(LEIT,*)
        DO K=1,NFRON
            IF(CCC(K)==4) THEN
                IF(IVIRTUAL==5) THEN
                    READ(LEIT,*) QOIVJ(K)
                    IFLAG=0
                ELSE IF(IVIRTUAL==1) THEN
                    DO KK=1,ICV
                        READ(LEIT,*)
                    END DO
                END IF
            END IF
        END DO
    END IF
END IF
END IF

```

```

CCC
*****
CCC   ADEQUAÇÃO DAS CONDIÇÕES INICIAIS AOS VALORES DE FRONTEIRA
CCC
*****
      IPROC=2           ! Define processo de calculo das cond iniciais.

C           CALCULA CONDIÇÕES INICIAIS NAS FRONTEIRAS
      DO K=1,NFRON
        L=NSFO(K)           !ALTERADO EM 05/09/2006 DE
NSF PARA NSF0
        SELECT CASE(CCC(K))
          CASE(1)
            H(1,L)=HF(1,K)
            V(1,L)=Q0I(K)/(B0(L)*H(1,L))
          CASE(2)
            Y(1,L)=Y0I(K)
            Q(1,L)=QF(1,K)
          CASE(3)
            IF(IVD==1) THEN
              IF(ITCH==1) THEN
                H(1,L)=(Q0I(K)/aaa(K))**(1/bbb(K))+hh0(K)
              ELSE
                H(1,L)=(Q0I(K)-bbb(K))/aaa(K)+hh0(K)
              END IF
              V(1,L)=Q0I(K)/(B0(L)*H(1,L))
              ELSEIF(IVD==2) THEN
                IF(ITCH==1) THEN
                  Y(1,L)=(Q0I(K)/aaa(k))**(1/bbb(k))  !
+Y0(L)
                ELSE
                  Y(1,L)=(Q0I(K)-bbb(K))/aaa(K)           ! +Y0(L)
                END IF
                Q(1,L)=Q0I(K)
              END IF
          CASE(4)
            IF(IPROC==1) THEN

              IF(IVIRTUAL==1) THEN
                H(1,L)=HF(1,K)
                V(1,L)=Q0I(K)/(B0(L)*H(1,L))
              ELSEIF(IVIRTUAL==2) THEN
                Y(1,L)=Y0I(K)
                Q(1,L)=QF(1,K)
              ELSEIF(IVIRTUAL==5) THEN
                Y(1,L)=YF(1,K)
                Q(1,L)=Q0I(K)
              END IF
            ELSE
              IF(IVIRTUAL==1) THEN
                H(1,L)=H0I(K)
                V(1,L)=Q0I(K)/(B0(L)*H(1,L))
                H(1,NSF(K))=HF(1,K)
                V(1,NSF(K))=Q0IVJ(K)/(B0(L)*H(1,NSF(K)))
              ELSEIF(IVIRTUAL==2) THEN
                Y(1,L)=Y0I(K)
                Q(1,L)=Q0I(K)
                Y(1,NSF(K))=Y0IVJ(K)
                Q(1,NSF(K))=QF(1,K)
              ELSEIF(IVIRTUAL==5) THEN
                Y(1,L)=Y0I(K)

```

```

                Q(1,L)=Q0I(K)
                Y(1,NSF(K))=YF(1,K)
                Q(1,NSF(K))=Q0IVJ(K)
            END IF
        END IF
        CASE(5)
            Y(1,L)=YF(1,K)
            Q(1,L)=Q0I(K)
        END SELECT
    END DO

H1M=0.
V1M=0.
H1J=0.
V1J=0.
Y1M=0.
Q1M=0.
Y1J=0.
Q1J=0.

READ(LEIT,*)                !ILCI=0 INTERPOLA VALORES
READ(LEIT,*) ILCI          !ILCI=1 LÊ TABELA

IF(IVD==1) THEN
    IF(ILCI==0) THEN                !OBS: QUANDO NFRON >2 OU
        QUANDO NCONF>0
            DO K=1,NFRON
                L=NSFO(K) ! (MUDOU NSF P NSFO) ESTA ROTINA É APENAS
                INTERPOLAÇÃO
                IF(IFMJ(K)==1) THEN ! DE VALORES
                    CONSIDERANDO
                        H1M=H1M+H(1,L) ! A MÉDIA DE
                    MONTANTE E JUSANTE
                        V1M=V1M+V(1,L)
                    ELSEIF(IFMJ(K)==2) THEN
                        H1J=H1J+H(1,L)
                        V1J=V1J+V(1,L)
                    END IF
                END DO
                H1M=H1M/NFM
                V1M=V1M/NFM
                H1J=H1J/NFJ
                V1J=V1J/NFJ
                K=NS-NFRON
                DXCOMP=0.

                DO J=1,K
                    DXCOMP=DXCOMP+DX(NNT(J)-1)
                    H(1,NNT(J))=H1J+(H1M-H1J)*(COMPO-DXCOMP)/COMPO
                    ! 31/08/2006 COMPO
                    V(1,NNT(J))=V1J+(V1M-V1J)*(COMPO-DXCOMP)/COMPO
                END DO

                READ(LEIT,*)
                READ(LEIT,*)
                READ(LEIT,*)
                READ(LEIT,*)
                READ(LEIT,*)
                READ(LEIT,*)
                READ(LEIT,*)
                READ(LEIT,*)

```



```

ELSEIF( ILCI==1 ) THEN
  READ( LEIT, * )
  READ( LEIT, * ) ( H(1, JB) , JB=1 , NS )
  READ( LEIT, * )
  READ( LEIT, * ) ( V(1, JB) , JB=1 , NS )
  READ( LEIT, * )
  READ( LEIT, * )
  READ( LEIT, * )
  READ( LEIT, * )
END IF

ELSEIF( IVD==2 ) THEN
  IF( ILCI==0 ) THEN
    ROTINA É APENAS ! OBS: QUANDO NFRON >2 ESTA
    DO K=1, NFRON ! UMA APROXIMAÇÃO P/ A
    INTERPOLAÇÃO L=NSFO(K) ! DE VALORES CONSIDERANDO A
    MÉDIA DE
      IF( IFMJ(K)==1 ) THEN ! MONTANTE E JUSANTE
        Y1M=Y1M+Y(1, L)
        Q1M=Q1M+Q(1, L)
      ELSEIF( IFMJ(K)==2 ) THEN
        Y1J=Y1J+Y(1, L)
        Q1J=Q1J+Q(1, L)
      END IF
    END DO

    Y1M=Y1M/NFM
    Q1M=Q1M/NFM
    Y1J=Y1J/NFJ
    Q1J=Q1J/NFJ
    K=NSO-NFRON
    DXCOMP=0.
    DO J=1, K
      DXCOMP=DXCOMP+DX( NNT( J ) - 1 )
      Y( 1, NNT( J ) )=Y1J+ ( Y1M-Y1J ) * ( COMPO-DXCOMP ) / COMPO
      Q( 1, NNT( J ) )=Q1J+ ( Q1M-Q1J ) * ( COMPO-DXCOMP ) / COMPO
    END DO
    READ( LEIT, * )
    READ( LEIT, * )
    READ( LEIT, * )
    READ( LEIT, * )
    READ( LEIT, * )
    READ( LEIT, * )
    READ( LEIT, * )
    READ( LEIT, * )
    ELSEIF( ILCI==1 ) THEN
      READ( LEIT, * )
      READ( LEIT, * )
      READ( LEIT, * )
      READ( LEIT, * )
      READ( LEIT, * )
      READ( LEIT, * ) ( Y(1, JB) , JB=1 , NSO )
      READ( LEIT, * )
      READ( LEIT, * ) ( Q(1, JB) , JB=1 , NSO )
    END IF
  END IF

```

CCC SE PRESCRITO DOMÍNIO VIRTUAL, ENTAO ATUALIZA VALORES INICIAIS DE H e V

CCC ou Y e Q NO TRECHO EXTENDIDO DE CADA FRONTEIRA VIRTUAL.

! VALOR DE IPROC DEFINIDO NA LINHA PROXIMA A 1356

CCC PROCESSO 1 - VALORES REPETIDOS IGUAL AO DO ÚLTIMO TRECHO  
ADJACENTE.

CCC

```
IF(IPROC==1) THEN
    NSR=NSO
    DO IJJ=1,NFRON
        IF(CCC(IJJ).EQ.4) THEN
            IF(IVD==1) THEN
                H(1,NSR+1)=H(1,NSFO(IJJ))
                V(1,NSR+1)=Q(1,NSFO(IJJ))/(BO(NSFO(IJJ))*
                1 H(1,NSFO(IJJ)))
                DO JJ=2,NNS(IJJ)
                    H(1,NSR+JJ)=H(1,NSFO(IJJ))
                    V(1,NSR+JJ)=V(1,NSFO(IJJ))
                END DO
            ELSEIF(IVD==2) THEN
                Y(1,NSR+1)=Y(1,NSFO(IJJ))
                Q(1,NSR+1)=Q(1,NSFO(IJJ))
                DO JJ=2,NNS(IJJ)
                    Y(1,NSR+JJ)=Y(1,NSFO(IJJ))
                    Q(1,NSR+JJ)=Q(1,NSFO(IJJ))
                END DO
            END IF
            NSR=NSR+NNS(IJJ)
        END IF
    END DO
END IF
```

CCC ----- FIM PROCESSO 1 -----

CCC PROCESSO 2 - VALORES INTERPOLADOS ENTRE A FRONTEIRA REAL E  
VIRTUAL

```
ELSE
    NSR=NSO
    DO IJJ=1,NFRON
        IF(CCC(IJJ).EQ.4) THEN
            K=NNS(IJJ)-1
            IF(IVIRTUAL==1) THEN
                VVM=Q0I(IJJ)/(BO(NSFO(IJJ))*H0I(IJJ))
                VVJ=Q0IVJ(IJJ)/(BO(NSFO(IJJ))*HF(1,IJJ))
                DO JJ=1,K
                    H(1,NSR+JJ)=HF(1,IJJ)+(H0I(IJJ)-HF(1,IJJ))*(K+1-JJ)
                    1 / (K+1)
                    V(1,NSR+JJ)=VVJ+(VVM-VVJ)*(K+1-JJ)/(K+1)
                END DO
            ELSE IF(IVIRTUAL==2) THEN
                DO JJ=1,K
```

```

                                Q(1,NSR+JJ)=QF(1,IJJ)+(Q0I(IJJ)-
QF(1,IJJ))*(K+1-JJ)
                                / (K+1)
                                Y(1,NSR+JJ)=Y0IVJ(IJJ)+(Y0I(IJJ)-Y0IVJ(IJJ))*(K+1-
JJ)
                                / (K+1)
                                END DO
                                ELSE IF(IVIRTUAL==5) THEN
                                DO JJ=1,K
                                Y(1,NSR+JJ)=YF(1,IJJ)+(Y0I(IJJ)-YF(1,IJJ))*(K+1-JJ)
                                / (K+1)
                                Q(1,NSR+JJ)=Q0IVJ(IJJ)+(Q0I(IJJ)-Q0IVJ(IJJ))*(K+1-
JJ)
                                / (K+1)
                                END DO
                                END IF
                                END IF
                                END DO
CCCC ----- FIM PROCESSO 2 -----
                                END IF

                                Do I=1, IDur                                ! Armazenamento dos
                                Do J=1, NS                                ! valores iniciais
                                IF(IVD==1) THEN
                                    HIni(I,J) = H(I,J)
                                    VIni(I,J) = V(I,J)
                                ELSE
                                    YIni(I,J) = Y(I,J)
                                    QIni(I,J) = Q(I,J)
                                END IF
                                End Do
                                End Do

                                CCC-----
                                CCC ESTAO DISPONIVEIS EM DISCO H(1,J) E V(1,J),OU Y(1,J) E Q(1,J)
                                J=1,...,NS
                                CCC-----
                                CCC LEITURA DOS PARAMETROS DO MODELO MATEMATICO
                                CCC P - EXPOENTE DO RAI0 HIDRAULICO DA FORMULA DE MANNING
                                CCC TETA - COEFICIENTE DE PESO DAS DISCRETIZACOES DE
                                PREISSMANN
                                CCC QLAT - CONTRIBUICAO LATERAL DE DESCARGA
                                CCC -----
                                CCC IFLAGC - PARÂMETRO QUE IDENTIFICA TIPO DE DADOS
                                (RUGOSIDADES
                                CCC CALIBRADAS) GRAVADO NO ARQUIVO (Prmt)
                                CCC-----

                                READ(LEIT,*)

                                If (FASE==0.OR.FASE==20) Then ! Fase de Calibração OU PREVISAO2

                                READ(LEIT,*) P

                                P0=P
                                ELSEIF(FASE==1.OR.FASE==2) THEN ! Fase de Validação ou
                                Previsão1

                                Read(Prmt,*) P
                                READ(LEIT,*)

```

```

End If

READ(LEIT,*)
READ(Leit,*) Teta

CCC-----
CCC  LEITURA DE TOLERANCIAS E DADOS DO SISTEMA LINEAR DE ITERACAO :
CCC  TOLH,TOLV-TOLERANCIA ENTRE DUAS APROXIMACOES SUCESSIVAS PARA AS
CCC  INCOGNITAS H E V EM UM DETERMINADO INSTANTE 'I'
CCC-----

      TolH = 00.10

      TolV = 00.05          !ANTIGO 00.15          VOLTAR PARA 00.05

      TOLY = 1.0           !ANTIGO 0.50           !RETORNAR VALORES
17/08/2006

      TOLQ = 7.0           !ANTIGO 10.0

CCC-----
CCC  REGISTRO DE TITULOS,SUB-TITULOS E VALORES LIDOS
CCC-----

      WRITE(IMPR,1109)
1109 FORMAT(19X,'F L O O D   R O U T I N G   -   E S Q U E M A   D E
      1 D I F E R E N C A S   F I N I T A S',/,18X,91('-'),/)

      WRITE(IMPR,1110)
1110 FORMAT(45X,'- M E T O D O   I M P L I C I T O -',/)

      WRITE(IMPR,1111)
1111 FORMAT(38X,'A N T O N I O   C A R L O S   B A R R E T O   P I N T
O'
      1 ,///)

      WRITE(IMPR,1112)
1112 FORMAT(22X,'C A L C U L O   D E   P R O P A G A C A O   D E   O
N
      1           D A   D E   E N C H E N T E',/)

      DO IM=1,NFRON
      WRITE(IMPR,1113) RIO(IM)
1113      FORMAT(34X,'LOCALIDADE : RIO(IM) ',A16,/)

      WRITE(IMPR,1117) DIAI,MESI,ANOI(IM),DIAF,MESF
      1           ,ANOF(IM)
1117      FORMAT(37X,'PERIODO : ',I2,' DE ',A12,' DE ',I4,' A ',I2,
      1           ' DE ',A12,' DE ',I4,/)

      WRITE(IMPR,1281) ARDREN(IM)
1281      FORMAT(28X,'AREA DE DRENAGEM : ',F8.0,1X,'KM 2',////)

      WRITE(IMPR,1118)
1118      FORMAT(33X,'POSTOS FLUVIOMETRICOS DO TRECHO',/,32X,33('-
'),/)

      WRITE(IMPR,1119) POSTO(IM)
1119      FORMAT(19X,'**** POSTO - ',A16,/)

```

```

1114      WRITE(IMPR,1114) ESTADO(IM)
        FORMAT(38X,'ESTADO : ',A20,/)

1115      WRITE(IMPR,1115) PAIS(IM)
        FORMAT(40X,'PAIS : ',A20,/)

1120      WRITE(IMPR,1120) LATGR(IM),LATMN(IM)
        FORMAT(42X,'LATITUDE -
',I2,1X,'GRAUS',1X,I2,1X,'MINUTOS',/)

1121      WRITE(IMPR,1121) LONGR(IM),LONMN(IM)
        FORMAT(41X,'LONGITUDE -
',I2,1X,'GRAUS',1X,I2,1X,'MINUTOS',/)

1122      WRITE(IMPR,1122) B0(IM)
        FORMAT(34X,'LARGURA DA SECAO - ',F6.2,1X,'METROS',/)

1123      WRITE(IMPR,1123) ALTIT(IM)
        FORMAT(42X,'ALTITUDE - ',F5.0,1X,'METROS SOBRE O MAR',/)

1125      WRITE(IMPR,1125) NCDP(IM)
        FORMAT(18X,'CODIGO DE IDENTIFICACAO DO POSTO - ',I8,/)

1126      WRITE(IMPR,1126) ENTID(IM)
        FORMAT(30X,'ENTIDADE RESPONSAVEL - ',A32,/)

1127      WRITE(IMPR,1127) ANOI(IM)
        FORMAT(25X,'ANO INICIAL DE OBSERVACAO - ',I4,/)

1128      WRITE(IMPR,1128) ANOF(IM)
        FORMAT(25X,'ANO FINAL DE OBSERVACAO - ',I4,/)

1130      WRITE(IMPR,1130) FONTE(IM)
        FORMAT(34X,'FONTE : ',A32,////)

1129      WRITE(IMPR,1129) POSTO(IM)
        FORMAT(19X,'**** POSTO NUMERO 2 - ',A16,/)

      END DO
CCC-----
CCC  IMPRESSAO DOS DADOS COMPLEMENTARES DO TRECHO.
CCC-----

1131      WRITE(IMPR,1131)
        FORMAT(34X,'DADOS COMPLEMENTARES DO TRECHO',/,33X,32('-'),/)

1132      WRITE(IMPR,1132) COMP
        FORMAT(24X,'COMPRIMENTO SOBRE O EIXO DA CALHA = ',F9.2,' M',/)

      IF(ILS0.EQ.0) THEN

        WRITE(IMPR,1133) SOC

1133      FORMAT(24X,'DECLIVIDADE MEDIA DA CALHA = ',F9.6,' M/M',/)
      END IF

1135      WRITE(IMPR,1135)
        FORMAT(34X,'DADOS DA MALHA DE DISCRETIZACAO',/,33X,37('-'),/)

      IF(ILD0.EQ.0) THEN
        WRITE(IMPR,1136) DXC

```

```

1136     FORMAT(34X,' DELTAX= ',F6.0,' METROS',/)
      END IF

      IF(ILLDX.NE.0.AND.ILS0.NE.0) THEN
        WRITE(IMPR,1134)
1134     FORMAT(33X,'SEÇÃO',10X,'DELTAX',10X,'S0',/)
        DO I=1,NS
          WRITE(IMPR,1191) I,DX(I),S0(I)
1191     FORMAT(34X,I3,4X,'!',4X,F9.2,4X,'!',4X,F9.2,/)
        END DO
      END IF

      WRITE(IMPR,1137) DT
1137     FORMAT(34X,'DELTAT = ',F6.0,' SEGUNDOS',////)

      WRITE(IMPR,1138)
1138     FORMAT(34X,'EFEITO GRAVITACIONAL E OUTROS',/,33X,31('-'),/)

      WRITE(IMPR,1139)
1139     FORMAT(35X,'**** CORIOLIS - NAO COMPUTADO')

      WRITE(IMPR,1907)
1907     FORMAT(35X,'**** VENTO      - NAO COMPUTADO')

      WRITE(IMPR,1140) G
1140     FORMAT(35X,'**** GRAVIDADE - ',F5.2,' M/SEG2',////)

CCC-----
CCC  IMPRESSAO DAS LARGURAS NAS SECOES INTERMEDIARIAS.
CCC-----

      WRITE(IMPR,1161)
1161     FORMAT(36X,'LARGURAS DAS SECOES INTERMEDIARIAS ',/,35X,60('-
'),/)

      WRITE(IMPR,1162)
1162     FORMAT(47X,'SECAO',5X,'!',3X,'LARGURA EM METROS',/,46X,
1      22('-'),'!',22('-'))

      DO 1163 J=1,NS
        WRITE(IMPR,1164) J,B0(J)
1164     FORMAT(49X,I3,1X,5X,'!',8X,'B0 = ',F6.2,/,68X,'!')
1163     CONTINUE

CCC-----
CCC  IMPRESSAO DAS CONDIÇÕES DE FRONTEIRA E INICIAIS.
CCC-----

      WRITE(IMPR,1148)
1148     FORMAT(35X,
1      'INFORMAÇÕES DOS POSTOS FLUVIOMETRICOS (CONDICOES DE FRONTEIRA,
2      EM METROS)',/,34X,70('-'),/)

      DO J=1,NFRON
        WRITE(IMPR,1149)

          IF(CCC(J).EQ.1) THEN
            DO I=1,IDUR
              WRITE(IMPR,1151) I,HF(I,J)
            END DO
          END IF
      END DO

```

```

ELSE IF(CCC(J).EQ.2) THEN
  DO I=1, IDUR
    WRITE(IMPR,1150) I,QF(I,J)
  END DO
ELSE IF(CCC(J)==4) THEN
  DO I=1, IDUR
    IF(IVIRTUAL==1) THEN
      WRITE(IMPR,1151) I,HF(I,J)
    ELSEIF(IVIRTUAL==5) THEN
      WRITE(IMPR,11501) I,YF(I,J)
    ELSEIF(IVIRTUAL==2) THEN
      WRITE(IMPR,1150) I,QF(I,J)
    END IF
  END DO
ELSE IF(CCC(J)==5) THEN
  DO I=1, IDUR
    WRITE(IMPR,11501) I,YF(I,J)
  END DO
ELSE IF(CCC(J)==3) THEN
  WRITE(IMPR,11502) aaa(J), bbb(J), hh0(J)
END IF
END DO
1149  FORMAT(43X,'POSTO')
1151  FORMAT(41X,'HF(',I3,') = ', F8.2)
1150  FORMAT(41X,'QF(',I3,') = ', F8.2)
11501  FORMAT(41X,'YF(',I3,') = ', F8.2)
11502  FORMAT(31X,'AAA = ',F8.2,2X,'BBB = ',F8.2,2X,'hh0 = ',F8.2)
WRITE(IMPR,1152)
1152  FORMAT(1X,/,35X,
1  'CONDICOES INICIAIS AO LONGO DO TRECHO ',/,34X,64('-'),/)

IF(IVD==1) THEN
  WRITE(IMPR,1153)
ELSE
  WRITE(IMPR,11531)
END IF
1153  FORMAT(37X,'ORDEM DA SECAO !',2X,'ALTURA (M) !VELOCIDADE
(M/SEG)')
1  ,/,36X,16('-'),'!',14('-'),'!',20('-'),/,52X,'!',14X,'!'
11531  FORMAT(37X,'ORDEM DA SECAO !',2X,'NÍVEL (M) !VAZÃO (M3/SEG)')
1  ,/,36X,16('-'),'!',14('-'),'!',20('-'),/,52X,'!',14X,'!'

DO J=1,NS
  IF(IVD==1) THEN
    WRITE(IMPR,1154) J,H(1,J),V(1,J)
  ELSE
    WRITE(IMPR,1155) J,Y(1,J),Q(1,J)
  END IF
END DO

1154  FORMAT(41X,I3,8X,'!',3X,F6.2,5X,'!',3X,F5.2,/,52X,'!',14X,'!')
1155  FORMAT(41X,I3,8X,'!',3X,F6.2,5X,'!',3X,F8.2,/,52X,'!',14X,'!')

CCC-----
--
CCC  INTER - VARIÁVEL DE CONTROLE DE IMPRESSÃO:
CCC  INTER=1: SOLUÇÕES NAS SEÇÕES INTERMEDIÁRIAS SERÃO TAMBÉM
IMPRESSAS
CCC  INTER=0: HIDROGRAMAS CALCULADO E OBSERVADO PLOTADOS APENAS PARA
AS
CCC  SEÇÕES DE FRONTEIRA DE JUSANTE.

```

```

CCC   IMPRUG - CONTROLE DA IMPRESSAO DOS COEF. DE RUGOSIDADE
CCC   IMPRUG=0: A MATRIZ DOS COEF. DE RUGOSIDADE NAO E' IMPRESSA
CCC   IMPRUG=1: A MATRIZ MENCIONADA E' IMPRESSA.
CCC-----
--
DD
DD
DD
      READ(LEIT,*)
      READ(LEIT,910) INTER,IMPRUG

      910 FORMAT(I2,1X,I2)

CCC-----
-
CCC   LEITURA DO PARAMETRO QUE DEFINE COMO SERA PROCESSADA A
CALIBRACAO
CCC
CCC       CCAL=0 CALIBRACAO MANUAL
CCC
CCC       CCAL=1 CALIBRACAO AUTOMÁTICA - (REQ)
CCC               No resultado altera configuração de rugosidade
lida
CCC
CCC       CCAL=2 CALIBRACAO AUTOMÁTICA - (BAR) utiliza Rug médias de
mont e jus
CCC               No resultado nao altera configuração de
rugosidade lida
CCC-----
-----
CCC   LEITURA DO PARAMETRO QUE DEFINE COMO SERA LIDA A RUGOSIDADE NA
FASE CALIB.
CCC   E OU NA FASE 20 (PREVISAO SEM CALIBRÇAO)
CCC   IETHE=0:ETA SERA CONSTANTE E SERA LIDO NORMALMENTE. (CTE NO
TEMPO E ESPAÇO)
CCC   IETHE=1 ETA SERA VARIAVEL NO TEMPO E SERA LIDO COMO VETOR.(CTE
NO ESPAÇO)
CCC   IETHE=2:ETA SERA VARIAVEL NO ESPAÇO E SERA LIDO COMO VETOR.(CTE
NO TEMPO)
CCC   IETHE=3 ETA SERÁ LIDO DE ARQUIVO DE RUGOSIDADES (Configuração
livre)
CCC   IETHE=4 ETA SERÁ LIDO DE ARQUIVO DE PARAMETROS (P/ FASE20)
CCC   IETHE=5 ETA SERÁ LIDO DE ARQUIVO DE PARAMETROS SEM VARIAÇÃO ESP.
(FASE20)
CCC-----
-----
CCC   LEITURA DE PARÂMETROS QUE DEFINEM O TIPO DE PROCESSAMENTO DA
RUGOSIDADE
CCC   A SER USADA NA PREV.ORIUNDOS DO ARQUIVO PARM CONTENDO ETA x H
CCC
CCC   ITTI - PARÂMETRO QUE DEFINE SE RUGOSIDADE SERÁ ALTERADA NO
PROCESSO DE
CCC           NEWTON RAPSHON EM CADA ITERAÇÃO E TEMPO OU SÓ NO
INTERVALO (DT) DO
CCC           TEMPO. ITTI=0 ALTERA SÓ NO INCREMENTO DO TEMPO
CCC           ITTI=1 ALTERA EM CADA ITERAÇÃO E NO INTERVALO
DO TEMPO
CCC
CCC   IRUG DEFINE O TIPO DE ARQUIVO DE RUG A SER           LIDO NA FASE DE
VALIDAÇÃO E
CCC           PREVISÃO 1:

```



```

CCC          IRUG = 0 RUG SEM TRANSFORMAÇÕES (LÊ DO ARQ. DE
RUGOSIDADES)
CCC          IRUG = 1 RUG COM TRANSFORMAÇÕES (LÊ DO ARQ. DE
PARÂMETROS)
CCC
CCC  IPAR DEFINE SE A LEITURA NO ARQUIVO DE RUG.TRANSFORMADAS SERÁ
LIDA
CCC          POR SEÇÃO OU GLOBALMENTE COMO TRECHO ÚNICO, OU SE SERÁ LIDO
DE
CCC          ARQUIVO EXTERNO
C
CCC  IPAR=0 LÊ PAR DE VALORES RUG E H DO ARQUIVO DE PARÂMETROS POR
SEÇÃO
CCC  IPAR=1 TRANSFORMA O ARQUIVO DE PARÂMETROS COMO TRECHO ÚNICO
ENGLIBANDO
CCC          E CLASSIFICANDO H(EM ORDEM CRESCENTE)COM AS RUG.
CORRESPONDENTES
CCC  IPAR=2 LÊ PAR DE VALORES RUG E H DE ARQUIVO EXTERNO SEM VARIAÇÃO
ESPACIAL

```

```

IF(FASE.NE.0) THEN
    READ(LEIT,*)
    READ(LEIT,*) ITTI
ELSE
    READ(LEIT,*)
    READ(LEIT,*)
END IF

```

```

IF(FASE==1.OR.FASE==2) THEN                                !06/09/2006
    READ(LEIT,*)
    READ(LEIT,*) IRUG
    READ(LEIT,*)
    READ(LEIT,*) IPAR
ELSEIF(FASE==0) THEN
    READ(LEIT,*)
    READ(LEIT,*)
    READ(LEIT,*)
    READ(LEIT,*)
ELSEIF(FASE==20) THEN
    READ(LEIT,*)
    READ(LEIT,*)
    READ(LEIT,*)
    READ(LEIT,*) IPAR
END IF

```

```

IF(IRUG.GT.1) IRUG=1
IF(FASE==20) IRUG=2
IF(IPAR.GT.1) IPAR=0
IF(ITTI.GT.1) ITTI=1

```

```

CCC  LÊ VALOR DA RUGOSIDA MÁXIMA PERMITIDA
    READ(LEIT,*)
    READ(LEIT,*) RUGMX

```

```

IF(RUGMX.LE.0.002.AND.RUGMX.GE.0.5) RUGMX=0.25

```

```

IF(FASE.EQ.0.OR.FASE.EQ.20) Then                        !Fase de CALIBRAÇÃO E
PREVISAO2

```

```

    READ(LEIT,*)                                          !06/09/2006

```

```

IF(FASE==0) THEN
    READ(LEIT,850) CCAL
ELSE IF (FASE==20) THEN
    CCAL=0
    READ(LEIT,*)
END IF

    Read(LEIT,*)
    Read(LEIT,850) IETHE

850    Format(I1)

CCC-----
CCC    LEITURA E IMPRESSAO DO COEF. DE RUGOSIDADE CONSTANTE.
CCC-----
    IF (IETHE.EQ.0) THEN !Rugosidade Constante
        READ(LEIT,*)
        READ(LEIT,*) ETA1
        READ(LEIT,*)
        READ(LEIT,*)
        READ(LEIT,*)
        READ(LEIT,*)

        ETA10=ETA1
        WRITE(IMPR,857) ETA1
857    FORMAT(32X,'****COEFICIENTE
1        DE RUGOSIDADE CONSTANTE - N = ',F6.3,/)
        DO I=1,IDUR
            Do J=1,NS
                RUG(I,J)= ETA1
            End Do
        End Do

CCC-----
CCC    LEITURA E IMPRESSAO DO COEF. DE RUGOSIDADE VARIÁVEL NO TEMPO.
CCC-----
    ELSEIF(IETHE==1) THEN !RUGOSIDADE VARIÁVEL NO TEMPO (CTE NO
    ESPAÇO)

        READ(LEIT,*)
        READ(LEIT,*)
        READ(LEIT,*)
    IF(HORAS.GT.0) THEN
        READ(LEIT,*) (TRUG(I1),I1=1,IDUR,DTI/horas)
    ELSEIF(HORAS==0) THEN
        READ(LEIT,*) (TRUG(I1),I1=1,IDUR)
    END IF
        READ(LEIT,*)
        READ(LEIT,*)
    IF(HORAS.GT.0) THEN

        DO I=1,(IDUR-1),(DTI/horas)
            DO I1=1,(DTI/horas-1)
                TRUG(I+I1)=TRUG(I)+(TRUG(I+DTI/horas)
*                -TRUG(I))*(Float(I1)*horas/DTI)
            END DO
        END DO
    END IF

        WRITE(IMPR,854)
854    FORMAT(32X,'**** COEFICIENTE DE RUGOSIDADE : VARIÁVEL
1        NO TEMPO',/)

```

```

      WRITE(IMPR,856)
      FORMAT(49X,'!',22('-'),'!',/,49X,'!COEFICIENTES
856 N(TEMPO) !'
      1 ,/,49X,'!',22('-
'),',',/,58X,'!')
      DO I=1, IDUR
        WRITE(IMPR,1160) I,TRUG(I)
      END DO

      DO J=1, NS
        Do I=1, IDUR
          RUG(I,J)= TRUG(I)
        End Do
      End Do

CCC-----
CCC  LEITURA E IMPRESSAO DO COEF. DE RUGOSIDADE VARIAVEL NO ESPAÇO
CTE NO TEMPO
CCC-----
      ELSEIF(IETHE==2) THEN
        READ(LEIT,*)
        READ(LEIT,*)
        READ(LEIT,*)
        READ(LEIT,*)
        READ(LEIT,*)
        READ(LEIT,*) (XRUG(KG), KG=1, NSO)

      WRITE(IMPR,1854)
1854 FORMAT(32X,'**** COEFICIENTE DE RUGOSIDADE : VARIAVEL
      1 NO ESPAÇO',/)

      WRITE(IMPR,1856)
1856 FORMAT(49X,'!',22('-'),'!',/,49X,'!COEFICIENTES N(SEÇÃO)
!'
      1 ,/,49X,'!',22('-
'),',',/,58X,'!')

      DO J=1, NSO
        WRITE(IMPR,1160) J, XRUG(J)
      END DO

1160 FORMAT(50X,'I= ',I3,3X,'!',2X,'N= ',F8.5,/,58X,'!')

      DO I=1, IDUR
        Do J=1, NSO
          RUG(I,J)=XRUG(J)
        End Do
      End Do

CCC SE PRESCRITO DOMÍNIO VIRTUAL, ENTAO ATUALIZA RUG NO TRECHO
EXTENDIDO
CCC DE CADA FRONTEIRA VIRTUAL.VALOR DA RUG REPETIDO IGUAL AO DO
ÚLTIMO
CCC TRECHO ADJACENTE.

      IF(FASE==2.OR.FASE==20) THEN
        NSR=NSO !ATUALIZA RUG NOS
TRECHOS VIRTUAIS

```

```

DO IJJ=1,NFRON
    IF(CCC(IJJ).EQ.4) THEN !Corrigido em
9/12/2006
        DO I=1,IDUR
            RUG(I,NSR+1)=XRUG(NSFO(IJJ))
        DO JJ=2,NNS(IJJ)
            RUG(I,NSR+JJ)=XRUG(NSFO(IJJ))
        END DO
        END DO
        NSR=NSR+NNS(IJJ)
    END IF
    END DO
    Do J=1,NS
        Write (Kgrf, '(I2,2X,500(2x,F9.6))')
J,XRUG(J)
    End Do
    END IF
CCC-----
CCC  LEITURA E IMPRESSAO DO COEF. DE RUGOSIDADE VINDO DE ARQUIVO
    EXTERNO (CONF LIVRE)
CCC-----
22/09/2005    ELSEIF(IETHE==3) THEN !LÊ VALORES DO ARQUIVO PRMTC
        READ(LEIT,*)
        READ(LEIT,*)
        READ(LEIT,*)
        READ(LEIT,*)
        READ(LEIT,*)
        READ(LEIT,*)
        READ(LEIT,*)
        READ(PRMTC,*) P
    IF(P==0) THEN
        PRINT 'ESPECIFICAÇÃO INCOMPLETA'
        WRITE(IMPR,*) 'PROBLEMA NA LINHA 2194'
        STOP
    END IF
    IF(FASE==0) THEN
        DO I=1,IDUR
            READ(PRMTC,*) (RUG(I,J),J=1,NS)
        END DO
    ELSE IF (FASE==20) THEN
        DO I=1,IDUR
            READ(PRMTC,*) (RUG(I,J),J=1,NSO)
        END DO
CCC  SE PRESCRITO DOMÍNIO VIRTUAL, ENTAO ATUALIZA RUG NO TRECHO
    EXTENDIDO
CCC  DE CADA FRONTEIRA VIRTUAL.VALOR DA RUG REPETIDO IGUAL AO DO
    ÚLTIMO
CCC  TRECHO ADJACENTE
        NSR=NSO
        DO IJJ=1,NFRON
            IF(CCC(IJJ)==4)THEN !INSERE RUG NO
TRECHO VIRTUAL

```

```

DO I=1, IDUR
DO JJ=1, NNS(IJJ)

RUG(I, NSR+JJ)=RUG(I, NSFO(IJJ))

END DO
END DO
NSR=NSR+NNS(IJJ)
END IF

END DO
END IF
END IF
ELSE
END IF
CCC -----
CCC LEITURA E IMPRESSÃO DAS RUGOSIDADES DETERMINADAS NA FASE DE
CALIBRAÇÃO
CCC A SEREM UTILIZADAS NAS FASES DE VALIDAÇÃO E PREVISÃO. LEITURA
A
CCC PARTIR DE ARQUIVO GRAVADO (Prmt)
CCC -----

IF(FASE.NE.0) THEN !VALIDAÇÃO OU PREVISAO1 ou 2
06/09/2006
IF(IRUG==1.OR.IETHE==4) THEN
IF(IETHE==4) READ(Prmt,*) P
READ(Prmt,*) ICAL !SÓZIA DE IFLAGC
SELECT CASE (ICAL)
CASE(1)
READ(Prmt,*)
READ(Prmt,*)
READ(Prmt,*) CALETA

Write(KGRF, '(2X,F9.6)') CALETA

CASE(3)
Read (Prmt,*)
Read (Prmt,*)

DO J=1, NS
CALRUGX(J)=0.
END DO

Do J=1, NSO
Read (Prmt,*) CALRUGX(J)
End Do

CCC SE PRESCRITO DOMÍNIO VIRTUAL, ENTAO ATUALIZA RUG NO TRECHO
EXTENDIDO
CCC DE CADA FRONTEIRA VIRTUAL.VALOR DA RUG REPETIDO IGUAL AO DO
ÚLTIMO
CCC TRECHO ADJACENTE.

NSR=NSO !ATUALIZA RUG NOS
TRECHOS VIRTUAIS
DO IJJ=1, NFRON

IF(CCC(IJJ).EQ.4) THEN
CALRUGX(NSR+1)=CALRUGX(NSFO(IJJ))

```

```

DO JJ=2,NNS(IJJ)

CALRUGX(NSR+JJ)=CALRUGX(NSFO(IJJ))
END DO
NSR=NSR+NNS(IJJ)

END IF
END DO

Do J=1,NS
Write (Kgrf,'(I2,2X,500(2x,F9.6))')
J,CALRUGX(J)
End Do

CASE(2,4)

IF(IPAR==0) THEN
Do J=1,NSO
Read (Prmt,*)
Read (Prmt,*) IPrmt(J)
Do I=1,IDur
CalRug(I,J) = 0.0
CalH(I,J) = 0.0
End Do
Do I=1,IPrmt(J)
Read (Prmt,*) CalRug(I,J),CalH(I,J)
End Do
End Do

NSR=NSO !ATUALIZA RUG NOS
TRECHOS VIRTUAIS.
DO IJJ=1,NFRON

IF(CCC(IJJ).EQ.4) THEN
IPrmt(NSR+1)=IPrmt(NSFO(IJJ))
DO I=1,IPrmt(NSFO(IJJ))

CALRUG(I,NSR+1)=CALRUG(I,NSFO(IJJ))
CALH(I,NSR+1)=CALH(I,NSFO(IJJ))
END DO

DO JJ=2,NNS(IJJ)

IPrmt(NSR+JJ)=IPrmt(NSFO(IJJ))
DO I=1,IPrmt(NSFO(IJJ))

CALRUG(I,NSR+JJ)=CALRUG(I,NSFO(IJJ))
CALH(I,NSR+JJ)=CALH(I,NSFO(IJJ))
END DO
END DO
NSR=NSR+NNS(IJJ)

END IF
END DO

C -----
Do J=1,NS
Write (Kgrf,'(I4,2X,500(2x,F9.6))')
1 J,(CalRug(I,J),I=1,IPrmt(J))

```

```

End Do

Do J=1,NS
    Write (Kgrf, '(I4,2X,500(2x,F9.6))')
1      J, (CalH(I,J), I=1, IPrmt(J))
End Do

ELSEIF(IPAR==1) THEN

    K=0
    Do J=1,NSO
        Read (Prmt,*)
        Read (Prmt,*) IPrmt(J)
        Do I=1,IPrmt(J)
            CCALRUG(I+K) = 0.0
            CCALH(I+K) = 0.0
        End Do
        Do I=1,IPrmt(J)
            Read (Prmt,*) CCALRUG(I+K),CCALH(I+K)
        End Do
        K=K+I-1
    End Do

    Do I1=1,K
        Do I2=1,(K-2)
            If (CCALH(I2).gt.CCALH(I2+1)) Then
                Auxx = CCALH(I2+1)
                CCALH(I2+1) = CCALH(I2)
                CCALH(I2) = Auxx

                Auxx = CCALRUG(I2+1)

                CCALRUG(I2+1) = CCALRUG(I2)

                CCALRUG(I2) = Auxx

            End If
        End Do
    End Do

    Do I=1,K
        Write
1      (Kgrf, '(I5,2X,500(2x,F9.6),2X,500(2x,F9.6),)')
        I,CCALRUG(I),CCALH(I)
    End Do

END IF

END SELECT

ELSEIF(IRUG==0) THEN

    READ(PRMTC,*) P
    IF(P==0) THEN
        PRINT 'ESPECIFICAÇÃO INCOMPLETA'
        WRITE(IMPR,*) 'PROBLEMA NA LINHA 2362'
        STOP
    END IF

```

```

DO I=1, IDUR
      READ(PRMTC, *) (RUG(I, J), J=1, NSO)
END DO

CCC  SE PRESCRITO DOMÍNIO VIRTUAL, ENTAO ATUALIZA RUG NO TRECHO
EXTENDIDO
CCC  DE CADA FRONTEIRA VIRTUAL. VALOR DA RUG REPETIDO IGUAL AO DO
ÚLTIMO
CCC  TRECHO ADJACENTE

      NSR=NSO
      DO IJJ=1, NFRON
          IF(CCC(IJJ)==4) THEN      !INSERE RUG NO
TRECHO VIRTUAL
              DO I=1, IDUR
                  DO JJ=1, NNS(IJJ)

RUG(I, NSR+JJ)=RUG(I, NSFO(IJJ))

                  END DO
              END DO
              NSR=NSR+NNS(IJJ)
          END IF
      END DO
END IF
END IF

CCC-----
CCC  LEITURA E IMPRESSAO DO COEF. DE RUGOSIDADE LIDO DE ARQUIVO
EXTERNO
CCC  VALORES DE RUG DEFINIDOS COMO UMA CURVA RUG x H
CCC-----

IF(IETHE==5) THEN                                !07/09/2006
      READ(Prmtt, *) IPrmtt
      DO I=1, IPrmtt
          CCALH(I)=0
          CCALRUG=0
      END DO
      DO I=1, IPrmtt
          READ(Prmtt, *) CCALRUG(I), CCALH(I)
          RUGI5(I)=CCALRUG(I)
      END DO

      Do I=1, IPrmtt
          Write (Kgrf, '(I5, 2X, 500(2x, F9.6), 2X, 500(2x, F9.6),)')
1          I, CCALRUG(I), CCALH(I)
      End Do

END IF

WRITE(IMPR, 1156)
1156 FORMAT(1X, //, //, 37X, 'PARAMETROS BASICOS DE
CALIBRAGEM', //, 36X, 34(' - '
1          ), //)

WRITE(IMPR, 1157) TETA, P
1157 FORMAT(32X, '**** COEFICIENTE DE PESO : TETA = ', F5.2, //, 32X,
1          '**** EXPOENTE DO RAO HIDRAULICO : P = ', F5.2)

```



```

CCC          IDENTIFICA SEÇÕES DOS TRECHOS DE GALERIA E TRECHOS DE RUA E
INSERE
CCC          RUGOSIDADE CONSTANTE PARA ESTES TRECHOS
CCC          RUGGA - RUGOSIDADE CONSTANTE PARA TRECHOS DE GALERIA
CCC          RUGRU - RUGOSIDADE CONSTANTE PARA TRECHOS DE RUA

          DO JJ=1,NS
            ITTR(JJ)=0
          END DO

CCC          IDENTIFICA NÚMERO DAS SEÇÕES DOS TRECHOS DE GALERIA

          IF(NTGA.GT.0) THEN
            FM=G/CE**2
            DO JS=1,NTGA
              DO KS=1,2
                IP=NST(NTG(JS),KS)
                ITTR(IP)=1
              END DO
            END DO
          END IF

CCC          IDENTIFICA NÚMERO DAS SEÇÕES DOS TRECHOS DE RUA
          IF(NTRU.GT.0) NTRUA=0
          IF(NTRU.GT.0.OR.NTRUA.GT.0) THEN
            DO JS=1,NTRU+NTRUA
              DO KS=1,2
                IP=NST(NTU(JS),KS)
                ITTR(IP)=2
              END DO
            END DO
          END IF

CCC          INSERE RUGOSIDADES CONSTANTES

c          DO I=1,IDUR          !AQUI TEM QUE SABER A ORIGEM DA RUG
!!!!
c          DO J=1,NS
c          IF(ITTR(J)==1) RUG(I,J)=RUGGA
CCC         IF(ITTR(J)==2) RUG(I,J)=RUGRU
c          END DO
c          END DO

          IF(NTRUA.GT.0) THEN
            DO J=1,NS
              ITTRUA(J)=ITTR(J)
              ITTR(J)=0
            END DO
          END IF

CCC          ALTERA VALORES DE Y0 ORIGINAL PARA VALORES DE Y0 DAS SEÇÕES DE
RUA
CCC          E ARMAZENA VALORES ORIGINAIS DA SEÇÃO
CCC          Y0R - Cota de fundo original da seção de rua
CCC          Y0 - Cota do fundo da seção de rua Y0=Y0R-HST-HSI
CCC          B0R - Largura original da seção de rua
CCC          RUG0R - Rugosidade original da seção de rua

          IF(NTRU.GT.0) THEN
            DO J=1,NS
              Y0R(J)=Y0(J)

```

```

                IF(ITTR(J)==2) Y0(J)=Y0R(J)-HST-HSI
                Y0INI(J)=Y0(J)
                B0R(J)=B0(J)
                B0INI(J)=B0(J)
                DO I=1, IDUR
                    RUG0R(I,J)=RUG(I,J)
                END DO
            END DO
        END IF

C        PARA TRABALHAR SEM RUA POREM COM O Y0 ABAIXADO DO MESMO VALOR
C        DE HST+HSI - SITUAÇÃO PROVISORIA. APENAS PARA TESTE

C        IF(NTRU==0) THEN
C            DO J=14,34
C                Y0(J)=Y0(J)-HST-HSI
C            END DO
C        END IF

        INPrmt=K

CCC-----
CCC  CALCULO DO NUMERO DE PONTOS NODAIS DA MALHA.
CCC-----

        KNOTS=IDUR*NS

CCC-----
CCC  LEITURA DO NUMERO MAXIMO DE ITERACOES P/ O SISTEMA LINEAR.
CCC-----

        IF(FASE==0.OR.FASE==20) THEN
            IF(IETHE==4.OR.IETHE==5) THEN
                READ(LEIT,*)
                READ(LEIT,*)
                READ(LEIT,*)
                READ(LEIT,*)
                READ(LEIT,*)
                READ(LEIT,*)
            END IF
        ELSE
            READ(LEIT,*)
            READ(LEIT,*)
            READ(LEIT,*)
            READ(LEIT,*)
            READ(LEIT,*)
            READ(LEIT,*)
            READ(LEIT,*)
            READ(LEIT,*)
            READ(LEIT,*)
            READ(LEIT,*)
        END IF

        READ(LEIT,*)
        READ(LEIT,891) KMAX
891  FORMAT(I3)

CCC-----
CCC  LEITURA DO MODO COMO SERA ASSUMIDA A CONTRIBUICAO LATERAL
      (QLAT).
CCC  IQLAT=0 - NAO HA CONTRIBUICAO LATERAL.
CCC  IQLAT=1 - HA CONTRIBUICAO LATERAL CONSTANTE.

```

```

CCC   IQLAT=2 - HA CONTRIBUICAO LATERAL VARIAVEL NO TEMPO.
CCC-----

      READ(LEIT,*)
      READ(LEIT,543) IQLAT
543   FORMAT(I1)
      IF (IQLAT.EQ.0) THEN
          QLLT='Qlat = ZERO'
      ELSE IF (IQLAT.EQ.1) THEN
          QLLT='QLAT = CONSTANTE'
      ELSE IF (IQLAT.EQ.2) THEN
          QLLT='Qlat = VARIAVEL'
      ENDIF

      WRITE(IMPR,1273)
1273  FORMAT(1X,///,50X,'CONTRIBUICAO LATERAL DE DESCARGA',/,49X,34('-
')
      1      ,/)

      READ(LEIT,*)
      IF(IQLAT.LT.1) THEN
580   WRITE(IMPR,1274)
1274  FORMAT(53X,'NAO SERA CONSIDERADA',/)
          QLAT=0.
      ELSEIF(IQLAT.EQ.1) THEN
          READ(LEIT,*) QLAT
581   WRITE(IMPR,1275) QLAT
1275  FORMAT(53X,'CONSTANTE = ',F8.5,1X,'M3/SEG.M',/)
CCC-----
CCC   LEITURA DA CONTRIBUICAO VARIAVEL NO TEMPO, SE FOR O CASO.
CCC-----
      ELSEIF(IQLAT.GT.1) THEN          ! INSERÇÃO DE QLAT PARA QUALQUER
IDUR
C      If (Fase.ne.2) Then                !
Calibracao ou validacao
      IF(HORAS.GT.0) THEN
          READ(LEIT,*) (VQL(I1),I1=1,IDUR,DTI/horas)
!Contribuição
          Do I=1,(IDur-1),DTI/horas                !Lateral
          Do I1=1,(DTI/horas - 1)
              VQL(I+I1) = VQL(I) +(VQL(I+DTI/horas)
1          - VQL(I))*(Float(I1)*horas/DTI)
          End Do
          End Do
      ELSEIF(HORAS==0) THEN

582   READ(LEIT,*) (VQL(I1),I1=1,IDUR)
      END IF

      WRITE(IMPR,1176)
1176  FORMAT(53X,'VARIAVEL NO TEMPO',/)
      WRITE(IMPR,1177)
1177  FORMAT(53X,'INSTANTE ! QLAT(M3/SEG.M)',/,52X,10('-'),'! ',
1      16('-'),'/,62X,'! ',/)
      DO IQL=1, IDUR
          WRITE(IMPR,542) IQL,VQL(IQL)
      End Do
542   FORMAT(57X,I2,3X,'!',3X,F8.5,/,62X,'!',/)

      END IF

```

```

CCC-----
CCC  IMPRESSAO DAS DISCRETIZACOES FEITAS PELO MODELO.
CCC-----

```

```

      WRITE(IMPR,1165)
1165 FORMAT(1X,/,35X,'DISCRETIZACOES REALIZADAS NO MODELO PARA O
TRE',
1      'CHO EM ESTUDO')

      WRITE(IMPR,1166)
1166 FORMAT(34X,61('-'),/)

      WRITE(IMPR,1167) IDUR
1167 FORMAT(26X,'**** NO TEMPO = ',I2,1X,'INTERVALOS DE TEMPO',/)

      WRITE(IMPR,1168) NS
1168 FORMAT(26X,'**** NO ESPACO = ',I3,1X,'SECOES SIMULADAS',/)

      WRITE(IMPR,1169) KNOTS
1169 FORMAT(26X,'**** NUMERO DE PONTOS NODAIS DA MALHA = ',I4,/)

      WRITE(IMPR,1173) KMAX
1173 FORMAT(26X,'**** NUMERO MAXIMO DE CICLOS PARA CADA ITERACAO = '
1      ',I2,////)

      WRITE(IMPR,10001)
10001 FORMAT(1X,////,40X,'RODADA DO MODELO POR METODO HEURISTICO',
1      ',39X,40('='),////)

```

```

CCC -----
CCC      O MODELO ESTRUTURADO PARA SIMULAR ONDA DE CHEIA CONFLUÊNCIAS
TEM
CCC      A SEGUINTE  ESTRUTURA:
CCC
CCC      - ORGANIZA A MATRIZ DOS COEFICIENTES DE MANEIRA QUE NÃO
HAJA
CCC      ELEMENTOS NULOS NA DIAGONAL PRINCIPAL
CCC      - INICIALIZA VARIÁVEIS
CCC      - INICIALIZA LOOP NO TEMPO
CCC      - CÁLCULA OS COEFICIENTES DA MATRIZ E 'DO LADO DIREITO DA
MATRIZ
CCC      - RESOLVE O SISTEMA USANDO A SUBROTINA SKYLINE  UTILIZANDO
O
CCC      ESQUEMA ITERATIVO DE NEWTON RAPHSON
CCC      - CALIBRAÇÃO DOS RESULTADOS, SE FASE ZERO
CCC      - IMPRESSÃO DOS RESULTADOS
CCC -----
CCC -----  ORGANIZAÇÃO DA MATRIZ DOS COEFICIENTES -----
CCC
CCC      ARMAZENA NO ARRAY ICOL(I,J) O  NÚMERO DA COLUNA DOS
COEFICIENTES
CCC      DAS VARIÁVEIS DAS EQUAÇÕES DE CONTORNO EXTERNAS

```

```

      DO J=1,NFRON
          JLIN(J)=J
          SELECT CASE (CCC(J))
              CASE(1)
                  K=NSF(J)*2

```

```

        ICOL(J,1)=2
        ICOL(J,2)=K-1
CASE(2)
        K=NSF(J)*2
        ICOL(J,1)=2
        ICOL(J,2)=K
CASE(3)
        K=NSF(J)*2
        ICOL(J,1)=3
        ICOL(J,2)=K-1
        ICOL(J,3)=K
CASE(4)
        IF(IVIRTUAL==1) THEN
                K=NSF(J)*2
                ICOL(J,1)=2
                ICOL(J,2)=K-1
        ELSE IF(IVIRTUAL==2) THEN

                K=NSF(J)*2
                ICOL(J,1)=2
                ICOL(J,2)=K
        ELSE IF(IVIRTUAL==5) THEN
                K=NSF(J)*2
                ICOL(J,1)=2
                ICOL(J,2)=K-1
        END IF
CASE(5)
        K=NSF(J)*2
        ICOL(J,1)=2
        ICOL(J,2)=K-1
        END SELECT
END DO

J=NFRON

CCC   ARMAZENA NO ARRAY ICOL(I,J) O NÚMERO DAS VARIÁVEIS DAS EQUAÇÕES
DE TRECHO

IFL=0

DO IT=1,NTR
        CALL SUB(NST(IT,1),NST(IT,2),J,IFL,ICOL,JLIN)
        CALL SUB(NST(IT,1),NST(IT,2),J,IFL,ICOL,JLIN)
END DO

!CC   ARMAZENA NO ARRAY ICOL(I,J) O NÚMERO DAS VARIÁVEIS DAS EQUAÇÕES
DE CONFLUÊNCIA

IF(NCONF.EQ.0) THEN
ELSE
        IFL=1
        DO IC=1,NCONF
                J=J+1
                JLIN(J)=J
                IF(IVD==1) THEN           !PARA VARIÁVEIS DEPENDENTES H
e V
                        ICOL(J,1)=7
                ELSE                       !PARA VARIÁVEIS DEPENDENTES Y
e Q
                        ICOL(J,1)=4
                END IF

```

```

        IF(NSC(IC,3).LT.0) THEN          !CONVERGENTE
            INN(1)=1
            INN(2)=2
            INN(3)=3
        ELSE                               ! DIVERGENTE
            INN(1)=3
            INN(2)=1
            INN(3)=2
        END IF

CCC    VERIFICA QUAL SEÇÃO DA CONFLUÊNCIA DIVERGENTE É SEÇÃO DE
GALERIA

!8/11/2006
        ISIG(IC)=0
        IF(INN(1)==3) THEN
            DO L=1,NTGA
                IF(NSC(IC,1)==NST(NTG(L),1)) THEN
                    ISTG1=1
                    ISIG(IC)=NSC(IC,1)
                ELSEIF(NSC(IC,2)==NST(NTG(L),1)) THEN
                    ISTG2=1
                    ISIG(IC)=NSC(IC,2)
                ELSE
                    END IF
            END DO
            IF(ISTG1+ISTG2==2) ISIG(IC)=0
        ELSE
            END IF

CCC    IDENTIFICA NA RUA A CONFLUÊNCIA DIVERGENTE QUE TEM INTERFACE
COM
CCC    GALERIA E ALOCA A ESTA CONFLUENCIA O NUMERO DE BUEIROS
ATRAVÉS DA
CCC    VARIÁVEL NBB REDIRECIONADA NA VARIÁVEL NB

        JBU=1
        DO IBU=1,NCONF
            IF(ISIG(IBU)==0) THEN
            ELSE
                NB(IBU)=NBB(JBU)
                JBU=JBU+1
            END IF
        END DO

CCC    -----
CCC    TIRANDO O CALCULO DE VAZAO DE ENTRADA NAS GALERIAS PROVINDO DA
CCC    CONFLUENCIA DIVERGENTE NAS RUAS (ISIG=0) --- VOLTAR DEPOIS

        DO IBU=1,NCONF                      !alterado em 07/03/2007
            ISIG(IBU)=0
        END DO

CCC    -----
CCC    Alteração em 07/03/2007 (temporaria). Tirando a vazao
calculada pela
ccc    formula do orificio na confluencia div nas ruas muda tambem a
posição
ccc    dos coeficientes das variaveis na matriz, ISIG=0 em todas as
confluencias
ccc    faz isto.
ccc    -----

```

```

DO M=2,6,2                                ! 1ª EQUAÇÃO
DA CONFLUÊNCIA
      K=IABS(NSC(IC,INN(M/2)))*2
      IF(IVD==1) THEN                       !PARA VARIÁVEIS
DEPENDENTES H e V
          ICOL(J,M)=K-1
          ICOL(J,M+1)=K
      ELSE                                   !PARA VARIÁVEIS
DEPENDENTES Y e Q
C      IF(NSC(IC,INN(M/2))==ISIG(IC)) THEN
!8/11/2006
C          ICOL(J,M/2+1)=K-1               !Y REFERIDO A
SEÇÃO DE GALERIA
C      ELSE
          ICOL(J,M/2+1)=K
C      END IF
      END IF
      END DO

      IF(IVD==2) THEN
SEÇÃO EM K3
          IF(ISIG(IC)==0) THEN              !Y REFERIDO A
K1
              ICOL(J,2)=NSC(IC,3)*2-1
              ICOL(J,3)=NSC(IC,3)*2
              ICOL(J,4)=NSC(IC,2)*2
              ELSEIF(ISIG(IC)==NSC(IC,2)) THEN
!GALERIA EM K2
                  ICOL(J,2)=NSC(IC,3)*2-1
                  ICOL(J,3)=NSC(IC,3)*2
                  ICOL(J,4)=NSC(IC,1)*2
              END IF
          END IF
      END IF

      N1=NSC(IC,1)                           ! 2ª
E 3ª EQUAÇÕES DA
      N2=NSC(IC,2)                           !
CONFLUÊNCIA
      N3=IABS(NSC(IC,3))
      IF(NSC(IC,3).LT.0) THEN
          CALL SUB(N2,N3,J,IFL,ICOL,JLIN)
          CALL SUB(N1,N3,J,IFL,ICOL,JLIN)
      ELSE
          CALL SUB(N3,N1,J,IFL,ICOL,JLIN)
          CALL SUB(N3,N2,J,IFL,ICOL,JLIN)
      END IF
      END DO
      END IF

CCC -----
CCC ORGANIZA AS LINHAS DA MATRIZ DE MANEIRA QUE NÃO HAJA ELEMENTOS
NULOS
CCC NA DIAGONAL PRINCIPAL.
CCC ORGANIZA NA SEQÜÊNCIA: FRONTEIRAS, TRECHOS E CONFLUÊNCIAS
CCC PARA CONDIÇÃO DE CONTORNO NAS FRONTEIRAS
CCC A DETERMINAÇÃO DA LINHA É EM RELAÇÃO À VARIÁVEL DETERMINANTE DA
CCC CONDIÇÃO DE CONTORNO.PARA H OU Y = N° SEÇÃO x 2 -1;
CCC PARA V OU Q = N° SEÇÃO x 2

```

```

CCC          PARA CURVA CHAVE É EM RELAÇÃO À 2ª VARIÁVEL (V ou Q)
CCC  -----

      DO LI=1,J
        ICAUX(LI,1)=1
      END DO

      NUM=J

CCC  ORGANIZA LINHAS DAS EQUAÇÕES DE FRONTEIRA E VERIFICA SE EXISTE
CCC  COINCIDÊNCIA ENTRE SEÇÕES DE CONTORNO COM SEÇÕES DE
CONFLUÊNCIA.
CCC  SE EXISTE, ORGANIZA NESTE ALGORÍTIMO TAMBÉM AS EQ. DE
CONFLUÊNCIA.
CCC  SE NÃO EXISTE, ORGANIZA AS EQ. DE CONFLUÊNCIA POSTERIORMENTE
CCC  OBS: DEVE-SE EVITAR O CASO DE COINCIDÊNCIA - (PROB. NA SOLUÇÃO)

      DO J=1,NFRON
        SELECT CASE (CCC(J))
          CASE(1)
            K=ICOL(J,2)
          CASE(2)
            K=ICOL(J,2)
          CASE(3)
            !Neste caso a determinação
da linha é em
            K=ICOL(J,3)  !relação à segunda variável ( V
ou Q ).
          CASE(4)
            K=ICOL(J,2)
          CASE(5)
            K=ICOL(J,2)
        END SELECT
        JLIN(J)=K
        MH=ICOL(J,1)
        DO M=1,MH
          ICAUX(K,M)=ICOL(J,M)
        END DO
CCC  -----  DESATIVAÇÃO TEMPORÁRIA. VER OBSERVAÇÃO -----
      IIII=1
      !Desativação de verificação de
      caso especial
      IF(IIII==1) THEN
        !quando seção de confluência é também
      ELSE
        !seção de contorno.
        KX=IABS(NSF(J))
        ! N° DA
SEÇÃO DA FRONTEIRA J
        NC=1
        IF(NCONF.EQ.0) THEN
          ELSE
CCC  VERIFICA SE SEÇÕES DE FRONTEIRA SÃO COINCIDENTES COM SEÇÕES DAS
CONFLUÊNCIAS

          DO NI=1,NCONF
            KT=0
            K1=(NSC(NI,1)-1)*2+1
            !Verificar também para
            K2=(NSC(NI,2)-1)*2+1
            !confluência
            K3=(IABS(NSC(NI,3))-1)*2+1
            !Atualizar
para ccc(j)=4 e 5

CCC  PESQUISA SE FRONTEIRA J COINCIDE COM RAMO 1 DA CONFLUÊNCIA NI

```



```

                IF(KX.NE.NSC(NI,1)) THEN
                ELSE
CONFLUÊNCIA É DIVERGENTE           IF(NSC(NI,3).GT.0) K3=K3+1      ! SE
CONTORNO É H                         IF(CCC(J).EQ.1) K1=K1+1      ! SE
                CALL
SUB2(K2+1,K1,K3,NI,ICOL,ICAUX,JLIN,NFRON,NTR,
    1                                NUM,NSC)
                KT=1
                END IF

CCC    PESQUISA SE FRONTEIRA J COINCIDE COM RAMO 2 DA CONFLUÊNCIA NI

                IF(KX.NE.NSC(NI,2)) THEN
                ELSE
CONFLUÊNCIA É DIVERGENTE           IF(NSC(NI,3).GT.0) K3=K3+1      ! SE
CONTORNO É H                         IF(CCC(J).EQ.1) K2=K2+1      ! SE
                CALL
SUB2(K1+1,K2,K3,NI,ICOL,ICAUX,JLIN,NFRON,NTR,
    1                                NUM,NSC)
                KT=1
                END IF

CCC    PESQUISA SE FRONTEIRA J COINCIDE COM RAMO PRINCIPAL DA
CONFLUÊNCIA NI

                IF(KX.NE.IABS(NSC(NI,3))) THEN
                ELSE
CONTORNO É H                         IF(CCC(J).EQ.1) K3=K3+1      ! SE
                CALL
SUB2(K2+1,K1+1,K3,NI,ICOL,ICAUX,JLIN,NFRON,
    1                                NTR,NUM,NSC)
                KT=1
                END IF
                IF(KT.NE.1) THEN
                ELSE
                    INC(NC)=NI
                    NC=NC+1
                END IF
            END DO
        END IF
    END IF
    ! FIM DESATIVAÇÃO TEMPORÁRIA
END DO
CCC    ***** FIM VERIFICA *****

    INC(NC)=0
    J=NFRON

CCC    ORGANIZA LINHAS DAS EQUAÇÕES DE TRECHO
CCC    VERIFICA SE EXISTE COINCIDÊNCIA DE LINHA DE EQ. DE TRECHO COM
CONTORNO
CCC    SE EXISTE, POSICIONA NA LINHA CORRESPONDENTE À OUTRA VARIÁVEL.
DO IA=1,NTR
    K1=(NST(IA,1)-1)*2+2
    K2=(NST(IA,2)-1)*2+1

```

```

                J=J+1
                IF(ICAUX(K1,1).GT.1)K1=K1-1      !posicina na linha
correspondente
                JLIN(J)=K1                        ! à outra
variável(no caso, H ou Y)
                DO M=1,5
                    ICAUX(K1,M)=ICOL(J,M)
                END DO
                J=J+1
                IF(ICAUX(K2,1).GT.1)K2=K2+1      !Posicina na linha
correspondente
                JLIN(J)=K2                        !à outra variável(no
caso, V ou Q)
                DO M=1,5
                    ICAUX(K2,M)=ICOL(J,M)
                END DO
            END DO

            NC=1

CCC   ORGANIZA LINHAS DAS EQUAÇÕES DE CONFLUÊNCIAS

            IF(NCONF.EQ.0) THEN
            ELSE
                DO IB=1,NCONF
                    IF( INC(NC).EQ.IB) THEN          ! SE HOUEVE
COINCIDÊNCIAS
                            NC=NC+1
                    ELSE
                            IF(NSC(IB,1).LT.NSC(IB,2)) THEN
                                K1=NSC(IB,1)*2
                                K2=NSC(IB,2)*2-1
                            ELSE
                                K1=NSC(IB,2)*2
                                K2=NSC(IB,1)*2-1
                            END IF
                                K3=IABS(NSC(IB,3))*2-1
                                IF(NSC(IB,3).LT.0) THEN          ! SE
CONFLUÊNCIA É CONVERGENTE
                                    CALL
SUB2(K1,K2,K3,IB,ICOL,ICAUX,JLIN,NFRON,NTR,
1                                     NUM,NSC)
                                    ELSE
CONFLUÊNCIA É DIVERGENTE
                                    CALL SUB2(K3+1,K1-
1,K2,IB,ICOL,ICAUX,JLIN,NFRON,
1                                     NTR,NUM,NSC)
                                    END IF
                                END IF
                            END DO
                        END IF

CCC   INSERE NOVAMENTE ELEMENTOS EM ICOL(I,J) COM ELEMENTOS DE
CCC   ICAUX(I,J) (MATRIZ ORGANIZADA)

            DO IC=1,NUM
                L1=ICAUX(IC,1)
                DO M=1,L1
                    ICOL(IC,M)=ICAUX(IC,M)
                END DO
            END DO

```

```

c      WRITE(IMPT,*) IC,(ICOL(IC,M), M=1,L1)
      END DO
1277  FORMAT(1000(2X,F5.1))
CCC   VERIFICA PRESENÇA DE ELEMENTOS NULOS NA DIAGONAL PRINCIPAL

      DO ID=1,NUM
        IVDD=0
        L1=ICAUZ(ID,1)
        DO M=1,L1
          ICOL(1,1)=ICAUZ(1,1)
          IF(ICOL(ID,M)-ID.EQ.0) THEN
            IVDD=1
          END IF
        END DO
        IF(IVDD.NE.1) THEN
          WRITE(IMPR,1170) ID
1170  FORMAT(26X, ' PROBLEMA NA LINHA ',I3)
          WRITE(IMPR,*) 'PROBLEMA NA LINHA 2865'
          STOP
        END IF
      END DO

                                          !SUBSTITUI SUBROTINA ARRAY
C   -----
C   CALCULA A POSIÇÃO QUE CADA ELEMENTO DA MATRIZ, ORGANIZADA
C   SEGUNDO UM
C   DETERMINADO CRITÉRIO, OCUPARÁ NO VETOR AA(I) E ARMAZENA ESTA
C   POSIÇÃO NA
C   MATRIZ ICOL(I,J). MONTA VETORES IDIAG(I), IHIGH(I), IR(I),
C   -----

      IDIAG(1)=1
      DO K=1,NUM
        IR(K)=0
        IHIGH(K)=1
      END DO
      N1=0

C   MONTA VETORES IDIAG, IHIGH E IR

      DO K=1,NUM
        M=ICOL(K,1)
        N1=N1+1
        LM=0
        IDIAG(K)=N1
        DO L=2,M
          K1=ICOL(K,L)
          L1=K1-K
          IF(L1.LT.0) THEN
            IF(LM.GT.L1)LM=L1
            IR(K)=IABS(LM)
          ELSE IF(L1.EQ.0) THEN
          ELSE IF(L1.GT.0) THEN
            IF(IHIGH(K1).LT.L1+1)IHIGH(K1)=L1+1
          ELSE
          END IF
        END DO
        N1=N1+IHIGH(K)-1+IR(K)
      END DO

C   MONTA NOVA MATRIZ ICOL COM VALORES DAS POSIÇÕES DOS
C   COEFICIENTES EM AA

```

```

DO K=1,NUM
  L=ICOL(K,1)
  DO JJ=2,L
    JDIF=ICOL(K,JJ)-K
    IF(JDIF.LT.0) THEN
      JAU=IDIAG(K)+IHIGH(K)-1+IABS(JDIF)
      ICOL(K,JJ)=JAU
    ELSE IF(JDIF.EQ.0) THEN
      KT=JDIF+K
      JAU=IDIAG(KT)+JDIF
      ICOL(K,JJ)=JAU
    ELSE IF(JDIF.GT.0) THEN
      KT=JDIF+K
      JAU=IDIAG(KT)+JDIF
      ICOL(K,JJ)=JAU
    ELSE
      END IF
  END DO
END DO
CCC ----- FIM ORGANIZAÇÃO MATRIZ DE COEFICIENTES -----

DO IC=1,NUM
  L1=ICOL(IC,1)
C   WRITE(IMPT,*) IC,(ICOL(IC,M), M=1,L1)
END DO

IS=0
DO J=1,NUM
  IS=IS+IR(J)+IHIGH(J) ! IS N° DE ELEMENTOS DA
MATRIZ
END DO

1777 FORMAT(/,A10,1000(1X,F7.2))
WRITE(IMPT,1777) 'BS00 =',(BS00(J),J=1,NFRON)
WRITE(IMPT,1777) 'BS =',(BS(J),J=1,NS)
WRITE(IMPT,1777) 'B00 =',(B00(J),J=1,NFRON)
WRITE(IMPT,1777) 'B0 =',(B0(J),J=1,NS)
WRITE(IMPT,1777) 'Y00 =',(Y00(J),J=1,NFRON)
WRITE(IMPT,1777) 'Y0 =',(Y0(J),J=1,NS)
WRITE(IMPT,1777) 'YMAX00 =',(YMAX00(J),J=1,NFRON)
WRITE(IMPT,1777) 'YMAX =',(YMAX(J),J=1,NS)
WRITE(IMPT,1777) 'CPC =',(CPC(J),J=1,NS)
WRITE(IMPT,1777) 'DX =',(DX(J),J=1,NS)
WRITE(IMPT,1777) 'Y0I =',(Y0I(J),J=1,NFRON)
WRITE(IMPT,1777) 'Q0I =',(Q0I(J),J=1,NFRON)
WRITE(IMPT,1777) 'Y(1,J) =',(Y(1,J),J=1,NS)
WRITE(IMPT,1777) 'Q(1,J) =',(Q(1,J),J=1,NS)
CCCC-----
CCCC INICIA RODADA DO MODELO HIDRAULICO IMPLICITO.
CCCC-----

WRITE(IMPR,1171)
1171 FORMAT(37X,'MENSAGENS DURANTE O PROCESSO ITERATIVO',/,36X,40('-
'),
1      /)

WRITE(IMPR,1172)
1172 FORMAT(27X,'**** INICIO DO PROCESSO ITERATIVO',/)

```

```

WRITE(*,' (A) ') ' Calculando'

NCOR=0
INTIT=0

IFLAGB=0

2892 CONTINUE

Cont2 = 1          ! Contador de iteracoes da calibracao a
montante

99999 Continue

Cont = 1          ! Contador de iteracoes da calibracao a jusante

289 Continue

      YMA=YMAX(NSO/2)+8.0          !antes era 5.0

      IF(YINIINI(I,NSO/2).GT.YMA) IFLAGB=0

      WRITE(IMPT,*) 'YINIINI=',YINIINI(I,(NSO/2)), 'YMAX',
1          YMA

      IF (FASE.EQ.0.OR.FASE.EQ.20) Then
      Do I=1,IDur
      Do J=1,NS                      ! Retorna aos
valores
          IF(IVD==1) THEN          ! iniciais
              H(I,J) = HIni(I,J)  ! de H e V
              V(I,J) = VIni(I,J)  ! ou Y e Q
          ELSE
              IF(IFLAGB==0) THEN
                  YINIINI(I,J)=YIni(I,J)
                  Y(I,J) = YIni(I,J)
                  Q(I,J) = QIni(I,J)
              ELSE
                  YINIINI(I,J)=YINIINI(I,J)+0.10
                  Y(I,J) = YINIINI(I,J)
              END IF
          END IF
      End Do
      End Do
      End If

      IF (FASE.EQ.20) Then
      IF(NTRU.GT.0) THEN
      IF(IFLAGB==0) THEN
          DO J=1,NS                      ! Retorna aos
valores
              IF(IVD==2) THEN          ! iniciais
                  Y0(J) = Y0INI(J)    ! DE Y0 e B0
                  B0(J) = B0INI(J)
              END IF
          END DO
      END IF
      END IF
      END IF
      END IF

```

```

        NTit = 0                ! Contador de iteracoes de Newton-
Raphson
        INTIT=INTIT+1

        If (Fase.eq.0.OR.FASE==20) Then                ! Fase de
Calibração
        WRITE(IMPT,5000) CONT2,CONT,INTIT
        Write(*,5000) Cont2,Cont,INTIT
5000    Format(' Iteracao n. ',I4,' ! ',I4,' ! ',I4)
        End If
CC-----
CCC                                PARA FASE DE PREVISÃO
CCC                                INSERÇÃO DAS RUGOSIDADES CALIBRADAS
CCC
CCC    SE IRUG = 0 - INSERE    RUGOSIDADES DO ARQUIVO DE RUGOSIDADES
(PRMTC)
CCC                                SEM    TRANSFORMAÇÕES.
CCC
CCC    SE IRUG = 1 - INSERE    RUGOSIDADES DO ARQUIVO DE PARÂMETROS
(PRMT)
CCC                                COM TRANSFORMAÇÕES.
CCC
CCC    COM IRUG=1 E IPAR =0 - UTILIZA O ARQUIVO DE PARÂMETROS POR
SEÇÃO
CCC    COM IRUG=1 E IPAR =1 - UTILIZA O ARQUIVO DE PARÂMETROS COMO UM
TRECHO ÚNICO
CCC-----
C    IF (FASE==1.OR.FASE==2) THEN
C        IF (IRUG==0) THEN
C            READ(PRMTC,*) P
C            DO I=1, IDUR
C                READ(PRMTC,*) (RUG(I,J),J=1,NSO)
C            END DO
C            NSR=NSO
C            DO IJJ=1,NFRON
C                IF(CCC(IJJ)==4)THEN                !INSERE RUG NO
TRECHO VIRTUAL
C                    DO I=1, IDUR
C                        DO JJ=1,NNS(IJJ)
C
C                            RUG(I,NSR+JJ)=RUG(I,NSFO(IJJ))
C                                END DO
C                                    END DO
C                                        NSR=NSR+NNS(IJJ)
C                                            END IF
C                                                END DO
C                                                    END IF
C                                                        END IF
CCC-----
CCC                                *****    INÍCIO DO LOOP NO TEMPO*****
CCC-----

        DO I=1, IDUR-1

CCC-----
CCC    NIT(I) - NUMERO TOTAL DE ITERACOES REALIZADAS NO INSTANTE 'I'.
CCC    NTIT  - NUMERO TOTAL DE ITERACOES REALIZADAS NA CORRIDA.
CCC    ICTOL - NÚMERO TOTAL DE ITERAÇÕES NO INSTANTE 'I' PARA
COMPARAÇÃO
CCC                                COM KMAX (Nº MÁXIMO DE ITERAÇÕES ESPECIFICADO)
CCC-----

```

```

IF(IQLAT.EQ.2) QLAT=VQL(I)

      ICTOL=1
      NIT(I)=1

      DO J=1,IS
          AA(J)=0.
          !
          ! ZERA
      POSIÇÕES DA MATRIZ
      END DO
          !

CCC      ALGORÍTIMO DE INICIALIZAÇÃO DAS VARIÁVEIS H e V OU Y e Q.
CCC      PARA O TEMPO I+1. EQUALIZA VALORES INICIAIS DAS VARIÁVEIS
CCC      COM VALORES INICIAIS ESPECIFICADOS NAS FRONTEIRAS

      DO K=1,NS
          IF(IVD==1) THEN
              H(I+1,K)=H(I,K)
              V(I+1,K)=V(I,K)
          ELSE
              Y(I+1,K)=Y(I,K)
              Q(I+1,K)=Q(I,K)
          END IF
      END DO

      DO KK=1,NFRON
          L=NSF(KK)
          SELECT CASE (CCC(KK))
              CASE(1)
                  H(I+1,L)=HF(I+1,KK)
              CASE(2)
                  Q(I+1,L)=QF(I+1,KK)
              CASE(3)
                  IF(IVD==1) THEN
                      H(I+1,L)=H(I,L)
                      V(I+1,L)=V(I,L)
                  ELSE
                      Y(I+1,L)=Y(I,L)
                      Q(I+1,L)=Q(I,L)
                  END IF
              CASE(4)
                  !Alterado 11/08/2006
                  IF(IVIRTUAL==1) THEN
                      H(I+1,L)=HF(I+1,KK)
                  ELSEIF(IVIRTUAL==2) THEN
                      Q(I+1,L)=QF(I+1,KK)
                  ELSEIF(IVIRTUAL==5) THEN
                      Y(I+1,L)=YF(I+1,KK)
                  END IF
              CASE(5)
                  Y(I+1,L)=YF(I+1,KK)
          END SELECT
      END DO

CCC      FORMAÇÃO DO VETOR APROXIMAÇÃO DAS INCÓGNITAS NO INSTANTE
' I '

      KG=1
      DO KF=1,NUM,2
          IF(IVD==1) THEN
              XK(KF)=H(I+1,KG)
          !
          ! ZERA
      END DO

```

```

                XK(KF+1)=V(I+1,KG)
            ELSE
                XK(KF)=Y(I+1,KG)
                XK(KF+1)=Q(I+1,KG)
            END IF
            KG=KG+1
        END DO

C      DO KF=1,NUM
C      WRITE(IMPT,*) XK(KF)
C      END DO

                KHV=-1                ! FORÇA ENTRADA NA PRIMEIRA
ITERAÇÃO

                DO NAI=1,NUM
                    R(NAI)=0.
                END DO

C      ILIGA1=0 NAO EXECUTA ROTINA
C      ILIGA1=1 EXECUTA ROTINA FORA DA ITERAÇÃO E DENTRO DO TEMPO
C      ILIGA2=0 NAO EXECUTA ROTINA
C      ILIGA2=1 EXECUTA ROTINA DENTRO DA ITERAÇÃO

ILIGA1=1
ILIGA2=0
C      ----- INICIA AJUSTE DAS VARIÁVEIS Y0 B0 E RUG -----

CCC     Se o trecho for de rua, (ITTR=2), então determina-se em
CCC     função da altura da lâmina d'água novos valores de Y0,B0
CCC     e Rug da seção modelo.

IF(NTRU.GT.0) THEN
    IF(ILIGA1==1) THEN
        DO JT=1,NTR
            M=NST(JT,1)
            J=NST(JT,2)
            YP=(TETA/2.)*(Y(I+1,J)+Y(I+1,M))+((1.-TETA)/2.)*
1          (Y(I,J)+Y(I,M))

            Y0RMM=(Y0R(M)+Y0R(J))/2
            Y0FMM=Y0RMM-HST
            Y0FFM=Y0FMM-HSI
            RUGFF=RUG0R(I,M)*FCG
            IF(ITTR(M)==2) THEN
                IF(J==NST(JT+1,1)) THEN
                    MMM=1
                ELSE
                    MMM=2
                END IF
                DO KKK=1,MMM
                    IF(KKK==1) THEN
                        KK=M
                    ELSE
                        KK=J
                    END IF
                END IF
            END IF
        END DO
    END IF

C      ***** NÍVEL NORMAL - ACIMA DO FUNDO REAL *****

                IF(YP.GE.Y0RMM) THEN
                    Y0(KK)=Y0R(KK)

```



```

C                                     Y0(M)=Y0FF
C                                     RUG(I,M)=RUG0R(I,M)
C                                     B0(KK)=B0R(KK)

C                                     WRITE(IMPT,*)'NÍVEL ACIMA DO FUNDO REAL '
C                                     WRITE(IMPT,*)'FORAM ALTERADOS OS VALORES DA SEÇÃO
',KK
C                                     WRITE(IMPT,*)' NÍVEL CALCULADO
Y(I+1, KK)=' ,Y(I+1, KK)
C                                     WRITE(IMPT,*)' VALOR DE COMPARAÇÃO          YP=' ,YP

C                                     WRITE(IMPT,*)' FUNDO REAL
Y0R=' ,Y0R(KK)
C                                     WRITE(IMPT,*)' FUNDO AJUSTADO          Y0=' ,Y0(KK)
C                                     WRITE(IMPT,*)' FUNDO INICIAL
Y0INI=' ,Y0INI(KK)
C                                     WRITE(IMPT,*)' LARGURA REAL
B0R=' ,B0R(KK)
C                                     WRITE(IMPT,*)' LARGURA AJUSTADA          B0=' ,B0(KK)
C                                     WRITE(IMPT,*)' RUGOSID.REAL
RUG0R=' ,RUG0R(I,M)
C                                     WRITE(IMPT,*)' RUGOSID.AJUSTADA
RUG=' ,RUG(I,M)
C
WRITE(IMPT,*)'*****'

C          *****NÍVEL NA SEÇÃO INTERMEDIARIA*****

C                                     ELSEIF(YP.LT.Y0RMM.AND.YP.GE.Y0FMM) THEN
C                                     Y0FM=Y0R(KK)-HST
C                                     Y0FF=Y0FM-HSI
C                                     B0FF=B0R(KK)*FCL

C                                     RUG(I,M)=( (RUGFF-
RUG0R(I,M))*(Y0R(M)-YP)
1                                     / (HST) )+RUG0R(I,M)
C                                     B0(KK)=B0FF+(YP-Y0FM)*(B0R(KK)-
B0FF)/HST
C                                     Y0(KK)=Y0FM
C                                     Y0(KK)=Y0FF

C                                     WRITE(IMPT,*)'NÍVEL NA SEÇÃO INTERMEDIÁRIA '
C                                     WRITE(IMPT,*)'FORAM ALTERADOS OS VALORES DA SEÇÃO
',KK
C                                     WRITE(IMPT,*)' NÍVEL CALCULADO
Y(I+1, KK)=' ,Y(I+1, KK)
C                                     WRITE(IMPT,*)' VALOR DE COMPARAÇÃO          YP=' ,YP

C                                     WRITE(IMPT,*)' FUNDO REAL          Y0R=' ,Y0R(KK)
C                                     WRITE(IMPT,*)' FUNDO AJUSTADO          Y0=' ,Y0(KK)
C                                     WRITE(IMPT,*)' FUNDO INICIAL
Y0INI=' ,Y0INI(KK)
C                                     WRITE(IMPT,*)' LARGURA REAL          B0R=' ,B0R(KK)
C                                     WRITE(IMPT,*)' LARGURA AJUSTADA          B0=' ,B0(KK)
C                                     WRITE(IMPT,*)' RUGOSID.REAL
RUG0R=' ,RUG0R(I,M)
C                                     WRITE(IMPT,*)' RUGOSID.AJUSTADA
RUG=' ,RUG(I,M)
C
WRITE(IMPT,*)'*****'

```

```

C          ***** NÍVEL NA SEÇÃO INFERIOR *****

                                ELSEIF(YP.LT.YOFFM.AND.YP.GE.YOFFM) THEN
                                    YOFM=YOR(KK)-HST
                                    YOFF=YOFM-HSI
                                    BOFF=BOR(KK)*FCL

                                RUG(I,M)=RUGFF
                                BO(KK)=BOFF
                                YO(KK)=YOFF

c          WRITE(IMPT,*)'NÍVEL NA SEÇÃO INFERIOR'
cc         WRITE(IMPT,*)'FORAM ALTERADOS OS VALORES DA SEÇÃO
',KK
C          WRITE(IMPT,*)' NIVEL CALCULADO
Y(I+1, KK)=' ,Y(I+1, KK)
C          WRITE(IMPT,*)' VALOR DE COMPARAÇÃO          YP=' ,YP

C          WRITE(IMPT,*)' FUNDO REAL          YOR=' ,YOR(KK)
C          WRITE(IMPT,*)' FUNDO AJUSTADO          YO=' ,YO(KK)
C          WRITE(IMPT,*)' FUNDO INICIAL

YOINI=' ,YOINI(KK)
C          WRITE(IMPT,*)' LARGURA REAL          BOR=' ,BOR(KK)
C          WRITE(IMPT,*)' LARGURA AJUSTADA          BO=' ,BO(KK)
C          WRITE(IMPT,*)' RUGOSID.REAL

RUGOR=' ,RUGOR(I,M)
C          WRITE(IMPT,*)' RUGOSID.AJUSTADA

RUG=' ,RUG(I,M)
C
WRITE(IMPT,*)'*****'

C          *****NÍVEL ABAIXO DO FUNDO DA SEÇÃO MODELO *****

                                ELSEIF(YP.LT.YOFFM) THEN
                                    YO(KK)=YOINI(KK)
                                    BO(KK)=BOINI(KK)

                                WRITE(IMPT,*)'YP<YOFFM ZEBRA EM DET YO,BO,RUG
1          SEÇÃO' ,KK,YP,YOFFM

                                END IF

                                END DO

                                END IF

                                END DO

                                END IF

                                END IF

C          ----- FIM AJUSTE DAS VARIÁVEIS YO BO RUG -----

CCC -----
CCC INÍCIO DO PROCESSO ITERATIVO DE NEWTON RAPHSON NO ESQUEMA DE
CÁLCULO
CCC DE MATRIZ ESPARSA. RESOLVE O SISTEMA EM CADA ITERAÇÃO
UTILIZANDO A
CCC ROTINA SKYLINE E O MÉTODO DE ELIMINAÇÃO DE GAUSS ADAPTADO.
CCC PROCESSO ITERATIVO CONTROLADO PELAS CONDIÇÕES DO COMANDO 'DO
WHILE'
CCC
CCC REALIZA ITERAÇÕES ATÉ QUE A DIFERENÇA ENTRE O RESULTADO DE 2
ITERAÇÕES
CCC CONSECUTIVAS PARA AS VARIÁVEIS 'H' E 'V' OU "Y" E "Q" SEJA
MENOR OU

```

```

CCC      IGUAL À TOLERÂNCIA ESPECIFICADA.
CCC      KHV - REPRESENTA UM VALOR QUE INDICA SE A TOLERÂNCIA EM
RELAÇÃO A
CCC      'H' E 'V' OU "Y" E "Q" FOI ATENDIDA.
CCC      O LOOP TAMBÉM SE ENCERRA QUANDO O NÚMERO DE ITERAÇÕES É MAIOR
QUE 'KMAX'
CCC-----

          DO WHILE(KHV.LT.0.AND.ICTOL.LT.KMAX)                                ! ILDW

          ITNR=NIT(I)

          IF(ITNR==1) THEN                                                    !HEIT VALORES INICIAIS
DE ENTRADA
          DO IK=1,NUM/2                                                        !ANTES DAS
ITERAÇÕES OU VALORES
          IF(IVD==1) THEN
          HE(ITNR,IK)=H(I+1,IK)      !INICIAIS
NO TEMPO
          HEIT(I+1,IK)=H(I+1,IK)
          VE(ITNR,IK)=V(I+1,IK)
          VEIT(I+1,IK)=V(I+1,IK)
          ELSE
          YE(ITNR,IK)=Y(I+1,IK)
          YEIT(I+1,IK)=Y(I+1,IK)
          QE(ITNR,IK)=Q(I+1,IK)
          QEIT(I+1,IK)=Q(I+1,IK)
          END IF
          END DO
          ELSEIF(ITNR.GT.1) THEN
          DO IK=1,NUM/2                                                        !HE
VALORES DE ENTRADA EM CADA
          IF(IVD==1) THEN
          HE(ITNR,IK)=HS(ITNR-1,IK)
          VE(ITNR,IK)=VS(ITNR-1,IK)
          ELSE
          YE(ITNR,IK)=YS(ITNR-1,IK)
          QE(ITNR,IK)=QS(ITNR-1,IK)
          END IF
          END DO
          END IF
C          REVISAR      POSTERIORMENTE ESTE PONTO PARA Y E Q 14/10/2005
9:17
C          CONSIDERAR SEÇÃO COMPOSTA. E AI VEM O YMAX.
C          -----
C          SE FASE É PREVISÃO ENTÃO:
c          INSERÇÃO DAS RUGOSIDADES CALIBRADAS DE ACORDO COM O PROCESSO DE
c          CALIBRAÇÃO E TIPO DAS RUGOSIDADES UTILIZADAS.
C
C          VALOR NO ARQ.Prmt LIDO COMO ICAL IDENTIFICA AS TRÊS SITUAÇÕES:
C
C          SE CALIBRAÇÃO FOI REALIZADA C/ RUG CTE NO TEMPO E ESPAÇO
ICAL=1
C          ENTAO INSERE VALOR CONTIDO EM "CALETA"
C
C          SE CALIBRAÇÃO FOI REALIZADA C/ RUG VAR NO TEMPO E CTE NO
ESPAÇO ICAL=2
c          ENTAO Insere rugosidades calibradas de acordo
com a

```

```

C          altura interpolando, se for o caso.
C
C          SE CALIBRAÇÃO FOI REALIZADA C/ RUG CTE NO TEMPO E VAR NO
ESPAÇO    ICAL=3
C          ENTÃO INSERE VALOR CONTIDO NO VETOR CALRUGX
C
C          SE CALIBRAÇÃO FOI REALIZADA C/ RUG VAR NO TEMPO E VAR NO
ESPAÇO    ICAL=4
C          ENTAO Insere rugosidades calibradas de
acordo com a
C          altura interpolando, se for o caso.
C -----

          If(FASE.NE.0) Then ! Validacao ou Previsaol ou Previsão 2
06/09/2006
          IF(IRUG==1.OR.IETHE==4.OR.IETHE==5) THEN
              IF(IETHE==5) THEN
                  ICAL=2
                  IPAR=1
                  INPrmt=IPrmtt
                  END IF

              SELECT CASE (ICAL)
                  CASE(1)

                      DO J=1,NS
                          RUG(I,J)=CALETA
                      END DO
C          WRITE(IMPT,20202) I,J,(RUG(I,J),H(I,J), J=1,NS)

                  CASE(2,4)

                      IF(IPAR==0) THEN

                          WRITE(IMPT,20201)
20201          FORMAT(/,1X,'I',2X,'SEÇ',3X,'ALTDISC',7X,'RUG',5X,
1              'Y(I+1,J)',2X,'Y0(J)',2X,'HIVD=1')

                          Do J=1,NS

                              IF(ITTI==0) THEN
                                  IF(IVD==2) H(I,J)=Y(I,J)-Y0(J)
                                  ALTDISC=H(I,J)
                              ELSE
                                  IF(IVD==2) HE(ITNR,J)=YE(ITNR,J)-
Y0(J)
                                  ALTDISC=HE(ITNR,J)
                              END IF

                              DO JJ=1,NFRON
                                  IF(NSF(JJ)==J) THEN
                                      SELECT CASE (CCC(JJ))
                                          CASE(1)
                                              ALTDISC=HF(I+1,JJ)
                                          CASE(2)
                                              ALTDISC=Y(I,NSF(JJ))-
Y0(NSF(JJ)) !?16/08/2006
                                  DD          VERIFICAR O TEMPO I OU I+1
                                  DD
                                      CASE(3)

                                          IF(IVD==1) THEN

```

```

ALTDISC=H(I,NSF(JJ))
                                                    ELSE

ALTDISC=Y(I,NSF(JJ))-Y0(NSF(JJ))
                                                    END IF
CASE(4)
                                                    ! 11/08/2006
                                                    IF(IVIRTUAL==1) THEN

ALTDISC=HF(I+1,JJ)
                                                    ELSEIF(IVIRTUAL==5) THEN

ALTDISC=YF(I+1,JJ)-Y0(NSF(JJ))
                                                    ELSEIF(IVIRTUAL==2) THEN

ALTDISC=Y(I,NSF(JJ))-Y0(NSF(JJ)) !16/08
DD          VERIFICAR O TEMPO I OU I+1
DD
                                                    PRINT
'ESPECIFICAÇÃO NAO APLICADA'
                                                    END IF
CASE(5)
                                                    ALTDISC=YF(I+1,JJ)-
Y0(NSF(JJ))
                                                    END SELECT
                                                    END IF
                                                    END DO

If (AltDisc.le.CalH(1,J)) Then
    Rug(I,J) = CalRug(1,J)
ELSE IF (AltDisc.ge.CalH(IPrmt(J),J))
Then
    Rug(I,J) = CalRug(IPrmt(J),J) !
Pobrema *****

Else
Do Aux=1,IPrmt(J)-1
    H1 = CalH(Aux,J)
    H2 = CalH(Aux+1,J)
    N1C = CalRug(Aux,J)
    N2C = CalRug(Aux+1,J)

! Pobrema *****

    If(AltDisc.eq.H1) Rug(I,J) = N1C
    If(AltDisc.eq.H2) Rug(I,J) = N2C

If((AltDisc.gt.H1).and.(AltDisc.lt.H2)) Then
    Rug(I,J) = N2C +
1      (N1C - N2C)*(H2 - AltDisc)/(H2 - H1)
    End If
    End Do
End If

WRITE(IMPT,2020)I,J,ALTDISC,RUG(I,J),Y(I+1,J),
1      Y0(J),H(I+1,J)

End Do

ELSEIF(IPAR==1) THEN
                                                    ! 07/09/2006

Do J=1,NS

    IF(ITTI==0) THEN
    IF(IVD==1) THEN
        AltDisc = H(I,J)

```

```

ELSEIF (IVD==2) THEN
    ALTDISC=Y(I,J)-Y0(J)
    IF (ITTR(J)==1) THEN
        IF (Y(I,J).GE.YMAX(J))
ALTDISC=YMAX(J)-Y0(J)
    END IF
    END IF
ELSE
    IF (IVD==1) THEN
        ALTDISC= HE (ITNR,J)
        ELSEIF (IVD==2) THEN
            ALTDISC=YE (ITNR,J)-Y0(J)
            IF (ITTR(J)==1) THEN
                IF (Y(I,J).GE.YMAX(J)) ALTDISC=YMAX(J)-Y0(J)
            END IF
        END IF
    END IF

DO JJ=1,NFRON
    IF (NSF(JJ)==J) THEN
        SELECT CASE (CCC(JJ))
            CASE(1)
                ALTDISC=HF(I+1,JJ)
            CASE(2)
                ALTDISC=Y(I+1,NSF(JJ))-
Y0(NSF(JJ)) !16/08/2006
                VALOR DE FRONTEIRA NÃO
FORNECIDO
            CASE(3)
                IF (IVD==1) THEN
                    ALTDISC=H(I,NSF(JJ))
                ELSE
                    ALTDISC=Y(I+1,NSF(JJ))-Y0(NSF(JJ))
                END IF
            CASE(4)
                IF (IVIRTUAL==1) THEN
                    ALTDISC=HF(I+1,JJ)
                ELSEIF (IVIRTUAL==5)
THEN
                    ALTDISC=YF(I+1,JJ)-Y0(NSF(JJ))
                ELSEIF (IVIRTUAL==2)
THEN
                    ALTDISC=Y(I+1,NSF(JJ))-Y0(NSF(JJ)) !16/08/
DD VERIFICAR TEMPO I OU I+1 ??????????????????
DD PRINT
'ESPECIFICAÇÃO INCONSISTENTE'
                END IF
            CASE(5)
                ALTDISC=YF(I+1,JJ)-
Y0(NSF(JJ))
        END SELECT
    END IF
END DO

If (AltDisc.le.CCALH(1)) Then
    Rug(I,J) = CCALRUG(1)

```

```

ELSE IF (AltDisc.ge.CCALH(INPrmt)) Then
    Rug(I,J) = CCALRUG(INPrmt)    !
Pobrema *****
    Else
        Do Aux=1,INPrmt-1
            H1 = CCALH(Aux)
            H2 = CCALH(Aux+1)
            N1C = CCALRUG(Aux)
            N2C = CCALRUG(Aux+1)    !
Pobrema *****
                If(AltDisc.eq.H1) Rug(I,J) = N1C
                If(AltDisc.eq.H2) Rug(I,J) = N2C
If((AltDisc.gt.H1).and.(AltDisc.lt.H2)) Then
    Rug(I,J) = N2C +
1      (N1C - N2C)*(H2 - AltDisc)/(H2 - H1)
        End If
        End Do
    End If
WRITE(IMPT,20202)I,J,ALTDISC,RUG(I,J),Y(I+1,J),
1      Y0(J),H(I+1,J),CCALRUG(12),CCALRUG(13)
    End Do
END IF
C      WRITE(IMPT,20202)I,(RUG(I,J),H(I,J), J=1,NS)
CASE(3)
    DO J=1,NS
        RUG(I,J)=CALRUGX(J)
    END DO
    IF(ICV.GE.1) WRITE(IMPR,11600)
    WRITE(IMPT,20202)I,J,(RUG(I,J),H(I,J),Y(I,J), J=1,NS)
END SELECT
END IF
END IF
C      INSERE RUGOSIDADES NOS TRECHOS DE GALERIA E RUA
C      DO J=1,NS
C          IF(ITTR(J)==1) RUG(I,J)=RUGGA
C          IF(ITTR(J)==2) RUG(I,J)=RUGRU
C          IF(ITTRUA(J)==2) RUG(I,J)=RUGRU
C      END DO
R
R      IF(NTGA.GT.0) THEN
R          WRITE(IMPT,20202)I,J,(RUG(I,J),H(I,J),Y(I,J), J=1,NS)
R          END IF
R
R      IF(NTRU.GT.0) THEN
R          WRITE(IMPT,20202)I,J,(RUG(I,J),H(I,J),Y(I,J), J=1,NS)
R          END IF
R
C      IF(I==IDUR-1)THEN
C          DO II=1,IDUR
C              WRITE(IMPT,20202) II,(RUG(II,J),H(II,J),
J=1,NS)
C          END DO

```

```

C          END IF
11600      FORMAT(50X,'NO TRECHO VIRTUAL,RUGOSIDADE IGUAL À DO
1          ÚLTIMO TRECHO ADJACENTE')

20202 FORMAT(I2,2X,I2,2X,1000(1X,F9.3))
CCC -----
-----

      IF(IVD==1) THEN
          IF(FASE==2.OR.FASE==20) THEN          !17/08/2006 (FASE 20)
              WRITE(IMPT,422)
          END IF

          IF(FASE==2.OR.FASE==20) THEN          !17/08/2006 (FASE 20)

              DO K=1,NUM/2
                  WRITE(IMPT,4221) I+1, ITNR,K,H(I+1,K),
1                  H(I+1,K+1),V(I+1,K),V(I+1,K+1),RUG(I,K)
              END DO
          END IF

      ELSEIF(IVD==2) THEN

          IF(FASE==2.OR.FASE==20) THEN
              WRITE(IMPT,4222)
          END IF

          IF(FASE==2.OR.FASE==20) THEN

              DO K=1,NUM/2
                  WRITE(IMPT,4221) I+1, ITNR,K,Y(I+1,K),
1
Y(I+1,K+1),Q(I+1,K),Q(I+1,K+1),Y0(K),Y0(K+1),B0(K),B0(K+1)
1                  ,RUG(I,K)
              END DO
          END IF
      END IF

422      FORMAT(/,1X,'T',1X,'ITE',1X,'TRE',6X,
1          'H(I+1,K)',5X,'H(I+1,K+1)',5X,
2          'V(I+1,K)',5X,'V(I+1,K+1)',5X,'RUG(I,K)')
4222     FORMAT(/,1X,'T',1X,'ITE',1X,'TRE',1X,
1          'Y(I+1,K)',1X,'Y(I+1,K+1)',1X,
2          'Q(I+1,K)',1X,'Q(I+1,K+1)',1X,'Y0(K)',5X,'Y0(K+1)',
1          4X,'B0(K)',5X,'B0(K+1)',1X,'RUG(I,K)')

4221     FORMAT(I2,1X,I2,1X,I2,1000(2X,F8.3))

CCC      INICIA CÁLCULO DOS COEFICIENTES DA MATRIZ NA SEQUÊNCIA:
FRONTEIRAS
CCC
          TRECHOS
CCC
          CONFLUÊNCIAS
CCC
CCC      CÁLCULO DOS COEFICIENTES DAS VARIÁVEIS DAS EQUAÇÕES DE
FRONTEIRA

42          DO J=1,NFRON
              K=JLIN(J)
              KK=NSF(J)

```



```

                SELECT CASE (CCC(J))
                CASE(1)                                !ALTURA;
BB(K)=H(I+1, KK)-HF(I+1, J)
                L1=ICOL(K, 2)                        !
H(I+1, KK)=HF(I+1, J)
                AA(L1)=1.
                BB(K)=0.
                DEHCC1(I+1, NSF(J))=AA(L1)
                FUNCC1(I+1, NSF(J))=BB(K)
                CASE(2)
! VAZÃO
                L1=ICOL(K, 2)
                AA(L1)=1.
                BB(K)=0.
                DEHCC1(I+1, NSF(J))=AA(L1)
                FUNCC1(I+1, NSF(J))=BB(K)
                CASE(3)
                ! CURVA CHAVE
                IF(IVD==1) THEN
                L1=ICOL(K, 2)
                L2=ICOL(K, 3)
                IF(ITCH==1) THEN
                AA(L1)=B0(KK)*V(I+1, KK)-
aaa(J)*bbb(J)*
                1 (H(I+1, KK)-
hh0(J)**(bbb(J)-1)
                AA(L2)=B0(KK)*H(I+1, KK)
BB(K)=B0(KK)*H(I+1, KK)*V(I+1, KK)-aaa(J)*
                1 (H(I+1, KK)-
hh0(J)**bbb(J)
                ELSE
                AA(L1)=B0(KK)*V(I+1, KK)-aaa(J)
                AA(L2)=B0(KK)*H(I+1, KK)
BB(K)=B0(KK)*H(I+1, KK)*V(I+1, KK)-aaa(J)
                END IF
                ELSEIF(IVD==2) THEN
                L1=ICOL(K, 2)
                L2=ICOL(K, 3)
                IF(ITCH==1) THEN
                AA(L1)=-
aaa(J)*bbb(J)*Y(I+1, KK)**(bbb(J)-1)
                AA(L2)=1.
                BB(K)=Q(I+1, KK)-
aaa(J)*Y(I+1, KK)**bbb(J)
                ELSE
                AA(L1)=-aaa(J)
                AA(L2)=1.
                BB(K)=Q(I+1, KK)-
aaa(J)*Y(I+1, KK)-bbb(J)
                END IF
                END IF
                CASE(4)                                ! H ou Y ou Q
VIRTUAL
                L1=ICOL(K, 2)
                AA(L1)=1.
                BB(K)=0.
                DEHCC2(I+1, NSF(J))=AA(L1)
                FUNCC2(I+1, NSF(J))=BB(K)

```

```

                                CASE(5)
!NÍVEL
                                L1=ICOL(K,2)
                                AA(L1)=1.
                                BB(K)=0.
                                DEHCC1(I+1,NSF(J))=AA(L1)
                                FUNCC1(I+1,NSF(J))=BB(K)

                                END SELECT

                                DO IM=1,ICOL(K,1)-1
                                    JAC(K,IM)=AA(ICOL(K,IM+1))
                                    NEL(K)=ICOL(K,1)-1
                                END DO

                                END DO

CCC   CÁLCULO DOS COEFICIENTES DAS VARIÁVEIS DAS EQUAÇÕES DE TRECHO

                                J1=NFRON
                                DO JT=1,NTR
                                    J2=J1+(JT-1)*2+1
                                    M=NST(JT,1)
                                    J=NST(JT,2)
                                    K=JLIN(J2)
                                    L2=ICOL(K,2)
                                    L3=ICOL(K,3)
                                    L4=ICOL(K,4)
                                    L5=ICOL(K,5)

CCCC  **** VERIFICA TERMO COM H NEGATIVO *****
                                IF(IVD==1) THEN
                                    IG=I
                                    IZ=0
                                    DO IG=IG,IG+1
                                        IF(H(IG,M).LT.0) THEN
                                            IZ=1
                                            WRITE(IMPT,10101) IZ,IG,M,H(IG,M)
                                        ELSEIF(H(IG,J).LT.0) THEN
                                            IZ=2
                                            WRITE(IMPT,10101) IZ,IG,J,H(IG,J)
                                        END IF

                                        IF((B0(M)*H(IG,M)).LT.0) THEN
                                            IZ=3
                                            WRITE(IMPT,10101) IZ,IG,M,H(IG,M)
                                        ELSEIF((B0(M)*H(IG,J)).LT.0) THEN
                                            IZ=4
                                            WRITE(IMPT,10101) IZ,IG,J,H(IG,J)
                                        END IF

                                        IF(B0(M)+H(IG,M).LT.0) THEN
                                            IZ=5
                                            WRITE(IMPT,10101) IZ,IG,M,H(IG,M)
                                        ELSEIF(B0(M)+H(IG,J).LT.0) THEN
                                            IZ=6
                                            WRITE(IMPT,10101) IZ,IG,J,H(IG,J)
                                        END IF

                                        IF(B0(M)+2*H(IG,M).LT.0) THEN

```

```

                IZ=7
                WRITE(IMPT,10101) IZ,IG,M,H(IG,M)
ELSEIF(B0(M)+2*H(IG,J).LT.0) THEN
                IZ=8
                WRITE(IMPT,10101) IZ,IG,J,H(IG,J)
END IF

                END DO

C      Corrigido em 07/03/2007 calculo do RH para galerias em pressao
c      considerando a secao plena . P=2(b+h)
                ELSEIF(IVD==2) THEN
                        IG=I
                        IZ=0
                        DO IG=IG,IG+1
C      IF(Y(I+1,J).GE.YMAX(J)) THEN
C      AA1=B0(J)*(YMAX(J)-Y0(J))
C      PP1=2.*(B0(J)+(YMAX(J)-Y0(J)))
C      ELSE
C      AA1=B0(J)*(Y(I+1,J)-Y0(J))
C      PP1=B0(J)+2.*(Y(I+1,J)-Y0(J))
C      END IF
C      IF(Y(I+1,M).GE.YMAX(M)) THEN
C      AA2=B0(M)*(YMAX(M)-Y0(M))
C      PP2=2.*(B0(M)+(YMAX(M)-Y0(M)))
C      ELSE
C      AA2=B0(M)*(Y(I+1,M)-Y0(M))
C      PP2=B0(M)+2.*(Y(I+1,M)-Y0(M))
C      END IF
C      RR1=AA1/PP1
C      RR2=AA2/PP2
C      RRR1(IG,J)=RR1
C      RRR2(IG,M)=RR2

C      RR1=Y(I+1,J)-Y0(J)
C      RR2=Y(I+1,M)-Y0(M)
C      RRR1(IG,J)=RR1
C      RRR2(IG,M)=RR2

C      IF(RR1.LT.0) THEN
                IZ=1
                WRITE(IMPT,10101) IZ,IG,J,RRR1(IG,J)
ELSEIF(RR2.LT.0) THEN
                IZ=2
                WRITE(IMPT,10101) IZ,IG,M,RRR2(IG,M)
END IF
                END DO
                END IF

10101  FORMAT('DEU ZEBRA',1X,I1,2X,I2,2X,I2,2X,F7.2)
10102  FORMAT('DEU ZEBRAO',1X,      I3)

CCC      ***** FIM VERIFICA H NEGATIVO *****
                IF(IFLAGB==0) THEN
                ELSE
                        IF(IZ.GE.1) THEN
                                ICONTZ=ICONTZ+1
                                WRITE(IMPT,10102) ICONTZ
                                IFLAGB=1
                                GOTO 2892
                        END IF
                END IF

```

```

CCC      *****CORRIGE P E ETA FASE 0      *****
IF(FASE==0) THEN
IF(CCAL==1.OR.CCAL==2) THEN
IF(IETHE==0) THEN
IF(IZ.GE.1) THEN
ICONTZ=ICONTZ+1
WRITE(IMPT,10102) ICONTZ
IF(ETA1.LE.0.002) THEN
P=P+0.01
ETA1=0.10
DO IY=1, IDUR
Do J=1, NS
RUG(IY,J)= ETA1
End Do
End Do
write(impt,10108) P,ETA1
10108  FORMAT('P MUDOU
PARA',2X,F4.2,2X,'ETA1=',2X,F5.3,/)
IF(P.GE.1.40) THEN
WRITE(IMPR,*) 'PROBLEMA NA LINHA 3607'
STOP
END IF
IFLAGB=1
GO TO 2892
ELSE
ETA1=ETA1-0.005
DO IY=1, IDUR
Do J=1, NS
RUG(IY,J)= ETA1
End Do
End Do
write(IMPT,10109) ETA1,P
10109  FORMAT('ETA1 MUDOU
PARA',f5.3,2X,'P=',2X,F4.2,/)
IF(P.GE.1.40) THEN
WRITE(IMPR,*) 'PROBLEMA NA LINHA 3621'
STOP
END IF
IFLAGB=1
GO TO 2892
END IF
END IF
END IF
ELSE
END IF
10109  *****
CCC      ***** FIM CORRIGE P E ETA Fase 0 *****
CCC      *****BUSCA P E ETA para fase 20 (iethe = 0)
C      IF(FASE==999) THEN
IF(IETHE==0) THEN
IF(IZ.GE.1) THEN
ICONTZ=ICONTZ+1
WRITE(IMPT,10102) ICONTZ
IF(ETA1.LE.0.002) THEN
P=P+0.01
ETA1=0.10
DO IY=1, IDUR
Do J=1, NS
RUG(IY,J)= ETA1
RUGOR(IY,J)=ETA1

```

```

                End Do
            End Do
            write(impt,10108) P,ETA1
            IF(P.GE.1.40) THEN
                WRITE(IMPR,*) 'PROBLEMA P > 1.40  ETA1'
                STOP
            END IF
            IFLAGB=1
            GO TO 2892
        ELSE
            ETA1=ETA1-0.005
            DO IY=1, IDUR
                Do J=1, NS
                    RUG(IY,J)= ETA1
                    RUGOR(IY,J)=ETA1
                End Do
            End Do
            write(IMPT,10109) ETA1,P
            IF(P.GE.1.40) THEN
                WRITE(IMPR,*) 'PROBLEMA P>1,40  ETA1'
                STOP
            END IF
            IFLAGB=1
            GO TO 2892
        END IF
    END IF
END IF
CCC      *****          FIM BUSCA DE P E ETA          *****

CCC      *****INICIA BUSCA DE P E CCALRUG PARA FASE 20 E IETHE=5
*****
IF(FASE==20) THEN
    IF(IETHE==5) THEN
        IF(IZ.GE.1) THEN
            ICONTZ=ICONTZ+1
            WRITE(IMPT,10102) ICONTZ
            IF(CCALRUG(IPRMTT).LE.0.002) THEN
                P=P+0.01
                DIFRUG=0.1-RUGI5(IPRMTT)
                CCALRUG(IPRMTT)=0.1
                DO IMX=2, IPRMTT
                    CCALRUG(IMX)=CCALRUG(IMX)+DIFRUG
                END DO
                write(impt,*)'P MUDOU=',
P, 'CCALRUG(IPRMTT)=0.10'
                IF(P.GE.1.40) THEN
                    WRITE(IMPR,*) 'PROBLEMA P > 1.40  CCALRUG'
                    STOP
                END IF
                IFLAGB=1
                GO TO 2892
            ELSE
                DO IMX=1, IPRMTT
                    CCALRUG(IMX)=CCALRUG(IMX)-0.005
                END DO
                write(IMPT,*) 'P=',P, 'CCALRUG DIMIN',CCALRUG(IPRMTT)
                IF(P.GE.1.40) THEN
                    WRITE(IMPR,*) 'PROBLEMA P>1.40  CCALRUG'
                    STOP
                END IF
            END IF
        END IF
    END IF

```

```

                                IFLAGB=1
                                GO TO 2892
                                END IF
                                END IF
                                END IF
                                END IF
CCC      *****          FIM BUSCA DE P E CCALRUG          *****

C      YP=(TETA/2.)*(Y(I+1,J)+Y(I+1,M))+((1.-TETA)/2.)*
C      1      (Y(I,J)+Y(I,M))
C      YMM=(YMAX(M)+YMAX(J))/2.
C      Y0M=(Y0(M)+Y0(J))/2.
C      B0M=(B0(M)+B0(J))/2.
C      YM=(Y(I+1,J)+Y(I+1,M))/2

C      IF(ITTR(M)==1) THEN                                ! galeria
C          IF(YP.GT.YMM) THEN
C              BM=B0M*(YMM-Y0M)*FM                        ! para o caso de
galeria sob pressao
CC          BMM(M)=BM
C          ELSE
C              BM=B0M                                    ! para o caso de
galeria livre
C          BMM(M)=BM
C          END IF

C      ELSEIF(ITTR(M)==2) THEN                            ! RUA
C          BM=B0M
C          BMM(M)=BM
C      ELSE                                              ! RIO
C          IF(YP.GT.YMM) THEN

C              BM=(BS(M)+BS(J))/2.
C              BMM(M)=BM
C          ELSE
C              BM=B0M
C              BMM(M)=BM
C          END IF
C      END IF

C      IF(ITTR(M)==1) THEN
C          WRITE(IMPT,*) 'ITTR=',ITTR,'M=',M,'J=',J,'BM=',BM
C      END IF

C      IF(IETHE==0) THEN
C          WRITE(*,10100) ETA1,P
C10100      FORMAT(' 2X,ETA111=',2X,F4.2,2X,'P=',2X,F5.3,/)
C      END IF

                                ICONTZ=0
CCC      COEFICIENTES DA EQUAÇÃO DA CONTINUIDADE

                                IF(IVD==1) THEN

                                    CALL DEHF1(KARM,I,M,J,V,DX,DT,TETA,B0,BS,DFDH1)
                                    AA(L2)=DFDH1
                                    CDEHF1(I+1,JT)=DFDH1

                                    CALL DEVF1(KARM,I,M,J,H,DX,TETA,B0,DFDV1)
                                    AA(L3)=DFDV1
                                    CDEVF1(I+1,JT)=DFDV1

```

```

CALL DEHF2(KARM, I, M, J, V, DX, DT, TETA, B0, BS, DFDH2)
AA(L4)=DFDH2
CDEHF2(I+1, JT)=DFDH2

CALL DEVF2(KARM, I, M, J, H, DX, TETA, B0, DFDV2)
AA(L5)=DFDV2
CDEVF2(I+1, JT)=DFDV2

CALL
FUNCF(KARM, H, V, I, M, J, DX, DT, TETA, B0, BS, QLAT, F)
BB(K)=F
CFUNCF(I+1, JT)=F

ELSEIF(IVD==2) THEN
! CONT2

CALL CONTI1(DT, DFDY1)
AA(L2)=DFDY1
CDEHF1(I+1, JT)=DFDY1

CALL CONTI3(Y, I, M, J, TETA, DX, B0, YMAX, BS, FM,
1 Y0, ITTR, BMM, DFDQ1)
AA(L3)=DFDQ1
CDEVF1(I+1, JT)=DFDQ1

CALL CONTI2(DT, DFDY2)
AA(L4)=DFDY2
CDEHF2(I+1, JT)=DFDY2

CALL CONTI4(Y, I, M, J, TETA, DX, B0, YMAX, BS, FM,
1 Y0, ITTR, BMM, DFDQ2)
AA(L5)=DFDQ2
CDEVF2(I+1, JT)=DFDQ2

CALL
CONTI(Q, Y, I, M, J, TETA, DX, DT, B0, YMAX, BS, QLAT,
1 FM, Y0, ITTR, BMM, FC)
BB(K)=FC
CFUNCF(I+1, JT)=FC

DO IM=1, ICOL(K, 1)-1
JAC(K, IM)=AA(ICOL(K, IM+1))
NEL(K)=ICOL(K, 1)-1
END DO

END IF

J2=J2+1
K=JLIN(J2)
L2=ICOL(K, 2)
L3=ICOL(K, 3)
L4=ICOL(K, 4)
L5=ICOL(K, 5)

CCC COEFICIENTES DA EQUAÇÃO DINÂMICA EQD

IF(IVD==1) THEN

CALL
DEHG1(I, M, J, H, V, DX, B0, TETA, G, Rug, P, QLAT, DGDH1)

```

```

        AA(L2)=DGDH1
        DDEHG1(I+1, JT)=DGDH1

        CALL
DEVG1(I, M, J, H, V, DX, DT, B0, TETA, G, Rug, P, QLAT, DGDV1)
        AA(L3)=DGDV1
        DDEVG1(I+1, JT)=DGDV1

        CALL
DEHG2(I, M, J, H, V, DX, B0, TETA, G, Rug, P, QLAT, DGDH2)
        AA(L4)=DGDH2
        DDEHG2(I+1, JT)=DGDH2

        CALL
DEVG2(I, M, J, H, V, DX, DT, B0, TETA, G, Rug, P, QLAT, DGDV2)
        AA(L5)=DGDV2
        DDEVG2(I+1, JT)=DGDV2

        CALL
FUNCG(H, V, I, M, J, DX, DT, B0, TETA, G, Rug, S0, P, QLAT, GFF)
        BB(K)=GFF
        DFUNCG(I+1, JT)=GFF

    ELSEIF(IVD==2) THEN

        CALL
DINAM1(Q, Y, I, M, J, TETA, DX, B0, Y0, G, P, RUG, CPC, QLAT, YMAX,
1          ITTR, DGDY1)
        AA(L2)=DGDY1
        DDEHG1(I+1, JT)=DGDY1

        CALL DINAM3(Q, Y, I, M, J, TETA, DX, DT, B0, Y0, G, P, RUG, QLAT, YMAX,
1          ITTR, DGDQ1)
        AA(L3)=DGDQ1
        DDEVG1(I+1, JT)=DGDQ1

        CALL
DINAM2(Q, Y, I, M, J, TETA, DX, B0, Y0, G, P, RUG, CPC, QLAT, YMAX,
1          ITTR, DGDY2)
        AA(L4)=DGDY2
        DDEHG2(I+1, JT)=DGDY2

        CALL DINAM4(Q, Y, I, M, J, TETA, DX, DT, B0, Y0, G, P, RUG, QLAT, YMAX,
1          ITTR, DGDQ2)
        AA(L5)=DGDQ2
        DDEVG2(I+1, JT)=DGDQ2

        CALL DINAM(Q, Y, I, M, J, TETA, DX, DT, B0, Y0, G, P, RUG, CPC, QLAT,
1          YMAX, ITTR, GD)
        BB(K)=GD
        DFUNCG(I+1, JT)=GD

    END IF

C
FIMD2
DO IM=1, ICOL(K, 1)-1
    JAC(K, IM)=AA(ICOL(K, IM+1))
    NEL(K)=ICOL(K, 1)-1
END DO

END DO

```



```

ILIGA=0
IF (ILIGA==0) THEN
  ELSE
  IF (NCONF==0) THEN
    IF ( (CCC(1)==1.AND.CCC(2)==1).OR.(CCC(1)==5.AND.CCC(2)==5) )
THEN
      WRITE (IMPT,10111)
      WRITE (IMPT,10112)

      DO JT=1,NTR
        IF (JT==1) THEN
          WRITE (IMPT,10114) I+1, ITNR, JT, DEHCC1 (I+1, JT), XK (1),
1          FUNCC1 (I+1, 1)
          END IF

          WRITE (IMPT,10113) I+1, ITNR, JT, CDEHF1 (I+1, JT)
1          , CDEVF1 (I+1, JT), CDEHF2 (I+1, JT), CDEVF2 (I+1, JT)
2          , XK (JT*2), CFUNCF (I+1, JT)

          IF (JT==NTR) THEN

WRITE (IMPT,10114) I+1, ITNR, JT, DEHCC2 (I+1, JT+1)
2          , XK (JT*2+1), FUNCC2 (I+1, JT*2+1)

          WRITE (IMPT,10113) I+1, ITNR, JT, DDEHG1 (I+1, JT)
1
, DDEVG1 (I+1, JT), DDEHG2 (I+1, JT), DDEVG2 (I+1, JT)
2          , XK (JT*2+2), DFUNCG (I+1, JT)
          ELSE
            WRITE (IMPT,10113) I+1, ITNR, JT, DDEHG1 (I+1, JT)
1
, DDEVG1 (I+1, JT), DDEHG2 (I+1, JT), DDEVG2 (I+1, JT)
2          , XK (JT*2+1), DFUNCG (I+1, JT)
          END IF
        END DO
      END IF
    END IF

    IF (NCONF==0) THEN
      IF (CCC(1)==2.AND.CCC(2)==2) THEN
        WRITE (IMPT,10111)
        WRITE (IMPT,10112)
        DO JT=1,NTR
          IF (JT==1) THEN
            WRITE (IMPT,10113) I+1, ITNR, JT, CDEHF1 (I+1, JT)
1
, CDEVF1 (I+1, JT), CDEHF2 (I+1, JT), CDEVF2 (I+1, JT)
2          , XK (JT), CFUNCF (I+1, JT)
            WRITE (IMPT,10114) I+1, ITNR, JT, DEHCC1 (I+1, JT)
1          , XK (JT+1), FUNCC1 (I+1, JT)
            WRITE (IMPT,10113) I+1, ITNR, JT, DDEHG1 (I+1, JT)
1
, DDEVG1 (I+1, JT), DDEHG2 (I+1, JT), DDEVG2 (I+1, JT)
2          , XK (JT*2+1), DFUNCG (I+1, JT)
          ELSE
            WRITE (IMPT,10113) I+1, ITNR, JT, CDEHF1 (I+1, JT)
1
, CDEVF1 (I+1, JT), CDEHF2 (I+1, JT), CDEVF2 (I+1, JT)
2          , XK (JT*2), CFUNCF (I+1, JT)
            WRITE (IMPT,10113) I+1, ITNR, JT, DDEHG1 (I+1, JT)

```

```

1
,DDEVG1(I+1,JT),DDEHG2(I+1,JT),DDEVG2(I+1,JT)
2
, XK(JT*2+1),DFUNCG(I+1,JT)
END IF
IF(JT==NTR) THEN
WRITE(IMPT,10114) I+1, ITNR, JT, DEHCC1(I+1, JT+1)
2
, XK(JT*2+2), FUNCC2(I+1, JT+1)
END IF
END DO
END IF
END IF
10111 FORMAT('I+1',1X,'ITR',1X,'TREC',1X,'HYF1(I+1,JT)',1X,
1
'VQF1(I+1,JT)',1X,'HYF2(I+1,JT)',1X,
2
'VQF2(I+1,JT)',1X,'VARIAVEL',1X,'FUNCF(I+1,JT)')
10112 FORMAT('I+1',1X,'ITR',1X,'TREC',1X,'HYG1(I+1,JT)',1X,
1
'VQG1(I+1,JT)',1X,'HYG2(I+1,JT)',1X,
2
'VQG2(I+1,JT)',1X,'VARIAVEL',1X,'FUNCG(I+1,JT)',/)
10113 FORMAT(I2,1X,I2,1X,I3,2X,F11.7,2X,F11.7,2X,F11.7,2X,
1
F11.7,2X,F9.3,2X,F11.7)
10114 FORMAT(I2,1X,I2,1X,I3,1X,F11.7,42X,F9.3,F11.7)
END IF
CCC CÁLCULO DOS COEFICIENTES DAS VARIÁVEIS DAS EQUAÇÕES DE
CONFLUÊNCIA
IF(NCONF==0) THEN
ELSE
J1=NFRON+NTR*2+1
DO JC=1,NCONF
J2=J1+(JC-1)*3
K=JLIN(J2)
K1=NSC(JC,1)
K2=NSC(JC,2)
K3=IABS(NSC(JC,3))
IF(NSC(JC,3)<0) THEN
! SE CONVERGENTE
KK1=K1
KK2=K2
KK3=K3
ELSE
! SE DIVERGENTE
KK1=K3
KK2=K1
KK3=K2
END IF
IF(IVD==1) THEN
P2=B0(KK1)*V(I+1, KK1)
!DERIVADAS 1ª EQUAÇÃO
P3=B0(KK1)*H(I+1, KK1)
P4=B0(KK2)*V(I+1, KK2)
P5=B0(KK2)*H(I+1, KK2)
P6=B0(KK3)*V(I+1, KK3)
P7=B0(KK3)*H(I+1, KK3)
PP1=P3*V(I+1, KK1) !LADO
DIREITO DA MATRIZ
PP2=P5*V(I+1, KK2)
PP3=P7*V(I+1, KK3)

```

```

L2=ICOL(K,2)
L3=ICOL(K,3)
L4=ICOL(K,4)
L5=ICOL(K,5)
L6=ICOL(K,6)
L7=ICOL(K,7)
IF(NSC(JC,3)<0)THEN
! 1ª EQUAÇÃO CONVERGENTE
AA(L2)=P2
AA(L3)=P3
AA(L4)=P4
AA(L5)=P5
AA(L6)=-P6
AA(L7)=-P7
BB(K)=PP1+PP2-PP3
ELSE
! 1ª EQUAÇÃO DIVERGENTE
AA(L2)=P2
AA(L3)=P3
AA(L4)=-P4
AA(L5)=-P5
AA(L6)=-P6
AA(L7)=-P7
BB(K)=PP1-PP2-PP3
END IF
DO II2=1,2
J2=J2+1
K=JLIN(J2)
L2=ICOL(K,2)
L3=ICOL(K,3)
AA(L2)=1.
AA(L3)=-1.
IF(NSC(JC,3)<0) THEN
! SE CONVERGENTE
IF(II2==1) THEN
BB(K)=H(I+1, KK2)-
H(I+1, KK3)
ELSE IF(II2==2) THEN
BB(K)=H(I+1, KK1)-
H(I+1, KK3)
END IF
ELSE
! SE DIVERGENTE
IF(II2==1) THEN
BB(K)=H(I+1, KK1)-
H(I+1, KK2)
ELSE IF(II2==2) THEN
BB(K)=H(I+1, KK1)-
H(I+1, KK3)
END IF
END IF
ELSEIF(IVD==2) THEN
IF(ISIG(JC)==0) THEN
P2=1.
P3=1.

```

```

P4=1.
PP1=Q(I+1, KK1)
PP2=Q(I+1, KK2)
PP3=Q(I+1, KK3)
ELSE
C      Cálculo da vazao no orificio (boca de lobo) referida à seção K3
na rua
C      Antes era referida à seção da galeria em K2 ou K1. Alterado em
07/03/2007
IF(ISIG(JC)==KK2) THEN
P2=1.
P4=1.
PP1=Q(I+1, KK1)
PP3=Q(I+1, KK3)
IF(Y(I+1, KK1)-
Y0(KK1)).LE.0.12) THEN
P3=2.55*NB(JC)*LB*(Y(I+1, KK1)-
1
Y0(KK1))**0.5
PP2=1.7*NB(JC)*LB*(Y(I+1, KK1)-
1
Y0(KK1))**1.5
ELSE
P3=1.45*NB(JC)*AB*(Y(I+1, KK1)-
1
Y0(KK1))**(-
0.5)
PP2=2.9*NB(JC)*AB*(Y(I+1, KK1)-
1
Y0(KK1))**0.5
END IF
ELSEIF(ISIG(JC)==KK3) THEN
P2=1.
P3=1.
PP1=Q(I+1, KK1)
PP2=Q(I+1, KK2)
IF((Y(I+1, KK1)-
Y0(KK1)).LE.0.12) THEN
P4=2.55*NB(JC)*LB*(Y(I+1, KK1)-
1
Y0(KK1))**0.5
PP3=1.7*NB(JC)*LB*(Y(I+1, KK1)-
1
Y0(KK1))**1.5
ELSE
P4=1.45*NB(JB)*AB*(Y(I+1, KK1)-
1
Y0(KK1))**(-
0.5)
P3=2.9*NB(JC)*AB*
(Y(I+1, KK1)-
1
Y0(KK1))**0.5
END IF
END IF
END IF
L2=ICOL(K, 2)

```

```

L3=ICOL(K,3)
L4=ICOL(K,4)

! 1ª EQUAÇÃO CONVERGENTE
! 1ª EQUAÇÃO DIVERGENTE

IF(NSC(JC,3)<0)THEN
    AA(L2)=P2
    AA(L3)=P3
    AA(L4)=-P4
    BB(K)=PP1+PP2-PP3
ELSE
    AA(L2)=P2
    AA(L3)=-P3
    AA(L4)=-P4
    BB(K)=PP1-PP2-PP3
END IF

DO IM=1,ICOL(K,1)-1
    JAC(K,IM)=AA(ICOL(K,IM+1))
    NEL(K)=ICOL(K,1)-1
END DO

DO II2=1,2
    J2=J2+1
    K=JLIN(J2)
    L2=ICOL(K,2)
    L3=ICOL(K,3)
    AA(L2)=1.
    AA(L3)=-1.
    IF(NSC(JC,3)<0) THEN
        IF(II2==1) THEN
            BB(K)=Y(I+1, KK2)-
Y(I+1, KK3)
        ELSE IF(II2==2) THEN
            BB(K)=Y(I+1, KK1)-
Y(I+1, KK3)
        END IF
    ELSE
        IF(II2==1) THEN
            BB(K)=Y(I+1, KK1)-
Y(I+1, KK2)
        ELSE IF(II2==2) THEN
            BB(K)=Y(I+1, KK1)-
Y(I+1, KK3)
        END IF
    END IF

DO IM=1,ICOL(K,1)-1
    JAC(K,IM)=AA(ICOL(K,IM+1))
    NEL(K)=ICOL(K,1)-1
END DO

END DO

```

```

                                END IF
                                END DO
                                END IF

                                DO IMN=1,NUM
C                                WRITE(IMPT,21455)
I+1,ITNR,IMN,(JAC(IMN,JMN),JMN=1,
C                                1
NEL(IMN)),XK(IMN),BB(IMN)
                                END DO
21455                                FORMAT(I3,1X,I3,1X,I3,1000(1X,F11.7))

C                                WRITE(IMPT,*)'VALORES FINAIS I=',I,'M=',M,'J=',J,'YP=',YP,
C                                1                                'YOFM=',YOFM,'Y0(M)=' ,Y0(M),'Y0(J)=' ,Y0(J),
C                                2                                'YOFF=',YOFF,'B0(M)=' ,B0(M),'B0(J)=' ,B0(J),
C                                3                                'B0FF=',B0FF,'HST=' ,HST,'HSI=' ,'FCL=' ,FCL,'FCG=' ,FCG,
C                                4                                'RUG(I,M)=' ,RUG(I,M)

C6662 FORMAT(I3,1X,I3,1X,I3,1000(1X,F8.3))

CCC -----FIM CALCULA COEFICIENTES -----

CCC                                CHAMA SUBROTINA SKYLINE PARA RESOLUÇÃO DO SISTEMA DE
EQUAÇÕES
CCC                                ONDE A MATRIZ DO SISTEMA É O JACOBIANO DO SISTEMA. 'XI' A
SOLUÇÃO,
CCC                                REPRESENTA A DIFERENÇA ENTRE OS VALORES DAS INCÓGNITAS PARA
DUAS
CCC                                ITERAÇÕES CONSECUTIVAS E 'BB' O LADO DIREITO DA MATRIZ QUE
DEVE SER
CCC                                MULTIPLICADO POR -1 ANTES DE CHAMAR A SUBROTINA.

                                DO K=1,NUM                                ! VETOR (MATRIZ NO CASO
GERAL)                                BB(K)=-1.0*BB(K)                                ! INDEPENDENTE DO SISTEMA
                                END DO

                                CALL SKYLINE(AA,BB,NUM,XI,IHIGH,IR,IDIAG)
                                NTIT=NTIT+1

                                DO K=1,NUM
                                    R(K)=XI(K)
                                END DO

CCC-----
--
CCC                                CALCULA ELEMENTOS PARA TESTE DA TOLERANCIA EM RELACAO À
CCC                                APROXIMACAO ANTERIOR. (NO COMANDO 'DO WHILE')
CCC-----
--

                                IF(IVD==1) THEN
                                    KCON=1
                                    KHV=1
                                    DO WHILE(KHV>0.AND.KCON.LE.NUM)
                                        IF(ABS(R(KCON)).GE.TOLH) THEN                                !ALTERAÇÃO GT
PARA GE

```

```

                KHV=-1
            ELSE
                KHV=1
            END IF
            KCON=KCON+2
        END DO

        IF (KHV.EQ.-1) THEN
        ELSE
            LCON=2
            DO WHILE (KHV>0.AND.LCON.LE.NUM)
                IF (ABS(R(LCON)).GE.TOLV) THEN !ALTERAÇÃO
                    KHV=-1
                ELSE
                    KHV=1
                END IF
                LCON=LCON+2
            END DO
        END IF
    ELSE
        KCON=1
        KHV=1
        DO WHILE (KHV>0.AND.KCON.LE.NUM)
            IF (ABS(R(KCON)).GE.TOLY) THEN !ALTERAÇÃO GT
                KHV=-1
            ELSE
                KHV=1
            END IF
            KCON=KCON+2
        END DO

        IF (KHV.EQ.-1) THEN
        ELSE
            LCON=2
            DO WHILE (KHV>0.AND.LCON.LE.NUM)
                IF (ABS(R(LCON)).GE.TOLQ) THEN !ALTERAÇÃO
                    KHV=-1
                ELSE
                    KHV=1
                END IF
                LCON=LCON+2
            END DO
        END IF
    END IF
C -----
    IF (KHV== -1) THEN
        ICTOL=ICTOL+1
        NIT(I)=NIT(I)+1

        DO NAI=1,NUM ! TOLERÂNCIA
            XK(NAI)=XK(NAI)+R(NAI) ! CORREÇÃO DOS VALORES
        END DO !
    INCÓGNITAS

        KFF=1 ! NOVA
    APROXIMAÇÃO PARA O
    INCÓGNITAS H e V IF (IVD==1) THEN ! VALOR DAS

```

```

DO KGG=1,NUM                                ! ou Y e Q
  H(I+1,KGG)=XK(KFF)
  V(I+1,KGG)=XK(KFF+1)
  KFF=KFF+2
END DO

DO IK=1,NFRON
  IF(CCC(IK)==1.OR.CCC(IK)==4) THEN
    H(I+1,NSF(IK))=HF(I+1,IK)
  END IF
END DO

DO IK=1,NUM/2                                !HS -
VALORES DE SAIDA DE CADA
  HS(ITNR,IK)=H(I+1,IK)                      ! ITERAÇÃO
  VS(ITNR,IK)=V(I+1,IK)
END DO
IF(FASE==2.OR.FASE==20) THEN                ! 17/08/2006
(FASE 20)
  WRITE(IMPT,4229)
4229
  FORMAT(/,'I+1',2X,'ITE',1X,'SEÇ',3X,'HENTR',
1
  5X,'HSAIDA',5X,'VE',5X,'VS',5X,'RUG')

  DO K=1,NUM/2
    WRITE(IMPT,421)
I+1,ITNR,K,HE(ITNR,K),
1
HS(ITNR,K),VE(ITNR,K),VS(ITNR,K),RUG(I,K)
  END DO

  WRITE(IMPT,*)

  DO KGG=1,NUM/2
    HSIT(I+1,KGG)=HS(ITNR,KGG)
    VSIT(I+1,KGG)=VS(ITNR,KGG)
  END DO

421
  FORMAT(I2,2X,I2,2X,I3,1000(2X,F10.5))
  END IF
ELSEIF(IVD==2) THEN
DO KGG=1,NUM
  Y(I+1,KGG)=XK(KFF)
  Q(I+1,KGG)=XK(KFF+1)
  KFF=KFF+2
END DO

DO IK=1,NFRON                                !
17/08/2006
  IF(CCC(IK)==2) THEN
    Q(I+1,NSF(IK))=QF(I+1,IK)
  ELSE IF(CCC(IK)==4) THEN
    IF(IVIRTUAL==2) THEN
      Q(I+1,NSF(IK))=QF(I+1,IK)
    ELSE IF(IVIRTUAL==5) THEN
      Y(I+1,NSF(IK))=YF(I+1,IK)
    END IF
  ELSE IF(CCC(IK)==5) THEN
    Y(I+1,NSF(IK))=YF(I+1,IK)

```



```

                END IF
            END DO

                DO IK=1,NUM/2                                !QS -
VALORES DE SAIDA DE CADA
                YS(ITNR,IK)=Y(I+1,IK)                    !ITERAÇÃO
                QS(ITNR,IK)=Q(I+1,IK)
            END DO
C                IF(FASE==2.OR.FASE==20) THEN            !VOLTAR DEPOIS
28/12/2005 11:31
                WRITE(IMPT,42299)
42299
                FORMAT(/,'I+1',2X,'ITE',1X,'SEÇ',2X,'YENTR',
1
                3X,'YSAIDA',4X,'QE',6X,'QS',5X,'Y0',7X,
2
                'B0',4X,'BM',8X,'RUG')

                DO K=1,NUM/2
                WRITE(IMPT,4219)
I+1,ITNR,K,YE(ITNR,K),
1
YS(ITNR,K),QE(ITNR,K),QS(ITNR,K),
2
                Y0(K),B0(K),BMM(K),RUG(I,K)
            END DO
4219    FORMAT(I2,2X,I2,2X,I3,6(2X,F6.2),2X,F9.5,2X,F6.4)
                WRITE(IMPT,*)

                DO KGG=1,NUM/2
                YSIT(I+1,KGG)=YS(ITNR,KGG)
                QSIT(I+1,KGG)=QS(ITNR,KGG)
            END DO

C                END IF
                END IF
            ELSE
            END IF

        END DO            !TÉRMINO DO LOOP DO DO WHILE TLDW
CCC -----
CCC                    FIM DO PROCESSO ITERATIVO DE NEWTON RAPSHON
CCC
CCC    SE KHV >0 - O ESQUEMA CONVERGIU E PASSA PARA O PRÓXIMO
INTERVALO DE TEMPO
CCC    SE KHV <0 - A TOLERANCIA EM RELAÇÃO A 'H' OU 'V' NÃO FOI
ATINGIDA. ENTÃO
CCC                    NOVA ITERAÇÃO COM VALORES DE 'H' E 'V' CORRIGIDOS.
CCC    SE ICTOL > KMAX - O ESQUEMA NÃO CONVERGIU. O PROGRAMA É
ENCERRADO
CCC -----
C                IF(FASE==2.FASE==20) THEN                RETORNAR DEPOIS
28/11/2005
                IF(IVD==1) THEN
                DO IK=1,NUM/2                                !HS - VALORES
DE SAIDA DA ÚLTIMA
                HS(ITNR,IK)=H(I+1,IK)                    !ITERAÇÃO.
                VS(ITNR,IK)=V(I+1,IK)
            END DO

                WRITE(IMPT,4229)

```

```

DO K=1,NUM/2
  WRITE (IMPT,421) I+1,ITNR,K,HE (ITNR,K),HS (ITNR,K),
1      VE (ITNR,K),VS (ITNR,K)
END DO

WRITE (IMPT,*)

DO KGG=1,NUM/2
  HSIT (I+1,KGG)=HS (ITNR,KGG)
  VSIT (I+1,KGG)=VS (ITNR,KGG)
END DO

WRITE (IMPT,423)
423
  FORMAT (/, 'I+1', 1X, 'SEÇ', 1X, 'ITNR', 1X, 'HEINI', 1X, 'HSAIFI'
1      , 2X, 'VEINI', 4X, 'VSFI')

DO K=1,NUM/2
  WRITE (IMPT,421)
I+1,K,ITNR,HEIT (I+1,K),HSIT (I+1,K),
1      VEIT (I+1,K),VSIT (I+1,K)
  END DO
  ELSEIF (IVD==2) THEN
    DO IK=1,NUM/2
DE SAIDA DA ÚLTIMA
      YS (ITNR,IK)=Y (I+1,IK)      ! ITERAÇÃO.
      QS (ITNR,IK)=Q (I+1,IK)
    END DO
    WRITE (IMPT,42299)

DO K=1,NUM/2
  WRITE (IMPT,421) I+1,ITNR,K,YE (ITNR,K),YS (ITNR,K),
1      QE (ITNR,K),QS (ITNR,K)
END DO

WRITE (IMPT,*)

DO KGG=1,NUM/2
  YSIT (I+1,KGG)=YS (ITNR,KGG)
  QSIT (I+1,KGG)=QS (ITNR,KGG)
END DO

WRITE (IMPT,4233)
4233
  FORMAT (/, 'I+1', 1X, 'SEÇ', 1X, 'ITNR', 1X, 'YEINI', 1X, 'YSAIFI'
1      , 2X, 'QEINI', 4X, 'QSFI')

DO K=1,NUM/2
  WRITE (IMPT,421)
I+1,K,ITNR,YEIT (I+1,K),YSIT (I+1,K),
1      QEIT (I+1,K),QSIT (I+1,K)
  END DO
END IF
C  END IF

NTIT=NTIT+NIT (I)      ! ATUALIZA CONTADOR DE ITERAÇÕES DA
CORRIDA

CCC  VERIFICA SE SAÍDA DO LOOP DE ITERAÇÕES FOI OCACIONADA PELO

```

```

CCC      EXTRAPOLAMENTO DO NÚMERO MÁXIMO (KMAX) DE CICLOS PERMITIDOS.
CCC      SE POSITIVO, IMPRIME MENSAGEM DE NAO CONVERGENCIA E TERMINA O
PROGRAMA

      IF (ICTOL.GT.KMAX) THEN
          IF (IVD==1) THEN
              WRITE(IMPR,63) KMAX,I,KCON,R(KCON),LCON,R(LCON)
              Write(*,63) Kmax,LCon,R(LCon),KCon,R(KCon)
63          FORMAT(5X,'NAO CONVERGIU EM',1X,I3,1X,'CICLOS PARA
I=',I3,
          1          /,5X,'VALOR J DE
H(I+1,J)=' ,I2,2X,'H(I+1,J)=' ,F5.2,
          2          1X,'VALOR J DE
V(I+1,J)=' ,I2,2X,'V(I+1,J)=' ,F5.2)
              WRITE(IMPR,*) 'PROBLEMA NA LINHA 4305'
              STOP
          ELSEIF (IVD==2) THEN
              WRITE(IMPR,633) KMAX,I,KCON,R(KCON),LCON,R(LCON)
              Write(*,63) Kmax,LCon,R(LCon),KCon,R(KCon)
633          FORMAT(5X,'NAO CONVERGIU EM',1X,I3,1X,'CICLOS PARA
I=',I3,
          1          /,5X,'VALOR J DE
Y(I+1,J)=' ,I2,2X,'Y(I+1,J)=' ,F5.2,
          2          1X,'VALOR J DE
Q(I+1,J)=' ,I2,2X,'Q(I+1,J)=' ,F5.2)
              WRITE(IMPR,*) 'PROBLEMA NA LINHA 4313'
              STOP
          END IF
      ELSE
      END IF

CCC      NESTE PONTO FOI ATINGIDA A CONVERGÊNCIA PARA O INSTANTE 'I'.
CCC      ATUALIZA VALORES DAS VARIÁVEIS 'H' e 'V' OU 'Y' e 'Q' PARA O
CCC      PRÓXIMO INTERVALO DE TEMPO 'I+1'.

      KFF=1
      IF (IVD==1) THEN
          DO KGG=1,NUM
              H(I+1,KGG)=XK(KFF)
              V(I+1,KGG)=XK(KFF+1)
              KFF=KFF+2
          END DO
      ELSEIF (IVD==2) THEN
          DO KGG=1,NUM
              Y(I+1,KGG)=XK(KFF)
              Q(I+1,KGG)=XK(KFF+1)
              KFF=KFF+2
          END DO
      END IF
      END DO      ! TÉRMINO DO LOOP DO TEMPO - INCREMENTA PARA TEMPO
'I+1'

CCC-----

c          If (Incremento.ne.0) Then
c          Write(kgrf,5001) Incremento,Ig
c5001      Format('      mudança de ',F5.3,' no dia ',I3)
c          End If
CCC-----
CCC      MENSAGEM DE FIM DE CALCULO. IMPRESSAO DE RESULTADOS.
CCC-----

```

```

        NCOR=NCOR+1
        IF(INTER.NE.0) THEN
            WRITE(IMPR,1175) NTIT,NCOR,CONT2,CONT
1175      FORMAT(5X,'A CONVERGENCIA FOI OBTIDA COM UM TOTAL DE
',I3,1X,
            1          'CICLOS',1X,I3,1X,I3,1X,I3////)
            END IF
CCC-----
CCC  IMPRESSAO DOS NUMEROS PARCIAIS DE CICLOS NECESSARIOS.
CCC-----

C      WRITE(IMPR,1180)
C 1180 FORMAT(37X,'NUMEROS PARCIAIS DE CICLOS PARA
CONVERGENCIA',/,36X,46
C      1          ('*'),/)
C
C      WRITE(IMPR,1181)
C 1181 FORMAT(48X,'INSTANTE ! CICLOS',/,47X,11('-'),'!',9('-
'),/,58X,
C      1          '!')
C
C      DO 1182 IX=1,IDUR-1
C 1182      WRITE(IMPR,1183) IX,NIT(IX)
C 1183      FORMAT(51X,I3,4X,'!',4X,I4,/,58X,'!')

CCC-----
CCC  FORMACAO DO VETOR DE DESCARGAS CALCULADAS (QROUT) EM CASO DE SER
ALCANCADA
CCC  A CONVERGENCIA PARA TODOS OS INSTANTES (FRONTEIRAS C/ C.CONTORNO
= 1,3 e 4
CCC  FORMACAO DO VETOR DE NÍVEIS CALCULADOS (YROUT) - FRONT. COM
C.CONT=2
CCC-----
--
CCC  SE OPÇÃO DE RUPTURA FOI ESPECIFICADA, QROUT SERÁ A SOMA DAS
VAZÕES
CCC  DAS FRONTEIRAS MONTANTE COM RUPTURA, DIVIDIDA PELO NÚMERO DE
TODAS
CCC  AS FRONTEIRAS JUSANTES. QTR - SOMATÓRIO DE Q DE RUPTURA - P/
CCC(J)=1
CCC  VERIFICAR POSTERIORMENTE PARA CCC(J)=2, O CASO RUPT
CCC  ICRU - CONTADOR DE FRONTEIRAS COM RUPTURA

        ICRU=0
        DO Ixx=1,IDur
            DO J=1,NFRON
                IF (IFMJ(J)==1) THEN
                    IF(IRUT(J)==1) THEN
                        IF(IVD==1) THEN
                            QRU(Ixx,J) = V(Ixx,NSF(J)) *
H(Ixx,NSF(J)) *
                            1          B0(NSF(J))
                            QTR(Ixx)=QTR(Ixx)+QRU(Ixx,J) !
SOMATÓRIO DE Q
                        ELSEIF(IVD==2) THEN
                            QRU(Ixx,J) = Q(Ixx,NSF(J))
                            QTR(Ixx)=QTR(Ixx)+QRU(Ixx,J) !
SOMATÓRIO DE Q
                        END IF
                    END IF
                END IF
            END DO
        END DO
        ICRU=ICRU+1

```

```

                END IF
                END IF
            END DO

            DO J=1,NFRON
                IF (ICRU==0) THEN
                    IF (CCC(J)==4) THEN
                        IF (IVIRTUAL==1) THEN
!17/08/2006
                            QROUT(Ixx,J) = V(Ixx,NSFO(J)) *
                            H(Ixx,NSFO(J)) *
                                ELSEIF(IVIRTUAL==2) THEN
                                    YROUT(Ixx,J) = Y(Ixx,NSFO(J))
                                ELSEIF(IVIRTUAL==5) THEN
                                    QROUT(Ixx,J) = Q(Ixx,NSFO(J))
                                END IF
                            ELSE IF(CCC(J)==1) THEN
                                QROUT(Ixx,J) = V(Ixx,NSF(J)) *
                                HF(Ixx,J) *
!1
                                B0(NSF(J)) !ALTERADO
                                    ELSEIF(CCC(J)==2) THEN
                                        YROUT(Ixx,J)=Y(Ixx,NSF(J))
                                        ELSEIF(CCC(J)==3) THEN
                                            IF (IVD==1) THEN
                                                QROUT(Ixx,J) = V(Ixx,NSF(J)) *
!1
                                                H(Ixx,NSF(J)) * B0(NSF(J))
                                                    ELSE
                                                        QROUT(Ixx,J) = Q(Ixx,NSF(J))
                                                    END IF
                                                ELSEIF(CCC(J)==5) THEN
                                                    QROUT(Ixx,J) = Q(Ixx,NSF(J))
                                                END IF
                                                    ELSE
                                                        QROUT(Ixx,J)=QTR(Ixx)/NFJ
                                                    END IF
                                                        END DO
                                                    END DO
                                                        IF (IMPRUG.EQ.1) THEN
                                                            DO J=1,NFRON
                                                                WRITE(IMPR,943)
!943
                                                                FORMAT(32X,'CALIBRAGEM',/,32X,
!1
                                                                '**** COEFICIENTE DE RUGOSIDADE : VARIABEL NO TEMPO',/)
                                                                    IF (IVD==2.AND.CCC(J)==2) THEN
                                                                        WRITE(IMPR,11588)
!11588
                                                                        FORMAT(49X,'!',24('-'),'!',25('-'),'!',/,49X,
!1
                                                                        '!COEFICIENTES N(TEMPO)      Ycalculado
Yobservado !
!2
                                                                        ',/,49X,'!',24('-'),'!',25('-'),'!',/,58X,'!')
                                                                            DO I=1,IDUR
                                                                                WRITE(IMPR,11599)
I,RUG(I,1),YROUT(I,J),YOBS(I,J)
!11599
                                                                                FORMAT(50X,'I= ',I2,3X,'!',2X,'NS=
',F8.5,2X,'!',2X,

```

```

1                                F8.1,2X,'!',2X,F8.1,2X,'!',/,58X,'!')
                                END DO

                                ELSE
1158                               WRITE(IMPR,1158)
                                FORMAT(49X,'!',24('-'),'!',25('-'),'!',/,49X,
1                                  '!COEFICIENTES N(TEMPO)          Qcalculada
Qobservada !
2                                ',/,49X,'!',24('-'),'!',25('-'),'!',/,58X,'!')

                                DO I=1,IDUR
                                    WRITE(IMPR,1159)
I,RUG(I,1),QROUT(I,J),QOBS(I,J)
1159                               FORMAT(50X,'I= ',I2,3X,'!',2X,'NS=
',F8.5,2X,'!',2X,
1                                F8.1,2X,'!',2X,F8.1,2X,'!',/,58X,'!')
                                END DO
                                END IF
                                END DO
                                END IF

```

```

CCC-----
CCC  FORMACAO DO VETOR DE DESCARGAS PARA TODAS AS SECOES (H e V)
CCC-----

```

```

IF (IVD==1) THEN
    DO IQ=1,IDUR
        DO JQ=1,NS
            Q(IQ,JQ)=B0(JQ)*V(IQ,JQ)*H(IQ,JQ)
        END DO
    END DO
END IF

```

```

CCC-----
CCC  FORMACAO DO VETOR DE PROFUNDIDADES PARA TODAS AS SECOES (Y e Q)
CCC-----

```

```

IF (IVD==2) THEN
    DO IQ=1,IDUR
        DO JQ=1,NS
            H(IQ,JQ)=Y(IQ,JQ)-Y0(JQ)
        END DO
    END DO
END IF

```

```

CCC-----
CCC  FORMACAO DO VETOR DE VELOCIDADES PARA TODAS AS SECOES (Y e Q)
CCC-----

```

```

IF (IVD==2) THEN
    DO IQ=1,IDUR
        DO JQ=1,NS
            IF (ITTR(JQ)==1) THEN
                V(IQ,JQ)=Q(IQ,JQ)/(B0(JQ)*(YMAX(JQ)-
Y0(JQ)))
            ELSE
                V(IQ,JQ)=Q(IQ,JQ)/(B0(JQ)*H(IQ,JQ))
            END IF
        END DO
    END DO
END IF

```

```

CCC  OBS: A impressao das duas discretizacoes (Temporal e Espacial)
foi
CCC  transferida para o final para imprimir somente os
resultados

```

CCC do ultimo ciclo. 25/10/2003

CCC-----  
CCC IMPRESSAO DAS SOLUCOES PARA TODO O TRECHO SIMULADO  
CCC ALTERADO EM 25/10/2003  
CCC-----

```
      IF (INTER.NE.0) THEN

          DO 520 IIC=1,NS
              WRITE(IMPR,530) IIC
530          FORMAT(1X,/,6X,'SOLUCOES NA SECAO',I4)
              IF(IVD==1) THEN
                  WRITE(IMPR,535)
535          FORMAT(6X,'HORA',3X,'ALTURA',4X,'VELOCIDADE',4X,
1              'DESCARGA',4X,'RUGOSIDADE',2X,'P',2X,'CORRIDA')
                  DO 570 ITT = 1, IDUR
                      HOUR = (ITT-1)*DT/3600
                      WRITE(IMPR,540)
HOUR,H(ITT,IIC),V(ITT,IIC),Q(ITT,IIC),
1                      RUG(ITT,IIC),P,NCOR
540          FORMAT(4X,F6.1,3X,F6.2,8X,F5.2,7X,F7.0,5X,F5.3,4X,
1                      F4.2,2X,I30)
570          CONTINUE
              ELSEIF(IVD==2) THEN
                  WRITE(IMPR,5355)
5355          FORMAT(6X,'HORA',5X,'NÍVEL',4X,'VAZÃO',5X,
1                      'PROFUND',2X,'VELOC',4X,'RUG',
1                      2X,'P',3X,'CORRIDA')
                  DO ITT = 1, IDUR
                      HOUR = (ITT-1)*DT/3600
                      WRITE(IMPR,5400)
HOUR,Y(ITT,IIC),Q(ITT,IIC),H(ITT,IIC)
1                      ,V(ITT,IIC),RUG(ITT,IIC),P,NCOR
5400          FORMAT(4X,F6.1,2X,F8.2,2X,F8.2,2X,F8.2,2X,F6.2,2X,F5.3,
1                      2X,F4.2,2X,I3)
                  END DO
              END IF

          520 CONTINUE
          521 END IF
```

CCC -----FIM DA ALTERACAO DA DISCRETIZACAO TEMPORAL-----  
CCC -----  
CCC GRAVA ARQUIVO DE RUGOSIDADES PARA CALIBRAÇÃO TIPO IETHE=3.  
CCC RUGOSIDADES VARIANDO NO TEMPO E ESPAÇO.

```
C WRITE(PRMTC,*) P
C DO IG=1, IDUR
C WRITE(PRMTC,52288) (RUG(IG,J), J=1,NS)
C END DO
```

C52288 FORMAT (1000(F18.15,1X))

C -----  
CCC INÍCIO DO PROCESSO DE CALIBRAÇÃO  
CCC

```

CCC   CCAL=0 CALIBRACAO MANUAL
CCC
CCC   CCAL=1 CALIBRACAO AUTOMÁTICA - (REQ)
CCC           No resultado altera configuração de rugosidade
lida
CCC
CCC   CCAL=2 CALIBRAÇÃO AUTOMÁTICA - (BAR); utiliza Rug média de mont
e jus
CCC           No resultado nao altera configuração de
rugosidade lida
CCC   -----
      IF(FASE==0)THEN

CCC   IESQ=1 - UTILIZA ESQUEMA REQUENA
CCC           ESTE ESQUEMA COMPARA DIFERENÇAS ENTRE (QOBS E QCAL)
MONTANTE
CCC           COM PARCELA DE QOBS JUSANTE.
CCC   IESQ=2 - UTILIZA ESQUEMA BARRETO
CCC           ESTE ESQUEMA COMPARA DIFERENÇA ENTRE (QOBS E QCAL)
MONTANTE
CCC           COM PARCELA DE QOBS MONTANTE.
      IESQ=2

      IF(CCAL==1) THEN
CCC-----
CCC   CALIBRACAO AUTOMATICA DE RUGOSIDADES EM TODO O
CCC   TRECHO POR MEIO DE COMPARAÇÃO ENTRE AS VAZÕES DE
JUSANTE(P/C.CONTORNO=H)
CCC   OU NÍVEIS DE JUSANTE .
CCC   INSERIDO POR GUILLERMO REQUENA.MODIFICADO EM NOVEMBRO DE
2004(BARRETO)
CCC   OBS: ALTERADA A ENTRADA DE DADOS DE RUGOSIDADES DE MANEIRA A
PERMITIR QUE
CCC   TAMBÉM SE POSSA LER DADOS COM ESTRUTURA DIFERENTE DE
SOMENTE UM VALOR.
CCC-----
      TOL11 = 5.
      Tol21 = 3.
      Tol31 = 2.
      TOL41 = 5.           !ANTERIOR 10
      TOL51 = 3.           !ANTERIOR 8
      TOL61 = 2.           !ANTERIOR 6
      Limitel1 = 30        !retornar depois para 10
      Limite21 = 30        !retornar depois para
10

      IF(CONT.LT.Limite11) THEN

          Incremento=0.
          Write(IMPT,50078)
50078   Format(15X,'IG',3X,'INCREM',2X,'RUGA',3X,'RUG',6X,'DIF',8X,
1       'YQROUT',5X,'YQOBS',6X,'P',4X,'CONT',2X,'NCOR')

          DO IG=1,IDUR           ! NAO DEVERIA
SER ATE IDUR-1 ?
          INCR=0
          DO IJ=1,NFRON
              IF(IFMJ(IJ)==2) THEN
                  IF(CCC(IJ)==1.OR.CCC(IJ)==5) THEN
                      RUGA(IG,NSF(IJ))=RUG(IG,NSF(IJ))

```



```

DIF(IG,IJ) = QROUT(IG+1,IJ) -
QOBS(IG+1,IJ)
      IF(Abs(DIF(IG,IJ)).GT.((QOBS(IG+1,IJ))/TOL11)) Then
      IF(Abs(DIF(IG,IJ)).GT.((QOBS(IG+1,IJ))
1
/Tol21)) Then
      IF(Abs(DIF(IG,IJ)).GT.
2
((QOBS(IG+1,IJ))/Tol31)) Then
      INCREMENTO = 0.05
      ELSE
      INCREMENTO = 0.01
      END IF
      ELSE
      INCREMENTO = 0.001
      END IF
      IF(DIF(IG,IJ).LT.0) INCREMENTO = (-
1)
      1
      * INCREMENTO
CCC -----
CC ATUALIZA RUG(JUSANTE)
DESTA FRONTEIRA
      RUG(IG,NSF(IJ))=RUG(IG,NSF(IJ))+INCREMENTO
CCC -----
      INCRT=INCRT+INCREMENTO
      END IF
      ELSE IF(CCC(IJ)==2) THEN
      RUGA(IG,NSF(IJ))=RUG(IG,NSF(IJ))
      DIF(IG,IJ) = YROUT(IG+1,IJ) -
YOBS(IG+1,IJ)
      IF(Abs(DIF(IG,IJ)).GT.((YOBS(IG+1,IJ))
1
/Tol41)) Then
      IF(Abs(DIF(IG,IJ)).GT.((YOBS(IG+1,IJ))
1
/Tol51)) Then
      IF(Abs(DIF(IG,IJ)).GT.
1
((YOBS(IG+1,IJ))/Tol61)) Then
      INCREMENTO = 0.05
      ELSE
      INCREMENTO = 0.01
      END IF
      ELSE
      INCREMENTO = 0.001
      END IF
      IF(DIF(IG,IJ).LT.0) INCREMENTO = (-
1)
      1
      * INCREMENTO
CCC -----
CC ATUALIZA RUG(JUSANTE)
DESTA FRONTEIRA
      RUG(IG,NSF(IJ))=RUG(IG,NSF(IJ))+INCREMENTO

```

```

CCC -----
                                INCR=INCR+INCREMENTO
                                END IF
                                END IF
                                END IF
                                END DO
CCC -----
                                INCREMENTO=INCR/NFJ                                ! INCREMENTO
MÉDIO
CCC -----
CCC     ATUALIZA RUGOSIDADES NAS SEÇÕES INTERMEDIÁRIAS E NAS SEÇÕES
DAS FRONTEIRAS
CCC     MONTANTE SOMANDO IGUALMENTE O INCREMENTO MÉDIO DE JUSANTE
                                K=NS-NFRON
                                DO J=1,K
                                RUG(IG,NNT(J))=RUG(IG,NNT(J)) +
INCREMENTO
                                END DO
                                DO IJ=1,NFRON
                                IF(IFMJ(IJ)==1) THEN
                                    RUG(IG,NSF(IJ))=RUG(IG,NSF(IJ))
+ INCREMENTO
                                END IF
                                END DO

CCC -----
                                DO IJ=1,NFRON
                                IF(IFMJ(IJ)==2) THEN
                                    IF(CCC(IJ)==1.OR.CCC(IJ)==5) THEN
                                        Write(IMPT,5001)
IG,Incremento,RUGA(IG,NSF(IJ)),
1                                RUG(IG,NSF(IJ)),DIF(IG,IJ),
2                                QROUT(IG+1,IJ),QOBS(IG+1,IJ),P,CONT,NCOR
                                ELSE
                                        Write(IMPT,5001)
IG,Incremento,RUGA(IG,NSF(IJ)),
1                                RUG(IG,NSF(IJ)),DIF(IG,IJ),
2                                YROUT(IG+1,IJ),YOBS(IG+1,IJ),P,CONT,NCOR
                                END IF
                                END IF
                                END DO
                                END DO

5001     Format('VEM CALIB JUS',2X,I3,2X,F5.2,2X,F5.3,2X,F5.3,2X,
1         F9.2,2X,F9.2,2X,F9.2,2X,F4.2,2X,I3,2X,I3)

CCCC     ***** TIRAR DEPOIS *****
C         Write(IMPT,11110)
C11110     Format('Passo QOBS QROUT RUG')
C         DO JJ=1,NFRON
C             Do ig=1,idur
C                 Write(IMPT,11111) Ig,QObs(IG,JJ),QROUT(IG,JJ),RUG(IG,JJ)
C11111         Format(I3,1X,3(F9.2,1X))
C             End Do
C         END DO
CCCC     *****

Do IG=1, IDur
    IFLAG=0

```

```

RUGM=0
RUGJ=0

DO JJ=1,NFRON
  IF(IFMJ(JJ)==2) THEN
    IF (Rug(Ig,NSF(JJ)).LE.0.002) Then
      Rug(Ig,NSF(JJ)) = 0.002
      IFLAG=1
    END IF
  END IF
END DO

CCC -----
CCC                                     CALCULA RUGOSIDADE MÉDIA DAS FRONTEIRAS
MONTANTE E JUSANTE
DO JJ=1,NFRON
  IF(IFMJ(JJ)==1)THEN
    RUGM=RUGM+RUG(IG,NSF(JJ))
  ELSE IF(IFMJ(JJ)==2) THEN
    RUGJ=RUGJ+ RUG(IG,NSF(JJ))
  END IF
END DO
RUGTM(IG)=RUGM/NFM
RUGTJ(IG)=RUGJ/NFJ
IF(IFLAG==1) THEN

CCC -----
CCC                                     ATUALIZA RUG
NAS FRONTEIRAS PELA MÉDIA
C      DO JJ=1,NFRON
C      IF(IFMJ(JJ)==1) THEN
C      RUG(IG,NSF(JJ))=RUGTM(IG)
C      ELSEIF(IFMJ(JJ)==2) THEN
C      RUG(IG,NSF(JJ))=RUGTJ(IG)
C      END IF
C      END DO

CCC -----
CCC                                     INTERPOLANDO AS RUG NAS
SEÇÕES INTERMEDIÁRIAS
DXCOMP=0.
K=NS-NFRON
DO J=1,K
  DXCOMP=DXCOMP+DX(NNT(J)-1)
  RUG(IG,NNT(J)) = RUGTJ(IG) +
1      (RUGTM(IG) - RUGTJ(IG))*(COMP-
DXCOMP)/COMP
END DO

CCC -----
Pant2 = Pant1
Pant1 = P
P = P + 0.05

If (P.eq.Pant2) Then
Write(IMPT,5003) P,RUGTJ(IG)
  Goto 10002          ! Calibracao a montante
Else
C      stop
      icju=icju+1
      Write(IMPT,5002) P,RUGTJ(IG),icju
      Goto 99999          ! Calibracao de jusante.
Reinicia rodada do
      End If          ! modelo. Reinicia
cont(contador calib jus)

```

```

        END IF
    END DO

    Do IG=1, IDUR
        DO JJJ=1, NFRON
            IF(IFMJ(JJJ)==2) THEN
                If((RUG(IG,NSF(JJJ)).GT.RUGMX) .AND.
(P.GE.0.3)) Then
                    Pant2 = Pant1
                    Pant1 = P
                    P = P - 0.05
                    If (P.EQ.Pant2) Then
                        Write(*,5005) P,RUGTJ(IG)
                        Goto 10002                ! Calibracao a
montante
                    Else
                        icjul=icjul+1
                        Write(*,5004) P,RUGTJ(IG),icjul
                        Goto 99999                ! Calibracao
de jusante
                    End If
                End If
            END IF
        END DO
    End Do

5002  Format(7X,'NOVA RODADA DO MODELO REINICIA CONT NOVA CALIB JUS
VEM
      *          DE CJU P=P+0.05: ',F4.2,2X,'RUGTJ=
',F9.2,2x,'ICJU=',i3)
5003  Format(7X,'PULA PARA CALIB MONTANTE VEM DE CJU P=P+0.05
      *          ',F4.2,2X,'RUGTJ= ',F5.3)
5004  Format(7X,'PULA PARA CALIB JUSANTE VEM DE CJU P=P-0.05
      *          ',F4.2,2X,'RUGTJ= ',F9.2,2x,'ICJU1=',i3)
5005  Format(7X,'PULA PARA CALIB MONTANTE VEM DE CJU P=P-0.05
      *          ',F4.2,2X,'RUGTJ= ',F5.3)

    Do Ig=1, IDur
        DO J=1, NFRON
            IF(IFMJ(J)==2) THEN                !FRONTEIRA JUSANTE
                IF(CCC(J)==1.OR.CCC(J)==5) THEN
                    DIF(IG,J) = QROUT(IG+1,J) - QOBS(IG+1,J)
                ELSEIF(CCC(J)==2) THEN
                    DIF(IG,J) = YROUT(IG+1,J) - YOBS(IG+1,J)
                END IF
            END IF
        END DO
    END DO

    DO IG=1, IDUR
        DO J=1, NFRON
            IF(IFMJ(J)==2) THEN
                IF(CCC(J)==1.OR.CCC(J)==5) THEN
                    Write(IMPT,21221) CONT,NCOR,icju2
                ELSEIF(CCC(J)==2) THEN
                    Write(IMPT,21229) CONT,NCOR,ICJU2
                END IF
            END IF
        END IF
    END DO

```

```

                END IF
            END DO
        END DO

        DO IG=1, IDUR
            DO J=1, NFRON                                !Verifica se houve alteraçao
                IF(IFMJ(J)==2) THEN                      !Verifica limite
                    IF(CCC(J)==1.OR.CCC(J)==5) THEN
                        IF(Abs(DIF(IG,J)).GT.((QOBS(IG+1,J))/Tol11)) Then
                            If (Cont.LT.Limitel1) Then
                                Cont = Cont + 1
                                icju2=icju2+1
                                Write(IMPT,21221) CONT,NCOR,icju2
                                Goto 289
                            End If
                        END IF
                    ELSEIF(CCC(J)==2) THEN
                        IF(Abs(DIF(IG,J)).GT.(YOBS(IG+1,J)/Tol41)) Then
                            If (Cont.LT.Limitel1) Then
                                Cont = Cont + 1
                                icju2=icju2+1
                                Write(IMPT,21229) CONT,NCOR,ICJU2
                                Goto 289
                            END IF
                        END IF
                    END IF
                END IF
            END DO
        End Do

```

```

21221  FORMAT(1X,'FIM CALIB JUS CC H',2X,
1      'CONT',2X,I2,2X,'CORRIDA',2X,I2,2X,'ICJU2=',I3,/)

```

```

21229  FORMAT(1X,\,'FIM CALIB JUS C Q',2X,
1      'CONT',2X,I2,2X,'CORRIDA',2X,I2,2X,'ICJU2=',I3,/)

```

```

                END IF      !FIM DO END IF DE (IF(CONT<Limitel1)
CCC-----
CCC  CALIBRACAO AUTOMATICA DAS RUGOSIDADES DE MONTANTE E INTERPOLAÇÃO
CCC  EM TODO O TRECHO PARA NOVA CALIBRAÇÃO POR MEIO DAS VAZÕES DE
CCC  JUSANTE(P/C.CONTORNO=H) OU NÍVEIS DE JUSANTE (P/C.CONTORNO=Q)
CCC
CCC  INSERIDO POR GUILLERMO REQUENA. MODIFICADO EM NOVEMBRO DE 2004
CCC-----

```

```

10002 Continue

```

```

                IF(CONT2.LT.LIMITE21) THEN

                    Write(*,5006)
                    Write(IMPT,5006)
20006  Format(7X,'COMECANDO CALIBRACAO DE MONTANTE')
                    INCREMENTO=0.
                    DO IG=1, IDUR
                        INCRT=0
                        RUGM=0.

```

```

RUGJ=0.
DO IJ=1,NFRON
  IF(IFMJ(IJ)==1)THEN
    IF(CCC(IJ)==1.OR.CCC(IJ)==5)THEN
      DIF(IG,IJ) = QROUT(IG+1,IJ) - QOBS(IG+1,IJ)
      IF
(Abs(DIF(IG,IJ)).GT.((QOBS(IG+1,IJ))/Tol11)) Then
        IF(Abs(DIF(IG,IJ)).GT.((QOBS(IG+1,IJ))/TOL21)) Then
          IF(Abs(DIF(IG,IJ)).GT.
1
((QOBS(IG+1,IJ))/TOL31)) Then
            INCREMENTO = 0.05
          ELSE
            INCREMENTO = 0.01
          END IF
        ELSE
          INCREMENTO = 0.001
        END IF
      IF(DIF(IG,IJ).LT.0) INCREMENTO = (-1) *
INCREMENTO
CCC -----
CCC
RUG(MONTANTE) DESTA FRONTEIRA
          ATUALIZA
RUG(IG,NSF(IJ))=RUG(IG,NSF(IJ))+INCREMENTO
CCC -----
          INCRT=INCRT+INCREMENTO
        END IF
      ELSE IF(CCC(IJ)==2) THEN
        DIF(IG,IJ) = YROUT(IG+1,IJ) - YOBS(IG+1,IJ)
        IF
(Abs(DIF(IG,IJ)).GT.((YOBS(IG+1,IJ))/TOL41)) Then
          IF(Abs(DIF(IG,IJ)).GT.((YOBS(IG+1,IJ))/Tol51)) Then
            IF(Abs(DIF(IG,IJ)).GT.
1
((YOBS(IG+1,IJ))/Tol61)) Then
              INCREMENTO = 0.05
            ELSE
              INCREMENTO = 0.01
            END IF
          ELSE
            INCREMENTO = 0.001
          END IF
        IF(DIF(IG,IJ).LT.0) INCREMENTO = (-1) *
INCREMENTO
CCC -----
CCC
          ATUALIZA RUG(MONTANTE)
RUG(IG,NSF(IJ))=RUG(IG,NSF(IJ))+INCREMENTO
CCC -----
          INCRT=INCRT+INCREMENTO
        END IF
      END IF
    END IF
  END DO
  INCREMENTO=INCRT/NFM
!INCREMENTO MÉDIO
CCC -----

```

```

CCC          CALCULA RUG MÉDIA DAS FRONTEIRAS MONTANTE
E JUSANTE
DO JJ=1,NFRON
    IF (IFMJ(JJ)==1) THEN
        RUGM=RUGM+RUG(IG,NSF(JJ))
    ELSEIF (IFMJ(JJ)==2) THEN
        RUGJ=RUGJ+RUG(IG,NSF(JJ))
    END IF
END DO
RUGTM(IG)=RUGM/NFM
RUGTJ(IG)=RUGJ/NFJ

CCC -----
C          INTERPOLANDO AS RUG NAS
SEÇÕES INTERMEDIÁRIAS
DXCOMP=0.
K=NS-NFRON
DO J=1,K
    DXCOMP=DXCOMP+DX(NNT(J)-1)
    RUG(IG,NNT(J))=RUGTJ(IG)+
    (RUGTM(IG)-RUGTJ(IG))*(COMP-
1
DXCOMP)/COMP
END DO

CCC -----
WRITE(IMPT,50071)
IG, INCREMENTO,RUGTM(IG),RUGTJ(IG),DIF(IG,1)
50071     FORMAT('CALIB MONT-IG',I3,2X,'INCRIT RUGTM RUGTJ DIF MONT'
1         ,2X,F4.2,2X,F5.3,2X,F5.3,2X,F9.2)

END DO

Do IG=1,IDUR
    IF ((RUGTM(IG).GT.RUGMX) .and. (P.GE.0.3)) Then
        Pant2 = Pant1
        Pant1 = P
        P = P - 0.05
        If (P.eq.Pant2) Then
            Write(IMPT,5008) P,PANT2,RUGTM(IG)
            Goto 10000 ! Impressao dos
parametros
        Else
            ICMO=ICMO+1
            Write(IMPT,5007) P,PANT2,RUGTM(IG),ICMO
            Goto 99999 ! Calibracao de
jusante. Nova rodada
        End If ! do modelo.
    END IF
END DO

Do Ig=1,Idur
    If (RUGTM(IG).LE.0.002) Then
        Do J=1,NS
            Rug(Ig,J) = 0.002
        End do
        Pant2 = Pant1
        Pant1 = P
        P = P + 0.05 !RETORNAR DEPOIS PARA
0.05

```

```

        WRITE(*,50010) P
    If (P.eq.Pant2) Then
        Write(IMPT,5010) P,PANT2,RUGTM(IG) ! RETORNAR PARA *
        Goto 10000                ! Impressao dos
parametros
    Else
        icm01=icm01+1
        Write(IMPT,5009) P,PANT2,RUGTM(IG),icm01 !
RETORNAR PARA *
        Goto 99999                ! Calibracao de jusante
    End If
    End If
    End Do

50010 FORMAT('      P MUDOU PARA: ',F5.3)
5007 Format(7X,'NOVA RODADA DO MODELO REINICIA CONT NOVA CALIB JUS
VEM
    1          DE CALIB. MONTANTE, P=P-
0.05: ',F5.3,2X,'PANT2=',2X,F5.3,2X,
    2          'RUGTM=' 2X,F9.2,2X,'ICMO=' ,I3)
5008 Format(7X,' CONTINUA, IMPRIME PARAMENTROS, VEM
    1          DE CALIB. MONTANTE, P=P-
0.05: ',F5.3,2X,'PANT2=',2X,F5.3,2X,
    2          'RUGTM=' 2X,F5.3)
5009 Format(7X,'NOVA RODADA DO MODELO REINICIA CONT NOVA CALIB JUS
VEM
    1          DE CALIB. MONTANTE,
P=P+0.05: ',F5.3,2X,'PANT2=',2X,F5.3,2X,
    2          'RUGTM=' 2X,F9.2,2x,'ICM01=' ,i3)
5010 Format(7X,' CONTINUA, IMPRIME PARAMETROS, VEM
    1          DE CALIB. MONTANTE,
P=P+0.05: ',F5.3,2X,'PANT2=',2X,F5.3,2X,
    2          'RUGTM=' 2X,F5.3,2X,I3)

    IF(IESQ==2) THEN
CCC -----
CCC ESTE ESQUEMA COMPARA DIFERENÇA ENTRE (QOBS E QCAL) MONTANTE
COM
CCC PARCELA DE QOBS MONTANTE (ESQUEMA BARRETO)
CCC -----
        DO IG=1, IDUR
            DO JJ=1, NFRON
                IF(IFMJ(JJ)==1) THEN
                    IF(CCC(JJ)==1.OR.CCC(JJ)==5) THEN
                        DIF(IG,JJ)=QROUT(IG+1,JJ)-QOBS(IG+1,JJ)
                    ELSE IF(CCC(JJ)==2) THEN
                        DIF(IG,JJ)=YROUT(IG+1,JJ)-YOBS(IG+1,JJ)
                    END IF
                END IF
            END DO
        END DO

    DO IG=1, IDUR
        DO JK=1, NFRON
            IF(IFMJ(JK)==1) THEN
                IF(CCC(JK)==1.OR.CCC(JK)==5) THEN
                    Write(IMPT,21222) IG,DIF(IG,JK),

```



```

1
(QOBS(IG+1,JK)/Tol11),CONT2,NCOR
      ELSE IF(CCC(JK)==2) THEN
          Write(IMPT,21228) IG,DIF(IG,JK),

1
(YOBS(IG+1,JK)/Tol41),CONT2,NCOR
      END IF
    END IF
  END DO
END DO

DO IG=1,IDUR
  DO JK=1,NFRON
    IF(IFMJ(JK)==1) THEN
      IF(CCC(JK)==1.OR.CCC(JK)==5) THEN

If(Abs(DIF(IG,JK)).GT.((QOBS(IG+1,JK))/Tol11)) Then
  If (Cont2.lt.Limite21) Then
    Cont2 = Cont2 + 1
    Write(IMPT,21222) IG,DIF(IG,JK),

1
(QOBS(IG+1,JK)/Tol11),CONT2,NCOR
          goto 99999          !
Calibração de Jusante
          Else
            Continue
          End If
        End If
      ELSE IF(CCC(JK)==2) THEN

IF(ABS(DIF(IG,JK)).GT.((YOBS(IG+1,JK))/Tol41)) Then
  If (Cont2.lt.Limite21) Then
    Cont2 = Cont2 + 1
    Write(IMPT,21228)
IG,DIF(IG,JK),
1
(YOBS(IG+1,JK)/Tol41),CONT2,NCOR
          goto 99999          !
Calibração de Jusante
          Else
            Continue
          End If
        END IF
      END IF
    END DO
  END DO
END DO

CCC -----FIM ESQUEMA BARRETO -----
ELSEIF(IESQ==1) THEN
CCC-----
CCC ESTE ESQUEMA COMPARA DIFERENÇA ENTRE (QOBS E QCAL) MONTANTE
COM
CCC PARCELA DE QOBS JUS (ESQUEMA DO REQUENA)
CCC-----
DO IG=1,IDUR+1
  QOBSJU(IG)=0.
  YOBSJU(IG)=0.
END DO

```

```

DO IG=1, IDUR
  DO JK=1, NFRON
    IF (IFMJ(JK)==2) THEN
      IF (CCC(JK)==1.OR.CCC(JK)==5) THEN
        QOBSJU(IG+1)=QOBSJU(IG+1)+QOBS(IG+1,JK)
      ELSE IF (CCC(JK)==2) THEN
        YOBSJU(IG+1)=YOBSJU(IG+1)+YOBS(IG+1,JK)
      END IF
    END IF
  END DO
END DO

DO IG=1, IDUR
  QOBSJU(IG+1)=QOBSJU(IG+1)/NFJ
  YOBSJU(IG+1)=YOBSJU(IG+1)/NFJ
  DO JK=1, NFRON
    IF (IFMJ(JK)==1) THEN
      IF (CCC(JK)==1.OR.CCC(JK)==5) THEN
        Write(IMPT,21222) IG,DIF(IG,JK),
*
(QOBSJU(IG+1)/Tol11),CONT2,NCOR,icmo2
      ELSE IF (CCC(JK)==2) THEN
        Write(IMPT,21228) IG,DIF(IG,JK),
*
(YOBSJU(IG+1)/Tol41),CONT2,NCOR,ICMO2
      END IF
    END IF
  END DO
END DO

DO IG=1, IDUR !alterado em 22/08/2005
  QOBSJU(IG+1)=QOBSJU(IG+1)/NFJ
  YOBSJU(IG+1)=YOBSJU(IG+1)/NFJ
  DO JK=1, NFRON
    IF (IFMJ(JK)==1) THEN
      IF (CCC(JK)==1.OR.CCC(JK)==5) THEN
        If (Abs(DIF(IG,JK)).GT.((QOBSJU(IG+1))/Tol11)) Then
          If (Cont2.lt.Limite21) Then
            Cont2 = Cont2 + 1
            icmo2=icmo2+1
            Write(IMPT,21222) IG,DIF(IG,JK),
*
(QOBSJU(IG+1)/Tol11),CONT2,NCOR,icmo2
          goto 99999 !
Calibração de Jusante
          Else
            Continue
          End If
        End If
      ELSE IF (CCC(JK)==2) THEN
        IF (ABS(DIF(IG,JK)).GT.((YOBSJU(IG+1))/Tol41)) Then
          If (Cont2.lt.Limite21) Then
            Cont2 = Cont2 + 1
            icmo2=icmo2+1
            Write(IMPT,21228) IG,DIF(IG,JK),

```

```

*
(YOBSJU(IG+1)/Tol141),CONT2,NCOR,ICMO2
                                                    goto 99999
Calibração de Jusante
                                                    Else
                                                    Continue
                                                    End If
                                                    END IF
                                                    END IF
                                                    END IF
                                                    END DO
                                                    END DO
CCC -----FIM ESQUEMA REQUENA-----
END IF ! FIM DO IF DE ESCOLHA ENTRE OS DOIS ESQUEMAS

21222  FORMAT(1X,'FIM CALIB MONT.CC H IG=',I2,1X,'DIF(IG,JK)MONT=',
1      F9.2,2X,'QOBS/Tol11=',F9.2,2X,'CONT2',
2      I2,2X,'CORRIDA',I2,2X,'ICMO2=',I3,/)
21228  FORMAT(1X,'FIM CALIB MONT.CC Q IG=',I2,1X,'DIF(IG,J)MONT =',
1      F9.2,2X,'YOBS/Tol141=',F9.2,2X,'CONT2',
2      I2,2X,'CORRIDA',I2,2X,'ICMO2=',I3,/)
CCC  ***** FIM CALIBRACAO AUTOMÁTICA REQUENA*****
END IF ! FIM DO IF DE (IF(CONT2<LIMITE21)

ELSEIF(CCAL==2) THEN
CCC-----
CCC  CALIBRACAO AUTOMATICA DE RUGOSIDADES EM TODO O
CCC  TRECHO POR MEIO DE COMPARAÇÃO ENTRE AS VAZÕES DE
JUSANTE(P/C.CONTORNO=H)
CCC  OU NÍVEIS DE JUSANTE (P/C.CONTORNO=Q).
CCC  ALTERADO POR BARRETO EM JUNHO DE 2005. ESTE ESQUEMA MANTEM A
CONFIGURACAO
CCC  ORIGINAL DAS RUGOSIDADES LIDAS. OU SEJA, RUG CONSTANTE ALTERA O
VALOR MAS
CCC  PERMANECE CONSTANTE. O MESMO SE DA PARA RUG VARIANDO SÓ COM A
ALTURA (TEMPO)
CCC  E RUG VARIANDO SÓ NO ESPACO
CCC-----
          Tol12 = 5.
          Tol22 = 3.
          Tol32 = 2.
          Tol42 = 5.           !10
          Tol52 = 3.           !8
          Tol62 = 2.           !6
          Limite12 = 30        !10
          Limite22 = 30        !10

          IF(CONT.LT.Limite12) THEN

          Incremento=0.
          Write(IMPT,50078)
          INCRIT=0.
          DO IG=1,IDUR
          INCRIT=0
          DO IJ=1,NFRON
          IF(IFMJ(IJ)==2) THEN
CCC -----
CCC
                                                    PESQUISA
TEMPO DE PICO DE JUSANTE
C
                                                    IF(IETHE.NE.1)

```

```

C          IAUX=1
C          DO(IGC=1, IDUR-1)
C              IF(QOBS(IAUX, IJ).GT.QOBS(IGC+1, IJ))
THEN
C                  ELSE
C                      IAUX=IGC+1
C                  END IF
C          END DO
C          IG=IAUX
C          END IF
CCC -----

CCC          CALCULA INCREMENTO NA RUG DE
CADA FRONTEIRA
          IF(CCC(IJ)==1.OR.CCC(IJ)==5) THEN
          DIF(IG, IJ) = QROUT(IG+1, IJ) -
QOBS(IG+1, IJ)

          IF(Abs(DIF(IG, IJ)).GT.((QOBS(IG+1, IJ))/Tol12)) Then

          IF(Abs(DIF(IG, IJ)).GT.((QOBS(IG+1, IJ))
1
/Tol22)) Then
          IF(Abs(DIF(IG, IJ)).GT.
2
((QOBS(IG+1, IJ))/Tol32)) Then
          INCREMENTO = 0.05
          ELSE
          INCREMENTO = 0.01
          END IF
          ELSE
          INCREMENTO = 0.001
          END IF
          IF(DIF(IG, IJ).LT.0) INCREMENTO = (-
1)
1
* INCREMENTO
CCC -----
CCC          ATUALIZA RUG(JUSANTE) DESTA FRONTEIRA (SE
VARIA NO ESPAÇO)
C          IF(IETHE==2) THEN
C          RUG(IG, NSF(IJ))=RUG(IG, NSF(IJ))+INCREMENTO
C          END IF
CCC -----
          INCRT=INCRT+INCREMENTO
          END IF
          ELSE IF(CCC(IJ)==2) THEN
          DIF(IG, IJ) = YROUT(IG+1, IJ) -
YOBS(IG+1, IJ)
          IF(Abs(DIF(IG, IJ)).GT.((YOBS(IG+1, IJ))
1
/Tol42)) Then !retornar

          IF(Abs(DIF(IG, IJ)).GT.((YOBS(IG+1, IJ)) !p/ 3,2,3
1
/Tol52)) Then
          IF(Abs(DIF(IG, IJ)).GT.
1
((YOBS(IG+1, IJ))/Tol62)) Then
          INCREMENTO = 0.05

```

```

ELSE
    INCREMENTO = 0.01
END IF
ELSE
    INCREMENTO = 0.001
END IF
IF(DIF(IG,IJ).LT.0) INCREMENTO = (-
1)
    1
    * INCREMENTO
CCC -----
CCC          ATUALIZA RUG(JUSANTE) DESTA FRONTEIRA (SE
VARIA NO ESPAÇO)
C          IF(IETHE==2) THEN
C
C          RUG(IG,NSF(IJ))=RUG(IG,NSF(IJ))+INCREMENTO
C          END IF
CCC -----
C          INCRT=INCRT+INCREMENTO
C          END IF
C          END IF
C          END IF
C          END DO
CCC -----
C          INCREMENTO=INCRT/NFJ      !INCREMENTO MÉDIO DAS
FRONTEIRAS JUSANTE
CCC          NO TEMPO
RESPECTIVO TEMPO
CCC -----
C          DO IJ=1,NFRON
C          RUGA(IG,NSF(IJ))=RUG(IG,NSF(IJ))
C          END DO
CCC -----
C
C          ATUALIZA RUGOSIDADES DAS SEÇÕES
C          IF(IETHE.EQ.0.OR.IETHE.EQ.2) THEN      !ALTERADO EM
23/09/2005
C          INCRTT=INCRTT+INCREMENTO
C          ELSE
CCC          ATUALIZA RUG EM TODAS AS SEÇÕES SOMANDO IGUALMENTE NESTAS
SEÇÕES
CCC          O INCREMENTO MÉDIO DE JUSANTE DESTE INTERVALO DE TEMPO.
C          DO J=1,NS
C          RUG(IG,J) = RUG(IG,J) + INCREMENTO
C          END DO
C          END IF
CCC -----
C
C          ATUALIZA RUGOSIDADES NAS SEÇÕES INTERMEDIÁRIAS E NAS SEÇÕES
DAS FRONTEIRAS
CCC          MONTANTE SOMANDO IGUALMENTE O INCREMENTOD MÉDIO DE JUSANTE
C
C          K=NS-NFRON
C          DO J=1,K
C          RUG(IG,NNT(J))=RUG(IG,NNT(J)) +
INCREMENTO
C
C          END DO
C          DO IJ=1,NFRON
C          IF(IFMJ==1) THEN

```

```

C                                     RUG(IG,NSF(IJ))=RUG(IG,NSF(IJ))
+ INCREMENTO
C                                     END IF
C                                     END DO
CCC -----
      DO IJ=1,NFRON
        IF(IFMJ(IJ)==2) THEN
          IF(CCC(IJ)==1.OR.CCC(IJ)==5) THEN
            YQROUTAUX(IG+1,IJ)=QROUT(IG+1,IJ)
            YQOBSAUX(IG+1,IJ)=QOBS(IG+1,IJ)
          ELSEIF(CCC(IJ)==2) THEN
            YQROUTAUX(IG+1,IJ)=YROUT(IG+1,IJ)
            YQOBSAUX(IG+1,IJ)=YOBS(IG+1,IJ)
          END IF
        END IF
      END DO

      DO IJ=1,NFRON
        IF(IFMJ(IJ)==2) THEN
          Write(IMPT,5001)
IG, Incremento, RUGA(IG,NSF(IJ)),
          1                                     RUG(IG,NSF(IJ)),DIF(IG,IJ),
          2                                     YQROUTAUX(IG+1,IJ),YQOBSAUX(IG+1,IJ)
        END IF
      END DO
    END DO
  -----
C
C
INCREMENTO MÉDIO NO TEMPO
      INCREMENTO=INCRIT/IDUR
C -----
CCC   ATUALIZA RUG EM TODAS AS SEÇÕES SOMANDO IGUALMENTE NESTAS
SEÇÕES
CCC   O INCREMENTO MÉDIO DE JUSANTE DE TODOS OS INTERVALOS DE TEMPO
      IF(IETHE.EQ.0.OR.IETHE.EQ.2) THEN      !ALTERADO EM
23/09/2005
      RUGA(1,NS)=RUG(1,NS)
      DO IG=1,IDUR
        DO J=1,NS
          RUG(IG,J) = RUG(IG,J) + INCREMENTO
        END DO
      END DO
      IG=1
      DO J=1,NS
        Write(IMPT,5001) IG,Incremento,RUGA(IG,J),
          1                                     RUG(IG,J),DIF(IG,J),
          2                                     QROUT(IG+1,J),QOBS(IG+1,J)
      END DO
    END IF
  -----
C
      Write(IMPT,11110)
11110  Format('Passo  QOBS  QROUT  RUG')
      DO JJ=1,NFRON
        Do ig=1,idur
          Write(IMPT,11111) Ig,YQOBSAUX(IG,JJ),YQROUTAUX(IG,JJ),
          1                                     RUG(IG,JJ)
11111  Format(I3,1X,3(F9.2,1X))
        End Do
      END DO

```

```

Do IG=1, IDUR
  IFLAG=0
  RUGM=0.
  RUGJ=0.
  IIR=1
  DO JJ=1, NFRON
    IF (IFMJ(JJ)==2) THEN
      IF (Rug(Ig,NSF(JJ)).LE.0.002) Then
        Rug(Ig,NSF(JJ)) = 0.002
        IFLAG=1
        FCR(IIR)=NSF(JJ) !ARMAZENA N° DA
FRONTEIRA CUJA
          IIR=IIR+1          !RUG < 0.002
        END IF              !IR=N° DE
FRONTEIRAS C/RUG,0.002
      END IF
    END DO
CCC -----
CCC          CALCULA RUGOSIDADE MÉDIA DAS FRONTEIRAS MONTANTE E
JUSANTE
  DO JJ=1, NFRON
    IF (IFMJ(JJ)==1) THEN
      RUGM=RUGM+RUG(IG,NSF(JJ))
    ELSE IF (IFMJ(JJ)==2) THEN
      RUGJ=RUGJ+ RUG(IG,NSF(JJ))
    END IF
  END DO

  RUGTM(IG)=RUGM/NFM
  RUGTJ(IG)=RUGJ/NFJ

  IF (IFLAG==1) THEN
CCC -----
CCC          ALTERANDO RUG EM TODAS AS SEÇÕES. P/ RUG QUE NAO VARIAM NO
ESPAÇO
  23/09/2005          IF (IETHE.EQ.0.OR.IETHE.EQ.1) THEN !ALTERADO EM

          DO J=1, NS
            RUG(IG,J)=RUGTJ(IG)
          END DO

          ELSE
CCC -----
CCC          IDENTIFICA AS SEÇÕES MONTANTE DOS TRECHOS CUJAS EXTREMIDADES
SÃO FRONTEIRAS
CCC          JUSANTE COM RUG <0.002.FCR() - VAR QUE ARMAZENA N° DA
FRONTEIRAC/ RUG <0.002
          DO JJ=1, IIR
            DO J=1, NTR
              IF (NST(J,2)==FCR(JJ)) THEN
                NSM(JJ)=NST(J,1)
              ELSE
                END IF
            END DO
          END DO
CCC -----
CCC          APENAS PARA EFEITO DE INTERPOLAÇÃO, REORGANIZA A ORDEM DE
INTERPOLAÇÃO DE
CCC          MANEIRA A DEIXAR AS SEÇÕES PRÓXIMAS DAS FRONTEIRAS COM RUG <
0.002
CCC          MAIS PARA O FINAL NO VETOR NNT().

```

```

K=NS-NFRON
DO JJ=1,IIR
  DO J=1,K
    IF(NNT(J)==NSM(JJ)) THEN
      IKK=J
    ELSE
      END IF
    END DO
    NNT(K+1)=NNT(IKK)
    DO J=IKK,K
      NNT(IKK)=NNT(IKK+1)
    END DO
  END DO
CCC -----
CCC   ALTERANDO RUG NAS SEÇÕES INTERMEDIÁRIAS. SÓ PARA IETHE=2
OU IETHE=3
      DXCOMP=0.
      DO J=1,K
        DXCOMP=DXCOMP+DX(NNT(J)-1)
          RUG(IG,NNT(J)) = RUGTJ(IG) +
            (RUGTM(IG) - RUGTJ(IG))*(COMP-
1
DXCOMP)/COMP
      END DO
CCC -----
      END IF
      Pant2 = Pant1
      Pant1 = P
      P = P + 0.05
      If (P.eq.Pant2) Then
        Write(IMPT,5003) P,RUGTJ(IG)
        Goto 10003          ! Calibracao a
montante
      Else
        stop
C      ICJU=ICJU+1
        Write(IMPT,5002) P,RUGTJ(IG),ICJU
        Goto 99999          ! Calibracao de
jusante
      End If
    END IF
  END DO
  Do IG=1,IDUR
    DO JJJ=1,NFRON
      IF(IFMJ(JJJ)==2) THEN
        If((RUG(IG,NSF(JJJ)).GT.RUGMX) .AND.
(P.GE.0.3)) Then
          Pant2 = Pant1
          Pant1 = P
          P = P - 0.05
          If (P.EQ.Pant2) Then
            Write(*,5005) P,RUGTJ(IG)
            Goto 10003          ! Calibracao a
montante
          Else
            ICJU1=ICJU1+1
            Write(*,5004) P,RUGTJ(IG),ICJU1
            Goto 99999          ! Calibracao
de jusante

```



```

                                End If
                                End If
                                END IF
                                END DO
End Do

Do IG=1, IDUR
  DO J=1, NFRON
    IF (IFMJ(J)==2) THEN
      IF (CCC(J)==1.OR.CCC(J)==5) THEN
        DIF(IG,J) = QROUT(IG+1,J) - QOBS(IG+1,J)
      ELSEIF (CCC(J)==2) THEN
        DIF(IG,J) = YROUT(IG+1,J) - YOBS(IG+1,J)
      END IF
    END IF
  END DO
END DO

DO IG=1, IDUR
  DO J=1, NFRON
    IF (IFMJ(J)==2) THEN
      IF (CCC(J)==1.OR.CCC(J)==5) THEN
        Write(IMPT,22221) IG,DIF(IG,J),
          (QOBS(IG+1,J)/Tol12),CONT,NCOR
      ELSEIF (CCC(J)==2) THEN
        Write(IMPT,22229) IG,DIF(IG,J),
          (YOBS(IG+1,J)/Tol42),CONT,NCOR
      END IF
    END IF
  END DO
END DO

DO IG=1, IDUR
  DO J=1, NFRON
    IF (IFMJ(J)==2) THEN
      IF (CCC(J)==1.OR.CCC(J)==5) THEN

IF (Abs(DIF(IG,J)).GT.(QOBS(IG+1,J)/Tol12)) Then
          If (Cont.LT.Limit12) Then
            Cont = Cont + 1
            ICJU2=ICJU2+1
            Write(IMPT,22221)
IG,DIF(IG,J),
1
(QOBS(IG+1,J)/Tol12),CONT,NCOR,ICJU2
          Goto 289
          End If
        END IF
      ELSEIF (CCC(J)==2) THEN

IF (Abs(DIF(IG,J)).GT.(YOBS(IG+1,J)/Tol42)) Then
          If (Cont.LT.Limit12) Then
            Cont = Cont + 1
            ICJU2=ICJU2+1
            Write(IMPT,22229)
IG,DIF(IG,J),
1
(YOBS(IG+1,J)/Tol42),CONT,NCOR,ICJU2
          Goto 289
          END IF
    END IF
  END DO
END DO

```

```

                                END IF
                            END IF
                        END IF
                    End Do
                END IF      !FIM DO IF (IF(CONT<Limite12)

22221  FORMAT(1X,'FIM CALIB JUS CC H ou
Y',2X,'IG=',I2,2X,'DIF(IG,J)=' ,
      1
F6.2,2X,'QOBS/Tol12=' ,F6.2,2X,'CONT=' ,I2,2X,'CORRIDA=' ,I2,
      2      2X,'ICJU2=' I3,/)

22229  FORMAT(1X,'FIM CALIB JUS CC Q',2X,'IG=',I2,2X,'DIF(IG,J)=' ,
      1
F6.2,2X,'YOBS/Tol42=' ,F6.2,2X,'CONT=' ,I2,2X,'CORRIDA=' ,I2,
      2      2X,'ICJU2=' I3,/)

CCC-----
CCC  CALIBRACAO AUTOMATICA DAS RUGOSIDADES DE MONTANTE E INTERPOLAÇÃO
CCC  EM TODO O TRECHO PARA NOVA CALIBRAÇÃO POR MEIO DAS VAZÕES DE
CCC  JUSANTE(P/C.CONTORNO=H) OU NÍVEIS DE JUSANTE (P/C.CONTORNO=Q)
CCC
CCC  MODIFICADO POR BARRETO EM JUNHO DE 2005
CCC-----

10003 Continue
C      IF(Fase.eq.0) Then                                ! Fase de
Calibração

                IF(CONT2.LT.Limite22) THEN

                    Write(*,5006)
                    Write(IMPT,5006)
                    INCREMENTO=0.
                    RUGTMM=0.
                    DO IG=1,IDUR
                        INCRT=0.
                        RUGM=0.
                        RUGJ=0.
                        DO IJ=1,NFRON
                            IF(IFMJ(IJ)==1)THEN
CCC  -----
CCC  CALCULANDO TEMPO DA VAZAO DE PICO DE MONTANTE PARA CADA
FRONTEIRA
C                        IF(IETHE.NE.1)
C                            IAUX=1
C                            DO(IGC=1, IDUR-1)
C                                IF(QOBS(IAUX,IJ).GT.QOBS(IGC+1,IJ))
THEN
C                            ELSE
C                                IAUX=IGC+1
C                            END IF
C                        END DO
C                            IG=IAUX
C                        END IF
CCC  -----
CCC  CALCULANDO INCREMENTO NAS
FRONTEIRAS MONTANTE
IF(CCC(IJ)==1.OR.CCC(IJ)==5)THEN
    DIF(IG,IJ) = QROUT(IG+1,IJ) - QOBS(IG+1,IJ)

```

```

                IF
(Abs(DIF(IG,IJ)).GT.((QOBS(IG+1,IJ))/Tol12)) Then
        IF(Abs(DIF(IG,IJ)).GT.((QOBS(IG+1,IJ))/Tol22)) Then
                IF(Abs(DIF(IG,IJ)).GT.
1
((QOBS(IG+1,IJ))/Tol32)) Then
                        INCREMENTO = 0.05
                ELSE
                        INCREMENTO = 0.01
                END IF
        ELSE
                INCREMENTO = 0.001
        END IF
        IF(DIF(IG,IJ).LT.0) INCREMENTO = (-1) *
INCREMENTO
CCC -----
CCC                                     ATUALIZA RUG(MONTANTE) DESTA
FRONTEIRA
                                RUG(IG,NSF(IJ))=RUG(IG,NSF(IJ)) +
INCREMENTO
CCC -----
                                INCRT=INCRT+INCREMENTO
                END IF
        ELSE IF(CCC(IJ)==2) THEN      !voltar para 3,2,3
                DIF(IG,IJ) = YROUT(IG+1,IJ) - YOBS(IG+1,IJ)
                IF
(Abs(DIF(IG,IJ)).GT.((YOBS(IG+1,IJ))/Tol42)) Then
        IF(Abs(DIF(IG,IJ)).GT.((YOBS(IG+1,IJ))/Tol52)) Then
                IF(Abs(DIF(IG,IJ)).GT.
1
((YOBS(IG+1,IJ))/Tol62)) Then
                        INCREMENTO = 0.05
                ELSE
                        INCREMENTO = 0.01
                END IF
        ELSE
                INCREMENTO = 0.001
        END IF
        IF(DIF(IG,IJ).LT.0) INCREMENTO = (-1) *
INCREMENTO
CCC -----
CCC                                     ATUALIZA RUG(MONTANTE) DESTA
FRONTEIRA
                                RUG(IG,NSF(IJ))=RUG(IG,NSF(IJ)) +
INCREMENTO
CCC -----
                                INCRT=INCRT+INCREMENTO
                END IF
                END IF
                END IF
        END DO

C                                     INCREMENTO=INCRT/NFM
!INCREMENTO MÉDIO
CCC -----
CCC                                     CALCULA RUG MÉDIA NAS FRONTEIRAS DE MONTANTE E
JUSANTE
                                DO JJ=1,NFRON
                                        IF(IFMJ(JJ)==1) THEN

```

```

                                RUGM=RUGM+RUG(IG,NSF(JJ))
ELSEIF(IFMJ(JJ)==2) THEN
                                RUGJ=RUGJ+RUG(IG,NSF(JJ))

                                END IF
                                END DO
                                RUGTM(IG)=RUGM/NFM
                                RUGTJ(IG)=RUGJ/NFJ

C -----
C
CALCULANDO RUGOSIDADES
23/09/2005 IF(IETHE.EQ.0.OR.IETHE.EQ.2) THEN !ALTERADO EM

                                RUGTMM=RUGTMM+RUGTM(IG)
                                ELSE
                                DO J=1,NS
                                RUG(IG,J)=RUGTM(IG)
                                END DO
                                END IF

C -----
50072 WRITE(IMPT,50072) IG,RUGTM(IG),RUGTJ(IG)
1     FORMAT(3X,'VEM DE CALIB MONT-IG ',I3,2X,'RUGTM RUGTJ '
                                ,2X,2(F6.4))
                                END DO

IF(IETHE.EQ.0.OR.IETHE.EQ.2) THEN !ALTERADO EM 23/09/2005
RUGTMM=RUGTMM/IDUR
END IF

SELECT CASE (IETHE)
CASE(0)
DO I=1,IDUR
DO J=1,NS
RUG(I,J)=RUGTMM
END DO
END DO
CASE(2)
DO I=1,IDUR
DO J=1,NFRON
IF(IFMJ(J)==1) THEN
RUG(I,NSF(J))=RUGTMM
END IF
END DO
END DO
K=NS-NFRON
DXCOMP=0.
DO I=1,IDUR
DO J=1,K
DXCOMP=DXCOMP+DX(NNT(J)-1)
RUG(I,NNT(J))=RUGTJ(I)+(RUGTMM-RUGTJ(I))*
1     (COMP-DXCOMP)/COMP
END DO
END DO
END SELECT

Do IG=1,IDUR
IF ((RUGTM(IG).GT.RUGMX) .and. (P.GE.0.3)) Then
Pant2 = Pant1
Pant1 = P
P = P - 0.05

```

```

        If (P.eq.Pant2) Then
            Write(IMPT,5008) P,PANT2,RUGTM(IG)
            Goto 10000                ! Impressao dos
parametros
        Else
            ICMO=ICMO+1
            Write(IMPT,5007) P,PANT2,RUGTM(IG),ICMO
            Goto 99999                ! Calibracao de jusante
        End If
    END IF
END DO

Do Ig=1,IDur
    If (RUGTM(IG).LE.0.002) Then
        Do J=1,NS
            Rug(Ig,J) = 0.002
        End do
        Pant2 = Pant1
        Pant1 = P
        P = P + 0.05
        WRITE(*,50010) P
        If (P.eq.Pant2) Then
            Write(IMPT,5010) P,PANT2,RUGTM(IG)
            Goto 10000                ! Impressao dos
parametros
        Else
            ICMO1=ICMO1+1
            Write(IMPT,5009) P,PANT2,RUGTM(IG),ICMO1
            Goto 99999                ! Calibracao de jusante
        End If
    End If
End Do
IF(IESQ==2) THEN
CCC -----
CCC ESTE ESQUEMA COMPARA DIFERENÇA ENTRE (QOBS E QCAL) MONTANTE
COM
CCC PARCELA DE QOBS MONTANTE - ESQUEMA BARRETO
CCC -----

DO IG=1,IDUR
    DO JJ=1,NFRON
        IF(IFMJ(JJ)==1) THEN
            IF(CCC(JJ)==1.OR.CCC(JJ)==5) THEN
                DIF(IG,JJ)=QROUT(IG+1,JJ)-QOBS(IG+1,JJ)
            ELSE IF(CCC(JJ)==2) THEN
                DIF(IG,JJ)=YROUT(IG+1,JJ)-YOBS(IG+1,JJ)
            END IF
        END IF
    END DO
END DO

DO IG=1,IDUR
    DO JK=1,NFRON
        IF(IFMJ(JK)==1) THEN
            IF(CCC(JK)==1.OR.CCC(JK)==5) THEN
                Write(IMPT,21222) IG,DIF(IG,JK),
1
                (QOBS(IG+1,JK)/Tol12),CONT2,NCOR,ICMO2
            ELSE IF(CCC(JK)==2) THEN

```

```

                                Write(IMPT,21228) IG,DIF(IG,JK),
1
(YOBS(IG+1,JK)/Tol42),CONT2,NCOR,ICMO2
                                END IF
                                END IF
                                END DO
                                END DO

DO IG=1,IDUR
  DO JK=1,NFRON
    IF(IFMJ(JK)==1) THEN
      IF(CCC(JK)==1.OR.CCC(JK)==5) THEN

If (Abs(DIF(IG,JK)).GT.((QOBS(IG+1,JK)/Tol12)) Then
  If (Cont2.lt.Limite22) Then
    Cont2 = Cont2 + 1
    ICMO2=ICMO2+1
    Write(IMPT,21222)
IG,DIF(IG,JK),
1
(QOBS(IG+1,JK)/Tol12),CONT2,NCOR,ICMO2
                                goto 99999
                                !
Calibração de Jusante
                                Else
                                  Continue
                                End If
                                End If
                                ELSE IF(CCC(JK)==2) THEN

IF (ABS(DIF(IG,JK)).GT.((YOBS(IG+1,JK)/Tol42)) Then
  If (Cont2.lt.Limite22) Then
    Cont2 = Cont2 + 1
    ICMO2=ICMO2+1
    Write(IMPT,21228)
IG,DIF(IG,JK),
1
(YOBS(IG+1,JK)/Tol42),CONT2,NCOR,ICMO2
                                goto 99999
                                !
Calibração de Jusante
                                Else
                                  Continue
                                End If
                                END IF
                                END IF
                                END DO
                                END DO
CCCC -----FIM ESQUEMA BARRETO-----
ELSEIF(IESQ==1) THEN
CCC-----
CCC ESTE ESQUEMA COMPARA DIFERENÇA ENTRE (QOBS E QCAL) MONTANTE
COM
CCC PARCELA DE QOBS JUS (ESQUEMA REQUENA)
CCC -----
DO IG=1,IDUR+1
  QOBSJU(IG)=0.
  YOBSJU(IG)=0.
END DO

DO IG=1,IDUR

```

```

DO JK=1,NFRON
  IF(IFMJ(JK)==2) THEN
    IF(CCC(JK)==1.OR.CCC(JK)==5) THEN
      QOBSJU(IG+1)=QOBSJU(IG+1)+QOBS(IG+1,JK)
    ELSE IF(CCC(JK)==2) THEN
      YOBSJU(IG+1)=YOBSJU(IG+1)+YOBS(IG+1,JK)
    END IF
  END IF
END DO

DO IG=1,IDUR
  QOBSJU(IG+1)=QOBSJU(IG+1)/NFJ
  YOBSJU(IG+1)=YOBSJU(IG+1)/NFJ
  DO JK=1,NFRON
    IF(IFMJ(JK)==1) THEN
      IF(CCC(JK)==1.OR.CCC(JK)==5) THEN
        Write(IMPT,21222) IG,DIF(IG,JK),
*
(QOBSJU(IG+1)/Tol12),CONT2,NCOR,icmo2
      ELSE IF(CCC(JK)==2) THEN
        Write(IMPT,21228) IG,DIF(IG,JK),
*
(YOBSJU(IG+1)/Tol42),CONT2,NCOR,ICMO2
      END IF
    END IF
  END DO
END DO

DO IG=1,IDUR !alterado em 22/08/2005
  QOBSJU(IG+1)=QOBSJU(IG+1)/NFJ
  YOBSJU(IG+1)=YOBSJU(IG+1)/NFJ
  DO JK=1,NFRON
    IF(IFMJ(JK)==1) THEN
      IF(CCC(JK)==1.OR.CCC(JK)==5) THEN
        If(Abs(DIF(IG,JK)).GT.((QOBSJU(IG+1))/Tol12)) Then
          If (Cont2.lt.Limite22) Then
            Cont2 = Cont2 + 1
            icmo2=icmo2+1
            Write(IMPT,21222) IG,DIF(IG,JK),
*
(QOBSJU(IG+1)/Tol12),CONT2,NCOR,icmo2
          goto 99999 !
Calibração de Jusante
          Else
            Continue
          End If
        End If
      ELSE IF(CCC(JK)==2) THEN
        IF(ABS(DIF(IG,JK)).GT.((YOBSJU(IG+1))/Tol42)) Then
          If (Cont2.lt.Limite22) Then
            Cont2 = Cont2 + 1
            icmo2=icmo2+1
            Write(IMPT,21228)
IG,DIF(IG,JK),

```

```

*
(YOBSJU(IG+1)/Tol42),CONT2,NCOR,ICMO2
                                goto 99999                                !
Calibração de Jusante
                                Else
                                Continue
                                End If
                                END IF
                                END IF
                                END IF
                                END DO
                                END DO
CCC -----FIM ESQUEMA REQUENA-----
END IF      ! FIM DO IF DE ESCOLHA DOS ESQUEMAS IESQ

END IF      ! FIM DO IF DE IF(CONT2<Limite22)

CCC      ***** FIM CALIBRACAO AUTOMÁTICA BARRETO*****

                                WRITE(*,52251) P0,ETA10
                                WRITE(*,52252) P,ETA1
                                WRITE(IMPT,52251) P0,ETA10
                                WRITE(IMPT,52252) P,ETA1
52251      FORMAT(2X,'P INICIAL = ',F4.2,2X,'RUG(ETA1) INICIAL      =
',F5.3)
52252      FORMAT(2X,'P FINAL      = ',F4.2,2X,'RUG(ETA1) FINAL      =
',F5.3)

                                END IF      !FIM DE ICAL 1 OU ICAL 2      (NAO SERIA CCAL1 OU
CCAL 2 ?)
CCC      ***** FIM CALIBRACAO
*****
                                END IF      !end if da decisão se calibração ou
previsao/validação
10000 Continue

CCC-----
--
CCC      TABELA DOS HIDROGRAMAS CALCULADO E OBSERVADO - GRAVA NO ARQUIVO
DE
CCC      GRÁFICOS KGRF
CCC-----
--
                                DO J=1,NFRON
                                SELECT CASE (CCC(J))
                                Write(Kgrf,52221) J,NSF(J),DT/3600,IENCH
                                CASE(1)
                                Write(Kgrf,5225)
5225      FORMAT('IG',2x,'FR',7X,'HF',4X'QOBS',5X,'QCALC',
1          6X,'RUG')
                                DO IG=1,IDur
                                WRITE(KGRF,5228)
IG,J,HF(IG,J),QOBS(Ig,J),
1          QROUT(IG,J),RUG(IG,NSF(J))
                                END DO
                                WRITE(KGRF,*)

D
D

                                CASE(2)
                                Write(Kgrf,52259)

```



```

52259
  FORMAT('IG',4x,'FR',4x,'QF(IG,J)',1x,'YOBS(IG,J)',
1      1x,'YROUT(IG,J)',5x,'RUG')

      DO Ig=1, IDur
        WRITE(KGRF,5228)
IG,J,QF(IG,J),YOBS(Ig,J),
1      YROUT(Ig,J),RUG(IG,NSF(J))

      END DO
      WRITE(KGRF,*)

      CASE(3)
        IF(IVD==1) THEN
          Write(Kgrf,42258)aaa(J),bbb(J),hh0(J)
42258      FORMAT('IG',2x,'F',7x,'H',4x,'V',5x,'Q',
1          6x,'RUG',2x,'aaa(J)=',F12.4,2x,'bbb(J)=',F12.4,
2          4x,'hh0(J)=',F6.4)
          DO Ig=1, IDur
            WRITE(KGRF,5228) IG,J,H(IG,NSF(J)),
1
V(Ig,NSF(J)),Q(Ig,NSF(J)),RUG(IG,NSF(J))
            END DO
          ELSE
            Write(Kgrf,42259)aaa(J),bbb(J)
42259      FORMAT('IG',4x,'FR',9x,'Y',6x,'Q',8x,
1          'RUG',4x,'aaa(J)=',F12.4,4x,'bbb(J)=',F12.4)

            DO Ig=1, IDur
              WRITE(KGRF,5228) IG,J,Y(IG,NSF(J)),
1          Q(Ig,NSF(J)),RUG(IG,NSF(J))
            END DO
          END IF
          WRITE(KGRF,*)

          CASE(4)
            IF(IVIRTUAL==1) THEN
              Write(Kgrf,40058)HF(1,J),VIRTUAL
40058      FORMAT(1x,'IG',2x,'FREAL',6x,'H',4x,'V',5x,'Q',
1          11x,'RUG',2x,'ALTVIRTUAL=',F6.2,2x,
2          'COMPVIRTUAL=',I2)
              DO Ig=1, IDur
                WRITE(KGRF,42257)
IG,J,H(IG,NSFO(J)),
1          V(Ig,NSFO(J)),Q(Ig,NSFO(J)),
2          RUG(IG,NSFO(J))
                END DO
              ELSEIF(IVIRTUAL==5) THEN
                Write(Kgrf,40059)YF(1,J),VIRTUAL
40059      FORMAT(1x,'IG',2x,'FREAL',6x,'Y',9x,'Q',
1          11x,'RUG',2x,'NIVELVIRTUAL=',F6.2,2x,
2          'COMPVIRTUAL=',I2)
                DO Ig=1, IDur
                  WRITE(KGRF,42257)
IG,J,Y(IG,NSFO(J)),
1          Q(IG,NSFO(J)),RUG(IG,NSFO(J))
                END DO
            END IF
          END DO
        END DO
      END DO

```

```

ELSEIF (IVIRTUAL==2) THEN
  Write(Kgrf,40159)QF(1,J),VIRTUAL
40159   FORMAT(1X,'IG',2X,'FREAL',6X,'Y',9X,'Q',
1       11X,'RUG',2X,'VAZAOVIRTUAL=',F6.2,2X,
2       'COMPVIRTUAL=',I2)
        DO IG=1,IDur
          WRITE(KGRF,42257)
IG,J,Y(IG,NSFO(J)),
1       Q(IG,NSFO(J)),RUG(IG,NSFO(J))
        END DO
      END IF
      WRITE(KGRF,*)

      CASE(5)
        Write(Kgrf,52255)
52255   FORMAT(1X,'IG',3X,'FR',7X,'YF',5X'QOBS',6X,'QCALC',
1       9X,'RUG')
        DO IG=1,IDur
          WRITE(KGRF,5228)
IG,J,YF(IG,J),QOBS(IG,J),
1       QROUT(IG,J),RUG(IG,NSF(J))
        END DO
      WRITE(KGRF,*)
    END SELECT
  END DO

52221   FORMAT('FRONTEIRA',I2,2X,'SECAO N°',
1       I3,2X,'DT ',F5.2,2X,'ENCH.',I2)
5228   Format(I3,2X,I3,1000(1X,F9.3))
42257   FORMAT(I3,2X,I3,2X,F9.2,2X,F9.2,2X,F9.2,2X,F6.4)
52258   FORMAT('IG',5X,'SEÇ',5X,'B0',7X,'HCALC',6X,'RUG'
1       ,7X,'VELOC',3X,'QCALC')
52257   FORMAT('IG',5X,'SEÇ',5X,'B0',7X,'YCALC',6X,'RUG'
1       ,7X,'VAZÃO')

  IF(IVD==1) THEN
    Write(IMPT,52258)
  ELSE
    Write(IMPT,52257)
  END IF

  DO LS=1,NS
    DO IG=1,IDUR
      IF(IVD==1) THEN
        WRITE(IMPT,52291)
IG,LS,B0(LS),H(IG,LS),RUG(IG,LS),
1       V(IG,LS),Q(IG,LS)
      ELSEIF(IVD==2) THEN
        WRITE(IMPT,52291)
IG,LS,B0(LS),Y(IG,LS),RUG(IG,LS),
1       Q(IG,LS)
      END IF
    END DO
    WRITE(IMPT,*)
  END DO

52291   Format(I3,2X,I3,1000(1X,F9.2))
-----
CCC   IMPRESSAO DAS SOLUCOES PARA TODO O TRECHO SIMULADO -
CCC   DISCRETIZACAO TEMPORAL - ALTERADO EM 25/10/2003

```

CCC-----

c retirado if inter em 02/2006

```
507 WRITE(IMPR3,507)
    FORMAT(10X,'ARQUIVO DE RESULTADO AO LONGO DO TEMPO')

    WRITE(IMPR3,605) Fase
    WRITE(IMPR3,606)
    WRITE(IMPR3,607) DTI, IDURI, horas, DT, IDUR, B0(1), B0(NS),
1      DX(1), COMP
    WRITE(IMPR3,603)
    WRITE(IMPR3,608)
    WRITE(IMPR3,604) TETA, P, ETA1, QLLT, NS, IENCH, CCAL, IETHE

    DO IIC=1, NS
    WRITE(IMPR3,501) IIC
    IF(IVD==1) THEN
    WRITE(IMPR3,502)
    DO IIT = 1, IDUR
    HOUR=(IIT-1)*DT/3600
    WRITE(IMPR3,504)
HOUR, H(IIT, IIC), V(IIT, IIC), Q(IIT, IIC),
1      RUG(IIT, IIC)
    END DO
    ELSEIF(IVD==2) THEN
    WRITE(IMPR3,503)
    DO IIT = 1, IDUR
    HOUR=(IIT-1)*DT/3600
    WRITE(IMPR3,505)
HOUR, Y(IIT, IIC), Q(IIT, IIC), H(IIT, IIC),
1
V(IIT, IIC), RUG(IIT, IIC), YMAX(IIC)
    END DO
    END IF
    END DO
```

```
501 FORMAT(1X,/,6X,'SOLUCOES NA SECAO',I4,/,6X,50('='))
502 FORMAT(6X,'HORA',3X,'ALTURA',4X,'VELOCIDADE',4X,'DESCARGA',
1      4X,'RUGOSIDADE')
503 FORMAT(6X,'HORA',3X,'NÍVEL',4X,'VAZÃO',4X,'ALTURA',2X,
1      'VELOC',2X,'RUGOS',2X,'YMAX')
504 FORMAT(4X,F6.1,3X,F6.2,8X,F5.3,7X,F7.1,2X,F5.3)
505
FORMAT(4X,F6.1,3X,F6.2,2X,F7.1,2X,F6.2,2X,F5.3,2X,F5.3,2X,F6.2)
```

CCC FIM DA ALTERACAO DA DISCRETIZACAO TEMPORAL - 25/10/2003 -  
19/11/2004

CCC-----

CCC-----

CCC IMPRESSAO DAS SOLUCOES PARA TODO O TRECHO SIMULADO -  
CCC DISCRETIZACAO ESPACIAL - ALTERADO EM 25/10/2003

CCC-----

c retirado if inter em 02/2006

```
609 WRITE(IMPR2,609)
    FORMAT(10X,'ARQUIVO DE RESULTADO AO LONGO DO ESPACO')

    WRITE(IMPR2,605) Fase
605 FORMAT(15X,'DADOS DO MODELO',15X,'Fase ',3X,I2)
```

```

        WRITE(IMPR2,606)
606      FORMAT(4X,'DTinic',1X,'IDURi',1X,'HORAS',3X,'DT',6X,
1        'IDUR',2X,'B0(J)',3X,'B0(NS)'2X,'DX',6X,'EXTENSAO')

        WRITE(IMPR2,607) DTI, IDURI, horas, DT, IDUR, B0(1),
1        B0(NS), DX(1), COMP
607      FORMAT(2X,F7.2,1X,I4,1X,F4.2,1X,F9.2,1X,I4,1X,F6.2,1X
1        ,F6.2,1X,F6.2,1X,F9.2)

        WRITE(IMPR2,603)
603      FORMAT(10X,'PARAMETROS DO MODELO')

        WRITE(IMPR2,608)
608      FORMAT(6X,'TETA'3X,'P',4X,'ni',3X,'Qlat',10X,'No Secoes',
1        1X,'Enchente',2X,'CCAL',2X,'IETHE')

        WRITE(IMPR2,604) TETA, P, ETAL, QLLT, NS, IENCH, CCAL, IETHE
604      FORMAT(4X,F5.3,1X,F5.3,1X,F5.3,1X,A10,5X,I4,5X,I3,9X,I1,5X,I1)

        DO ICPT=1, IDUR
            HOURN=(ICPT-1)*DT/3600
            WRITE(IMPR2,527) HOURN
            IF(IVD==1) THEN
                WRITE(IMPR2,522)
                DO ICPE = 1, NS
                    WRITE(IMPR2,524)
                    ICPE, H(ICPT, ICPE), V(ICPT, ICPE), Q(ICPT,
1                      ICPE)
                END DO
            ELSEIF(IVD==2) THEN
                WRITE(IMPR2,5033)
                DO ICPE = 1, NS
                    WRITE(IMPR2,5055)
                    ICPE, Y(ICPT, ICPE), Q(ICPT, ICPE), H(ICPT,
1                      ICPE), V(ICPT, ICPE), RUG(ICPT, ICPE), YMAX(ICPE)
                END DO
            END IF
        END DO

5033      FORMAT(3X,'SECAO',2X,'NÍVEL',4X,'VAZÃO',4X,'ALTURA',2X,
1        'VELOC',2X,'RUGOS',2X,'YMAX')
5055      FORMAT(4X,I3,3X,F6.2,2X,F7.1,2X,F6.2,2X,F5.3,2X,F5.3,2X,F6.2)
522      FORMAT(6X,'SECAO',3X,'ALTURA',4X,'VELOCIDADE',4X,'DESCARGA')
524      FORMAT(4X,I4,3X,F6.2,8X,F5.3,7X,F7.0)
527      FORMAT(1X,/,6X,'SOLUCOES CALCULADAS NA HORA',1X,F6.0)

CCC      FIM DA ALTERAÇÃO DA DISCRETIZAÇÃO ESPACIAL - 25/10/2003
CCCC-----
CCC
CCC-----
CCC      Imprimir P e Tabela n X H - GRAVA NO ARQUIVO DE GRÁFICOS KGRF
CCC-----

        Write(kgrf,5232) P
5232      Format(' P= ',F8.5)

        If (FASE==0.OR.FASE==1) Then                ! Calibração OU
VALIDAÇÃO

```

```

        Write(Kgrf,5234)
        Do IG = 1, IDur
            Write(Kgrf,5235)
IG, (Rug(IG, IJ), H(IG, IJ), IJ=1, NS)
        End Do
        ELSE IF (FASE==2.OR.FASE==20) THEN
! Previsão
        DO J=1, NFRON
            IF(IFMJ(J)==2) THEN
                WRITE(KGRF,5227)
                IF(CCC(J)==3) THEN
                    Do Ig=1, IDur
                        Write(Kgrf,5229)
IG, Rug(IG, NSF(J)),
                1
H(IG, NSF(J))
                    End Do
                ELSEIF(CCC(J)==4) THEN
                    Do Ig=1, IDur
                        Write(Kgrf,5229)
IG, Rug(IG, NSFO(J)),
                1
H(IG, NSFO(J))
                    End Do
                END IF
            End If
        END DO
    END IF
5227 FORMAT(' Passo Manning Altura')
5229 FORMAT(3X, I3, 3X, F8.5, 3X, F9.2)
5234 Format(' Tabela de Rugosidades ')
5235 Format(1x, I3, 1000(2x, F9.6))
5241 FORMAT(' VALOR FINAL DA CURVA DE RUG**** RUG H')
5242 FORMAT(3X, I3, 3X, F6.4, 3X, F5.2)
    IF(IETHE==5) THEN
        WRITE(KGRF,5241)
        DO IGG=1, IPrmtt
            WRITE(KGRF,5242) IGG, CCALRUG(IGG), CCALH(IGG)
        END DO
    END IF
CCC -----
CCC GRAVA ARQUIVO DE RUGOSIDADES TIPO IETHE=3. ESTE É UM ARQUIVO
CCC ARMAZENA
CCC RUGOSIDADES INICIALMENTE SEM QUALQUER TRANSFORMAÇÕES GERADO
CCC DURANTE O
CCC PROCESSO DE CALIBRAÇÃO. TANTO PODE SER REUSADO NA FASE DE
CCC CALIBRAÇÃO
CCC OU VALIDAÇÃO E PREVISÃO. SEU CONTEÚDO É MELHOR UTILIZADO PARA
CCC UM
CCC REFINAMENTO APLICANDO UMA CALIBRAÇÃO MANUAL E PEQUENOS AJUSTES
CCC NA FASE DE VALIDAÇÃO E PREVISÃO.

    IF(FASE==0.OR.FASE==20) THEN
        WRITE(PRMT,*) P
        DO IG=1, IDUR
            WRITE(PRMT,52288) (RUG(IG, J), J=1, NS)
        END DO
    ELSE
        WRITE(IMPT,*) P
        DO IG=1, IDUR
            WRITE(IMPT,52288) (RUG(IG, J), J=1, NS)

```

```

                END DO
            END IF

52288 FORMAT (1000(F6.3,1X))

CCC -----
CCC Criação da tabela de rugosidades.Os parâmetros de calibração são
gravados
CCC no arquivo (Prmt). Este arquivo conterà os valores calibrados de
P e ETA
CCC a serem usados na fase de previsão.Se IETHE=2 ou 4, os valores
da rugosidade
CCC são classificados em função da ordem crescente da altura
correspondente.
CCC -----
CCC O PROCESSO DE CALIBRAÇÃO PRODUZ 4 TIPOS DE ARQUIVOS
IDENTIFICADOS POR IFLAGC
CCC
CCC          CCAL=0                      CCAL=1
CCAL=2
CCC          E                      E
          E
CCC IETHE=0 ENTÃO IFLAGC=1 IETHE=0 ENTÃO IFLAGC=4 IETHE=0 ENTÃO
IFLAGC=1
C IETHE=1 ENTÃO IFLAGC=2 IETHE=1 ENTÃO IFLAGC=4 IETHE=1 ENTÃO
IFLAGC=2
C IETHE=2 ENTÃO IFLAGC=3 IETHE=2 ENTÃO IFLAGC=4 IETHE=2 ENTÃO
IFLAGC=3
C IETHE=3 ENTÃO IFLAGC=4 IETHE=3 ENTÃO IFLAGC=4 IETHE=3 ENTÃO
IFLAGC=4
C -----
  If (Fase.eq.0) Then

      IF (CCAL.NE.1) THEN
          IF (IETHE==0) THEN
              IFLAGC=1
          ELSEIF (IETHE==1) THEN
              IFLAGC=2
          ELSEIF (IETHE==2) THEN
              IFLAGC=3
          ELSEIF (IETHE==3) THEN          !ALTERADO EM 22/09/2005
              IFLAGC=4
          END IF
      ELSE
          IFLAGC=4
      END IF

      Write(prmt,*) P
      Write(prmt,*) IFLAGC

      SELECT CASE (IFLAGC)

      CASE(1)
          Write(prmt,'(//,/,2x,F9.6)') RUG(1,1)

      CASE(2,4)
          Do J=1,NS                      ! Ordenação pelo
Método
          Do I1=1,Idur                      !
          Do I2=1,(Idur-2)
              If (H(I2,J).gt.H(I2+1,J)) Then

```

```

        Auxx = H(I2+1,J)
        H(I2+1,J) = H(I2,J)
        H(I2,J) = Auxx
        Auxx = Rug(I2+1,J)
        Rug(I2+1,J) = Rug(I2,J)
        Rug(I2,J) = Auxx
    End If
End Do
End Do
End Do
Do J=1,NS
    IPrmt(J) = IDur-1

    Do I=1,IDur-1
        Imprime(I,J) = 1
    End Do

    Do I=1,IDur-1          ! Eliminação de pontos discrepantes

        If ((Rug(I,J).lt.0.0001).and.(Imprime(I,J).eq.1)) Then
            IPrmt(J) = IPrmt(J) - 1
            Imprime(I,J) = 0
        End If

        If ((Rug(I,J).ge.0.25).and.(Imprime(I,J).eq.1)) Then
            IPrmt(J) = IPrmt(J) - 1
            Imprime(I,J) = 0          !ANTES ERA GE 0.50
        End If
    End Do
End Do

25/09/2005
Do J=1,NS
    Do I1=1,IDur-2
        Do I2=I1+1,IDur-1
            If ((Imprime(I1,J).eq.1).and.(Imprime(I2,J).eq.1))
                Then
                    If (H(I1,J).eq.H(I2,J)) Then
                        Rug(I1,J)=(Rug(I1,J) + Rug(I2,J))/2
                        IPrmt(J) = IPrmt(J) - 1
                        Imprime(I2,J) = 0
                    End If
                End If
            End Do
        End Do
    End Do

    Do J=1,NS
        Write(prmt,'(/,2x,I4)') IPrmt(J)
        Do I=1,Idur-1
            If (Imprime(I,J).eq.1) Then
                Write(prmt,5236) Rug(I,J),H(I,J)
                Format (2(2x,F9.6))
            End If
        End Do
    End Do

    CASE(3)
        Write(prmt,'(/)')
        DO J=1,NS

```

```

                Write(prmt,'(2x,F9.6)') Rug(1,J)
            END DO

            Do I=1,1000,100
                Call Beepqq(I,10)
            End Do
        END SELECT
    END IF

        Do I=1,1000,100
            Call Beepqq(I,5)
        End Do

        Do I=1000,1,-100
            Call Beepqq(I,5)
        End Do

        WRITE(IMPT,5237) ICJU,ICJU1,ICJU2,ICMO,ICMO1,ICMO2
5237
        FORMAT(' ICJU=' ,I3,2X,' ICJU1=' ,I3,2X,' ICJU2=' ,I3,2X,' ICMO=' ,I3,2X
,
        *      ' ICMO1=' ,I3,2X,' ICMO2=' ,I3)
        END
CCC-----
CCC                               FIM 'DO PROGRAMA PRINCIPAL
CCC-----
CCC
                SUBROTINAS
CCC -----
CCC SUBROTINA SUB - FORNECE A POSIÇÃO DA COLUNA DOS COEFICIENTES DAS
CCC                               VARIÁVEIS NA MATRIZ DOS COEFICIENTES
CCC -----
                SUBROUTINE SUB(NN1,NN2,J,IFL,ICOL,JLIN)
                DIMENSION ICOL(1000,7), JLIN(1000)

                J=J+1
                JLIN(J)=J
                IF(IFL.EQ.0) THEN
                    ICOL(J,1)=5
                ELSE
                    ICOL(J,1)=3
                END IF
                NUP=NN1
                DO M=2,4,2
                    K=NUP*2-1
                    IF(IFL.EQ.0) THEN
                        ICOL(J,M)=K
                        ICOL(J,M+1)=K+1
                    ELSE
                        ICOL(J,M/2+1)=K
                    END IF
                NUP=NN2
            END DO
            RETURN
        END

!CC -----
!CC SUBROTINA SUB2 - TRANSFERE LINHAS DO ARRAY ICOL(I,J) PARA
!CC ICAUX(I,J)
!CC -----

```



```

SUBROUTINE SUB2(K1,K2,K3,I,ICOL,ICAUX,JLIN,NFRON,NTR,NUM,NSC)
DIMENSION K(3), IAUX(7), JLIN(500), ICAUX(1000,7),NSC(50,500)
DIMENSION ICOL(1000,7)
K(1)=K1
K(2)=K2
K(3)=K3
KJ=NFRON+NTR*2+(I-1)*3
DO J=1,3
      IF(J.EQ.2.AND.NSC(I,3).LT.0) THEN
            KJ=KJ+1
            KK=K(J)
            DO M=1,NUM
                  EQ. COINCIDENTE COM
                        IF(JLIN(M)==KK) THEN !DE TRECHO
                                JLM=M
                                JLC=KK
                                EQ. DA CONFLUÊNCIA !LINHA DA 2ª
                                        ELSE
                                                END IF
                                        END DO
                                        JLIN(KJ)=KK
                                        MH=ICOL(KJ,1)
                                        MHH=ICAUX(KK,1)
                                        DO M=1,MHH
                                                erro. Trocar I por 1
                                                        !Aqui estava o
                                                                IAUX(M)=ICAUX(KK,M)
                                                                !3/12/2006
                                                                ICAUX(KK,M)=0
                                                                ICAUX(KK+1,M)=IAUX(M)
                                                                END DO
                                                                DO M=1,MH
                                                                        ICAUX(KK,M)=ICOL(KJ,M)
                                                                END DO
                                                                JLIN(JLM)=JLC+1
                                                                ! CALCULA NOVO JLIN
                                                                PARA A 2ª EQ.
                                                                ELSE
                                                                        !
                                                                INVERTIDA
                                                                KJ=KJ+1
                                                                KK=K(J)
                                                                JLIN(KJ)=KK
                                                                MH=ICOL(KJ,1)
                                                                DO M=1,MH
                                                                        ICAUX(KK,M)=ICOL(KJ,M)
                                                                END DO
                                                                END IF
                                                                END DO
                                                                RETURN
                                                                END

```

```

!C-----
!CCC SUB-ROTINA SKYLINE - RESOLVE O SISTEMA DE EQUAÇÕES PELO
PROCESSO DE
!CCC ELIMINAÇÃO DE GAUSS NUM ESQUEMA ADAPTADO PARA MATRIZ ESPARSA.
!CCC PROCESSO ADAPTADO PARA DETERMINAÇÃO DAS INCÓGNITAS H e V NO
!CCC PROCEDIMENTO DE ITERAÇÃO DE NEWTON RAPHSON.
!C-----

```

```

SUBROUTINE SKYLINE(A,BB,NUM,X,IHIGH,IR,IDIAG)

```

```

DIMENSION A(5000),BB(5000),X(5000)
INTEGER IR(1000),IDIAG(1000),IHIGH(1000)

```

```

CCC  A      - VETOR QUE CONTÉM TODOS OS ELEMENTOS DA MATRIZ, INCLUSIVE
OS
CCC          NULOS INTERMEDIÁRIOS AOS NÃO NULOS
CCC  BB     - LADO DIREITO DA MATRIZ ;
CCC  NUM    - N° DE EQUAÇÕES
CCC  X      - INCÓGNITAS
CCC  IHIGH  - VETOR QUE CONTÉM O N° DE ELEMENTOS NA COLUNA ACIMA DO
ELEMENTO
CCC          DA DIAGONAL PRINCIPAL, INCLUSIVE ESTE ELEMENTO
CCC  IR     - VETOR QUE CONTÉM O N° DE ELEMENTOS NA LINHA A ESQUERDA
DO
CCC          ELEMENTO DA DIAGONAL PRINCIPAL, EXCLUSIVE ESTE ELEMENTO
CCC  IDIAG  - VETOR QUE CONTÉM A POSIÇÃO QUE O ELEMENTO DA DIAGONAL
PRINCIPAL
CCC          OCUPA NO VETOR A

```

```

NNN1=NUM-1
DO J=1,NNN1
  L1=IDIAG(J)
  M=J+1
  DO JJ=M,NUM
    JAUX=JJ-J
    IF(IR(JJ).LT.JAUX) THEN
    ELSE
      JAUX=IDIAG(JJ)+IHIGH(JJ)-1+JAUX
      IF(A(JAUX).EQ.0) THEN
      ELSE
        COEF=A(JAUX)/A(L1)
        BB(JJ)=BB(JJ)-BB(J)*COEF
        DO JM=M,NUM
          JB=JM-J+1
          IF(JB.GT.IHIGH(JM)) THEN
          ELSE
            J3=IDIAG(JM)+JB-1
            IF(JM.LT.JJ) THEN
              J1=JJ-JM
              J2=IDIAG(JJ)+IHIGH(JJ)-
1+J1
            ELSE
              J1=JM-JJ+1
              J2=IDIAG(JM)+J1-1
            END IF
            A(J2)=A(J2)-A(J3)*COEF
          END IF
        END DO
      END IF
    END IF
  END DO
END DO

```

```

!CCC  NESTE PONTO A MATRIZ DOS COEFICIENTES SE TORNOU UMA MATRIZ
TRIANGULAR
!CCC  SUPERIOR, POSSIBILITANDO O PROCESSO DE SUBSTITUIÇÕES
REGRESSIVAS

```

```

L=IDIAG(NUM)
X(NUM)=BB(NUM)/A(L)
DO J=2,NUM
  K=NUM-J+1
  K1=K+1

```

```

DO M=K1,NUM
  JAUX=M-K+1
  IF(JAUX.GT.IHIGH(M)) THEN
  ELSE
    J1=IDIAG(M)+JAUX-1
    BB(K)=BB(K)-A(J1)*X(M)
  END IF
END DO
J1=IDIAG(K)
X(K)=BB(K)/A(J1)
END DO
RETURN
END

```

```

CCC
*****
CCC  INÍCIO DE SUBROTINAS REFERENTES À EQUAÇÃO DA CONTINUIDADE E
DINÂMICA
CCC  DISCRETIZADAS EM FUNÇÃO DAS VARIÁVEIS DEPENDENTES H e V E SUAS
DERIVADAS
CCC
*****
CC-----
CCC  SUB-ROTINA FUNCF FORMA A EQUACAO DA CONTINUIDADE DISCRETIZADA
EM
CCC  DIFERENCAS FINITAS SEGUNDO ESQUEMA DE PREISSMANN UTILIZANDO AS
CCC  VARIÁVEIS DEPENDENTES H e V
CCC-----

```

```

SUBROUTINE FUNCF(KARM, Y, VEL, IT, MX, JX, DELTAX, DELTAT, TETAF,
1          BF, BS, QL, FF)
  Real*8 Y(500,1000),VEL(500,1000),QL
  Real*8 BF(1000),BS(1000), DELTAX(1000)

  F0=(Y(IT+1,JX)-Y(IT,JX)+Y(IT+1,MX)-Y(IT,MX))/(2.*DELTAT)
  F1=(TETAF/2.)*(Y(IT+1,JX)+Y(IT+1,MX))+((1.-TETAF)/2.)*
1  (Y(IT,JX)+Y(IT,MX))
  F2=TETAF*(VEL(IT+1,JX)-VEL(IT+1,MX))/DELTAX(MX)+(1.-TETAF)*
1  (VEL(IT,JX)-VEL(IT,MX))/DELTAX(MX)
  F3=(TETAF/2.)*(VEL(IT+1,JX)+VEL(IT+1,MX))+((1.-TETAF)/2.)*
1  (VEL(IT,JX)+VEL(IT,MX))
  F4=TETAF*(Y(IT+1,JX)-Y(IT+1,MX))/DELTAX(MX)+(1.-
TETAF)*(Y(IT,JX)-
1  Y(IT,MX))/DELTAX(MX)
  F5=QL/BF(MX)
  FF=F0+F1*F2+F3*F4-F5

  IF(KARM.EQ.1) FF=BS(MX)*F0+BF(MX)*F3*F4+F3*ABS((BF(JX)*
1  Y(IT,JX)-BF(MX)*Y(IT,MX))/DELTAX(MX))+BF(MX)*
2  Y(IT,MX)*F2-QL/BS(MX)

  RETURN
END

```

```

C-----
CCC  SUB-ROTINA FUNC G - FORMA A EQUACAO DAS QUANTIDADES DE MOVIMENTO
CCC  DISCRETIZADA EM DIFERENCAS FINITAS SEGUNDO ESQUEMA DE PREISSMANN
CCC  UTILIZANDO AS VARIÁVEIS DEPENDENTES H e V
C-----

```

```

SUBROUTINE
FUNCG(YG, VG, IG, MG, JG, DELX, DELT, BG, TETAG, GG, ETAG, SOG, PG,
1          QLG, GFFF)

C-----
CCC  GG - ACELERACAO DA GRAVIDADE
CCC  PG - EXPOENTE DO RAO HIDRAULICO DA FORMULA DE MANNING
CCC-----

      Real*8 YG(500,1000),VG(500,1000),QLG
      Real*8 BG(1000),Etag(500,1000), DELX(1000), SOG(1000)

      G0=(VG(IG+1,JG)-VG(IG,JG)+VG(IG+1,MG)-VG(IG,MG))/(2.*DELT)
      G1=(TETAG/2.)*(VG(IG+1,JG)+VG(IG+1,MG))+((1.-TETAG)/2.)*
1      (VG(IG,JG)+VG(IG,MG))
      G2=TETAG*(VG(IG+1,JG)-VG(IG+1,MG))/DELX(MG)+(1.-
TETAG)*(VG(IG,JG)-
1      VG(IG,MG))/DELX(MG)
      G3=GG*(TETAG*(YG(IG+1,JG)-YG(IG+1,MG))/DELX(MG)+(1.-TETAG)*
1      (YG(IG,JG)-YG(IG,MG))/DELX(MG))
      G4=GG*SOG(MG)
      G5=(VG(IG+1,JG)*ABS(VG(IG+1,JG)))*((BG(MG)+2.*
1      YG(IG+1,JG)**PG)/((BG(MG)*YG(IG+1,JG)**PG)
      G6=(VG(IG+1,MG)*ABS(VG(IG+1,MG)))*((BG(MG)+2.*YG(IG+1,MG)**PG)/
1      ((BG(MG)*YG(IG+1,MG)**PG)
      G7=(VG(IG,JG)*ABS(VG(IG,JG)))*((BG(MG)+2.*YG(IG,JG)**PG)/
1      ((BG(MG)*YG(IG,JG)**PG)
      G8=(VG(IG,MG)*ABS(VG(IG,MG)))*((BG(MG)+2.*YG(IG,MG)**PG)/
1      ((BG(MG)*YG(IG,MG)**PG)
      G9=(TETAG/2.)*(G5+G6)+((1.-TETAG)/2.)*(G7+G8)
      G10=GG*((ETAG(IG,MG)**2)*G9
      G11=(QLG/BG(MG))*((TETAG/2.)*(VG(IG+1,JG)+VG(IG+1,MG))+
1      ((1.-TETAG)/2.)*(VG(IG,JG)+VG(IG,MG)))
      G12=((TETAG/2.)*(YG(IG+1,JG)+YG(IG+1,MG))+((1.-TETAG)/2.)*
1      (YG(IG,JG)+YG(IG,MG)))
      GFFF=G0+G1*G2+G3-G4+G10+G11/G12

      RETURN
      END

CCC-----
CCC  SUB-ROTINA DEVF1 - DERIVADA DA FUNCAO FF EM EM RELACAO A
V(I+1,J)
CCC-----

SUBROUTINE DEVF1(KARM, IFF, MF, JF, YF, DXF, TF, BFF, FV1)

      Real*8 YF(500,1000),BFF(1000), DXF(1000)

      DFV10=((-1.*TF)/DXF(MF))*((TF/2.)*(YF(IFF+1,JF)+YF(IFF+1,MF))+
1      ((1.-TF)/2.)*(YF(IFF,JF)+YF(IFF,MF)))
      DFV11=(TF/2.)*(TF*(YF(IFF+1,JF)-YF(IFF+1,MF))/DXF(MF)+(1.-TF)*
1      (YF(IFF,JF)-YF(IFF,MF))/DXF(MF))
      FV1=DFV10+DFV11

      IF(KARM.EQ.1) FV1=BFF(MF)*DFV11+(TF/2.)*ABS((BFF(JF)*YF(IFF,JF)-
1      BFF(MF)*YF(IFF,MF))/DXF(MF))-BFF(MF)*
2      YF(IFF,MF)*(TF/DXF(MF))

      RETURN
      END

```

```

CCC-----
CCC  SUB-ROTINA DEVG1- DERIVADA DA FUNCAO GFFF EM RELACAO A V(I+1,J)
CCC-----

```

```

SUBROUTINE DEVG1(I2,M2,J2,Y2,V2,DX2,DT2,B2,T2,G2,E2,P2,QL2,GV1)

```

```

Real*8 Y2(500,1000),V2(500,1000),QL2
Real*8 B2(1000),E2(500,1000),DX2(1000)

```

```

DGV10=1./(2.*DT2)
DGV11=(T2/2.)*(T2*(V2(I2+1,J2)-V2(I2+1,M2))/DX2(M2)+(1.-T2)*
1 (V2(I2,J2)-V2(I2,M2))/DX2(M2))
DGV12=(-T2/DX2(M2))*((T2/2.)*(V2(I2+1,J2)+V2(I2+1,M2))+
1 ((1.-T2)/2.)*(V2(I2,J2)+V2(I2,M2)))
DGV13=G2*(E2(I2,M2)**2)*T2*V2(I2+1,M2)

```

```

IF(V2(I2+1,M2).LT.0.) DGV13=-1.*DGV13

```

```

DGV14=((B2(M2)+2.*Y2(I2+1,M2))/(B2(M2)*Y2(I2+1,M2))**P2
DGV15=(QL2/T2)/((2.*B2(M2))*((T2/2.)*(Y2(I2+1,J2)+Y2(I2+1,M2))+
1 ((1.-T2)/2.)*(Y2(I2,J2)+Y2(I2,M2))))
GV1=DGV10+DGV11+DGV12+DGV13*DGV14+DGV15

```

```

RETURN
END

```

```

CCC-----
CCC  SUB-ROTINA DEHF2 - DERIVADA DA FUNCAO FF EM RELACAO A H(I+1,J+1)
CCC-----

```

```

SUBROUTINE DEHF2(KARM,IH,MH,JH,VH,DXH,DTH,TH,BH,BS,FH2)

```

```

Real*8 VH(500,1000),BH(1000),BS(1000),DXH(1000)

```

```

DFH20=1./(2.*DTH)
DFH21=(TH/2.)*(TH*(VH(IH+1,JH)-VH(IH+1,MH))/DXH(MH)+(1.-TH)*
1 (VH(IH,JH)-VH(IH,MH))/DXH(MH))
DFH22=(TH/DXH(MH))*((TH/2.)*(VH(IH+1,JH)+VH(IH+1,MH))+
1 ((1.-TH)/2.)*(VH(IH,JH)+VH(IH,MH)))
FH2=DFH20+DFH21+DFH22

```

```

IF(KARM.EQ.1) FH2=BS(MH)/(2.*DTH)+BH(MH)*DFH22

```

```

RETURN
END

```

```

CCC-----
--
CCC  SUB-ROTINA DEHG2 - DERIVADA DA FUNCAO GFFF EM RELACAO A
H(I+1,J+1)
CCC-----

```

```

SUBROUTINE DEHG2(I1,M1,J1,Y1,V1,DX1,B1,T1,G1,E1,P1,QL1,GH2)

```

```

Real*8 Y1(500,1000),V1(500,1000),B1(1000),E1(500,1000),
DX1(1000)
Real*8 QL1

```

```

DGH20=G1*T1/DX1(M1)
DGH21=4.*P1*G1*(E1(I1,M1)**2)*T1*(V1(I1+1,J1)**2)

```

```

DGH22=(B1(M1)*Y1(I1+1,J1))*P1
DGH23=(B1(M1)+2.*Y1(I1+1,J1))* (P1-1.)
DGH24=2.*P1*G1*(E1(I1,M1)**2)*T1*(B1(M1)**P1)*(V1(I1+1,J1)*
1   ABS(V1(I1+1,J1)))
DGH25=(Y1(I1+1,J1)**(P1-1.))*((B1(M1)+2.*Y1(I1+1,J1))*P1)
DGH26=4.*((B1(M1)*Y1(I1+1,J1)**(2.*P1))
DGH27=(QL1*T1)/(2.*B1(M1))
DGH28=(T1/2.)*(V1(I1+1,J1)+V1(I1+1,M1))+((1.-T1)/2.)*
1   (V1(I1,J1)+V1(I1,M1))
DGH29=((T1/2.)*(Y1(I1+1,J1)+Y1(I1+1,M1))+((1.-T1)/2.)*
1   (Y1(I1,J1)+Y1(I1,M1)))*2.
GH2=DGH20+(((DGH21*DGH22*DGH23)-(DGH24*DGH25))/DGH26)-
1   (DGH27*DGH28/DGH29)

RETURN
END

```

```

CCC-----
CCC  SUB-ROTINA DEHF1 - DERIVADA DA FUNCAO FF EM RELACAO A H(I+1,J)
CCC-----

```

```

SUBROUTINE DEHF1(KARM, ID, MD, JD, VD, DXD, DTD, TD, BD, BS, FH1)

```

```

Real*8 VD(500,1000),BD(1000),BS(1000), DXD(1000)

```

```

DFH10=1./(2.*DTD)
DFH11=(TD/2.)*(TD*(VD(ID+1,JD)-VD(ID+1,MD))/DXD(MD)+(1.-TD)*
1   (VD(ID,JD)-VD(ID,MD))/DXD(MD))
DFH12=(TD/DXD(MD))*((TD/2.)*(VD(ID+1,JD)+VD(ID+1,MD))+
1   ((1.-TD)/2.)*(VD(ID,JD)+VD(ID,MD)))
FH1=DFH10+DFH11-DFH12

```

```

IF(KARM.EQ.1) FH1=BS(MD)/(2.*DTD)+BD(MD)*DFH12

```

```

RETURN
END

```

```

CCC-----
CCC  SUB-ROTINA DEHG1 - DERIVADA DA FUNCAO GFFF EM RELACAO A H(I+1,J)
CCC-----

```

```

SUBROUTINE DEHG1(IO, MO, JO, YOD, VO, DXO, BOD, T0, G0, E0, P0, QL0, GH1)

```

```

Real*8 YOD(500,1000),VO(500,1000),QL0
Real*8 BOD(1000),E0(500,1000), DXO(1000)

```

```

DGH10=(-G0*T0)/DXO(MO)
DGH11=4.*P0*G0*(E0(IO,MO)**2)*T0*(VO(IO+1,MO)**2)
DGH12=(BOD(MO)*YOD(IO+1,MO))**P0
DGH13=(BOD(MO)+2.*YOD(IO+1,MO))** (P0-1.)
DGH14=2.*P0*G0*(E0(IO,MO)**2)*T0*(BOD(MO)**P0)*(VO(IO+1,MO)*
1   ABS(VO(IO+1,MO)))
DGH15=(YOD(IO+1,MO)**(P0-1.))*((BOD(MO)+2.*YOD(IO+1,MO))**P0)
DGH16=4.*((BOD(MO)*YOD(IO+1,MO))** (2.*P0))
DGH17=(QL0*T0)/(2.*BOD(MO))
DGH18=(T0/2.)*(VO(IO+1,JO)+VO(IO+1,MO))+((1.-T0)/2.)*
1   (VO(IO,JO)+VO(IO,MO))
DGH19=((T0/2.)*(YOD(IO+1,JO)+YOD(IO+1,MO))+((1.-T0)/2.)*
1   (YOD(IO,JO)+YOD(IO,MO)))*2.
GH1=DGH10+(((DGH11*DGH12*DGH13)-(DGH14*DGH15))/DGH16)-
1   (DGH17*DGH18/DGH19)

```

```

RETURN
END

CCC-----
CCC  SUB-ROTINA DEVF2 - DERIVADA DA FUNCAO FF EM RELACAO A V(I+1,J+1)
CCC-----

SUBROUTINE DEVF2(KARM,IV,MV,JV,YV,DXV,TV,BV,FV2)

Real*8 YV(500,1000),BV(1000),DXV(1000)

DFV20=(TV/DXV(MV))*((TV/2.)*(YV(IV+1,JV)+YV(IV+1,MV))+
1      ((1.-TV)/2.)*(YV(IV,JV)+YV(IV,MV)))
DFV21=(TV/2.)*(TV*(YV(IV+1,JV)-YV(IV+1,MV))/DXV(MV)+(1.-TV)*
1      (YV(IV,JV)-YV(IV,MV))/DXV(MV))
FV2=DFV20+DFV21

IF(KARM.EQ.1) FV2=BV(MV)*DFV21+(TV/2.)*ABS((BV(JV)*YV(IV,JV)-
1      BV(MV)*YV(IV,MV))/DXV(MV))
2      +BV(MV)*YV(IV,MV)*(TV/DXV(MV))

RETURN
END

CCC-----
CCC  SUB-ROTINA DEVG2 - DERIVADA DA FUNCAO GFFF EM RELACAO A
V(I+1,J+1)
CCC-----

SUBROUTINE
DEVG2(IU,MU,JU,YU,VU,DXU,DTU,BU,TU,GU,EU,PU,QLU,GV2)

Real*8 YU(500,1000),VU(500,1000),QLU
Real*8 BU(1000),EU(500,1000),DXU(1000)

DGV20=1./(2.*DTU)
DGV21=(TU/2.)*(TU*(VU(IU+1,JU)-VU(IU+1,MU))/DXU(MU)+(1.-TU)
1      *(VU(IU,JU)-VU(IU,MU))/DXU(MU))
DGV22=(TU/DXU(MU))*((TU/2.)*(VU(IU+1,JU)+VU(IU+1,MU))+
1      ((1.-TU)/2.)*(VU(IU,JU)+VU(IU,MU)))
DGV23=GU*(EU(IU,MU)**2)*TU*VU(IU+1,JU)

IF(VU(IU+1,JU).LT.0.) DGV23=-1.*DGV23

DGV24=((BU(MU)+2.*YU(IU+1,JU))/(BU(MU)*YU(IU+1,JU)))*PU
DGV25=(QLU/TU)/(((2.*BU(MU))*((TU/2.)*(YU(IU+1,JU)+YU(IU+1,MU))+
1      ((1.-TU)/2.)*(YU(IU,JU)+YU(IU,MU))))))
GV2=DGV20+DGV21+DGV22+DGV23*DGV24+DGV25

RETURN
END

CCC
*****
CCC  FIM SUBROTINAS REFERENTES À EQUAÇÃO DA CONTINUIDADE E DINÂMICA
CCC  DISCRETIZADAS EM FUNÇÃO DAS VARIÁVEIS DEPENDENTES H e V E SUAS
DERIVADAS
CCC
*****

```

```

CCC
C-----
CCC  SUB-ROTINA CONTI FORMA A EQUACAO DA  CONTINUIDADE DISCRETIZADA
EM
CCC  DIFERENCAS FINITAS SEGUNDO ESQUEMA DE PREISSMANN
CCC  UTILIZANDO AS VARIÁVEIS DEPENDENTES Y e Q
C-----

SUBROUTINE CONTI(Q, Y, I, M, J, TETA, DX, DT, B0, YMAX, BS, QLAT, FM,
1          Y0, ITTR, BMM, FCC)
REAL*8 Q(500,1000),Y(500,1000),B0(1000),YMAX(1000),BS(1000)
REAL*8 DX(1000),QLAT,FM,Y0(1000),BMM(1000)
INTEGER ITTR(500)

YP=(TETA/2.)*(Y(I+1,J)+Y(I+1,M))+((1.-TETA)/2.)*
1  (Y(I,J)+Y(I,M))
YMM=(YMAX(M)+YMAX(J))/2.
Y0M=(Y0(M)+Y0(J))/2.
B0M=(B0(M)+B0(J))/2.
BM=B0M
YM=(Y(I+1,J)+Y(I+1,M))/2

IF(ITTR(M)==1) THEN                                ! galeria

        IF(YP.GT.YMM) THEN
                BM=B0M*(YMM-Y0M)*FM                ! para o caso de
galeria sob pressao
                BMM(M)=BM
        ELSE
                BM=B0M                                ! para o caso de
galeria livre
                BMM(M)=BM
        END IF

ELSEIF(ITTR(M)==2) THEN                            ! RUA

        BM=B0M
        BMM(M)=BM

ELSE                                                ! RIO

        IF(YP.GT.YMM) THEN

                BM=(BS(M)+BS(J))/2.
                BMM(M)=BM
        ELSE
                BM=B0M
                BMM(M)=BM
        END IF

END IF

DYDT=(1./(2.*DT))*(Y(I+1,J)-Y(I,J)+Y(I+1,M)-Y(I,M))
DQDX=(TETA/DX(M))*(Q(I+1,J)-Q(I+1,M))+((1.-TETA)/DX(M))*
1  (Q(I,J)-Q(I,M))
FCC=DYDT+(1./BM)*(DQDX-QLAT)
RETURN
END
C-----

```



```

CCC  SUB-ROTINA DINAM - FORMA A EQUACAO DAS QUANTIDADES DE MOVIMENTO
CCC  DISCRETIZADA EM DIFERENCAS FINITAS SEGUNDO ESQUEMA DE PREISSMANN
CCC  UTILIZANDO AS VARIÁVEIS DEPENDENTES Y e Q
CCC  G - ACELERACAO DA GRAVIDADE
CCC  P - EXPOENTE DO RAO HIDRÁULICO DA FÓRMULA DE MANNING
CCC  -----

```

```

SUBROUTINE DINAM(Q,Y,I,M,J,TETA,DX,DT,B0,Y0,G,P,RUG,CPC,QLAT,
1              YMAX,ITTR,GDD)
REAL*8 CPC(1000),DX(1000),QLAT,YMAX(1000)
REAL*8 Q(500,1000),Y(500,1000),Y0(1000),B0(1000),RUG(500,1000)
INTEGER ITTR(500)

```

```

DQDT=(1./(2.*DT))*(Q(I+1,J)-Q(I,J)+Q(I+1,M)-Q(I,M))
TDX=TETA/DX(M)
TDX1=(1.-TETA)/DX(M)
T2=TETA/2.
T12=(1.-TETA)/2.
YP=(TETA/2.)*(Y(I+1,J)+Y(I+1,M))+((1.-TETA)/2.)*
1  (Y(I,J)+Y(I,M))
YMM=(YMAX(M)+YMAX(J))/2.
DYDX=TDX*(Y(I+1,J)-Y(I+1,M))+TDX1*(Y(I,J)-Y(I,M))
D20=Q(I,M)
D21=Q(I,J)
D22=Q(I+1,M)
D23=Q(I+1,J)
D1=Q(I+1,J)**2.
D2=Q(I+1,M)**2.
D3=Q(I,J)**2.
D4=Q(I,M)**2.
YM=(Y(I+1,J)+Y(I+1,M))/2.
A1=B0(J)*(Y(I+1,J)-Y0(J))
A2=B0(M)*(Y(I+1,M)-Y0(M))
A3=B0(J)*(Y(I,J)-Y0(J))
A4=B0(M)*(Y(I,M)-Y0(M))
A5=B0(J)*(YMAX(J)-Y0(J))
A6=B0(M)*(YMAX(M)-Y0(M))
A0=(A5+A6)/2.

```

```

C      PARA GALERIA SOB PRESSÃO (Area da Galeria) -----
C      IF(ITTR(M)==1) THEN                                     !Alterado em 08/03/2007
C          IF(YP.GT.YMAX(J)) THEN
C              A1=A5
C              A3=A5
C          END IF
C          IF(YP.GT.YMAX(M)) THEN
C              A2=A6
C              A4=A6
C          END IF
C      END IF
C      -----

```

```

E2=RUG(I,M)**2.
P1=B0(J)+2.*(Y(I+1,J)-Y0(J))
P2=B0(M)+2.*(Y(I+1,M)-Y0(M))
P3=B0(J)+2.*(Y(I,J)-Y0(J))
P4=B0(M)+2.*(Y(I,M)-Y0(M))
CSC=CPC(M)/(2.*G*DX(M))

```

```

C      PARA GALERIA SOB PRESSÃO (Perímetro da Galeria) -----
C      IF(ITTR(M)==1) THEN                                     !Alterado em 08/03/2007
C          IF(YP.GT.YMAX(J)) THEN
C              P1=2.*(B0(J)+(YMAX(J)-Y0(J)))

```

```

C          P3=P1
C          END IF
C          IF (YP.GT.YMAX(M)) THEN
C              P2=2.*(B0(M)+(YMAX(M)-Y0(M)))
C              P4=P2
C          END IF
C      END IF
C
C      -----
C
C      A11=A1**2.
C      A22=A2**2.
C      A33=A3**2.
C      A44=A4**2.
C      TERM1=DQDT
C      TERM2=TDX*(D1/A1-D2/A2)+TDX1*(D3/A3-D4/A4)
C      TERM3=G*(T2*(A1+A2)+T12*(A3+A4))
C
C      PARA GALERIA SOB PRESSÃO -----
C      IF (ITTR(M)==1) THEN
C          IF (YP.GT.YMM) TERM3=G*A0
C      END IF
C
C      -----
C      TERM4=DYDX
C      TERM5=(T2*(D23/A1+D22/A2)+T12*(D21/A3+D20/A4))*QLAT
C      SF1=(T2*D1)/(A11*((A1/P1)**P))
C      SF2=(T2*D2)/(A22*((A2/P2)**P))
C      SF3=(T12*D3)/(A33*((A3/P3)**P))
C      SF4=(T12*D4)/(A44*((A4/P4)**P))
C      SF=E2*(SF1+SF2+SF3+SF4)
C      SC=CSC*ABS((D3/A33)-(D4/A44))
C      GDD=TERM1+TERM2+TERM3*(TERM4+SF+SC)+TERM5
C      RETURN
C      END
CCC-----
CCC  SUB-ROTINA CONTI1- DERIVADA DA FUNCAO FC EM RELACAO A Y(I+1,M)
CCC-----
--
SUBROUTINE CONTI1(DT,DFY1)

DFY1=1./(2.*DT)
RETURN
END
CCC-----
CCC  SUB-ROTINA DINAM1 - DERIVADA DA FUNCAO GD EM RELACAO A Y(I+1,M)
CCC-----
SUBROUTINE DINAM1(Q,Y,I,M,J,TETA,DX,B0,Y0,G,P,RUG,CPC,QLAT,
1                YMAX,ITTR,DGY1)

REAL*8 CPC(1000),QLAT,RUG(500,1000),YMAX(1000)
REAL*8 Q(500,1000),Y(500,1000),Y0(1000),B0(1000),DX(1000)
INTEGER ITTR(500)

YP=(TETA/2.)*(Y(I+1,J)+Y(I+1,M))+((1.-TETA)/2.)*
1  (Y(I,J)+Y(I,M))
YMM=(YMAX(M)+YMAX(J))/2.
TDX=TETA/DX(M)
TDX1=(1.-TETA)/DX(M)
T2=TETA/2.
T12=(1.-TETA)/2.
DYDX=TDX*(Y(I+1,J)-Y(I+1,M))+TDX1*(Y(I,J)-Y(I,M))
D1=Q(I+1,J)**2.

```

```

D2=Q(I+1,M)**2.
D3=Q(I,J)**2.
D4=Q(I,M)**2.
YM=(Y(I+1,J)+Y(I+1,M))/2.
A1=B0(J)*(Y(I+1,J)-Y0(J))
A2=B0(M)*(Y(I+1,M)-Y0(M))
A3=B0(J)*(Y(I,J)-Y0(J))
A4=B0(M)*(Y(I,M)-Y0(M))
A5=B0(J)*(YMAX(J)-Y0(J))
A6=B0(M)*(YMAX(M)-Y0(M))
A0=(A5+A6)/2

C      PARA GALERIA SOB PRESSÃO (Área da Galeria ) -----
C      IF(ITTR(M)==1) THEN                                     !Alterado em 08/03/2007
C          IF(YP.GT.YMAX(J)) THEN
C              A1=A5
C              A3=A5
C          END IF
C          IF(YP.GT.YMAX(M)) THEN
C              A2=A6
C              A4=A6
C          END IF
C      END IF
C      -----

E2=RUG(I,M)**2.
P1=B0(J)+2.*(Y(I+1,J)-Y0(J))
P2=B0(M)+2.*(Y(I+1,M)-Y0(M))
P3=B0(J)+2.*(Y(I,J)-Y0(J))
P4=B0(M)+2.*(Y(I,M)-Y0(M))
CSC=CPC(M)/(2.*G*DX(M))

C      PARA GALERIA SOB PRESSÃO (Perímetro da Galeria) -----
C      IF(ITTR(M)==1) THEN                                     !Alterado em 08/03/2007
C          IF(YP.GT.YMAX(J)) THEN
C              P1=2.*(B0(J)+(YMAX(J)-Y0(J)))
C              P3=P1
C          END IF
C          IF(YP.GT.YMAX(M)) THEN
C              P2=2.*(B0(M)+(YMAX(M)-Y0(M)))
C              P4=P2
C          END IF
C      END IF
C      -----

A11=A1**2.
A22=A2**2.
A33=A3**2.
A44=A4**2.
A222=A2**4.
P22=P2**2.
TERM1=TDX*D2*B0(M)/A22
SF1=(T2*D1)/(A11*((A1/P1)**P))
SF2=(T2*D2)/(A22*((A2/P2)**P))
SF3=(T12*D3)/(A33*((A3/P3)**P))
SF4=(T12*D4)/(A44*((A4/P4)**P))
SF=E2*(SF1+SF2+SF3+SF4)
SC=CSC*ABS((D3/A33)-(D4/A44))
TERM2=G*T2*B0(M)
TERM3=G*(T2*(A1+A2)+T12*(A3+A4))

```

```

C ----- SE TRECHO DE GALERIA -----
      IF(ITTR(M)==1) THEN                                !Estava errado. Estava antes
de Term3
      IF(YP.GT.YMM) THEN                                !Tem que ser depois de Term3
e Term2
      TERM2=0                                           !08/03/2007
      TERM3=G*A0
      END IF
END IF
C -----

      TERM4=E2*T2*D2
      TERM5=2.*(B0(M)**2.)*(Y(I+1,M)-Y0(M))*((A2/P2)**P)
      XNUM=B0(M)*(B0(M)+2.*(Y(I+1,M)-Y0(M)))-2.*B0(M)*(Y(I+1,M)-Y0(M))
      TERM6=A22*P*((A2/P2)**(P-1.))*(XNUM/P22)
      TERM7=A222*((A2/P2)**(2.*P))
      TERM8=-T2*(Q(I+1,M)/(B0(M)*(Y(I+1,M)-Y0(M))**2))*QLAT
      DGY1=TERM1+TERM2*(DYDX+SF+SC)+TERM3*((-1.*TDX)-
((TERM4*(TERM5+TERM
16))/TERM7))+TERM8
      RETURN
      END

CCC-----
CCC SUB-ROTINA DINAM2 - DERIVADA DA FUNCAO GD EM RELACAO A Y(I+1,J)
CCC-----
      SUBROUTINE DINAM2(Q,Y,I,M,J,TETA,DX,B0,Y0,G,P,RUG,CPC,QLAT,
1                                YMAX,ITTR,DGY2)
      REAL*8 CPC(1000),QLAT,DX(1000),YMAX(1000)
      REAL*8 Q(500,1000),Y(500,1000),B0(1000),Y0(1000),RUG(500,1000)
      INTEGER ITTR(500)

      YP=(TETA/2.)*(Y(I+1,J)+Y(I+1,M))+((1.-TETA)/2.)*
1 (Y(I,J)+Y(I,M))
      YMM=(YMAX(M)+YMAX(J))/2.
      TDX=TETA/DX(M)
      TDX1=(1.-TETA)/DX(M)
      T2=TETA/2.
      T12=(1.-TETA)/2.
      DYDX=TDX*(Y(I+1,J)-Y(I+1,M))+TDX1*(Y(I,J)-Y(I,M))
      D1=Q(I+1,J)**2.
      D2=Q(I+1,M)**2.
      D3=Q(I,J)**2.
      D4=Q(I,M)**2.

      YM=(Y(I+1,J)+Y(I+1,M))/2.
      A1=B0(J)*(Y(I+1,J)-Y0(J))
      A2=B0(M)*(Y(I+1,M)-Y0(M))
      A3=B0(J)*(Y(I,J)-Y0(J))
      A4=B0(M)*(Y(I,M)-Y0(M))
      A5=B0(J)*(YMAX(J)-Y0(J))
      A6=B0(M)*(YMAX(M)-Y0(M))
      A0=(A5+A6)/2

C      PARA GALERIA SOB PRESSÃO (Área da Galeria ) -----
C      IF(ITTR(M)==1) THEN                                !Alterado em 08/03/2007
C      IF(YP.GT.YMAX(J)) THEN
C      A1=A5
C      A3=A5
C      END IF
C      IF(YP.GT.YMAX(M)) THEN

```

```

C          A2=A6
C          A4=A6
C          END IF
C      END IF
C      -----

E2=RUG(I,M)**2.
P1=B0(J)+2.*(Y(I+1,J)-Y0(J))
P2=B0(M)+2.*(Y(I+1,M)-Y0(M))
P3=B0(J)+2.*(Y(I,J)-Y0(J))
P4=B0(M)+2.*(Y(I,M)-Y0(M))
CSC=CPC(M)/(2.*G*DX(M))

C      PARA GALERIA SOB PRESSÃO (Perímetro da Galeria) -----
C      IF(ITTR(M)==1) THEN                                     !Alterado em 08/03/2007
C          IF(YP.GT.YMAX(J)) THEN
C              P1=2.*(B0(J)+(YMAX(J)-Y0(J)))
C              P3=P1
C          END IF
C          IF(YP.GT.YMAX(M)) THEN
C              P2=2.*(B0(M)+(YMAX(M)-Y0(M)))
C              P4=P2
C          END IF
C      END IF
C      -----

A11=A1**2.
A22=A2**2.
A33=A3**2.
A44=A4**2.
A111=A1**4.
P11=P1**2.
TERM1=(-1.*TDX)*D1*B0(J)/A11
SF1=(T2*D1)/(A11*((A1/P1)**P))
SF2=(T2*D2)/(A22*((A2/P2)**P))
SF3=(T12*D3)/(A33*((A3/P3)**P))
SF4=(T12*D4)/(A44*((A4/P4)**P))
SF=E2*(SF1+SF2+SF3+SF4)
SC=CSC*ABS((D3/A33)-(D4/A44))
TERM2=G*T2*B0(J)
TERM3=G*(T2*(A1+A2)+T12*(A3+A4))

C      ----- SE TRECHO DE GALERIA -----
C      IF(ITTR(M)==1) THEN                                     !Alterado em 08/03/2007
C          IF(YP.GT.YMM) THEN
C              TERM2=0
C              TERM3=G*A0
C          END IF
C      END IF
C      -----

TERM4=E2*T2*D1
TERM5=2.*(B0(J)**2.)*(Y(I+1,J)-Y0(J))*((A1/P1)**P)
XNUM=B0(J)*(B0(J)+2.*(Y(I+1,J)-Y0(J)))-2.*B0(J)*(Y(I+1,J)-Y0(J))
TERM6=A11*P*((A1/P1)**(P-1.))*XNUM/P11
TERM7=A111*((A1/P1)**(2.*P))
TERM8=-T2*(Q(I+1,J)/(B0(J)*(Y(I+1,J)-Y0(J))**2))*QLAT
DGY2=TERM1+TERM2*(DYDX+SF+SC)+TERM3*(TDX-
((TERM4*(TERM5+TERM6))/TE
1RM7))+TERM8
RETURN

```

```

END
CCC-----
CCC  SUB-ROTINA CONTI4- DERIVADA DA FUNCAO FC EM RELACAO A Q(I+1,J)
CCC-----
      SUBROUTINE
CONTI4(Y,I,M,J,TETA,DX,B0,YMAX,BS,FM,Y0,ITTR,BMM,DFQ2)
      REAL*8 Y(500,1000),B0(1000),BS(1000),YMAX(1000),FM,Y0(1000)
      INTEGER ITTR(500)
      REAL*8 DX(1000),BMM(1000)

      YP=(TETA/2.)*(Y(I+1,J)+Y(I+1,M))+((1.-TETA)/2.)*
1      (Y(I,J)+Y(I,M))
      YMM=(YMAX(M)+YMAX(J))/2.
      Y0M=(Y0(M)+Y0(J))/2.
      B0M=(B0(M)+B0(J))/2.
      YM=(Y(I+1,J)+Y(I+1,M))/2

      IF(ITTR(M)==1) THEN                                ! galeria
          IF(YP.GT.YMM) THEN
              BM=B0M*(YMM-Y0M)*FM                       ! para o caso de
galeria sob pressao
              BMM(M)=BM

          ELSE
              BM=B0M                                     ! para o caso de
galeria livre
              BMM(M)=BM

          END IF

      ELSEIF(ITTR(M)==2) THEN                            ! RUA

          BM=B0M
          BMM(M)=BM

      ELSE                                               ! RIO

          IF(YP.GT.YMM) THEN

              BM=(BS(M)+BS(J))/2.
              BMM(M)=BM

          ELSE

              BM=B0M
              BMM(M)=BM

          END IF

      END IF

      DFQ2=(TETA/DX(M))*(1./BM)
      RETURN
      END
CCC-----
CCC  SUB-ROTINA DINAM4- DERIVADA DA FUNCAO GD EM RELACAO A Q(I+1,J)
CCC-----
      SUBROUTINE DINAM4(Q,Y,I,M,J,TETA,DX,DT,B0,Y0,G,P,RUG,QLAT,
1      YMAX,ITTR,DGQ2)

      REAL*8 Q(500,1000),Y(500,1000),Y0(1000),B0(1000),DX(1000)
      REAL*8 QLAT,RUG(500,1000),YMAX(1000)
      INTEGER ITTR(500)

```

```

      YP=(TETA/2.)*(Y(I+1,J)+Y(I+1,M))+((1.-TETA)/2.)*
1      (Y(I,J)+Y(I,M))
      YMM=(YMAX(M)+YMAX(J))/2.
      T2=TETA/2.
      T12=(1.-TETA)/2.
      D0=Q(I+1,J)
      TDX=TETA/DX(M)
      Y0M=(Y0(M)+Y0(J))/2.
      YM=(Y(I+1,J)+Y(I+1,M))/2.
      A1=B0(J)*(Y(I+1,J)-Y0(J))
      A2=B0(M)*(Y(I+1,M)-Y0(M))
      A3=B0(J)*(Y(I,J)-Y0(J))
      A4=B0(M)*(Y(I,M)-Y0(M))
      A5=B0(J)*(YMAX(J)-Y0(J))
      A6=B0(M)*(YMAX(M)-Y0(M))
      A0=(A5+A6)/2

C      PARA GALERIA SOB PRESSÃO (Área da Galeria ) -----
C      IF(ITTR(M)==1) THEN                                     !Alterado em 08/03/2007
C          IF(YP.GT.YMAX(J)) THEN
C              A1=A5
C              A3=A5
C          END IF
C          IF(YP.GT.YMAX(M)) THEN
C              A2=A6
C              A4=A6
C          END IF
C      END IF
C      -----

      E2=RUG(I,M)**2.
      A11=A1**2.
      P1=B0(J)+2.*(Y(I+1,J)-Y0(J))

C      PARA GALERIA SOB PRESSÃO (Perímetro da Galeria) -----
C      IF(ITTR(M)==1) THEN                                     !Alterado em 08/03/2007
C          IF(YP.GT.YMAX(J)) THEN
C              P1=2.*(B0(J)+(YMAX(J)-Y0(J)))
C          END IF
C      END IF
C      -----

      TERM1=1./(2.*DT)
      TERM2=2.*TDX*D0/A1
      TERM3=G*(T2*(A1+A2)+T12*(A3+A4))

C      ----- SE TRECHO DE GALERIA -----
C      IF(ITTR(M)==1) THEN                                     !Alterado em 08/03/2007
C          IF(YP.GT.YMM) TERM3=G*A0
C      END IF
C      -----

      TERM4=(E2*TETA*D0)/(A11*((A1/P1)**P))
      TERM5=(T2/(B0(J)*(Y(I+1,J)-Y0(J))))*QLAT
      DGQ2=TERM1+TERM2+TERM3*TERM4+TERM5
      RETURN
      END
CCC-----
CCC  SUB-ROTINA CONTI3- DERIVADA DA FUNCAO FC EM RELACAO A Q(I+1,M)
CCC-----

```

```

SUBROUTINE
CONTI3(Y,I,M,J,TETA,DX,B0,YMAX,BS,FM,Y0,ITTR,BMM,DFQ1)
REAL*8 DX(1000),BMM(1000)
REAL*8 Y(500,1000),B0(1000),BS(1000),YMAX(1000),FM,Y0(1000)
INTEGER ITTR(500)

YP=(TETA/2.)*(Y(I+1,J)+Y(I+1,M))+((1.-TETA)/2.)*
1 (Y(I,J)+Y(I,M))
Y0M=(Y0(M)+Y0(J))/2.
YMM=(YMAX(M)+YMAX(J))/2.
B0M=(B0(M)+B0(J))/2.

IF(ITTR(M)==1) THEN ! galeria
    IF(YP.GT.YMM) THEN
        BM=B0M*(YMM-Y0M)*FM ! para o caso de
galeria sob pressao
        BMM(M)=BM
    ELSE
        BM=B0M ! para o caso de
galeria livre
        BMM(M)=BM
    END IF
ELSEIF(ITTR(M)==2) THEN ! RUA
    BM=B0M
    BMM(M)=BM
ELSE ! RIO
    IF(YP.GT.YMM) THEN
        BM=(BS(M)+BS(J))/2.
        BMM(M)=BM
    ELSE
        BM=B0M
        BMM(M)=BM
    END IF
END IF

DFQ1=((-1.*TETA)/DX(M))*(1./BM)
RETURN
END

```

---

```

CCC-----
CCC SUB-ROTINA DINAM3 - DERIVADA DA FUNCAO GD EM RELACAO A Q(I+1,M)
CCC-----
SUBROUTINE DINAM3(Q,Y,I,M,J,TETA,DX,DT,B0,Y0,G,P,RUG,QLAT,
1 YMAX,ITTR,DGQ1)
REAL*8 Q(500,1000),Y(500,1000),Y0(1000),B0(1000),DX(1000)
REAL*8 QLAT,RUG(500,1000),YMAX(1000)
INTEGER ITTR(500)

YP=(TETA/2.)*(Y(I+1,J)+Y(I+1,M))+((1.-TETA)/2.)*
1 (Y(I,J)+Y(I,M))
YMM=(YMAX(M)+YMAX(J))/2.
T2=TETA/2.
T12=(1.-TETA)/2.

```



```

D0=Q(I+1,M)
TDX=TETA/DX(M)
Y0M=(Y0(M)+Y0(J))/2.
YM=(Y(I+1,J)+Y(I+1,M))/2.
A1=B0(J)*(Y(I+1,J)-Y0(J))
A2=B0(M)*(Y(I+1,M)-Y0(M))
A3=B0(J)*(Y(I,J)-Y0(J))
A4=B0(M)*(Y(I,M)-Y0(M))
A5=B0(J)*(YMAX(J)-Y0(J))
A6=B0(M)*(YMAX(M)-Y0(M))
A0=(A5+A6)/2.

C      PARA GALERIA SOB PRESSÃO (Área da Galeria ) -----
C      IF(ITTR(M)==1) THEN                                     !Alterado em 08/03/2007
C          IF(YP.GT.YMAX(J)) THEN
C              A1=A5
C              A3=A5
C          END IF
C          IF(YP.GT.YMAX(M)) THEN
C              A2=A6
C              A4=A6
C          END IF
C      END IF
C      -----

E2=RUG(I,M)**2.
A22=A2**2.
P2=B0(M)+2.*(Y(I+1,M)-Y0(M))

C      PARA GALERIA SOB PRESSÃO (Perímetro da Galeria) -----
C      IF(ITTR(M)==1) THEN                                     !Alterado em 08/03/2007
C          IF(YP.GT.YMAX(M)) THEN
C              P2=2.*(B0(M)+(YMAX(M)-Y0(M)))
C          END IF
C      END IF
C      -----

TERM1=1./(2.*DT)
TERM2=2.*TDX*D0/A2
TERM3=G*(T2*(A1+A2)+T12*(A3+A4))

C      ----- SE TRECHO DE GALERIA -----
C      IF(ITTR(M)==1) THEN
C          IF(YP.GT.YMM) TERM3=G*A0
C      END IF
C      -----

TERM4=(E2*TETA*D0)/(A22*((A2/P2)**P))
TERM5=(T2/(B0(M)*(Y(I+1,M)-Y0(M))))*QLAT
DGQ1=TERM1-TERM2+TERM3*TERM4+TERM5
RETURN
END

CCC-----
CCC  SUB-ROTINA CONTI2 - DERIVADA DA FUNCAO FC EM RELACAO A Y(I+1,J)
CCC-----
SUBROUTINE CONTI2(DT,DFY2)

DFY2=1./(2.*DT)
RETURN
END

CCC*****FIM DO PROGRAMA *****

```

## ANEXO B

### ARQUIVO DE ENTRADA DE DADOS DO PROGRAMA PROPACV7

LÊ N° DA ENCHENTE; IENCH  
1  
Fase  
20  
STATUS DE VARIÁVEL DEPENDENTE; IVD=1 OU 2  
2  
NS,NTR,NCONF,NFRON,NTGA,NTRU  
68,46,14,2,6,15  
CONDIÇÃO DE CONTORNO NAS FRONTEIRAS; CCC(J)  
2,4  
NSF(J)  
1,68  
Tipo de Fronteiras  
1,2  
Numeração das seções nos trechos. Se NCONF=0 não lê valores  
1,2,2,3,3,4,4,5,5,6,6,7,7,8,8,9,9,10,10,11,11,12,12,13,14,15,16,17,17,  
18,19,20,20,21,22,23,24,25,26,27,27,28,29,30,30,31,32,33,34,35,36,37,3  
7,38,39,40,41,42,43,44,45,46,47,48,49,50,51,52,53,54,54,55,55,56,56,57  
,58,59,60,61,62,63,63,64,64,65,65,66,66,67,67,68  
LÊ Número dos trechos que sao de galeria em ordem crescente  
28,29,30,31,32,33  
Lê Numero de confluencias entre rua e galeria  
4  
Lê Número de bueiros considerados em cada confluencia  
6,4,4,6  
Lê valor do comprimento da soleira do bueiro padrao  
0.72  
Lê valor da área do bueiro padrao  
0.101  
Lê valor da celeridade  
50  
LÊ valor da rugosidade constante para trechos de galeria  
0.03  
Lê N° dos trechos que são de rua em ordem crescente  
13,14,15,16,17,18,19,20,21,22,23,24,25,26,27  
Lê altura da seção de transição  
1.0  
Lê altura da seção inferior  
2.2  
Lê fator de correção da largura inferior  
1.0  
Lê fator de correção da rug na seção inferior  
1.0  
Lê valor da rugosidade constante para trechos de rua  
0.025  
Lê N° das seções nas confluências. NA SEQUÊNCIA K1,K2,K3  
14,51,13,16,24,15,19,41,18,22,39,21,23,31,-  
32,26,49,25,29,45,28,34,36,33,40,42,-43,44,46,-47,50,52,-53,48,57,-  
58,35,59,-60,38,61,-62  
STATUS DA RUPTURA; IUT  
0  
SE IUT=0 SEM RUPTURA. SE IUT=1 LÊ N° DE FRONTEIRAS COM RUPTURA.  
1  
SE IUT=1 LÊ N° DAS SEÇÕES COM RUPTURA  
1  
STATUS DE Leitura DE ARMAZENAGEM; KARM

1  
ESTADO  
MINAS\_GERAIS MINAS\_GERAIS  
PAÍS  
Brasil Brasil  
LATITUDE; GR,MIN  
00 00 -21 46  
LONGITUDES; GR,MIN  
00 00 -43 19  
ALTITUDES DOS POSTOS  
00. 00.  
FONTE DE DADOS  
CEHPAR CEHPAR  
ÁREA DE DRENAGEM  
0.0  
ENTIDADE  
DNAEE DNAEE  
CODIGO DOS POSTOS  
0000 58480500  
PERÍODO DE OPERAÇÃO DOS POSTOS; ANO  
0000 0000 0000 2006  
NOME DO RIO  
PARAIBUNA PARAIBUNA  
PERÍODO DE SIMULAÇÃO; DIA INICIAL,DIA FINAL, ANO INICIAL,ANO FINAL  
  
30 30 2006 2006  
PERIODO DE SIMULAÇÃO; MES INICIAL, MES FINAL  
OUTUBRO OUTUBRO  
NOME DOS POSTOS  
SEM NOME JUIZ\_DE\_FORA\_JUSANTE  
REFERENCIA  
0.0,0.0  
STATUS DE LEITURA DO INCREMENTO ESPACIAL; ILDX  
1  
SE ILDX=0; LÊ DXC  
497.0  
SE ILDX=1; LÊ DX DA TABELA  
994.0,994.0,994.0,994.0,994.0,994.0,994.0,497.0,250.0,744.0,300.0,135.  
0,0,0,500.0,0.0,520.0,211.0,0.0,220.0,127.0,0.0,291.0,0.0,200.0,0.0,40  
0.0,200.0,0.0,219.0,128.0,0.0,406.0,0.0,200.0,0.0,287.0,243.0,0.0,10.0  
,0.0,347.0,0.0,291.0,0.0,347.0,0.0,69.0,0.0,265.0,0.0,592.0,0.0,223.0,  
330.0,260.0,198.0,0.0,502.0,0.0,210.0,0.0,135.0,541.0,382.0,612.0,497.  
0,497.0,0.0  
DT e IDUR ( DT EM MINUTOS )  
60.0,12  
HORAS ( HORAS EM MINUTOS )  
30.0  
GRAVIDADE  
9.81  
STATUS DE LEITURA DE BS; ILBS; (Se Karm=1)  
1  
Se ILBS=0 LÊ BS00 NAS FRONTEIRAS  
0.0,300.0  
SE ILBS=1 LÊ BS DA TABELA  
50.0,225.0,150.0,300.0,375.0,375.0,225.0,750.0,450.0,450.0,600.0,200.0  
,150.0,25.0,25.0,12.0,12.0,20.0,20.0,20.0,14.0,14.0,14.0,16.0,16.0,16.  
0,16.0,16.0,16.0,16.0,16.0,14.0,14.0,10.0,10.0,14.0,14.0,14.0,1.125,1.  
125,1.125,1.125,1.125,1.125,1.125,1.125,7.00,7.00,2.25,4.00,150.0,300.  
0,300.0,450.0,300.0,200.0,100.0,100.0,200.0,200.0,400.0,400.0,400.0,60  
.0,60.0,80.0,200.0,300.0  
STATUS DE LEITURA DA LARGURA; ILB0

1  
SE ILB0=0 LÊ B00 DAS FRONTEIRAS  
27.0,32.0  
SE ILB0=1 LÊ B0 DA TABELA  
27.0,28.0,23.0,31.0,32.0,33.0,34.0,27.0,28.0,37.0,28.0,37.0,28.0,25.0,  
25.0,12.0,12.0,20.0,20.0,20.0,14.0,14.0,14.0,16.0,16.0,16.0,16.0,16.0,  
16.0,16.0,16.0,14.0,14.0,10.0,10.0,14.0,14.0,14.0,1.125,1.125,1.125,1.  
125,1.125,1.125,1.125,1.125,7.00,7.00,2.25,4.00,28.0,37.0,37.0,28.0,37.  
0,37.0,28.0,28.0,28.0,28.0,37.0,37.0,37.00,37.00,26.0,32.0,32.0,24.0  
STATUS DE LEITURA DA COTA DO FUNDO; ILY0  
1  
SE ILY0=0; LÊ Y00 DAS FRONTEIRAS  
677.72,668.00  
SE ILY0=1; LÊ Y0 DA TABELA  
677.72,676.95,676.18,675.42,674.65,673.88,673.12,672.35,672.10,672.00,  
671.47,671.35,671.16,677.20,677.20,677.20,677.10,676.80,676.80,676.80,  
676.80,676.80,676.20,677.20,676.90,676.90,676.10,676.20,676.20,676.40,  
676.20,676.20,675.90,675.90,675.20,675.90,676.10,675.50,673.60,673.60,  
674.78,673.60,673.60,672.60,673.00,672.60,672.60,672.36,674.40,673.34,  
671.16,670.79,670.79,670.65,670.44,670.28,670.14,670.14,669.82,669.82,  
669.69,669.69,669.58,669.26,668.95,668.63,668.32,668.00  
STATUS DE LEITURA COTA DO NÍVEL MAX SEM TRANSB.; ILYMAX  
1  
SE ILYMAX=0; LÊ YMAX00 DAS FRONTEIRAS  
684.0,674.2  
SE ILYMAX=1; LÊ YMAX DA TABELA  
684.00,680.90,680.00,678.00,677.00,678.60,678.10,676.00,678.50,677.00,  
677.70,676.90,677.60,679.20,679.20,679.20,679.10,678.80,678.80,678.80,  
678.80,678.80,678.20,679.20,678.90,678.90,678.10,678.20,678.20,678.40,  
678.20,678.20,678.10,678.10,677.90,678.10,677.90,678.10,674.73,674.73,  
675.91,674.73,674.73,673.73,674.13,673.73,675.60,675.36,676.40,675.34,  
677.60,677.00,677.00,677.70,678.20,676.10,677.00,677.00,675.70,675.70,  
675.50,675.50,675.40,680.30,678.40,674.30,674.70,674.22  
STATUS DA LEITURA DO COEF. PERDA LOCAL  
0  
SE ILKPC=0; LÊ KPCC  
0.02  
SE ILKPC=1; LÊ KPC DA TABELA  
  
STATUS DE LEITURA DA DECLIVIDADE DA CALHA; ILS0 (SE IVD=1)  
0  
SE ILS0=0; LÊ SOC  
0.001055  
SE ILS0=1; LÊ S0 DA TABELA  
  
COMP vIRTUAL,SE CCC(j)=4,E TIPO DE VAR DEP.  
4,5  
CONDIÇÃO DE CONTORNO  
678.22,680.3,681.11,681.27,681.24,681.10,680.91,680.71,680.47,680.21,6  
79.91,679.61  
  
112.9,481.5,624.5,608.5,567.5,509.5,453.5,393.5,335.2,277.3,209.1,168.  
4  
  
670.5,672.17,673.5,674.56,675.55,676.1,676.41,676.61,676.72,676.74,676  
.66,676.4  
  
100.0,146.2,226.0,292.3,283.0,279.1,274.0,261.0,250.0,245.0,220.0,206.  
0  
ITCH - TIPO DE CURVA CHAVE  
2

COEF DA CURVA CHAVE  
 586.73,-172177.0  
 variavel VIRTUAL (VAR NO TEMPO); h,Y,Q  
 5.0,5.0,5.0,5.0,5.0,5.0,5.0,5.0,5.0,5.0,5.0,5.0  
 672.0,672.05,672.08,672.10,672.12,672.14,672.16,672.18,672.20,672.2,672.2,672.2  
 102.0,102.0,102.0,102.0,102.0,102.0,102.0,102.0,102.0,102.0,102.0,102.0,102.0  
 0  
 VAZOES INICIAIS DE FRONTEIRA REAL; Q0I.  
 112.90  
 118.00  
 NÍVEIS INICIAIS DE FRONTEIRA REAL; Y0I. (SE IVD=2)  
 683.62  
 677.86  
 ALTURAS INICIAIS DE FRONTEIRA REAL; H0I. (SE IVD=1)  
 5.0  
 6.0  
 NIVEIS INICIAIS DE FRONTEIRA VIRTUAL; Y0IVJ  
 672.0  
 VAZOES INICIAIS DE FRONTEIRA VIRTUAL; Q0IVJ  
 68.0  
 sSTATUS DE LEITURA DA CONDIÇÃO INICIAL; ILCI  
 1  
 Se ILCI=0 (CALC. AUTOMAT); se ILCI=1 E IVD=1 LÊ H DA TABELA  
  
 SE ILCI=1 E IVD=1; LÊ V DA TABELA  
  
 SE ILCI=1 E IVD=2; LÊ Y DA TABELA  

683.62	682.85	682.08	681.32	680.55
679.78	679.02	678.43	678.39	678.35
678.29	678.26	678.24	678.24	678.22
678.22	678.20	678.18	678.18	678.16
678.16	678.16	678.10	678.22	678.20
678.20	678.19	678.17	678.17	678.12
678.10	678.10	678.04	678.04	678.02
678.04	678.02	678.00	678.16	678.16
678.18	678.16	678.16	678.15	678.17
678.15	678.15	678.12	678.20	677.93
678.24	678.20	678.20	678.08	678.15
678.13	678.12	678.12	678.02	678.02
678.00	678.00	677.98	677.95	677.92
677.90	677.88	677.86		

  
 SE ILCI=1 E IVD=2; LÊ Q DA TABELA  

481.50	362.10	274.00	227.50	200.80
193.10	193.30	196.80	198.40	198.20
196.80	199.00	198.70	010.60	010.80
003.00	003.40	003.70	002.70	003.00
003.10	002.90	002.90	007.90	008.00
008.70	009.10	009.30	007.10	007.20
007.10	010.10	010.00	003.70	003.60
006.30	006.10	005.80	000.20	000.20
001.00	001.00	001.20	001.20	002.20
002.20	003.40	003.40	000.10	000.10
188.00	184.10	183.40	180.30	179.80
176.30	174.30	177.70	171.60	175.20
169.10	174.90	168.90	166.00	163.60
159.90	146.60	118.40		

  
 P; Parâmetro P  
 0.57  
 Ponderador Teta  
 0.90

Controle de Impressão; INTER,IMPRUG  
1,0  
STATUS DE VARIAÇÃO DE RUG EM NEWTON RAPHSON; ITTI (SE FASE=1,2,20)  
1  
STATUS DO TIPO DE ARQUIVO DAS RUG CALIBRADAS; IRUG (SE FASE=1 OU 2)  
0  
STATUS DO TIPO DE LEITURA DAS RUG CALIBRADAS; IPAR (SE FASE=1,2,20)  
1  
RUGOSIDADE MÁXIMA  
0.35  
STATUS DO TIPO DE CALIBRAÇÃO ADOTADO; CCAL (SE FASE=0)  
0  
STATUS DO TIPO DE RUGOSIDADES DE ENTRADA; IETHE (SE FASE=0 ou 20)  
5  
SE IETHE=0 (RUG CTE);  $\hat{L}E$  ETAL  
0.045  
SE IETHE=1 (RUG VAR NO TEMPO E CTE NO ESPAÇO);  $\hat{L}E$  TRUG  
0.027,0.026,0.026,0.025,0.025,0.026,0.026,0.027,0.027,0.028,0.028,0.03  
0  
SE IETHE=2 (RUG VAR NO ESPAÇO E CTE NO TEMPO);  $\hat{L}E$  XRUG  
  
KMAX  
60  
STATUS DA CONTRIB LATERAL  
0  
CONTRIBUIÇÃO LATERAL  
0

ANEXO C

ARQUIVO GERAL DE SAÍDA DO PROGRAMA PROPACV7

F L O O D R O U T I N G - E S Q U E M A D E D I F E R E N C A S  
F I N I T A S

M E T O D O I M P L I C I T O

A N T O N I O C A R L O S B A R R E T O P I N T O

P R O P A C V 7

C Á L C U L O D E P R O P A G A C A O D E O N D A D E  
E N C H E N T E

LOCALIDADE : RIO(IM) PARAIBUNA

PERIODO : DE 15 DE OUTUBRO A 16 DE OUTUBRO

AREA DE DRENAGEM : 0. KM 2

POSTOS FLUVIOMETRICOS DO TRECHO

\*\*\*\* POSTO -

ESTADO : MINAS\_GERAIS

PAIS : Brasil

LATITUDE - 0 GRAUS 0 MINUTOS

LONGITUDE - 0 GRAUS 0 MINUTOS

LARGURA DA SECAO - 27.00 METROS

ALTITUDE - 0. METROS SOBRE O MAR

CODIGO DE IDENTIFICACAO DO POSTO -

ENTIDADE RESPONSAVEL - DNAEE

ANO INICIAL DE OBSERVACAO -

ANO FINAL DE OBSERVACAO -

FONTE : CEHPAR

POSTOS FLUVIOMETRICOS DO TRECHO

-----  
\*\*\*\* POSTO - JUIZ DE FORA JUSANTE

ESTADO : MINAS\_GERAIS

PAIS : Brasil

LATITUDE - \*\* GRAUS 46 MINUTOS

LONGITUDE - \*\* GRAUS 19 MINUTOS

LARGURA DA SECAO - 28.00 METROS

ALTITUDE -

CODIGO DE IDENTIFICACAO DO POSTO - 58480500

ENTIDADE RESPONSAVEL - DNAEE

ANO INICIAL DE OBSERVACAO -

ANO FINAL DE OBSERVACAO -

FONTE : CEHPAR

DADOS COMPLEMENTARES DO TRECHO  
-----

COMPRIMENTO SOBRE O EIXO DA CALHA = 77493.00

M

DECLIVIDADE MEDIA DA CALHA = .000000 M/M

DADOS DA MALHA DE DISCRETIZACAO  
-----

DELTAT = 1800. SEGUNDOS

EFEITO GRAVITACIONAL E OUTROS  
-----

\*\*\*\* CORIOLIS - NAO COMPUTADO

\*\*\*\* VENTO - NAO COMPUTADO

\*\*\*\* GRAVIDADE - 9.81 M/SEG2

LARGURAS DAS SECOES INTERMEDIARIAS  
-----

SECAO	!	LARGURA EM METROS
1	!	B0 = 27.00
2	!	B0 = 28.00



3	!	B0 = 23.00	!
4	!	B0 = 31.00	!
5	!	B0 = 32.00	!
6	!	B0 = 33.00	!
7	!	B0 = 34.00	!
8	!	B0 = 27.00	!
9	!	B0 = 28.00	!
10	!	B0 = 37.00	!
11	!	B0 = 28.00	!
12	!	B0 = 37.00	!
13	!	B0 = 28.00	!
14	!	B0 = 25.00	!
15	!	B0 = 25.00	!
16	!	B0 = 12.00	!
17	!	B0 = 12.00	!
18	!	B0 = 20.00	!
19	!	B0 = 20.00	!
20	!	B0 = 20.00	!
21	!	B0 = 14.00	!
22	!	B0 = 14.00	!
23	!	B0 = 14.00	!
24	!	B0 = 16.00	!
25	!	B0 = 16.00	!
26	!	B0 = 16.00	!
27	!	B0 = 16.00	!
28	!	B0 = 16.00	!
29	!	B0 = 16.00	!
30	!	B0 = 16.00	!
31	!	B0 = 16.00	!
32	!	B0 = 14.00	!
33	!	B0 = 14.00	!

34	!	B0 = 10.00	!
35	!	B0 = 10.00	!
36	!	B0 = 14.00	!
37	!	B0 = 14.00	!
38	!	B0 = 14.00	!
39	!	B0 = 1.13	!
40	!	B0 = 1.13	!
41	!	B0 = 1.13	!
42	!	B0 = 1.13	!
43	!	B0 = 1.13	!
44	!	B0 = 1.13	!
45	!	B0 = 1.13	!
46	!	B0 = 1.13	!
47	!	B0 = 7.00	!
48	!	B0 = 7.00	!
49	!	B0 = 2.25	!
50	!	B0 = 4.00	!
51	!	B0 = 28.00	!
52	!	B0 = 37.00	!
53	!	B0 = 37.00	!
54	!	B0 = 28.00	!
55	!	B0 = 37.00	!
56	!	B0 = 37.00	!
57	!	B0 = 28.00	!
58	!	B0 = 28.00	!
59	!	B0 = 28.00	!
60	!	B0 = 28.00	!
61	!	B0 = 37.00	!
62	!	B0 = 37.00	!
63	!	B0 = 37.00	!

64	!	B0 = 37.00	!
65	!	B0 = 26.00	!
66	!	B0 = 32.00	!
67	!	B0 = 32.00	!
68	!	B0 = 24.00	!

INFORMAÇÕES DOS POSTOS  
 FLUVIOMETRICOS (CONDICOES DE FRONTEIRA, EM METROS)

---

POSTO 1

QF( 1) =	112.90
QF( 2) =	297.20
QF( 3) =	481.50
QF( 4) =	553.00
QF( 5) =	624.50
QF( 6) =	616.50
QF( 7) =	608.50
QF( 8) =	588.00
QF( 9) =	567.50
QF( 10) =	538.50
QF( 11) =	509.50
QF( 12) =	481.50
QF( 13) =	453.50
QF( 14) =	423.50
QF( 15) =	393.50
QF( 16) =	364.35
QF( 17) =	335.20
QF( 18) =	306.25
QF( 19) =	277.30
QF( 20) =	243.20
QF( 21) =	209.10
QF( 22) =	188.75
QF( 23) =	168.40

POSTO 2

YF( 1) =	672.00
YF( 2) =	672.02
YF( 3) =	672.05
YF( 4) =	672.07
YF( 5) =	672.08
YF( 6) =	672.09
YF( 7) =	672.10
YF( 8) =	672.11
YF( 9) =	672.12
YF( 10) =	672.13
YF( 11) =	672.14
YF( 12) =	672.15
YF( 13) =	672.16
YF( 14) =	672.17
YF( 15) =	672.18
YF( 16) =	672.19
YF( 17) =	672.20
YF( 18) =	672.20
YF( 19) =	672.20
YF( 20) =	672.20

YF( 21) = 672.20  
 YF( 22) = 672.20  
 YF( 23) = 672.20

CONDICOES INICIAIS AO LONGO DO TRECHO

ORDEM DA SECAO	NÍVEL (M)	VAZÃO (M3/SEG)
1	683.62	481.50
2	682.85	362.10
3	682.08	274.00
4	681.32	227.50
5	680.55	200.80
6	679.78	193.10
7	679.02	193.30
8	678.43	196.80
9	678.39	198.40
10	678.35	198.20
11	678.29	196.80
12	678.26	199.00
13	678.24	198.70
14	678.24	10.60
15	678.22	10.80
16	678.22	3.00
17	678.20	3.40
18	678.18	3.70
19	678.18	2.70
20	678.16	3.00
21	678.16	3.10
22	678.16	2.90
23	678.10	2.90
24	678.22	7.90
25	678.20	8.00

26	!	678.20	!	8.70	
27	!	678.19	!	9.10	!
28	!	678.17	!	9.30	!
29	!	678.17	!	7.10	!
30	!	678.12	!	7.20	!
31	!	678.10	!	7.10	!
32	!	678.10	!	10.10	!
33	!	678.04	!	10.00	!
34	!	678.04	!	3.70	!
35	!	678.02	!	3.60	!
36	!	678.04	!	6.30	!
37	!	678.02	!	6.10	!
38	!	678.00	!	5.80	!
39	!	678.16	!	.20	!
40	!	678.16	!	.20	!
41	!	678.18	!	1.00	!
42	!	678.16	!	1.00	!
43	!	678.16	!	1.20	!
44	!	678.15	!	1.20	!
45	!	678.17	!	2.20	!
46	!	678.15	!	2.20	!
47	!	678.15	!	3.40	!
48	!	678.12	!	3.40	!
49	!	678.20	!	.10	!
50	!	677.93	!	.10	!
51	!	678.24	!	188.00	!
52	!	678.20	!	184.10	!
53	!	678.20	!	183.40	!
54	!	678.08	!	180.30	!
55	!	678.15	!	179.80	!
56	!	678.13	!	176.30	!

57	!	678.12	!	174.30	!
58	!	678.12	!	177.70	!
59	!	678.02	!	171.60	!
60	!	678.02	!	175.20	!
61	!	678.00	!	169.10	!
62	!	678.00	!	174.90	!
63	!	677.98	!	168.90	!
64	!	677.95	!	166.00	!
65	!	677.92	!	163.60	!
66	!	677.90	!	159.90	!
67	!	677.88	!	146.60	!
68	!	677.86	!	118.40	!

PARAMETROS BASICOS DE CALIBRAGEM

---

\*\*\*\* COEFICIENTE DE PESO : TETA = .90  
 \*\*\*\* EXPOENTE DO RAO HIDRAULICO : P = .57

CONTRIBUICAO LATERAL DE DESCARGA

---

NAO SERA CONSIDERADA

DISCRETIZACOES REALIZADAS NO MODELO PARA O TRECHO EM ESTUDO

---

\*\*\*\* NO TEMPO = 23 INTERVALOS DE TEMPO  
 \*\*\*\* NO ESPACO = 185 SECOES SIMULADAS  
 \*\*\*\* NUMERO DE PONTOS NODAIS DA MALHA = 4255  
 \*\*\*\* NUMERO MAXIMO DE CICLOS PARA CADA ITERACAO = 60

RODADA DO MODELO POR METODO HEURISTICO

---

MENSAGENS DURANTE O PROCESSO ITERATIVO

\*\*\*\* INICIO DO PROCESSO ITERATIVO

A CONVERGENCIA FOI OBTIDA COM UM TOTAL DE 90 CICLOS 1 1 1

SOLUCOES NA SECAO 1							
HORA	NÍVEL	VAZÃO	PROFUND	VELOC	RUG	P	CORRIDA
.0	683.92	481.50	6.20	2.88	.026	.57	1
.5	684.17	297.20	6.45	1.71	.025	.57	1
1.0	685.24	481.50	7.52	2.37	.025	.57	1
1.5	686.07	553.00	8.35	2.45	.025	.57	1
2.0	686.87	624.50	9.15	2.53	.025	.57	1
2.5	687.25	616.50	9.53	2.40	.025	.57	1
3.0	687.46	608.50	9.74	2.31	.025	.57	1
3.5	687.52	588.00	9.80	2.22	.025	.57	1
4.0	687.49	567.50	9.77	2.15	.025	.57	1
4.5	687.38	538.50	9.66	2.06	.025	.57	1
5.0	687.21	509.50	9.49	1.99	.025	.57	1
5.5	687.02	481.50	9.30	1.92	.025	.57	1
6.0	686.79	453.50	9.07	1.85	.025	.57	1
6.5	686.54	423.50	8.82	1.78	.025	.57	1
7.0	686.27	393.50	8.55	1.70	.025	.57	1
7.5	685.99	364.35	8.27	1.63	.025	.57	1
8.0	685.69	335.20	7.97	1.56	.025	.57	1
8.5	685.38	306.25	7.66	1.48	.025	.57	1
9.0	685.07	277.30	7.35	1.40	.025	.57	1
9.5	684.71	243.20	6.99	1.29	.025	.57	1
10.0	684.34	209.10	6.62	1.17	.026	.57	1
10.5	684.02	188.75	6.30	1.11	.026	.57	1
11.0	683.73	168.40	6.01	1.04	.000	.57	1

SOLUCOES NA SECAO 2							
HORA	NÍVEL	VAZÃO	PROFUND	VELOC	RUG	P	CORRIDA
.0	683.15	362.10	6.20	2.09	.026	.57	1
.5	683.40	289.06	6.45	1.60	.025	.57	1
1.0	684.08	408.84	7.13	2.05	.025	.57	1
1.5	684.81	495.48	7.86	2.25	.025	.57	1
2.0	685.54	566.31	8.59	2.36	.025	.57	1
2.5	686.00	587.58	9.05	2.32	.025	.57	1
3.0	686.27	591.21	9.32	2.26	.025	.57	1
3.5	686.40	581.96	9.45	2.20	.025	.57	1
4.0	686.44	567.53	9.49	2.14	.025	.57	1
4.5	686.39	545.32	9.44	2.06	.025	.57	1
5.0	686.29	520.24	9.34	1.99	.025	.57	1
5.5	686.15	494.63	9.20	1.92	.025	.57	1
6.0	685.98	468.49	9.03	1.85	.025	.57	1
6.5	685.78	440.68	8.83	1.78	.025	.57	1
7.0	685.56	412.24	8.61	1.71	.025	.57	1
7.5	685.33	384.08	8.38	1.64	.025	.57	1
8.0	685.08	355.89	8.13	1.56	.025	.57	1
8.5	684.83	327.75	7.88	1.49	.025	.57	1
9.0	684.56	299.57	7.61	1.41	.025	.57	1
9.5	684.27	267.99	7.32	1.31	.025	.57	1
10.0	683.96	235.37	7.01	1.20	.025	.57	1
10.5	683.67	211.01	6.72	1.12	.026	.57	1

11.0	683.42	189.06	6.47	1.04	.000	.57	1
------	--------	--------	------	------	------	-----	---

SOLUCOES NA SECAO 3

HORA	NÍVEL	VAZÃO	PROFUND	VELOC	RUG	P	CORRIDA
.0	682.38	274.00	6.20	1.92	.026	.57	1
.5	682.39	283.77	6.21	1.99	.026	.57	1
1.0	682.68	353.92	6.50	2.37	.025	.57	1
1.5	683.15	432.70	6.97	2.70	.025	.57	1
2.0	683.65	502.62	7.47	2.93	.025	.57	1
2.5	684.08	543.30	7.90	2.99	.025	.57	1
3.0	684.39	562.24	8.21	2.98	.025	.57	1
3.5	684.60	565.71	8.42	2.92	.025	.57	1
4.0	684.73	559.79	8.55	2.85	.025	.57	1
4.5	684.78	545.64	8.60	2.76	.025	.57	1
5.0	684.78	526.32	8.60	2.66	.025	.57	1
5.5	684.74	504.55	8.56	2.56	.025	.57	1
6.0	684.67	481.34	8.49	2.47	.025	.57	1
6.5	684.57	456.40	8.39	2.37	.025	.57	1
7.0	684.44	430.29	8.26	2.26	.025	.57	1
7.5	684.30	403.78	8.12	2.16	.025	.57	1
8.0	684.14	377.01	7.96	2.06	.025	.57	1
8.5	683.96	350.05	7.78	1.96	.025	.57	1
9.0	683.78	322.92	7.60	1.85	.025	.57	1
9.5	683.58	293.67	7.40	1.72	.025	.57	1
10.0	683.37	262.90	7.19	1.59	.025	.57	1
10.5	683.16	236.35	6.98	1.47	.025	.57	1
11.0	682.96	212.47	6.78	1.36	.000	.57	1

SOLUCOES NA SECAO 4

HORA	NÍVEL	VAZÃO	PROFUND	VELOC	RUG	P	CORRIDA
.0	681.62	227.50	6.20	1.18	.026	.57	1
.5	681.51	295.70	6.09	1.57	.026	.57	1
1.0	681.58	328.49	6.16	1.72	.026	.57	1
1.5	681.82	385.98	6.40	1.95	.025	.57	1
2.0	682.18	448.68	6.76	2.14	.025	.57	1
2.5	682.53	494.93	7.11	2.24	.025	.57	1
3.0	682.85	524.34	7.43	2.28	.025	.57	1
3.5	683.11	537.71	7.69	2.26	.025	.57	1
4.0	683.30	540.47	7.88	2.21	.025	.57	1
4.5	683.44	534.29	8.02	2.15	.025	.57	1
5.0	683.53	521.62	8.11	2.07	.025	.57	1
5.5	683.57	504.95	8.15	2.00	.025	.57	1
6.0	683.58	485.76	8.16	1.92	.025	.57	1
6.5	683.56	464.40	8.14	1.84	.025	.57	1
7.0	683.51	441.31	8.09	1.76	.025	.57	1
7.5	683.45	417.20	8.03	1.68	.025	.57	1
8.0	683.36	392.40	7.94	1.59	.025	.57	1
8.5	683.26	367.08	7.84	1.51	.025	.57	1
9.0	683.15	341.35	7.73	1.42	.025	.57	1
9.5	683.02	314.08	7.60	1.33	.025	.57	1
10.0	682.88	285.21	7.46	1.23	.025	.57	1
10.5	682.74	258.24	7.32	1.14	.025	.57	1
11.0	682.60	233.55	7.18	1.05	.000	.57	1

SOLUCOES NA SECAO 5

HORA	NÍVEL	VAZÃO	PROFUND	VELOC	RUG	P	CORRIDA
.0	680.85	200.80	6.20	1.01	.026	.57	1
.5	680.78	316.53	6.13	1.61	.026	.57	1
1.0	680.79	318.76	6.14	1.62	.026	.57	1
1.5	680.94	346.64	6.29	1.72	.025	.57	1
2.0	681.19	390.28	6.54	1.87	.025	.57	1



2.5	681.48	434.15	6.83	1.99	.025	.57	1
3.0	681.77	468.62	7.12	2.06	.025	.57	1
3.5	682.03	490.18	7.38	2.08	.025	.57	1
4.0	682.26	501.78	7.61	2.06	.025	.57	1
4.5	682.45	504.91	7.80	2.02	.025	.57	1
5.0	682.59	501.06	7.94	1.97	.025	.57	1
5.5	682.69	491.98	8.04	1.91	.025	.57	1
6.0	682.76	479.12	8.11	1.85	.025	.57	1
6.5	682.80	463.26	8.15	1.78	.025	.57	1
7.0	682.81	444.94	8.16	1.70	.025	.57	1
7.5	682.80	424.81	8.15	1.63	.025	.57	1
8.0	682.77	403.32	8.12	1.55	.025	.57	1
8.5	682.73	380.79	8.08	1.47	.025	.57	1
9.0	682.67	357.41	8.02	1.39	.025	.57	1
9.5	682.60	332.70	7.95	1.31	.025	.57	1
10.0	682.52	306.43	7.87	1.22	.025	.57	1
10.5	682.42	280.47	7.77	1.13	.025	.57	1
11.0	682.33	255.83	7.68	1.04	.000	.57	1

SOLUCOES NA SECAO 6

HORA	NÍVEL	VAZÃO	PROFUND	VELOC	RUG	P	CORRIDA
.0	680.08	193.10	6.20	.94	.026	.57	1
.5	680.07	325.99	6.19	1.60	.026	.57	1
1.0	680.13	309.44	6.25	1.50	.026	.57	1
1.5	680.26	316.82	6.38	1.51	.025	.57	1
2.0	680.44	343.63	6.56	1.59	.025	.57	1
2.5	680.68	378.39	6.80	1.69	.025	.57	1
3.0	680.93	412.07	7.05	1.77	.025	.57	1
3.5	681.18	437.93	7.30	1.82	.025	.57	1
4.0	681.41	454.67	7.53	1.83	.025	.57	1
4.5	681.62	465.11	7.74	1.82	.025	.57	1
5.0	681.79	469.00	7.91	1.80	.025	.57	1
5.5	681.94	467.26	8.06	1.76	.025	.57	1
6.0	682.05	460.96	8.17	1.71	.025	.57	1
6.5	682.14	450.94	8.26	1.66	.025	.57	1
7.0	682.20	437.82	8.32	1.60	.025	.57	1
7.5	682.24	422.19	8.36	1.53	.025	.57	1
8.0	682.26	404.56	8.38	1.46	.025	.57	1
8.5	682.26	385.33	8.38	1.39	.025	.57	1
9.0	682.25	364.82	8.37	1.32	.025	.57	1
9.5	682.22	342.92	8.34	1.25	.025	.57	1
10.0	682.18	319.48	8.30	1.17	.025	.57	1
10.5	682.14	295.47	8.26	1.08	.025	.57	1
11.0	682.08	271.89	8.20	1.01	.000	.57	1

SOLUCOES NA SECAO 7

HORA	NÍVEL	VAZÃO	PROFUND	VELOC	RUG	P	CORRIDA
.0	679.32	193.30	6.20	.92	.026	.57	1
.5	679.48	311.87	6.36	1.44	.025	.57	1
1.0	679.63	291.98	6.51	1.32	.025	.57	1
1.5	679.75	295.96	6.63	1.31	.025	.57	1
2.0	679.90	314.90	6.78	1.37	.025	.57	1
2.5	680.09	342.68	6.97	1.45	.025	.57	1
3.0	680.30	372.75	7.18	1.53	.025	.57	1
3.5	680.53	398.38	7.41	1.58	.025	.57	1
4.0	680.76	417.25	7.64	1.61	.025	.57	1
4.5	680.96	431.11	7.84	1.62	.025	.57	1
5.0	681.15	439.28	8.03	1.61	.025	.57	1
5.5	681.32	442.07	8.20	1.59	.025	.57	1
6.0	681.46	440.18	8.34	1.55	.025	.57	1
6.5	681.58	434.31	8.46	1.51	.025	.57	1

7.0	681.68	425.01	8.56	1.46	.025	.57	1
7.5	681.76	412.81	8.64	1.41	.025	.57	1
8.0	681.82	398.24	8.70	1.35	.025	.57	1
8.5	681.86	381.74	8.74	1.28	.025	.57	1
9.0	681.89	363.65	8.77	1.22	.025	.57	1
9.5	681.91	344.07	8.79	1.15	.025	.57	1
10.0	681.91	322.94	8.79	1.08	.025	.57	1
10.5	681.89	300.87	8.77	1.01	.025	.57	1
11.0	681.87	278.75	8.75	.94	.000	.57	1

SOLUCOES NA SECAO 8

HORA	NÍVEL	VAZÃO	PROFUND	VELOC	RUG	P	CORRIDA
.0	678.73	196.80	6.38	1.14	.025	.57	1
.5	678.99	247.90	6.64	1.38	.025	.57	1
1.0	679.14	255.97	6.79	1.40	.025	.57	1
1.5	679.26	263.58	6.91	1.41	.025	.57	1
2.0	679.38	277.05	7.03	1.46	.025	.57	1
2.5	679.53	296.71	7.18	1.53	.025	.57	1
3.0	679.70	319.85	7.35	1.61	.025	.57	1
3.5	679.89	342.03	7.54	1.68	.025	.57	1
4.0	680.08	361.35	7.73	1.73	.025	.57	1
4.5	680.28	377.13	7.93	1.76	.025	.57	1
5.0	680.46	388.81	8.11	1.77	.025	.57	1
5.5	680.64	396.14	8.29	1.77	.025	.57	1
6.0	680.81	399.29	8.46	1.75	.025	.57	1
6.5	680.96	398.56	8.61	1.72	.025	.57	1
7.0	681.09	394.32	8.74	1.67	.025	.57	1
7.5	681.21	386.99	8.86	1.62	.025	.57	1
8.0	681.31	376.99	8.96	1.56	.025	.57	1
8.5	681.39	364.78	9.04	1.49	.025	.57	1
9.0	681.47	350.72	9.12	1.43	.025	.57	1
9.5	681.52	335.02	9.17	1.35	.025	.57	1
10.0	681.56	317.77	9.21	1.28	.025	.57	1
10.5	681.59	299.34	9.24	1.20	.025	.57	1
11.0	681.60	280.36	9.25	1.12	.000	.57	1

SOLUCOES NA SECAO 9

HORA	NÍVEL	VAZÃO	PROFUND	VELOC	RUG	P	CORRIDA
.0	678.69	198.40	6.59	1.08	.025	.57	1
.5	678.82	212.07	6.72	1.13	.025	.57	1
1.0	678.94	234.94	6.84	1.23	.025	.57	1
1.5	679.05	244.74	6.95	1.26	.025	.57	1
2.0	679.17	256.87	7.07	1.30	.025	.57	1
2.5	679.30	273.07	7.20	1.35	.025	.57	1
3.0	679.46	292.48	7.36	1.42	.025	.57	1
3.5	679.62	312.27	7.52	1.48	.025	.57	1
4.0	679.80	330.38	7.70	1.53	.025	.57	1
4.5	679.99	345.84	7.89	1.57	.025	.57	1
5.0	680.17	358.09	8.07	1.58	.025	.57	1
5.5	680.35	366.78	8.25	1.59	.025	.57	1
6.0	680.52	371.81	8.42	1.58	.025	.57	1
6.5	680.68	373.28	8.58	1.55	.025	.57	1
7.0	680.82	371.41	8.72	1.52	.025	.57	1
7.5	680.96	366.55	8.86	1.48	.025	.57	1
8.0	681.08	359.05	8.98	1.43	.025	.57	1
8.5	681.18	349.31	9.08	1.37	.025	.57	1
9.0	681.27	337.68	9.17	1.32	.025	.57	1
9.5	681.34	324.41	9.24	1.25	.025	.57	1
10.0	681.40	309.62	9.30	1.19	.025	.57	1
10.5	681.45	293.60	9.35	1.12	.025	.57	1
11.0	681.48	276.86	9.38	1.05	.000	.57	1

## SOLUCOES NA SECAO 10

HORA	NÍVEL	VAZÃO	PROFUND	VELOC	RUG	P	CORRIDA
.0	678.65	198.20	6.65	.81	.025	.57	1
.5	678.79	203.05	6.79	.81	.025	.57	1
1.0	678.90	227.43	6.90	.89	.025	.57	1
1.5	679.01	237.91	7.01	.92	.025	.57	1
2.0	679.13	249.60	7.13	.95	.025	.57	1
2.5	679.26	264.69	7.26	.99	.025	.57	1
3.0	679.41	282.87	7.41	1.03	.025	.57	1
3.5	679.58	301.70	7.58	1.08	.025	.57	1
4.0	679.75	319.21	7.75	1.11	.025	.57	1
4.5	679.93	334.35	7.93	1.14	.025	.57	1
5.0	680.12	346.63	8.12	1.15	.025	.57	1
5.5	680.30	355.65	8.30	1.16	.025	.57	1
6.0	680.47	361.23	8.47	1.15	.025	.57	1
6.5	680.63	363.37	8.63	1.14	.025	.57	1
7.0	680.78	362.28	8.78	1.12	.025	.57	1
7.5	680.91	358.27	8.91	1.09	.025	.57	1
8.0	681.03	351.65	9.03	1.05	.025	.57	1
8.5	681.14	342.82	9.14	1.01	.025	.57	1
9.0	681.23	332.10	9.23	.97	.025	.57	1
9.5	681.31	319.75	9.31	.93	.025	.57	1
10.0	681.37	305.89	9.37	.88	.025	.57	1
10.5	681.42	290.80	9.42	.83	.025	.57	1
11.0	681.45	274.95	9.45	.79	.000	.57	1

## SOLUCOES NA SECAO 11

HORA	NÍVEL	VAZÃO	PROFUND	VELOC	RUG	P	CORRIDA
.0	678.59	196.80	7.12	.99	.025	.57	1
.5	678.63	181.98	7.16	.91	.025	.57	1
1.0	678.73	203.87	7.26	1.00	.025	.57	1
1.5	678.83	215.45	7.36	1.05	.025	.57	1
2.0	678.93	225.56	7.46	1.08	.025	.57	1
2.5	679.05	237.24	7.58	1.12	.025	.57	1
3.0	679.18	251.64	7.71	1.17	.025	.57	1
3.5	679.33	267.09	7.86	1.21	.025	.57	1
4.0	679.50	282.22	8.03	1.26	.025	.57	1
4.5	679.67	295.73	8.20	1.29	.025	.57	1
5.0	679.84	307.67	8.37	1.31	.025	.57	1
5.5	680.02	317.28	8.55	1.33	.025	.57	1
6.0	680.19	324.15	8.72	1.33	.025	.57	1
6.5	680.36	328.14	8.89	1.32	.025	.57	1
7.0	680.51	329.33	9.04	1.30	.025	.57	1
7.5	680.66	327.91	9.19	1.27	.025	.57	1
8.0	680.80	324.15	9.33	1.24	.025	.57	1
8.5	680.92	318.30	9.45	1.20	.025	.57	1
9.0	681.03	310.66	9.56	1.16	.025	.57	1
9.5	681.12	301.46	9.65	1.12	.025	.57	1
10.0	681.20	290.84	9.73	1.07	.025	.57	1
10.5	681.26	279.01	9.79	1.02	.025	.57	1
11.0	681.31	266.30	9.84	.97	.000	.57	1

## SOLUCOES NA SECAO 12

HORA	NÍVEL	VAZÃO	PROFUND	VELOC	RUG	P	CORRIDA
.0	678.56	199.00	7.21	.75	.025	.57	1
.5	678.60	178.64	7.25	.67	.025	.57	1
1.0	678.69	197.27	7.34	.73	.025	.57	1
1.5	678.79	208.99	7.44	.76	.025	.57	1
2.0	678.89	218.54	7.54	.78	.025	.57	1
2.5	679.01	229.31	7.66	.81	.025	.57	1

3.0	679.14	242.67	7.79	.84	.025	.57	1
3.5	679.29	257.08	7.94	.88	.025	.57	1
4.0	679.45	271.42	8.10	.91	.025	.57	1
4.5	679.62	284.25	8.27	.93	.025	.57	1
5.0	679.79	295.98	8.44	.95	.025	.57	1
5.5	679.97	305.60	8.62	.96	.025	.57	1
6.0	680.14	312.69	8.79	.96	.025	.57	1
6.5	680.31	317.08	8.96	.96	.025	.57	1
7.0	680.47	318.84	9.12	.95	.025	.57	1
7.5	680.62	318.12	9.27	.93	.025	.57	1
8.0	680.75	315.15	9.40	.91	.025	.57	1
8.5	680.88	310.18	9.53	.88	.025	.57	1
9.0	680.99	303.46	9.64	.85	.025	.57	1
9.5	681.09	295.21	9.74	.82	.025	.57	1
10.0	681.17	285.59	9.82	.79	.025	.57	1
10.5	681.23	274.76	9.88	.75	.025	.57	1
11.0	681.29	263.05	9.94	.72	.000	.57	1

SOLUCOES NA SECAO 13

HORA	NÍVEL	VAZÃO	PROFUND	VELOC	RUG	P	CORRIDA
.0	678.54	198.70	7.38	.96	.025	.57	1
.5	678.57	178.17	7.41	.86	.025	.57	1
1.0	678.65	196.03	7.49	.93	.025	.57	1
1.5	678.75	207.76	7.59	.98	.025	.57	1
2.0	678.85	217.19	7.69	1.01	.025	.57	1
2.5	678.96	227.78	7.80	1.04	.025	.57	1
3.0	679.09	240.95	7.93	1.09	.025	.57	1
3.5	679.23	255.16	8.07	1.13	.025	.57	1
4.0	679.39	269.33	8.23	1.17	.025	.57	1
4.5	679.55	282.02	8.39	1.20	.025	.57	1
5.0	679.73	293.70	8.57	1.22	.025	.57	1
5.5	679.90	303.31	8.74	1.24	.025	.57	1
6.0	680.07	310.43	8.91	1.24	.025	.57	1
6.5	680.24	314.88	9.08	1.24	.025	.57	1
7.0	680.40	316.75	9.24	1.22	.025	.57	1
7.5	680.55	316.16	9.39	1.20	.025	.57	1
8.0	680.69	313.34	9.53	1.17	.025	.57	1
8.5	680.82	308.54	9.66	1.14	.025	.57	1
9.0	680.93	302.00	9.77	1.10	.025	.57	1
9.5	681.04	293.94	9.88	1.06	.025	.57	1
10.0	681.12	284.51	9.96	1.02	.025	.57	1
10.5	681.19	273.88	10.03	.98	.025	.57	1
11.0	681.25	262.37	10.09	.93	.000	.57	1

SOLUCOES NA SECAO 14

HORA	NÍVEL	VAZÃO	PROFUND	VELOC	RUG	P	CORRIDA
.0	678.54	10.60	1.34	.32	.027	.57	1
.5	678.58	16.34	1.38	.47	.027	.57	1
1.0	678.65	15.59	1.45	.43	.027	.57	1
1.5	678.75	12.69	1.55	.33	.027	.57	1
2.0	678.85	22.94	1.65	.56	.027	.57	1
2.5	678.96	22.08	1.76	.50	.027	.57	1
3.0	679.09	21.15	1.89	.45	.027	.57	1
3.5	679.23	16.15	2.03	.32	.027	.57	1
4.0	679.39	28.12	2.19	.51	.027	.57	1
4.5	679.55	29.06	2.35	.49	.026	.57	1
5.0	679.73	30.50	2.53	.48	.026	.57	1
5.5	679.90	33.70	2.70	.50	.026	.57	1
6.0	680.07	37.83	2.87	.53	.026	.57	1
6.5	680.24	41.59	3.04	.55	.026	.57	1
7.0	680.40	44.57	3.20	.56	.026	.57	1

7.5	680.55	46.65	3.35	.56	.026	.57	1
8.0	680.69	48.03	3.49	.55	.026	.57	1
8.5	680.82	48.81	3.62	.54	.026	.57	1
9.0	680.93	49.05	3.73	.53	.026	.57	1
9.5	681.04	48.83	3.84	.51	.026	.57	1
10.0	681.12	48.17	3.92	.49	.026	.57	1
10.5	681.19	47.13	3.99	.47	.026	.57	1
11.0	681.25	45.76	4.05	.45	.000	.57	1

SOLUCOES NA SECAO 15

HORA	NÍVEL	VAZÃO	PROFUND	VELOC	RUG	P	CORRIDA
.0	678.52	10.80	1.32	.33	.027	.57	1
.5	678.51	16.17	1.31	.50	.027	.57	1
1.0	678.60	14.98	1.40	.43	.027	.57	1
1.5	678.72	11.92	1.52	.31	.027	.57	1
2.0	678.76	22.52	1.56	.58	.027	.57	1
2.5	678.89	21.16	1.69	.50	.027	.57	1
3.0	679.04	20.21	1.84	.44	.027	.57	1
3.5	679.22	15.00	2.02	.30	.027	.57	1
4.0	679.32	27.27	2.12	.52	.027	.57	1
4.5	679.50	27.82	2.30	.48	.027	.57	1
5.0	679.67	29.29	2.47	.47	.026	.57	1
5.5	679.84	32.50	2.64	.49	.026	.57	1
6.0	680.01	36.66	2.81	.52	.026	.57	1
6.5	680.18	40.44	2.98	.54	.026	.57	1
7.0	680.34	43.46	3.14	.55	.026	.57	1
7.5	680.49	45.60	3.29	.55	.026	.57	1
8.0	680.63	47.05	3.43	.55	.026	.57	1
8.5	680.77	47.91	3.57	.54	.026	.57	1
9.0	680.88	48.25	3.68	.52	.026	.57	1
9.5	680.99	48.13	3.79	.51	.026	.57	1
10.0	681.08	47.57	3.88	.49	.026	.57	1
10.5	681.15	46.64	3.95	.47	.026	.57	1
11.0	681.21	45.38	4.01	.45	.000	.57	1

SOLUCOES NA SECAO 16

HORA	NÍVEL	VAZÃO	PROFUND	VELOC	RUG	P	CORRIDA
.0	678.52	3.00	1.32	.19	.027	.57	1
.5	678.51	6.89	1.31	.44	.027	.57	1
1.0	678.60	7.59	1.40	.45	.027	.57	1
1.5	678.72	9.24	1.52	.50	.027	.57	1
2.0	678.76	8.28	1.56	.44	.027	.57	1
2.5	678.89	9.90	1.69	.49	.027	.57	1
3.0	679.04	11.46	1.84	.52	.027	.57	1
3.5	679.22	13.89	2.02	.57	.027	.57	1
4.0	679.32	13.55	2.12	.53	.027	.57	1
4.5	679.50	15.50	2.30	.56	.027	.57	1
5.0	679.67	17.06	2.47	.57	.026	.57	1
5.5	679.84	18.36	2.64	.58	.026	.57	1
6.0	680.01	19.45	2.81	.58	.026	.57	1
6.5	680.18	20.41	2.98	.57	.026	.57	1
7.0	680.34	21.24	3.14	.56	.026	.57	1
7.5	680.49	21.83	3.29	.55	.026	.57	1
8.0	680.63	22.23	3.43	.54	.026	.57	1
8.5	680.77	22.45	3.57	.52	.026	.57	1
9.0	680.88	22.49	3.68	.51	.026	.57	1
9.5	680.99	22.35	3.79	.49	.026	.57	1
10.0	681.08	22.05	3.88	.47	.026	.57	1
10.5	681.15	21.60	3.95	.46	.026	.57	1
11.0	681.21	21.02	4.01	.44	.000	.57	1

SOLUCOES NA SECAO 17							
HORA	NÍVEL	VAZÃO	PROFUND	VELOC	RUG	P	CORRIDA
.0	678.50	3.40	1.40	.20	.027	.57	1
.5	678.44	6.98	1.34	.43	.027	.57	1
1.0	678.53	7.21	1.43	.42	.027	.57	1
1.5	678.64	8.83	1.54	.48	.027	.57	1
2.0	678.70	8.15	1.60	.43	.027	.57	1
2.5	678.82	9.42	1.72	.46	.027	.57	1
3.0	678.96	10.97	1.86	.49	.027	.57	1
3.5	679.12	13.27	2.02	.55	.027	.57	1
4.0	679.24	13.21	2.14	.51	.027	.57	1
4.5	679.41	14.87	2.31	.54	.027	.57	1
5.0	679.59	16.45	2.49	.55	.026	.57	1
5.5	679.76	17.76	2.66	.56	.026	.57	1
6.0	679.93	18.86	2.83	.55	.026	.57	1
6.5	680.10	19.83	3.00	.55	.026	.57	1
7.0	680.27	20.68	3.17	.54	.026	.57	1
7.5	680.43	21.30	3.33	.53	.026	.57	1
8.0	680.57	21.74	3.47	.52	.026	.57	1
8.5	680.71	21.99	3.61	.51	.026	.57	1
9.0	680.83	22.07	3.73	.49	.026	.57	1
9.5	680.94	21.99	3.84	.48	.026	.57	1
10.0	681.03	21.74	3.93	.46	.026	.57	1
10.5	681.11	21.34	4.01	.44	.026	.57	1
11.0	681.17	20.82	4.07	.43	.000	.57	1

SOLUCOES NA SECAO 18							
HORA	NÍVEL	VAZÃO	PROFUND	VELOC	RUG	P	CORRIDA
.0	678.48	3.70	1.68	.11	.027	.57	1
.5	678.43	7.05	1.63	.22	.027	.57	1
1.0	678.52	7.00	1.72	.20	.027	.57	1
1.5	678.63	8.63	1.83	.24	.027	.57	1
2.0	678.69	8.05	1.89	.21	.027	.57	1
2.5	678.81	9.17	2.01	.23	.027	.57	1
3.0	678.95	10.71	2.15	.25	.027	.57	1
3.5	679.11	12.96	2.31	.28	.027	.57	1
4.0	679.23	12.99	2.43	.27	.026	.57	1
4.5	679.40	14.53	2.60	.28	.026	.57	1
5.0	679.58	16.12	2.78	.29	.026	.57	1
5.5	679.75	17.44	2.95	.30	.026	.57	1
6.0	679.92	18.54	3.12	.30	.026	.57	1
6.5	680.09	19.51	3.29	.30	.026	.57	1
7.0	680.26	20.37	3.46	.29	.026	.57	1
7.5	680.42	21.00	3.62	.29	.026	.57	1
8.0	680.57	21.46	3.77	.28	.026	.57	1
8.5	680.70	21.74	3.90	.28	.026	.57	1
9.0	680.82	21.85	4.02	.27	.026	.57	1
9.5	680.93	21.79	4.13	.26	.026	.57	1
10.0	681.03	21.57	4.23	.26	.026	.57	1
10.5	681.11	21.20	4.31	.25	.026	.57	1
11.0	681.17	20.70	4.37	.24	.000	.57	1

SOLUCOES NA SECAO 19							
HORA	NÍVEL	VAZÃO	PROFUND	VELOC	RUG	P	CORRIDA
.0	678.48	2.70	1.68	.08	.027	.57	1
.5	678.43	6.36	1.63	.20	.027	.57	1
1.0	678.52	6.25	1.72	.18	.027	.57	1
1.5	678.63	7.69	1.83	.21	.027	.57	1
2.0	678.69	7.13	1.89	.19	.027	.57	1
2.5	678.81	8.19	2.01	.20	.027	.57	1
3.0	678.95	9.62	2.15	.22	.027	.57	1

3.5	679.11	11.70	2.31	.25	.027	.57	1
4.0	679.23	11.72	2.43	.24	.026	.57	1
4.5	679.40	13.19	2.60	.25	.026	.57	1
5.0	679.58	14.70	2.78	.26	.026	.57	1
5.5	679.75	15.94	2.95	.27	.026	.57	1
6.0	679.92	16.99	3.12	.27	.026	.57	1
6.5	680.09	17.93	3.29	.27	.026	.57	1
7.0	680.26	18.75	3.46	.27	.026	.57	1
7.5	680.42	19.36	3.62	.27	.026	.57	1
8.0	680.57	19.81	3.77	.26	.026	.57	1
8.5	680.70	20.08	3.90	.26	.026	.57	1
9.0	680.82	20.20	4.02	.25	.026	.57	1
9.5	680.93	20.15	4.13	.24	.026	.57	1
10.0	681.03	19.95	4.23	.24	.026	.57	1
10.5	681.11	19.62	4.31	.23	.026	.57	1
11.0	681.17	19.16	4.37	.22	.000	.57	1

SOLUCOES NA SECAO 20

HORA	NÍVEL	VAZÃO	PROFUND	VELOC	RUG	P	CORRIDA
.0	678.46	3.00	1.66	.09	.027	.57	1
.5	678.44	6.41	1.64	.20	.027	.57	1
1.0	678.52	6.01	1.72	.17	.027	.57	1
1.5	678.62	7.43	1.82	.20	.027	.57	1
2.0	678.69	7.00	1.89	.19	.027	.57	1
2.5	678.80	7.88	2.00	.20	.027	.57	1
3.0	678.94	9.29	2.14	.22	.027	.57	1
3.5	679.10	11.29	2.30	.24	.027	.57	1
4.0	679.23	11.44	2.43	.24	.026	.57	1
4.5	679.39	12.77	2.59	.25	.026	.57	1
5.0	679.57	14.27	2.77	.26	.026	.57	1
5.5	679.74	15.52	2.94	.26	.026	.57	1
6.0	679.92	16.57	3.12	.27	.026	.57	1
6.5	680.09	17.51	3.29	.27	.026	.57	1
7.0	680.25	18.35	3.45	.27	.026	.57	1
7.5	680.41	18.98	3.61	.26	.026	.57	1
8.0	680.56	19.45	3.76	.26	.026	.57	1
8.5	680.70	19.75	3.90	.25	.026	.57	1
9.0	680.82	19.90	4.02	.25	.026	.57	1
9.5	680.93	19.89	4.13	.24	.026	.57	1
10.0	681.02	19.73	4.22	.23	.026	.57	1
10.5	681.10	19.43	4.30	.23	.026	.57	1
11.0	681.16	19.01	4.36	.22	.000	.57	1

SOLUCOES NA SECAO 21

HORA	NÍVEL	VAZÃO	PROFUND	VELOC	RUG	P	CORRIDA
.0	678.46	3.10	1.66	.13	.027	.57	1
.5	678.44	6.42	1.64	.28	.027	.57	1
1.0	678.51	5.90	1.71	.25	.027	.57	1
1.5	678.62	7.31	1.82	.29	.027	.57	1
2.0	678.68	6.93	1.88	.26	.027	.57	1
2.5	678.80	7.73	2.00	.28	.027	.57	1
3.0	678.93	9.12	2.13	.31	.027	.57	1
3.5	679.09	11.09	2.29	.35	.027	.57	1
4.0	679.22	11.30	2.42	.33	.026	.57	1
4.5	679.39	12.56	2.59	.35	.026	.57	1
5.0	679.56	14.05	2.76	.36	.026	.57	1
5.5	679.74	15.31	2.94	.37	.026	.57	1
6.0	679.91	16.36	3.11	.38	.026	.57	1
6.5	680.08	17.31	3.28	.38	.026	.57	1
7.0	680.25	18.15	3.45	.38	.026	.57	1
7.5	680.40	18.79	3.60	.37	.026	.57	1

8.0	680.55	19.27	3.75	.37	.026	.57	1
8.5	680.69	19.59	3.89	.36	.026	.57	1
9.0	680.81	19.75	4.01	.35	.026	.57	1
9.5	680.92	19.76	4.12	.34	.026	.57	1
10.0	681.02	19.62	4.22	.33	.026	.57	1
10.5	681.10	19.34	4.30	.32	.026	.57	1
11.0	681.16	18.93	4.36	.31	.000	.57	1

SOLUCOES NA SECAO 22

HORA	NÍVEL	VAZÃO	PROFUND	VELOC	RUG	P	CORRIDA
.0	678.46	2.90	1.66	.12	.027	.57	1
.5	678.43	6.31	1.63	.28	.027	.57	1
1.0	678.51	5.44	1.71	.23	.027	.57	1
1.5	678.62	6.05	1.82	.24	.027	.57	1
2.0	678.68	6.18	1.88	.23	.027	.57	1
2.5	678.80	6.97	2.00	.25	.027	.57	1
3.0	678.93	7.93	2.13	.27	.027	.57	1
3.5	679.09	9.15	2.29	.28	.027	.57	1
4.0	679.22	9.65	2.42	.29	.026	.57	1
4.5	679.39	10.87	2.59	.30	.026	.57	1
5.0	679.56	12.16	2.76	.31	.026	.57	1
5.5	679.74	13.31	2.94	.32	.026	.57	1
6.0	679.91	14.33	3.11	.33	.026	.57	1
6.5	680.08	15.27	3.28	.33	.026	.57	1
7.0	680.25	16.11	3.45	.33	.026	.57	1
7.5	680.40	16.76	3.60	.33	.026	.57	1
8.0	680.55	17.25	3.75	.33	.026	.57	1
8.5	680.69	17.58	3.89	.32	.026	.57	1
9.0	680.81	17.76	4.01	.32	.026	.57	1
9.5	680.92	17.80	4.12	.31	.026	.57	1
10.0	681.02	17.69	4.22	.30	.026	.57	1
10.5	681.10	17.46	4.30	.29	.026	.57	1
11.0	681.16	17.11	4.36	.28	.000	.57	1

SOLUCOES NA SECAO 23

HORA	NÍVEL	VAZÃO	PROFUND	VELOC	RUG	P	CORRIDA
.0	678.40	2.90	2.20	.09	.027	.57	1
.5	678.44	6.28	2.24	.20	.027	.57	1
1.0	678.51	5.26	2.31	.16	.027	.57	1
1.5	678.61	5.80	2.41	.17	.027	.57	1
2.0	678.67	6.05	2.47	.17	.026	.57	1
2.5	678.79	6.68	2.59	.18	.026	.57	1
3.0	678.93	7.63	2.73	.20	.026	.57	1
3.5	679.09	8.77	2.89	.22	.026	.57	1
4.0	679.21	9.38	3.01	.22	.026	.57	1
4.5	679.38	10.48	3.18	.24	.026	.57	1
5.0	679.55	11.77	3.35	.25	.026	.57	1
5.5	679.73	12.92	3.53	.26	.026	.57	1
6.0	679.90	13.94	3.70	.27	.026	.57	1
6.5	680.07	14.88	3.87	.27	.026	.57	1
7.0	680.24	15.74	4.04	.28	.026	.57	1
7.5	680.39	16.40	4.19	.28	.026	.57	1
8.0	680.54	16.91	4.34	.28	.026	.57	1
8.5	680.68	17.27	4.48	.28	.026	.57	1
9.0	680.80	17.49	4.60	.27	.026	.57	1
9.5	680.91	17.55	4.71	.27	.026	.57	1
10.0	681.01	17.48	4.81	.26	.026	.57	1
10.5	681.09	17.28	4.89	.25	.026	.57	1
11.0	681.15	16.96	4.95	.24	.000	.57	1

SOLUCOES NA SECAO 24



HORA	NÍVEL	VAZÃO	PROFUND	VELOC	RUG	P	CORRIDA
.0	678.52	7.90	1.32	.37	.027	.57	1
.5	678.48	9.29	1.28	.45	.027	.57	1
1.0	678.60	7.39	1.40	.33	.027	.57	1
1.5	678.72	2.68	1.52	.11	.027	.57	1
2.0	678.76	14.24	1.56	.57	.027	.57	1
2.5	678.89	11.26	1.69	.42	.027	.57	1
3.0	679.04	8.75	1.84	.30	.027	.57	1
3.5	679.22	1.11	2.02	.03	.027	.57	1
4.0	679.32	13.71	2.12	.40	.027	.57	1
4.5	679.50	12.32	2.30	.34	.027	.57	1
5.0	679.67	12.23	2.47	.31	.026	.57	1
5.5	679.84	14.14	2.64	.33	.026	.57	1
6.0	680.01	17.21	2.81	.38	.026	.57	1
6.5	680.18	20.02	2.98	.42	.026	.57	1
7.0	680.34	22.21	3.14	.44	.026	.57	1
7.5	680.49	23.76	3.29	.45	.026	.57	1
8.0	680.63	24.82	3.43	.45	.026	.57	1
8.5	680.77	25.46	3.57	.45	.026	.57	1
9.0	680.88	25.77	3.68	.44	.026	.57	1
9.5	680.99	25.77	3.79	.43	.026	.57	1
10.0	681.08	25.52	3.88	.41	.026	.57	1
10.5	681.15	25.03	3.95	.40	.026	.57	1
11.0	681.21	24.35	4.01	.38	.000	.57	1

SOLUCOES NA SECAO 25

HORA	NÍVEL	VAZÃO	PROFUND	VELOC	RUG	P	CORRIDA
.0	678.50	8.00	1.60	.31	.027	.57	1
.5	678.46	9.35	1.56	.37	.027	.57	1
1.0	678.59	7.13	1.69	.26	.027	.57	1
1.5	678.73	2.45	1.83	.08	.027	.57	1
2.0	678.74	14.22	1.84	.48	.027	.57	1
2.5	678.88	10.98	1.98	.35	.027	.57	1
3.0	679.03	8.49	2.13	.25	.027	.57	1
3.5	679.23	.76	2.33	.02	.027	.57	1
4.0	679.31	13.58	2.41	.35	.026	.57	1
4.5	679.49	11.98	2.59	.29	.026	.57	1
5.0	679.67	11.92	2.77	.27	.026	.57	1
5.5	679.84	13.84	2.94	.29	.026	.57	1
6.0	680.00	16.91	3.10	.34	.026	.57	1
6.5	680.16	19.73	3.26	.38	.026	.57	1
7.0	680.32	21.93	3.42	.40	.026	.57	1
7.5	680.48	23.49	3.58	.41	.026	.57	1
8.0	680.62	24.57	3.72	.41	.026	.57	1
8.5	680.75	25.23	3.85	.41	.026	.57	1
9.0	680.87	25.56	3.97	.40	.026	.57	1
9.5	680.98	25.59	4.08	.39	.026	.57	1
10.0	681.07	25.36	4.17	.38	.026	.57	1
10.5	681.14	24.90	4.24	.37	.026	.57	1
11.0	681.20	24.25	4.30	.35	.000	.57	1

SOLUCOES NA SECAO 26

HORA	NÍVEL	VAZÃO	PROFUND	VELOC	RUG	P	CORRIDA
.0	678.50	8.70	1.60	.34	.027	.57	1
.5	678.46	11.77	1.56	.47	.027	.57	1
1.0	678.59	15.15	1.69	.56	.027	.57	1
1.5	678.73	19.41	1.83	.66	.027	.57	1
2.0	678.74	15.67	1.84	.53	.027	.57	1
2.5	678.88	18.28	1.98	.58	.027	.57	1
3.0	679.03	21.59	2.13	.63	.027	.57	1
3.5	679.23	27.26	2.33	.73	.027	.57	1

4.0	679.31	24.98	2.41	.65	.026	.57	1
4.5	679.49	27.53	2.59	.66	.026	.57	1
5.0	679.67	29.86	2.77	.67	.026	.57	1
5.5	679.84	31.39	2.94	.67	.026	.57	1
6.0	680.00	32.34	3.10	.65	.026	.57	1
6.5	680.16	33.04	3.26	.63	.026	.57	1
7.0	680.32	33.59	3.42	.61	.026	.57	1
7.5	680.48	34.01	3.58	.59	.026	.57	1
8.0	680.62	34.25	3.72	.58	.026	.57	1
8.5	680.75	34.30	3.85	.56	.026	.57	1
9.0	680.87	34.14	3.97	.54	.026	.57	1
9.5	680.98	33.77	4.08	.52	.026	.57	1
10.0	681.07	33.21	4.17	.50	.026	.57	1
10.5	681.14	32.46	4.24	.48	.026	.57	1
11.0	681.20	31.56	4.30	.46	.000	.57	1

SOLUCOES NA SECAO 27

HORA	NÍVEL	VAZÃO	PROFUND	VELOC	RUG	P	CORRIDA
.0	678.49	9.10	2.39	.24	.027	.57	1
.5	678.44	11.88	2.34	.32	.027	.57	1
1.0	678.55	14.67	2.45	.37	.026	.57	1
1.5	678.67	18.95	2.57	.46	.026	.57	1
2.0	678.71	15.63	2.61	.37	.026	.57	1
2.5	678.83	17.75	2.73	.41	.026	.57	1
3.0	678.98	21.07	2.88	.46	.026	.57	1
3.5	679.16	26.58	3.06	.54	.026	.57	1
4.0	679.26	24.69	3.16	.49	.026	.57	1
4.5	679.43	26.86	3.33	.50	.026	.57	1
5.0	679.61	29.24	3.51	.52	.026	.57	1
5.5	679.78	30.79	3.68	.52	.026	.57	1
6.0	679.95	31.75	3.85	.52	.026	.57	1
6.5	680.12	32.45	4.02	.50	.026	.57	1
7.0	680.28	33.02	4.18	.49	.026	.57	1
7.5	680.44	33.46	4.34	.48	.026	.57	1
8.0	680.58	33.74	4.48	.47	.026	.57	1
8.5	680.72	33.83	4.62	.46	.026	.57	1
9.0	680.84	33.71	4.74	.44	.026	.57	1
9.5	680.95	33.40	4.85	.43	.026	.57	1
10.0	681.04	32.89	4.94	.42	.026	.57	1
10.5	681.12	32.19	5.02	.40	.026	.57	1
11.0	681.18	31.34	5.08	.39	.000	.57	1

SOLUCOES NA SECAO 28

HORA	NÍVEL	VAZÃO	PROFUND	VELOC	RUG	P	CORRIDA
.0	678.47	9.30	2.27	.26	.027	.57	1
.5	678.44	11.94	2.24	.33	.027	.57	1
1.0	678.53	14.47	2.33	.39	.027	.57	1
1.5	678.65	18.74	2.45	.48	.027	.57	1
2.0	678.69	15.57	2.49	.39	.026	.57	1
2.5	678.82	17.51	2.62	.42	.026	.57	1
3.0	678.96	20.82	2.76	.47	.026	.57	1
3.5	679.13	26.26	2.93	.56	.026	.57	1
4.0	679.24	24.51	3.04	.50	.026	.57	1
4.5	679.41	26.54	3.21	.52	.026	.57	1
5.0	679.59	28.92	3.39	.53	.026	.57	1
5.5	679.76	30.48	3.56	.54	.026	.57	1
6.0	679.93	31.44	3.73	.53	.026	.57	1
6.5	680.10	32.15	3.90	.52	.026	.57	1
7.0	680.26	32.73	4.06	.50	.026	.57	1
7.5	680.42	33.18	4.22	.49	.026	.57	1
8.0	680.57	33.48	4.37	.48	.026	.57	1

8.5	680.70	33.59	4.50	.47	.026	.57	1
9.0	680.83	33.50	4.63	.45	.026	.57	1
9.5	680.93	33.21	4.73	.44	.026	.57	1
10.0	681.03	32.73	4.83	.42	.026	.57	1
10.5	681.11	32.06	4.91	.41	.026	.57	1
11.0	681.17	31.24	4.97	.39	.000	.57	1

SOLUCOES NA SECAO 29

HORA	NÍVEL	VAZÃO	PROFUND	VELOC	RUG	P	CORRIDA
.0	678.47	7.10	2.27	.20	.027	.57	1
.5	678.43	9.51	2.23	.27	.027	.57	1
1.0	678.53	12.36	2.33	.33	.027	.57	1
1.5	678.65	16.06	2.45	.41	.027	.57	1
2.0	678.69	13.49	2.49	.34	.026	.57	1
2.5	678.82	15.33	2.62	.37	.026	.57	1
3.0	678.96	18.15	2.76	.41	.026	.57	1
3.5	679.13	22.72	2.93	.49	.026	.57	1
4.0	679.24	21.32	3.04	.44	.026	.57	1
4.5	679.41	23.26	3.21	.45	.026	.57	1
5.0	679.59	25.40	3.39	.47	.026	.57	1
5.5	679.76	26.81	3.56	.47	.026	.57	1
6.0	679.93	27.73	3.73	.46	.026	.57	1
6.5	680.10	28.44	3.90	.46	.026	.57	1
7.0	680.26	29.02	4.06	.45	.026	.57	1
7.5	680.42	29.49	4.22	.44	.026	.57	1
8.0	680.57	29.81	4.37	.43	.026	.57	1
8.5	680.70	29.95	4.50	.42	.026	.57	1
9.0	680.83	29.90	4.63	.40	.026	.57	1
9.5	680.93	29.67	4.73	.39	.026	.57	1
10.0	681.03	29.25	4.83	.38	.026	.57	1
10.5	681.11	28.67	4.91	.37	.026	.57	1
11.0	681.17	27.94	4.97	.35	.000	.57	1

SOLUCOES NA SECAO 30

HORA	NÍVEL	VAZÃO	PROFUND	VELOC	RUG	P	CORRIDA
.0	678.42	7.20	2.02	.22	.027	.57	1
.5	678.42	9.55	2.02	.30	.027	.57	1
1.0	678.51	12.14	2.11	.36	.027	.57	1
1.5	678.62	15.84	2.22	.45	.027	.57	1
2.0	678.68	13.40	2.28	.37	.027	.57	1
2.5	678.80	15.08	2.40	.39	.026	.57	1
3.0	678.94	17.88	2.54	.44	.026	.57	1
3.5	679.10	22.38	2.70	.52	.026	.57	1
4.0	679.22	21.11	2.82	.47	.026	.57	1
4.5	679.39	22.92	2.99	.48	.026	.57	1
5.0	679.56	25.05	3.16	.49	.026	.57	1
5.5	679.74	26.48	3.34	.50	.026	.57	1
6.0	679.91	27.40	3.51	.49	.026	.57	1
6.5	680.08	28.11	3.68	.48	.026	.57	1
7.0	680.24	28.70	3.84	.47	.026	.57	1
7.5	680.40	29.18	4.00	.46	.026	.57	1
8.0	680.55	29.52	4.15	.44	.026	.57	1
8.5	680.69	29.68	4.29	.43	.026	.57	1
9.0	680.81	29.66	4.41	.42	.026	.57	1
9.5	680.92	29.46	4.52	.41	.026	.57	1
10.0	681.01	29.07	4.61	.39	.026	.57	1
10.5	681.09	28.52	4.69	.38	.026	.57	1
11.0	681.16	27.82	4.76	.37	.000	.57	1

SOLUCOES NA SECAO 31

HORA	NÍVEL	VAZÃO	PROFUND	VELOC	RUG	P	CORRIDA
------	-------	-------	---------	-------	-----	---	---------

.0	678.40	7.10	2.20	.20	.027	.57	1
.5	678.42	9.56	2.22	.27	.027	.57	1
1.0	678.51	12.02	2.31	.33	.027	.57	1
1.5	678.61	15.72	2.41	.41	.027	.57	1
2.0	678.67	13.33	2.47	.34	.026	.57	1
2.5	678.79	14.94	2.59	.36	.026	.57	1
3.0	678.93	17.73	2.73	.41	.026	.57	1
3.5	679.09	22.20	2.89	.48	.026	.57	1
4.0	679.21	20.98	3.01	.44	.026	.57	1
4.5	679.38	22.72	3.18	.45	.026	.57	1
5.0	679.55	24.85	3.35	.46	.026	.57	1
5.5	679.73	26.28	3.53	.47	.026	.57	1
6.0	679.90	27.20	3.70	.46	.026	.57	1
6.5	680.07	27.92	3.87	.45	.026	.57	1
7.0	680.24	28.51	4.04	.44	.026	.57	1
7.5	680.39	29.00	4.19	.43	.026	.57	1
8.0	680.54	29.36	4.34	.42	.026	.57	1
8.5	680.68	29.53	4.48	.41	.026	.57	1
9.0	680.80	29.52	4.60	.40	.026	.57	1
9.5	680.91	29.33	4.71	.39	.026	.57	1
10.0	681.01	28.97	4.81	.38	.026	.57	1
10.5	681.09	28.43	4.89	.36	.026	.57	1
11.0	681.15	27.75	4.95	.35	.000	.57	1

SOLUCOES NA SECAO 32

HORA	NÍVEL	VAZÃO	PROFUND	VELOC	RUG	P	CORRIDA
.0	678.40	10.10	2.20	.33	.027	.57	1
.5	678.42	15.84	2.22	.51	.027	.57	1
1.0	678.51	17.28	2.31	.54	.027	.57	1
1.5	678.61	21.52	2.41	.64	.027	.57	1
2.0	678.67	19.38	2.47	.56	.026	.57	1
2.5	678.79	21.62	2.59	.60	.026	.57	1
3.0	678.93	25.36	2.73	.66	.026	.57	1
3.5	679.09	30.97	2.89	.77	.026	.57	1
4.0	679.21	30.36	3.01	.72	.026	.57	1
4.5	679.38	33.20	3.18	.75	.026	.57	1
5.0	679.55	36.62	3.35	.78	.026	.57	1
5.5	679.73	39.19	3.53	.79	.026	.57	1
6.0	679.90	41.14	3.70	.79	.026	.57	1
6.5	680.07	42.80	3.87	.79	.026	.57	1
7.0	680.24	44.25	4.04	.78	.026	.57	1
7.5	680.39	45.41	4.19	.77	.026	.57	1
8.0	680.54	46.27	4.34	.76	.026	.57	1
8.5	680.68	46.81	4.48	.75	.026	.57	1
9.0	680.80	47.01	4.60	.73	.026	.57	1
9.5	680.91	46.89	4.71	.71	.026	.57	1
10.0	681.01	46.45	4.81	.69	.026	.57	1
10.5	681.09	45.71	4.89	.67	.026	.57	1
11.0	681.15	44.72	4.95	.64	.000	.57	1

SOLUCOES NA SECAO 33

HORA	NÍVEL	VAZÃO	PROFUND	VELOC	RUG	P	CORRIDA
.0	678.34	10.00	2.44	.29	.027	.57	1
.5	678.37	15.75	2.47	.45	.026	.57	1
1.0	678.45	17.00	2.55	.48	.026	.57	1
1.5	678.54	21.22	2.64	.57	.026	.57	1
2.0	678.63	19.15	2.73	.50	.026	.57	1
2.5	678.73	21.26	2.83	.54	.026	.57	1
3.0	678.85	24.95	2.95	.60	.026	.57	1
3.5	678.99	30.49	3.09	.71	.026	.57	1
4.0	679.13	29.95	3.23	.66	.026	.57	1

4.5	679.29	32.67	3.39	.69	.026	.57	1
5.0	679.46	36.07	3.56	.72	.026	.57	1
5.5	679.63	38.65	3.73	.74	.026	.57	1
6.0	679.81	40.59	3.91	.74	.026	.57	1
6.5	679.98	42.26	4.08	.74	.026	.57	1
7.0	680.15	43.72	4.25	.74	.026	.57	1
7.5	680.31	44.91	4.41	.73	.026	.57	1
8.0	680.46	45.80	4.56	.72	.026	.57	1
8.5	680.60	46.37	4.70	.70	.026	.57	1
9.0	680.73	46.61	4.83	.69	.026	.57	1
9.5	680.84	46.54	4.94	.67	.026	.57	1
10.0	680.94	46.15	5.04	.65	.026	.57	1
10.5	681.03	45.46	5.13	.63	.026	.57	1
11.0	681.10	44.51	5.20	.61	.000	.57	1

SOLUCOES NA SECAO 34

HORA	NÍVEL	VAZÃO	PROFUND	VELOC	RUG	P	CORRIDA
.0	678.34	3.70	2.44	.15	.027	.57	1
.5	678.37	8.43	2.47	.34	.026	.57	1
1.0	678.45	8.25	2.55	.32	.026	.57	1
1.5	678.54	11.26	2.64	.43	.026	.57	1
2.0	678.63	9.67	2.73	.35	.026	.57	1
2.5	678.73	10.85	2.83	.38	.026	.57	1
3.0	678.85	13.04	2.95	.44	.026	.57	1
3.5	678.99	16.35	3.09	.53	.026	.57	1
4.0	679.13	15.65	3.23	.48	.026	.57	1
4.5	679.29	17.07	3.39	.50	.026	.57	1
5.0	679.46	18.93	3.56	.53	.026	.57	1
5.5	679.63	20.23	3.73	.54	.026	.57	1
6.0	679.81	21.16	3.91	.54	.026	.57	1
6.5	679.98	21.94	4.08	.54	.026	.57	1
7.0	680.15	22.63	4.25	.53	.026	.57	1
7.5	680.31	23.17	4.41	.53	.026	.57	1
8.0	680.46	23.57	4.56	.52	.026	.57	1
8.5	680.60	23.80	4.70	.51	.026	.57	1
9.0	680.73	23.87	4.83	.49	.026	.57	1
9.5	680.84	23.77	4.94	.48	.026	.57	1
10.0	680.94	23.52	5.04	.47	.026	.57	1
10.5	681.03	23.11	5.13	.45	.026	.57	1
11.0	681.10	22.58	5.20	.43	.000	.57	1

SOLUCOES NA SECAO 35

HORA	NÍVEL	VAZÃO	PROFUND	VELOC	RUG	P	CORRIDA
.0	678.32	3.60	3.12	.12	.026	.57	1
.5	678.37	8.38	3.17	.26	.026	.57	1
1.0	678.45	8.15	3.25	.25	.026	.57	1
1.5	678.53	11.17	3.33	.34	.026	.57	1
2.0	678.62	9.57	3.42	.28	.026	.57	1
2.5	678.72	10.73	3.52	.30	.026	.57	1
3.0	678.84	12.91	3.64	.35	.026	.57	1
3.5	678.97	16.20	3.77	.43	.026	.57	1
4.0	679.12	15.48	3.92	.40	.026	.57	1
4.5	679.28	16.89	4.08	.41	.026	.57	1
5.0	679.44	18.74	4.24	.44	.026	.57	1
5.5	679.61	20.04	4.41	.45	.026	.57	1
6.0	679.79	20.97	4.59	.46	.026	.57	1
6.5	679.96	21.75	4.76	.46	.026	.57	1
7.0	680.13	22.44	4.93	.46	.026	.57	1
7.5	680.29	22.99	5.09	.45	.026	.57	1
8.0	680.45	23.40	5.25	.45	.026	.57	1
8.5	680.59	23.65	5.39	.44	.026	.57	1

9.0	680.72	23.73	5.52	.43	.026	.57	1
9.5	680.83	23.65	5.63	.42	.026	.57	1
10.0	680.93	23.41	5.73	.41	.026	.57	1
10.5	681.02	23.02	5.82	.40	.026	.57	1
11.0	681.09	22.50	5.89	.38	.000	.57	1

SOLUCOES NA SECAO 36

HORA	NÍVEL	VAZÃO	PROFUND	VELOC	RUG	P	CORRIDA
.0	678.34	6.30	2.44	.18	.027	.57	1
.5	678.35	7.33	2.45	.21	.026	.57	1
1.0	678.45	8.75	2.55	.24	.026	.57	1
1.5	678.54	9.95	2.64	.27	.026	.57	1
2.0	678.63	9.48	2.73	.25	.026	.57	1
2.5	678.73	10.41	2.83	.26	.026	.57	1
3.0	678.85	11.91	2.95	.29	.026	.57	1
3.5	678.99	14.14	3.09	.33	.026	.57	1
4.0	679.13	14.30	3.23	.32	.026	.57	1
4.5	679.29	15.60	3.39	.33	.026	.57	1
5.0	679.46	17.15	3.56	.34	.026	.57	1
5.5	679.63	18.42	3.73	.35	.026	.57	1
6.0	679.81	19.43	3.91	.36	.026	.57	1
6.5	679.98	20.31	4.08	.36	.026	.57	1
7.0	680.15	21.09	4.25	.35	.026	.57	1
7.5	680.31	21.73	4.41	.35	.026	.57	1
8.0	680.46	22.23	4.56	.35	.026	.57	1
8.5	680.60	22.57	4.70	.34	.026	.57	1
9.0	680.73	22.74	4.83	.34	.026	.57	1
9.5	680.84	22.76	4.94	.33	.026	.57	1
10.0	680.94	22.63	5.04	.32	.026	.57	1
10.5	681.03	22.35	5.13	.31	.026	.57	1
11.0	681.10	21.93	5.20	.30	.000	.57	1

SOLUCOES NA SECAO 37

HORA	NÍVEL	VAZÃO	PROFUND	VELOC	RUG	P	CORRIDA
.0	678.32	6.10	2.22	.20	.027	.57	1
.5	678.34	7.31	2.24	.23	.027	.57	1
1.0	678.45	8.50	2.35	.26	.027	.57	1
1.5	678.53	9.77	2.43	.29	.026	.57	1
2.0	678.62	9.28	2.52	.26	.026	.57	1
2.5	678.72	10.17	2.62	.28	.026	.57	1
3.0	678.84	11.64	2.74	.30	.026	.57	1
3.5	678.97	13.83	2.87	.34	.026	.57	1
4.0	679.12	13.98	3.02	.33	.026	.57	1
4.5	679.28	15.24	3.18	.34	.026	.57	1
5.0	679.44	16.77	3.34	.36	.026	.57	1
5.5	679.62	18.03	3.52	.37	.026	.57	1
6.0	679.79	19.04	3.69	.37	.026	.57	1
6.5	679.96	19.93	3.86	.37	.026	.57	1
7.0	680.13	20.71	4.03	.37	.026	.57	1
7.5	680.29	21.37	4.19	.36	.026	.57	1
8.0	680.45	21.89	4.35	.36	.026	.57	1
8.5	680.59	22.25	4.49	.35	.026	.57	1
9.0	680.72	22.46	4.62	.35	.026	.57	1
9.5	680.83	22.51	4.73	.34	.026	.57	1
10.0	680.93	22.41	4.83	.33	.026	.57	1
10.5	681.02	22.16	4.92	.32	.026	.57	1
11.0	681.09	21.78	4.99	.31	.000	.57	1

SOLUCOES NA SECAO 38

HORA	NÍVEL	VAZÃO	PROFUND	VELOC	RUG	P	CORRIDA
.0	678.30	5.80	2.80	.15	.026	.57	1

.5	678.33	7.29	2.83	.18	.026	.57	1
1.0	678.44	8.28	2.94	.20	.026	.57	1
1.5	678.52	9.63	3.02	.23	.026	.57	1
2.0	678.61	9.11	3.11	.21	.026	.57	1
2.5	678.71	9.97	3.21	.22	.026	.57	1
3.0	678.83	11.42	3.33	.24	.026	.57	1
3.5	678.96	13.57	3.46	.28	.026	.57	1
4.0	679.11	13.71	3.61	.27	.026	.57	1
4.5	679.27	14.94	3.77	.28	.026	.57	1
5.0	679.43	16.45	3.93	.30	.026	.57	1
5.5	679.61	17.71	4.11	.31	.026	.57	1
6.0	679.78	18.71	4.28	.31	.026	.57	1
6.5	679.95	19.60	4.45	.31	.026	.57	1
7.0	680.12	20.39	4.62	.32	.026	.57	1
7.5	680.29	21.07	4.79	.31	.026	.57	1
8.0	680.44	21.60	4.94	.31	.026	.57	1
8.5	680.58	21.99	5.08	.31	.026	.57	1
9.0	680.71	22.22	5.21	.30	.026	.57	1
9.5	680.82	22.30	5.32	.30	.026	.57	1
10.0	680.93	22.22	5.43	.29	.026	.57	1
10.5	681.01	22.00	5.51	.29	.026	.57	1
11.0	681.08	21.65	5.58	.28	.000	.57	1

SOLUCOES NA SECAO 39

HORA	NÍVEL	VAZÃO	PROFUND	VELOC	RUG	P	CORRIDA
.0	678.46	.20	4.86	.16	.027	.57	1
.5	678.40	.11	4.80	.08	.027	.57	1
1.0	678.51	.47	4.91	.37	.027	.57	1
1.5	678.62	1.26	5.02	.99	.027	.57	1
2.0	678.68	.75	5.08	.59	.027	.57	1
2.5	678.80	.77	5.20	.60	.027	.57	1
3.0	678.93	1.19	5.33	.93	.027	.57	1
3.5	679.09	1.94	5.49	1.53	.027	.57	1
4.0	679.22	1.65	5.62	1.29	.027	.57	1
4.5	679.39	1.68	5.79	1.32	.027	.57	1
5.0	679.56	1.89	5.96	1.49	.027	.57	1
5.5	679.74	2.00	6.14	1.58	.027	.57	1
6.0	679.91	2.04	6.31	1.60	.027	.57	1
6.5	680.08	2.04	6.48	1.60	.027	.57	1
7.0	680.25	2.03	6.65	1.60	.027	.57	1
7.5	680.40	2.03	6.80	1.60	.027	.57	1
8.0	680.55	2.02	6.95	1.59	.027	.57	1
8.5	680.69	2.01	7.09	1.58	.027	.57	1
9.0	680.81	1.99	7.21	1.57	.027	.57	1
9.5	680.92	1.96	7.32	1.54	.027	.57	1
10.0	681.02	1.93	7.42	1.51	.027	.57	1
10.5	681.10	1.88	7.50	1.48	.027	.57	1
11.0	681.16	1.83	7.56	1.44	.000	.57	1

SOLUCOES NA SECAO 40

HORA	NÍVEL	VAZÃO	PROFUND	VELOC	RUG	P	CORRIDA
.0	678.46	.20	4.86	.16	.027	.57	1
.5	678.40	.11	4.80	.08	.027	.57	1
1.0	678.51	.47	4.91	.37	.027	.57	1
1.5	678.62	1.26	5.02	.99	.027	.57	1
2.0	678.68	.75	5.08	.59	.027	.57	1
2.5	678.80	.77	5.20	.60	.027	.57	1
3.0	678.93	1.19	5.33	.93	.027	.57	1
3.5	679.09	1.94	5.49	1.53	.027	.57	1
4.0	679.22	1.65	5.62	1.29	.027	.57	1
4.5	679.39	1.68	5.79	1.32	.027	.57	1

5.0	679.56	1.89	5.96	1.49	.027	.57	1
5.5	679.73	2.00	6.13	1.58	.027	.57	1
6.0	679.91	2.04	6.31	1.60	.027	.57	1
6.5	680.08	2.04	6.48	1.60	.027	.57	1
7.0	680.24	2.03	6.64	1.60	.027	.57	1
7.5	680.40	2.03	6.80	1.60	.027	.57	1
8.0	680.55	2.02	6.95	1.59	.027	.57	1
8.5	680.69	2.01	7.09	1.58	.027	.57	1
9.0	680.81	1.99	7.21	1.57	.027	.57	1
9.5	680.92	1.96	7.32	1.54	.027	.57	1
10.0	681.02	1.93	7.42	1.51	.027	.57	1
10.5	681.09	1.88	7.49	1.48	.027	.57	1
11.0	681.16	1.83	7.56	1.44	.000	.57	1

SOLUCOES NA SECAO 41

HORA	NÍVEL	VAZÃO	PROFUND	VELOC	RUG	P	CORRIDA
.0	678.48	1.00	3.70	.79	.027	.57	1
.5	678.37	.69	3.59	.54	.027	.57	1
1.0	678.52	.75	3.74	.59	.027	.57	1
1.5	678.63	.94	3.85	.74	.027	.57	1
2.0	678.69	.92	3.91	.72	.027	.57	1
2.5	678.81	.98	4.03	.77	.027	.57	1
3.0	678.95	1.09	4.17	.86	.027	.57	1
3.5	679.11	1.26	4.33	.99	.027	.57	1
4.0	679.23	1.27	4.45	1.00	.027	.57	1
4.5	679.40	1.34	4.62	1.05	.027	.57	1
5.0	679.58	1.43	4.80	1.12	.027	.57	1
5.5	679.75	1.50	4.97	1.18	.027	.57	1
6.0	679.92	1.55	5.14	1.22	.027	.57	1
6.5	680.09	1.59	5.31	1.25	.027	.57	1
7.0	680.26	1.62	5.48	1.27	.027	.57	1
7.5	680.42	1.64	5.64	1.29	.027	.57	1
8.0	680.57	1.65	5.79	1.30	.027	.57	1
8.5	680.70	1.66	5.92	1.30	.027	.57	1
9.0	680.82	1.65	6.04	1.30	.027	.57	1
9.5	680.93	1.64	6.15	1.29	.027	.57	1
10.0	681.03	1.61	6.25	1.27	.027	.57	1
10.5	681.11	1.58	6.33	1.25	.027	.57	1
11.0	681.17	1.55	6.39	1.22	.000	.57	1

SOLUCOES NA SECAO 42

HORA	NÍVEL	VAZÃO	PROFUND	VELOC	RUG	P	CORRIDA
.0	678.46	1.00	4.86	.79	.027	.57	1
.5	678.40	.69	4.80	.54	.027	.57	1
1.0	678.51	.75	4.91	.59	.027	.57	1
1.5	678.62	.94	5.02	.74	.027	.57	1
2.0	678.68	.92	5.08	.72	.027	.57	1
2.5	678.80	.98	5.20	.77	.027	.57	1
3.0	678.93	1.09	5.33	.86	.027	.57	1
3.5	679.09	1.26	5.49	.99	.027	.57	1
4.0	679.22	1.27	5.62	1.00	.027	.57	1
4.5	679.39	1.34	5.79	1.05	.027	.57	1
5.0	679.56	1.43	5.96	1.12	.027	.57	1
5.5	679.73	1.50	6.13	1.18	.027	.57	1
6.0	679.91	1.55	6.31	1.22	.027	.57	1
6.5	680.08	1.59	6.48	1.25	.027	.57	1
7.0	680.24	1.62	6.64	1.27	.027	.57	1
7.5	680.40	1.64	6.80	1.29	.027	.57	1
8.0	680.55	1.65	6.95	1.30	.027	.57	1
8.5	680.69	1.66	7.09	1.30	.027	.57	1
9.0	680.81	1.65	7.21	1.30	.027	.57	1



9.5	680.92	1.64	7.32	1.29	.027	.57	1
10.0	681.02	1.61	7.42	1.27	.027	.57	1
10.5	681.09	1.58	7.49	1.25	.027	.57	1
11.0	681.16	1.55	7.56	1.22	.000	.57	1

SOLUCOES NA SECAO 43

HORA	NÍVEL	VAZÃO	PROFUND	VELOC	RUG	P	CORRIDA
.0	678.46	1.20	4.86	.94	.027	.57	1
.5	678.40	.79	4.80	.62	.027	.57	1
1.0	678.51	1.22	4.91	.96	.027	.57	1
1.5	678.62	2.20	5.02	1.73	.027	.57	1
2.0	678.68	1.67	5.08	1.32	.027	.57	1
2.5	678.80	1.75	5.20	1.37	.027	.57	1
3.0	678.93	2.28	5.33	1.79	.027	.57	1
3.5	679.09	3.20	5.49	2.52	.027	.57	1
4.0	679.22	2.92	5.62	2.30	.027	.57	1
4.5	679.39	3.02	5.79	2.38	.027	.57	1
5.0	679.56	3.31	5.96	2.61	.027	.57	1
5.5	679.73	3.50	6.13	2.75	.027	.57	1
6.0	679.91	3.58	6.31	2.82	.027	.57	1
6.5	680.08	3.62	6.48	2.85	.027	.57	1
7.0	680.24	3.65	6.64	2.87	.027	.57	1
7.5	680.40	3.67	6.80	2.89	.027	.57	1
8.0	680.55	3.68	6.95	2.89	.027	.57	1
8.5	680.69	3.67	7.09	2.88	.027	.57	1
9.0	680.81	3.64	7.21	2.86	.027	.57	1
9.5	680.92	3.60	7.32	2.83	.027	.57	1
10.0	681.02	3.54	7.42	2.78	.027	.57	1
10.5	681.09	3.46	7.49	2.72	.027	.57	1
11.0	681.16	3.37	7.56	2.65	.000	.57	1

SOLUCOES NA SECAO 44

HORA	NÍVEL	VAZÃO	PROFUND	VELOC	RUG	P	CORRIDA
.0	678.45	1.20	5.85	.94	.027	.57	1
.5	678.40	.79	5.80	.62	.027	.57	1
1.0	678.50	1.22	5.90	.96	.027	.57	1
1.5	678.58	2.20	5.98	1.73	.027	.57	1
2.0	678.67	1.67	6.07	1.32	.027	.57	1
2.5	678.78	1.75	6.18	1.37	.027	.57	1
3.0	678.90	2.28	6.30	1.79	.027	.57	1
3.5	679.03	3.20	6.43	2.52	.027	.57	1
4.0	679.18	2.92	6.58	2.30	.027	.57	1
4.5	679.34	3.02	6.74	2.38	.027	.57	1
5.0	679.51	3.31	6.91	2.61	.027	.57	1
5.5	679.68	3.50	7.08	2.75	.027	.57	1
6.0	679.86	3.58	7.26	2.82	.027	.57	1
6.5	680.03	3.62	7.43	2.85	.027	.57	1
7.0	680.20	3.65	7.60	2.87	.027	.57	1
7.5	680.36	3.67	7.76	2.89	.027	.57	1
8.0	680.51	3.68	7.91	2.89	.027	.57	1
8.5	680.65	3.67	8.05	2.88	.027	.57	1
9.0	680.77	3.64	8.17	2.86	.027	.57	1
9.5	680.88	3.60	8.28	2.83	.027	.57	1
10.0	680.98	3.54	8.38	2.78	.027	.57	1
10.5	681.06	3.46	8.46	2.72	.027	.57	1
11.0	681.13	3.37	8.53	2.65	.000	.57	1

SOLUCOES NA SECAO 45

HORA	NÍVEL	VAZÃO	PROFUND	VELOC	RUG	P	CORRIDA
.0	678.47	2.20	5.47	1.73	.027	.57	1
.5	678.44	2.42	5.44	1.91	.027	.57	1

1.0	678.53	2.11	5.53	1.66	.027	.57	1
1.5	678.65	2.68	5.65	2.11	.027	.57	1
2.0	678.69	2.08	5.69	1.64	.027	.57	1
2.5	678.82	2.18	5.82	1.71	.027	.57	1
3.0	678.96	2.67	5.96	2.10	.027	.57	1
3.5	679.13	3.54	6.13	2.79	.027	.57	1
4.0	679.24	3.19	6.24	2.51	.027	.57	1
4.5	679.41	3.28	6.41	2.58	.027	.57	1
5.0	679.59	3.53	6.59	2.77	.027	.57	1
5.5	679.76	3.67	6.76	2.89	.027	.57	1
6.0	679.93	3.71	6.93	2.92	.027	.57	1
6.5	680.10	3.71	7.10	2.92	.027	.57	1
7.0	680.26	3.71	7.26	2.92	.027	.57	1
7.5	680.42	3.70	7.42	2.91	.027	.57	1
8.0	680.57	3.68	7.57	2.89	.027	.57	1
8.5	680.70	3.64	7.70	2.87	.027	.57	1
9.0	680.83	3.60	7.83	2.83	.027	.57	1
9.5	680.93	3.54	7.93	2.79	.027	.57	1
10.0	681.03	3.47	8.03	2.73	.027	.57	1
10.5	681.11	3.39	8.11	2.66	.027	.57	1
11.0	681.17	3.29	8.17	2.59	.000	.57	1

SOLUCOES NA SECAO 46

HORA	NÍVEL	VAZÃO	PROFUND	VELOC	RUG	P	CORRIDA
.0	678.45	2.20	5.85	1.73	.027	.57	1
.5	678.41	2.42	5.81	1.91	.027	.57	1
1.0	678.50	2.11	5.90	1.66	.027	.57	1
1.5	678.58	2.68	5.98	2.11	.027	.57	1
2.0	678.67	2.08	6.07	1.64	.027	.57	1
2.5	678.78	2.18	6.18	1.71	.027	.57	1
3.0	678.90	2.67	6.30	2.10	.027	.57	1
3.5	679.03	3.54	6.43	2.79	.027	.57	1
4.0	679.18	3.19	6.58	2.51	.027	.57	1
4.5	679.34	3.28	6.74	2.58	.027	.57	1
5.0	679.51	3.53	6.91	2.77	.027	.57	1
5.5	679.68	3.67	7.08	2.89	.027	.57	1
6.0	679.86	3.71	7.26	2.92	.027	.57	1
6.5	680.03	3.71	7.43	2.92	.027	.57	1
7.0	680.20	3.71	7.60	2.92	.027	.57	1
7.5	680.36	3.70	7.76	2.91	.027	.57	1
8.0	680.51	3.68	7.91	2.89	.027	.57	1
8.5	680.65	3.64	8.05	2.87	.027	.57	1
9.0	680.77	3.60	8.17	2.83	.027	.57	1
9.5	680.88	3.54	8.28	2.79	.027	.57	1
10.0	680.98	3.47	8.38	2.73	.027	.57	1
10.5	681.06	3.39	8.46	2.66	.027	.57	1
11.0	681.13	3.29	8.53	2.59	.000	.57	1

SOLUCOES NA SECAO 47

HORA	NÍVEL	VAZÃO	PROFUND	VELOC	RUG	P	CORRIDA
.0	678.45	3.40	5.85	.16	.026	.57	1
.5	678.41	3.22	5.81	.15	.026	.57	1
1.0	678.50	3.33	5.90	.16	.026	.57	1
1.5	678.58	4.88	5.98	.23	.026	.57	1
2.0	678.67	3.76	6.07	.18	.026	.57	1
2.5	678.78	3.92	6.18	.19	.026	.57	1
3.0	678.90	4.95	6.30	.24	.026	.57	1
3.5	679.03	6.74	6.43	.32	.026	.57	1
4.0	679.18	6.11	6.58	.29	.026	.57	1
4.5	679.34	6.30	6.74	.30	.026	.57	1
5.0	679.51	6.84	6.91	.33	.026	.57	1

5.5	679.68	7.17	7.08	.34	.026	.57	1
6.0	679.86	7.29	7.26	.35	.026	.57	1
6.5	680.03	7.34	7.43	.35	.026	.57	1
7.0	680.20	7.36	7.60	.35	.026	.57	1
7.5	680.36	7.37	7.76	.35	.026	.57	1
8.0	680.51	7.35	7.91	.35	.026	.57	1
8.5	680.65	7.31	8.05	.35	.026	.57	1
9.0	680.77	7.24	8.17	.34	.026	.57	1
9.5	680.88	7.14	8.28	.34	.026	.57	1
10.0	680.98	7.01	8.38	.33	.026	.57	1
10.5	681.06	6.85	8.46	.33	.026	.57	1
11.0	681.13	6.67	8.53	.32	.000	.57	1

SOLUCOES NA SECAO 48

HORA	NÍVEL	VAZÃO	PROFUND	VELOC	RUG	P	CORRIDA
.0	678.42	3.40	6.06	.16	.026	.57	1
.5	678.41	3.22	6.05	.15	.026	.57	1
1.0	678.50	3.33	6.14	.16	.026	.57	1
1.5	678.58	4.88	6.22	.23	.026	.57	1
2.0	678.67	3.76	6.31	.18	.026	.57	1
2.5	678.78	3.92	6.42	.19	.026	.57	1
3.0	678.90	4.95	6.54	.24	.026	.57	1
3.5	679.03	6.74	6.67	.32	.026	.57	1
4.0	679.18	6.11	6.82	.29	.026	.57	1
4.5	679.34	6.30	6.98	.30	.026	.57	1
5.0	679.51	6.84	7.15	.33	.026	.57	1
5.5	679.68	7.17	7.32	.34	.026	.57	1
6.0	679.86	7.29	7.50	.35	.026	.57	1
6.5	680.03	7.34	7.67	.35	.026	.57	1
7.0	680.20	7.36	7.84	.35	.026	.57	1
7.5	680.36	7.37	8.00	.35	.026	.57	1
8.0	680.51	7.35	8.15	.35	.026	.57	1
8.5	680.65	7.31	8.29	.35	.026	.57	1
9.0	680.77	7.24	8.41	.34	.026	.57	1
9.5	680.88	7.14	8.52	.34	.026	.57	1
10.0	680.98	7.01	8.62	.33	.026	.57	1
10.5	681.06	6.85	8.70	.33	.026	.57	1
11.0	681.13	6.66	8.77	.32	.000	.57	1

SOLUCOES NA SECAO 49

HORA	NÍVEL	VAZÃO	PROFUND	VELOC	RUG	P	CORRIDA
.0	678.50	.10	4.10	.02	.027	.57	1
.5	678.44	-2.42	4.04	-.54	.027	.57	1
1.0	678.59	-8.02	4.19	-1.78	.027	.57	1
1.5	678.73	-16.96	4.33	-3.77	.027	.57	1
2.0	678.74	-1.45	4.34	-.32	.027	.57	1
2.5	678.88	-7.30	4.48	-1.62	.027	.57	1
3.0	679.03	-13.10	4.63	-2.91	.027	.57	1
3.5	679.23	-26.50	4.83	-5.89	.027	.57	1
4.0	679.31	-11.40	4.91	-2.53	.027	.57	1
4.5	679.49	-15.55	5.09	-3.46	.027	.57	1
5.0	679.67	-17.94	5.27	-3.99	.027	.57	1
5.5	679.84	-17.55	5.44	-3.90	.027	.57	1
6.0	680.00	-15.43	5.60	-3.43	.027	.57	1
6.5	680.16	-13.31	5.76	-2.96	.027	.57	1
7.0	680.32	-11.66	5.92	-2.59	.027	.57	1
7.5	680.48	-10.51	6.08	-2.34	.027	.57	1
8.0	680.62	-9.69	6.22	-2.15	.027	.57	1
8.5	680.75	-9.07	6.35	-2.01	.027	.57	1
9.0	680.87	-8.58	6.47	-1.91	.027	.57	1
9.5	680.98	-8.18	6.58	-1.82	.027	.57	1

10.0	681.07	-7.84	6.67	-1.74	.027	.57	1
10.5	681.14	-7.56	6.74	-1.68	.027	.57	1
11.0	681.20	-7.31	6.80	-1.62	.000	.57	1

SOLUCOES NA SECAO 50

HORA	NÍVEL	VAZÃO	PROFUND	VELOC	RUG	P	CORRIDA
.0	678.23	.10	4.89	.01	.027	.57	1
.5	678.48	-2.42	5.14	-.30	.027	.57	1
1.0	678.59	-8.02	5.25	-1.00	.027	.57	1
1.5	678.67	-16.96	5.33	-2.12	.027	.57	1
2.0	678.78	-1.45	5.44	-.18	.027	.57	1
2.5	678.89	-7.30	5.55	-.91	.027	.57	1
3.0	679.01	-13.10	5.67	-1.64	.027	.57	1
3.5	679.14	-26.50	5.80	-3.31	.027	.57	1
4.0	679.30	-11.40	5.96	-1.43	.027	.57	1
4.5	679.46	-15.55	6.12	-1.94	.027	.57	1
5.0	679.63	-17.94	6.29	-2.24	.027	.57	1
5.5	679.81	-17.55	6.47	-2.19	.027	.57	1
6.0	679.98	-15.43	6.64	-1.93	.027	.57	1
6.5	680.15	-13.31	6.81	-1.66	.027	.57	1
7.0	680.32	-11.66	6.98	-1.46	.027	.57	1
7.5	680.47	-10.51	7.13	-1.31	.027	.57	1
8.0	680.62	-9.69	7.28	-1.21	.027	.57	1
8.5	680.75	-9.07	7.41	-1.13	.027	.57	1
9.0	680.87	-8.58	7.53	-1.07	.027	.57	1
9.5	680.98	-8.18	7.64	-1.02	.027	.57	1
10.0	681.07	-7.84	7.73	-.98	.027	.57	1
10.5	681.14	-7.56	7.80	-.94	.027	.57	1
11.0	681.20	-7.31	7.86	-.91	.000	.57	1

SOLUCOES NA SECAO 51

HORA	NÍVEL	VAZÃO	PROFUND	VELOC	RUG	P	CORRIDA
.0	678.54	188.00	7.38	.91	.025	.57	1
.5	678.56	161.83	7.40	.78	.025	.57	1
1.0	678.65	180.43	7.49	.86	.025	.57	1
1.5	678.75	195.07	7.59	.92	.025	.57	1
2.0	678.85	194.24	7.69	.90	.025	.57	1
2.5	678.96	205.70	7.80	.94	.025	.57	1
3.0	679.09	219.80	7.93	.99	.025	.57	1
3.5	679.23	239.01	8.07	1.06	.025	.57	1
4.0	679.39	241.21	8.23	1.05	.025	.57	1
4.5	679.55	252.96	8.39	1.08	.025	.57	1
5.0	679.73	263.21	8.57	1.10	.025	.57	1
5.5	679.90	269.61	8.74	1.10	.025	.57	1
6.0	680.07	272.60	8.91	1.09	.025	.57	1
6.5	680.24	273.29	9.08	1.08	.025	.57	1
7.0	680.40	272.18	9.24	1.05	.025	.57	1
7.5	680.55	269.51	9.39	1.02	.025	.57	1
8.0	680.69	265.31	9.53	.99	.025	.57	1
8.5	680.82	259.73	9.66	.96	.025	.57	1
9.0	680.93	252.95	9.77	.92	.025	.57	1
9.5	681.04	245.11	9.88	.89	.025	.57	1
10.0	681.12	236.34	9.96	.85	.025	.57	1
10.5	681.19	226.75	10.03	.81	.025	.57	1
11.0	681.25	216.60	10.09	.77	.000	.57	1

SOLUCOES NA SECAO 52

HORA	NÍVEL	VAZÃO	PROFUND	VELOC	RUG	P	CORRIDA
.0	678.50	184.10	7.71	.65	.025	.57	1
.5	678.51	160.59	7.72	.56	.025	.57	1
1.0	678.59	173.70	7.80	.60	.025	.57	1

1.5	678.67	188.57	7.88	.65	.025	.57	1
2.0	678.78	186.42	7.99	.63	.025	.57	1
2.5	678.89	197.56	8.10	.66	.025	.57	1
3.0	679.01	210.48	8.22	.69	.025	.57	1
3.5	679.14	228.73	8.35	.74	.025	.57	1
4.0	679.30	229.29	8.51	.73	.025	.57	1
4.5	679.46	240.77	8.67	.75	.025	.57	1
5.0	679.63	250.51	8.84	.77	.025	.57	1
5.5	679.81	256.71	9.02	.77	.025	.57	1
6.0	679.98	259.76	9.19	.76	.025	.57	1
6.5	680.15	260.77	9.36	.75	.025	.57	1
7.0	680.32	260.18	9.53	.74	.025	.57	1
7.5	680.47	258.19	9.68	.72	.025	.57	1
8.0	680.62	254.82	9.83	.70	.025	.57	1
8.5	680.75	250.17	9.96	.68	.025	.57	1
9.0	680.87	244.38	10.08	.66	.025	.57	1
9.5	680.98	237.60	10.19	.63	.025	.57	1
10.0	681.07	229.92	10.28	.60	.025	.57	1
10.5	681.14	221.47	10.35	.58	.025	.57	1
11.0	681.20	212.44	10.41	.55	.000	.57	1

SOLUCOES NA SECAO 53

HORA	NÍVEL	VAZÃO	PROFUND	VELOC	RUG	P	CORRIDA
.0	678.50	183.40	7.71	.64	.025	.57	1
.5	678.51	158.17	7.72	.55	.025	.57	1
1.0	678.59	165.68	7.80	.57	.025	.57	1
1.5	678.67	171.62	7.88	.59	.025	.57	1
2.0	678.78	184.97	7.99	.63	.025	.57	1
2.5	678.89	190.26	8.10	.64	.025	.57	1
3.0	679.01	197.39	8.22	.65	.025	.57	1
3.5	679.14	202.23	8.35	.65	.025	.57	1
4.0	679.30	217.89	8.51	.69	.025	.57	1
4.5	679.46	225.22	8.67	.70	.025	.57	1
5.0	679.63	232.57	8.84	.71	.025	.57	1
5.5	679.81	239.17	9.02	.72	.025	.57	1
6.0	679.98	244.33	9.19	.72	.025	.57	1
6.5	680.15	247.46	9.36	.71	.025	.57	1
7.0	680.32	248.52	9.53	.70	.025	.57	1
7.5	680.47	247.68	9.68	.69	.025	.57	1
8.0	680.62	245.14	9.83	.67	.025	.57	1
8.5	680.75	241.10	9.96	.65	.025	.57	1
9.0	680.87	235.80	10.08	.63	.025	.57	1
9.5	680.98	229.42	10.19	.61	.025	.57	1
10.0	681.07	222.08	10.28	.58	.025	.57	1
10.5	681.14	213.91	10.35	.56	.025	.57	1
11.0	681.20	205.14	10.41	.53	.000	.57	1

SOLUCOES NA SECAO 54

HORA	NÍVEL	VAZÃO	PROFUND	VELOC	RUG	P	CORRIDA
.0	678.38	180.30	7.73	.83	.025	.57	1
.5	678.49	155.38	7.84	.71	.025	.57	1
1.0	678.56	162.35	7.91	.73	.025	.57	1
1.5	678.64	167.64	7.99	.75	.025	.57	1
2.0	678.74	180.00	8.09	.79	.025	.57	1
2.5	678.85	185.37	8.20	.81	.025	.57	1
3.0	678.97	191.71	8.32	.82	.025	.57	1
3.5	679.10	196.04	8.45	.83	.025	.57	1
4.0	679.26	210.32	8.61	.87	.025	.57	1
4.5	679.42	217.76	8.77	.89	.025	.57	1
5.0	679.59	224.66	8.94	.90	.025	.57	1
5.5	679.76	231.07	9.11	.91	.025	.57	1

6.0	679.93	236.21	9.28	.91	.025	.57	1
6.5	680.11	239.49	9.46	.90	.025	.57	1
7.0	680.27	240.85	9.62	.89	.025	.57	1
7.5	680.43	240.43	9.78	.88	.025	.57	1
8.0	680.58	238.39	9.93	.86	.025	.57	1
8.5	680.71	234.92	10.06	.83	.025	.57	1
9.0	680.84	230.25	10.19	.81	.025	.57	1
9.5	680.94	224.53	10.29	.78	.025	.57	1
10.0	681.04	217.88	10.39	.75	.025	.57	1
10.5	681.11	210.42	10.46	.72	.025	.57	1
11.0	681.18	202.36	10.53	.69	.000	.57	1

SOLUCOES NA SECAO 55

HORA	NÍVEL	VAZÃO	PROFUND	VELOC	RUG	P	CORRIDA
.0	678.45	179.80	8.01	.61	.025	.57	1
.5	678.46	150.85	8.02	.51	.025	.57	1
1.0	678.54	157.51	8.10	.53	.025	.57	1
1.5	678.62	161.79	8.18	.53	.025	.57	1
2.0	678.72	172.88	8.28	.56	.025	.57	1
2.5	678.83	178.15	8.39	.57	.025	.57	1
3.0	678.94	183.37	8.50	.58	.025	.57	1
3.5	679.08	186.86	8.64	.58	.025	.57	1
4.0	679.23	199.38	8.79	.61	.025	.57	1
4.5	679.39	206.74	8.95	.62	.025	.57	1
5.0	679.56	212.98	9.12	.63	.025	.57	1
5.5	679.74	219.11	9.30	.64	.025	.57	1
6.0	679.91	224.19	9.47	.64	.025	.57	1
6.5	680.08	227.67	9.64	.64	.025	.57	1
7.0	680.25	229.44	9.81	.63	.025	.57	1
7.5	680.41	229.61	9.97	.62	.025	.57	1
8.0	680.56	228.29	10.12	.61	.025	.57	1
8.5	680.69	225.66	10.25	.59	.025	.57	1
9.0	680.82	221.90	10.38	.58	.025	.57	1
9.5	680.93	217.16	10.49	.56	.025	.57	1
10.0	681.02	211.54	10.58	.54	.025	.57	1
10.5	681.10	205.14	10.66	.52	.025	.57	1
11.0	681.16	198.14	10.72	.50	.000	.57	1

SOLUCOES NA SECAO 56

HORA	NÍVEL	VAZÃO	PROFUND	VELOC	RUG	P	CORRIDA
.0	678.43	176.30	8.15	.58	.025	.57	1
.5	678.45	150.68	8.17	.50	.025	.57	1
1.0	678.52	154.53	8.24	.51	.025	.57	1
1.5	678.60	158.80	8.32	.52	.025	.57	1
2.0	678.70	169.22	8.42	.54	.025	.57	1
2.5	678.81	174.36	8.53	.55	.025	.57	1
3.0	678.93	179.00	8.65	.56	.025	.57	1
3.5	679.06	182.02	8.78	.56	.025	.57	1
4.0	679.21	193.72	8.93	.59	.025	.57	1
4.5	679.37	200.95	9.09	.60	.025	.57	1
5.0	679.54	206.86	9.26	.60	.025	.57	1
5.5	679.72	212.83	9.44	.61	.025	.57	1
6.0	679.89	217.87	9.61	.61	.025	.57	1
6.5	680.06	221.44	9.78	.61	.025	.57	1
7.0	680.23	223.43	9.95	.61	.025	.57	1
7.5	680.39	223.89	10.11	.60	.025	.57	1
8.0	680.54	222.96	10.26	.59	.025	.57	1
8.5	680.68	220.76	10.40	.57	.025	.57	1
9.0	680.80	217.49	10.52	.56	.025	.57	1
9.5	680.91	213.25	10.63	.54	.025	.57	1
10.0	681.01	208.17	10.73	.52	.025	.57	1

10.5	681.09	202.33	10.81	.51	.025	.57	1
11.0	681.15	195.88	10.87	.49	.000	.57	1

SOLUCOES NA SECAO 57

HORA	NÍVEL	VAZÃO	PROFUND	VELOC	RUG	P	CORRIDA
.0	678.42	174.30	8.28	.75	.025	.57	1
.5	678.42	150.68	8.28	.65	.025	.57	1
1.0	678.50	153.18	8.36	.65	.025	.57	1
1.5	678.58	157.45	8.44	.67	.025	.57	1
2.0	678.67	167.58	8.53	.70	.025	.57	1
2.5	678.78	172.63	8.64	.71	.025	.57	1
3.0	678.90	177.01	8.76	.72	.025	.57	1
3.5	679.03	179.81	8.89	.72	.025	.57	1
4.0	679.18	191.17	9.04	.76	.025	.57	1
4.5	679.34	198.31	9.20	.77	.025	.57	1
5.0	679.51	204.06	9.37	.78	.025	.57	1
5.5	679.68	209.97	9.54	.79	.025	.57	1
6.0	679.86	214.98	9.72	.79	.025	.57	1
6.5	680.03	218.59	9.89	.79	.025	.57	1
7.0	680.20	220.67	10.06	.78	.025	.57	1
7.5	680.36	221.27	10.22	.77	.025	.57	1
8.0	680.51	220.50	10.37	.76	.025	.57	1
8.5	680.65	218.51	10.51	.74	.025	.57	1
9.0	680.77	215.45	10.63	.72	.025	.57	1
9.5	680.88	211.45	10.74	.70	.025	.57	1
10.0	680.98	206.61	10.84	.68	.025	.57	1
10.5	681.06	201.02	10.92	.66	.025	.57	1
11.0	681.13	194.83	10.99	.63	.000	.57	1

SOLUCOES NA SECAO 58

HORA	NÍVEL	VAZÃO	PROFUND	VELOC	RUG	P	CORRIDA
.0	678.42	177.70	8.28	.77	.025	.57	1
.5	678.42	153.90	8.28	.66	.025	.57	1
1.0	678.50	156.50	8.36	.67	.025	.57	1
1.5	678.58	162.33	8.44	.69	.025	.57	1
2.0	678.67	171.34	8.53	.72	.025	.57	1
2.5	678.78	176.55	8.64	.73	.025	.57	1
3.0	678.90	181.96	8.76	.74	.025	.57	1
3.5	679.03	186.55	8.89	.75	.025	.57	1
4.0	679.18	197.28	9.04	.78	.025	.57	1
4.5	679.34	204.61	9.20	.79	.025	.57	1
5.0	679.51	210.90	9.37	.80	.025	.57	1
5.5	679.68	217.14	9.54	.81	.025	.57	1
6.0	679.86	222.27	9.72	.82	.025	.57	1
6.5	680.03	225.93	9.89	.82	.025	.57	1
7.0	680.20	228.03	10.06	.81	.025	.57	1
7.5	680.36	228.64	10.22	.80	.025	.57	1
8.0	680.51	227.85	10.37	.78	.025	.57	1
8.5	680.65	225.82	10.51	.77	.025	.57	1
9.0	680.77	222.69	10.63	.75	.025	.57	1
9.5	680.88	218.59	10.74	.73	.025	.57	1
10.0	680.98	213.62	10.84	.70	.025	.57	1
10.5	681.06	207.87	10.92	.68	.025	.57	1
11.0	681.13	201.49	10.99	.65	.000	.57	1

SOLUCOES NA SECAO 59

HORA	NÍVEL	VAZÃO	PROFUND	VELOC	RUG	P	CORRIDA
.0	678.32	171.60	8.50	.72	.025	.57	1
.5	678.38	152.95	8.56	.64	.025	.57	1
1.0	678.45	153.44	8.63	.64	.025	.57	1
1.5	678.53	158.90	8.71	.65	.025	.57	1

2.0	678.62	167.36	8.80	.68	.025	.57	1
2.5	678.72	172.18	8.90	.69	.025	.57	1
3.0	678.84	176.95	9.02	.70	.025	.57	1
3.5	678.97	180.94	9.15	.71	.025	.57	1
4.0	679.12	191.01	9.30	.73	.025	.57	1
4.5	679.28	197.95	9.46	.75	.025	.57	1
5.0	679.44	203.85	9.62	.76	.025	.57	1
5.5	679.61	209.93	9.79	.77	.025	.57	1
6.0	679.79	214.96	9.97	.77	.025	.57	1
6.5	679.96	218.69	10.14	.77	.025	.57	1
7.0	680.13	220.99	10.31	.77	.025	.57	1
7.5	680.29	221.92	10.47	.76	.025	.57	1
8.0	680.45	221.55	10.63	.74	.025	.57	1
8.5	680.59	220.00	10.77	.73	.025	.57	1
9.0	680.72	217.42	10.90	.71	.025	.57	1
9.5	680.83	213.91	11.01	.69	.025	.57	1
10.0	680.93	209.55	11.11	.67	.025	.57	1
10.5	681.02	204.45	11.20	.65	.025	.57	1
11.0	681.09	198.72	11.27	.63	.000	.57	1

SOLUCOES NA SECAO 60

HORA	NÍVEL	VAZÃO	PROFUND	VELOC	RUG	P	CORRIDA
.0	678.32	175.20	8.50	.74	.025	.57	1
.5	678.38	161.33	8.56	.67	.025	.57	1
1.0	678.45	161.60	8.63	.67	.025	.57	1
1.5	678.53	170.07	8.71	.70	.025	.57	1
2.0	678.62	176.94	8.80	.72	.025	.57	1
2.5	678.72	182.91	8.90	.73	.025	.57	1
3.0	678.84	189.86	9.02	.75	.025	.57	1
3.5	678.97	197.14	9.15	.77	.025	.57	1
4.0	679.12	206.49	9.30	.79	.025	.57	1
4.5	679.28	214.85	9.46	.81	.025	.57	1
5.0	679.44	222.59	9.62	.83	.025	.57	1
5.5	679.61	229.97	9.79	.84	.025	.57	1
6.0	679.79	235.93	9.97	.85	.025	.57	1
6.5	679.96	240.44	10.14	.85	.025	.57	1
7.0	680.13	243.44	10.31	.84	.025	.57	1
7.5	680.29	244.92	10.47	.84	.025	.57	1
8.0	680.45	244.95	10.63	.82	.025	.57	1
8.5	680.59	243.65	10.77	.81	.025	.57	1
9.0	680.72	241.15	10.90	.79	.025	.57	1
9.5	680.83	237.56	11.01	.77	.025	.57	1
10.0	680.93	232.96	11.11	.75	.025	.57	1
10.5	681.02	227.47	11.20	.73	.025	.57	1
11.0	681.09	221.23	11.27	.70	.000	.57	1

SOLUCOES NA SECAO 61

HORA	NÍVEL	VAZÃO	PROFUND	VELOC	RUG	P	CORRIDA
.0	678.30	169.10	8.61	.53	.025	.57	1
.5	678.38	159.13	8.69	.49	.025	.57	1
1.0	678.44	159.44	8.75	.49	.025	.57	1
1.5	678.52	167.19	8.83	.51	.025	.57	1
2.0	678.61	173.71	8.92	.53	.025	.57	1
2.5	678.71	179.27	9.02	.54	.025	.57	1
3.0	678.83	185.69	9.14	.55	.025	.57	1
3.5	678.96	192.44	9.27	.56	.025	.57	1
4.0	679.11	201.35	9.42	.58	.025	.57	1
4.5	679.27	209.29	9.58	.59	.025	.57	1
5.0	679.43	216.71	9.74	.60	.025	.57	1
5.5	679.61	223.95	9.92	.61	.025	.57	1
6.0	679.78	229.82	10.09	.62	.025	.57	1



6.5	679.95	234.37	10.26	.62	.025	.57	1
7.0	680.12	237.52	10.43	.62	.025	.57	1
7.5	680.29	239.26	10.60	.61	.025	.57	1
8.0	680.44	239.64	10.75	.60	.025	.57	1
8.5	680.58	238.74	10.89	.59	.025	.57	1
9.0	680.71	236.68	11.02	.58	.025	.57	1
9.5	680.82	233.58	11.13	.57	.025	.57	1
10.0	680.93	229.50	11.24	.55	.025	.57	1
10.5	681.01	224.55	11.32	.54	.025	.57	1
11.0	681.08	218.85	11.39	.52	.000	.57	1

SOLUCOES NA SECAO 62

HORA	NÍVEL	VAZÃO	PROFUND	VELOC	RUG	P	CORRIDA
.0	678.30	174.90	8.61	.55	.025	.57	1
.5	678.38	166.43	8.69	.52	.025	.57	1
1.0	678.44	167.72	8.75	.52	.025	.57	1
1.5	678.52	176.82	8.83	.54	.025	.57	1
2.0	678.61	182.82	8.92	.55	.025	.57	1
2.5	678.71	189.24	9.02	.57	.025	.57	1
3.0	678.83	197.11	9.14	.58	.025	.57	1
3.5	678.96	206.02	9.27	.60	.025	.57	1
4.0	679.11	215.06	9.42	.62	.025	.57	1
4.5	679.27	224.24	9.58	.63	.025	.57	1
5.0	679.43	233.16	9.74	.65	.025	.57	1
5.5	679.61	241.66	9.92	.66	.025	.57	1
6.0	679.78	248.53	10.09	.67	.025	.57	1
6.5	679.95	253.97	10.26	.67	.025	.57	1
7.0	680.12	257.92	10.43	.67	.025	.57	1
7.5	680.29	260.33	10.60	.66	.025	.57	1
8.0	680.44	261.24	10.75	.66	.025	.57	1
8.5	680.58	260.73	10.89	.65	.025	.57	1
9.0	680.71	258.90	11.02	.63	.025	.57	1
9.5	680.82	255.88	11.13	.62	.025	.57	1
10.0	680.93	251.73	11.24	.61	.025	.57	1
10.5	681.01	246.55	11.32	.59	.025	.57	1
11.0	681.08	240.50	11.39	.57	.000	.57	1

SOLUCOES NA SECAO 63

HORA	NÍVEL	VAZÃO	PROFUND	VELOC	RUG	P	CORRIDA
.0	678.28	168.90	8.70	.52	.025	.57	1
.5	678.38	164.17	8.79	.50	.025	.57	1
1.0	678.43	166.01	8.85	.51	.025	.57	1
1.5	678.51	174.35	8.93	.53	.025	.57	1
2.0	678.60	180.05	9.02	.54	.025	.57	1
2.5	678.71	186.12	9.13	.55	.025	.57	1
3.0	678.82	193.55	9.24	.57	.025	.57	1
3.5	678.96	202.00	9.38	.58	.025	.57	1
4.0	679.10	210.65	9.52	.60	.025	.57	1
4.5	679.26	219.48	9.68	.61	.025	.57	1
5.0	679.42	228.12	9.84	.63	.025	.57	1
5.5	679.60	236.51	10.02	.64	.025	.57	1
6.0	679.77	243.29	10.19	.65	.025	.57	1
6.5	679.94	248.76	10.36	.65	.025	.57	1
7.0	680.11	252.85	10.53	.65	.025	.57	1
7.5	680.28	255.47	10.70	.65	.025	.57	1
8.0	680.43	256.67	10.85	.64	.025	.57	1
8.5	680.57	256.51	10.99	.63	.025	.57	1
9.0	680.70	255.07	11.12	.62	.025	.57	1
9.5	680.82	252.46	11.24	.61	.025	.57	1
10.0	680.92	248.75	11.34	.59	.025	.57	1
10.5	681.00	244.04	11.42	.58	.025	.57	1

11.0	681.07	238.45	11.49	.56	.000	.57	1
------	--------	--------	-------	-----	------	-----	---

SOLUCOES NA SECAO 64

HORA	NÍVEL	VAZÃO	PROFUND	VELOC	RUG	P	CORRIDA
.0	678.25	166.00	8.99	.50	.025	.57	1
.5	678.35	157.01	9.09	.47	.025	.57	1
1.0	678.40	162.49	9.14	.48	.025	.57	1
1.5	678.48	168.67	9.22	.49	.025	.57	1
2.0	678.57	173.72	9.31	.50	.025	.57	1
2.5	678.67	178.98	9.41	.51	.025	.57	1
3.0	678.79	185.40	9.53	.53	.025	.57	1
3.5	678.92	192.81	9.66	.54	.025	.57	1
4.0	679.07	200.58	9.81	.55	.025	.57	1
4.5	679.22	208.59	9.96	.57	.025	.57	1
5.0	679.39	216.56	10.13	.58	.025	.57	1
5.5	679.56	224.70	10.30	.59	.025	.57	1
6.0	679.73	231.22	10.47	.60	.025	.57	1
6.5	679.90	236.78	10.64	.60	.025	.57	1
7.0	680.07	241.16	10.81	.60	.025	.57	1
7.5	680.24	244.27	10.98	.60	.025	.57	1
8.0	680.39	246.12	11.13	.60	.025	.57	1
8.5	680.53	246.74	11.27	.59	.025	.57	1
9.0	680.66	246.18	11.40	.58	.025	.57	1
9.5	680.78	244.52	11.52	.57	.025	.57	1
10.0	680.88	241.83	11.62	.56	.025	.57	1
10.5	680.97	238.17	11.71	.55	.025	.57	1
11.0	681.04	233.66	11.78	.54	.000	.57	1

SOLUCOES NA SECAO 65

HORA	NÍVEL	VAZÃO	PROFUND	VELOC	RUG	P	CORRIDA
.0	678.22	163.60	9.27	.68	.025	.57	1
.5	678.31	156.57	9.36	.64	.025	.57	1
1.0	678.36	162.14	9.41	.66	.025	.57	1
1.5	678.44	168.14	9.49	.68	.025	.57	1
2.0	678.53	173.12	9.58	.70	.025	.57	1
2.5	678.63	178.30	9.68	.71	.025	.57	1
3.0	678.74	184.62	9.79	.73	.025	.57	1
3.5	678.87	191.93	9.92	.74	.025	.57	1
4.0	679.01	199.61	10.06	.76	.025	.57	1
4.5	679.17	207.55	10.22	.78	.025	.57	1
5.0	679.33	215.45	10.38	.80	.025	.57	1
5.5	679.50	222.43	10.55	.81	.025	.57	1
6.0	679.67	229.03	10.72	.82	.025	.57	1
6.5	679.84	234.58	10.89	.83	.025	.57	1
7.0	680.01	239.00	11.06	.83	.025	.57	1
7.5	680.18	242.20	11.23	.83	.025	.57	1
8.0	680.33	244.17	11.38	.83	.025	.57	1
8.5	680.47	244.92	11.52	.82	.025	.57	1
9.0	680.61	244.52	11.66	.81	.025	.57	1
9.5	680.73	243.04	11.78	.79	.025	.57	1
10.0	680.83	240.53	11.88	.78	.025	.57	1
10.5	680.92	237.07	11.97	.76	.025	.57	1
11.0	680.99	232.75	12.04	.74	.000	.57	1

SOLUCOES NA SECAO 66

HORA	NÍVEL	VAZÃO	PROFUND	VELOC	RUG	P	CORRIDA
.0	678.20	159.90	9.57	.52	.025	.57	1
.5	678.27	154.84	9.64	.50	.025	.57	1
1.0	678.32	160.96	9.69	.52	.025	.57	1
1.5	678.40	166.29	9.77	.53	.025	.57	1
2.0	678.48	170.99	9.85	.54	.025	.57	1

2.5	678.58	175.91	9.95	.55	.025	.57	1
3.0	678.69	181.90	10.06	.56	.025	.57	1
3.5	678.82	188.87	10.19	.58	.025	.57	1
4.0	678.96	196.24	10.33	.59	.025	.57	1
4.5	679.11	203.89	10.48	.61	.025	.57	1
5.0	679.27	211.56	10.64	.62	.025	.57	1
5.5	679.44	218.43	10.81	.63	.025	.57	1
6.0	679.61	224.92	10.98	.64	.025	.57	1
6.5	679.78	230.48	11.15	.65	.025	.57	1
7.0	679.95	234.98	11.32	.65	.025	.57	1
7.5	680.11	238.32	11.48	.65	.025	.57	1
8.0	680.27	240.49	11.64	.65	.025	.57	1
8.5	680.42	241.49	11.79	.64	.025	.57	1
9.0	680.55	241.39	11.92	.63	.025	.57	1
9.5	680.67	240.22	12.04	.62	.025	.57	1
10.0	680.78	238.06	12.15	.61	.025	.57	1
10.5	680.87	234.95	12.24	.60	.025	.57	1
11.0	680.95	230.99	12.32	.59	.000	.57	1

SOLUCOES NA SECAO 67

HORA	NÍVEL	VAZÃO	PROFUND	VELOC	RUG	P	CORRIDA
.0	678.18	146.60	9.86	.46	.025	.57	1
.5	678.24	153.42	9.92	.48	.025	.57	1
1.0	678.29	158.96	9.97	.50	.025	.57	1
1.5	678.37	163.35	10.05	.51	.025	.57	1
2.0	678.45	167.59	10.13	.52	.025	.57	1
2.5	678.55	172.08	10.23	.53	.025	.57	1
3.0	678.66	177.55	10.34	.54	.025	.57	1
3.5	678.79	183.97	10.47	.55	.025	.57	1
4.0	678.92	190.84	10.60	.56	.025	.57	1
4.5	679.07	198.03	10.75	.58	.025	.57	1
5.0	679.23	205.31	10.91	.59	.025	.57	1
5.5	679.40	211.96	11.08	.60	.025	.57	1
6.0	679.57	218.30	11.25	.61	.025	.57	1
6.5	679.74	223.84	11.42	.61	.025	.57	1
7.0	679.91	228.44	11.59	.62	.025	.57	1
7.5	680.08	232.00	11.76	.62	.025	.57	1
8.0	680.23	234.49	11.91	.62	.025	.57	1
8.5	680.38	235.89	12.06	.61	.025	.57	1
9.0	680.51	236.24	12.19	.61	.025	.57	1
9.5	680.63	235.59	12.31	.60	.025	.57	1
10.0	680.74	233.96	12.42	.59	.025	.57	1
10.5	680.84	231.43	12.52	.58	.025	.57	1
11.0	680.91	228.06	12.59	.57	.000	.57	1

SOLUCOES NA SECAO 68

HORA	NÍVEL	VAZÃO	PROFUND	VELOC	RUG	P	CORRIDA
.0	678.16	118.40	10.16	.49	.025	.57	1
.5	678.20	152.62	10.20	.62	.025	.57	1
1.0	678.25	155.19	10.25	.63	.025	.57	1
1.5	678.32	158.20	10.32	.64	.025	.57	1
2.0	678.41	161.55	10.41	.65	.025	.57	1
2.5	678.50	165.30	10.50	.66	.025	.57	1
3.0	678.61	169.88	10.61	.67	.025	.57	1
3.5	678.74	175.32	10.74	.68	.025	.57	1
4.0	678.87	181.31	10.87	.69	.025	.57	1
4.5	679.02	187.68	11.02	.71	.025	.57	1
5.0	679.18	194.25	11.18	.72	.025	.57	1
5.5	679.34	200.51	11.34	.74	.025	.57	1
6.0	679.51	206.54	11.51	.75	.025	.57	1
6.5	679.68	212.03	11.68	.76	.025	.57	1

7.0	679.85	216.80	11.85	.76	.025	.57	1
7.5	680.01	220.73	12.01	.77	.025	.57	1
8.0	680.17	223.75	12.17	.77	.025	.57	1
8.5	680.32	225.84	12.32	.76	.025	.57	1
9.0	680.45	227.00	12.45	.76	.025	.57	1
9.5	680.58	227.23	12.58	.75	.025	.57	1
10.0	680.69	226.57	12.69	.74	.025	.57	1
10.5	680.78	225.04	12.78	.73	.025	.57	1
11.0	680.86	222.71	12.86	.72	.000	.57	1

## ANEXO D

### ARQUIVO DE RESULTADOS AO LONGO DO ESPAÇO

Obs: Apresenta-se apenas a primeira pagina do arquivo representando as seções reais do trecho

ARQUIVO DE RESULTADO AO LONGO DO ESPAÇO								
DADOS DO MODELO								
DTInic	IDURi	HORAS	DT	IDUR	B0(J)	B0(NS)	DX	EXTENSAO
60.00	12	****	1800.00	23	27.00	24.00	994.00	77493.00
PARAMETROS DO MODELO								
TETA	P	ni	Qlat	No Secoes	Enchente	CCAL	IETHE	
.900	.570	.000	Qlat = ZER	185	1	0	5	
SOLUCOES CALCULADAS NA HORA 0.								
SECAO	NÍVEL	VAZÃO	ALTURA	VELOC	RUGOS	YMAX		
1	683.92	481.5	6.20	2.876	.026	684.00		
2	683.15	362.1	6.20	2.086	.026	680.90		
3	682.38	274.0	6.20	1.921	.026	680.00		
4	681.62	227.5	6.20	1.184	.026	678.00		
5	680.85	200.8	6.20	1.012	.026	677.00		
6	680.08	193.1	6.20	.944	.026	678.60		
7	679.32	193.3	6.20	.917	.026	678.10		
8	678.73	196.8	6.38	1.142	.025	676.00		
9	678.69	198.4	6.59	1.075	.025	678.50		
10	678.65	198.2	6.65	.806	.025	677.00		
11	678.59	196.8	7.12	.987	.025	677.70		
12	678.56	199.0	7.21	.746	.025	676.90		
13	678.54	198.7	7.38	.962	.025	677.60		
14	678.54	10.6	1.34	.316	.027	679.20		
15	678.52	10.8	1.32	.327	.027	679.20		
16	678.52	3.0	1.32	.189	.027	679.20		
17	678.50	3.4	1.40	.202	.027	679.10		
18	678.48	3.7	1.68	.110	.027	678.80		
19	678.48	2.7	1.68	.080	.027	678.80		
20	678.46	3.0	1.66	.090	.027	678.80		
21	678.46	3.1	1.66	.133	.027	678.80		
22	678.46	2.9	1.66	.125	.027	678.80		
23	678.40	2.9	2.20	.094	.027	678.20		
24	678.52	7.9	1.32	.374	.027	679.20		
25	678.50	8.0	1.60	.312	.027	678.90		
26	678.50	8.7	1.60	.340	.027	678.90		
27	678.49	9.1	2.39	.238	.027	678.10		
28	678.47	9.3	2.27	.256	.027	678.20		
29	678.47	7.1	2.27	.195	.027	678.20		
30	678.42	7.2	2.02	.223	.027	678.40		
31	678.40	7.1	2.20	.202	.027	678.20		
32	678.40	10.1	2.20	.328	.027	678.20		
33	678.34	10.0	2.44	.293	.027	678.10		
34	678.34	3.7	2.44	.152	.027	678.10		
35	678.32	3.6	3.12	.115	.026	677.90		
36	678.34	6.3	2.44	.184	.027	678.10		
37	678.32	6.1	2.22	.196	.027	677.90		
38	678.30	5.8	2.80	.148	.026	678.10		
39	678.46	.2	4.86	.157	.027	674.73		
40	678.46	.2	4.86	.157	.027	674.73		
41	678.48	1.0	3.70	.787	.027	675.91		
42	678.46	1.0	4.86	.787	.027	674.73		

43	678.46	1.2	4.86	.944	.027	674.73
44	678.45	1.2	5.85	.944	.027	673.73
45	678.47	2.2	5.47	1.731	.027	674.13
46	678.45	2.2	5.85	1.731	.027	673.73
47	678.45	3.4	5.85	.162	.026	675.60
48	678.42	3.4	6.06	.162	.026	675.36
49	678.50	.1	4.10	.022	.027	676.40
50	678.23	.1	4.89	.013	.027	675.34
51	678.54	188.0	7.38	.910	.025	677.60
52	678.50	184.1	7.71	.645	.025	677.00
53	678.50	183.4	7.71	.643	.025	677.00
54	678.38	180.3	7.73	.833	.025	677.70
55	678.45	179.8	8.01	.607	.025	678.20
56	678.43	176.3	8.15	.585	.025	676.10
57	678.42	174.3	8.28	.752	.025	677.00
58	678.42	177.7	8.28	.766	.025	677.00
59	678.32	171.6	8.50	.721	.025	675.70
60	678.32	175.2	8.50	.736	.025	675.70
61	678.30	169.1	8.61	.531	.025	675.50
62	678.30	174.9	8.61	.549	.025	675.50
63	678.28	168.9	8.70	.525	.025	675.40
64	678.25	166.0	8.99	.499	.025	680.30
65	678.22	163.6	9.27	.679	.025	678.40
66	678.20	159.9	9.57	.522	.025	674.30
67	678.18	146.6	9.86	.465	.025	674.70
68	678.16	118.4	10.16	.486	.025	674.22

## ANEXO E

### ARQUIVO DE RESULTADOS AO LONGO DO TEMPO

Obs: Apresenta-se apenas a primeira pagina do arquivo representando as seções reais do trecho

```

ARQUIVO DE RESULTADO AO LONGO DO TEMPO
DADOS DO MODELO                               Fase    20
DTinic IDURi HORAS   DT      IDUR  B0(J)  B0(NS)  DX      EXTENSAO
60.00  12   ****   1800.00  23  27.00  24.00   994.00  77493.00

PARAMETROS DO MODELO
TETA   P    ni   Qlat      No Secoes  Enchente  CCAL  IETHE
.900  .570  .000  Qlat = ZER      185        1        0     5
    
```

SOLUCOES NA SECAO 1

```

=====

```

HORA	NÍVEL	VAZÃO	ALTURA	VELOC	RUGOS	YMAX
.0	683.92	481.5	6.20	2.876	.026	684.00
.5	684.17	297.2	6.45	1.705	.025	684.00
1.0	685.24	481.5	7.52	2.372	.025	684.00
1.5	686.07	553.0	8.35	2.453	.025	684.00
2.0	686.87	624.5	9.15	2.528	.025	684.00
2.5	687.25	616.5	9.53	2.396	.025	684.00
3.0	687.46	608.5	9.74	2.314	.025	684.00
3.5	687.52	588.0	9.80	2.223	.025	684.00
4.0	687.49	567.5	9.77	2.150	.025	684.00
4.5	687.38	538.5	9.66	2.065	.025	684.00
5.0	687.21	509.5	9.49	1.988	.025	684.00
5.5	687.02	481.5	9.30	1.919	.025	684.00
6.0	686.79	453.5	9.07	1.851	.025	684.00
6.5	686.54	423.5	8.82	1.778	.025	684.00
7.0	686.27	393.5	8.55	1.704	.025	684.00
7.5	685.99	364.4	8.27	1.632	.025	684.00
8.0	685.69	335.2	7.97	1.557	.025	684.00
8.5	685.38	306.3	7.66	1.480	.025	684.00
9.0	685.07	277.3	7.35	1.398	.025	684.00
9.5	684.71	243.2	6.99	1.288	.025	684.00
10.0	684.34	209.1	6.62	1.171	.026	684.00
10.5	684.02	188.8	6.30	1.109	.026	684.00
11.0	683.73	168.4	6.01	1.037	.000	684.00

SOLUCOES NA SECAO 2

```

=====

```

HORA	NÍVEL	VAZÃO	ALTURA	VELOC	RUGOS	YMAX
.0	683.15	362.1	6.20	2.086	.026	680.90
.5	683.40	289.1	6.45	1.600	.025	680.90
1.0	684.08	408.8	7.13	2.047	.025	680.90
1.5	684.81	495.5	7.86	2.252	.025	680.90
2.0	685.54	566.3	8.59	2.355	.025	680.90
2.5	686.00	587.6	9.05	2.320	.025	680.90
3.0	686.27	591.2	9.32	2.265	.025	680.90
3.5	686.40	582.0	9.45	2.199	.025	680.90
4.0	686.44	567.5	9.49	2.136	.025	680.90
4.5	686.39	545.3	9.44	2.062	.025	680.90
5.0	686.29	520.2	9.34	1.990	.025	680.90
5.5	686.15	494.6	9.20	1.921	.025	680.90
6.0	685.98	468.5	9.03	1.853	.025	680.90
6.5	685.78	440.7	8.83	1.782	.025	680.90

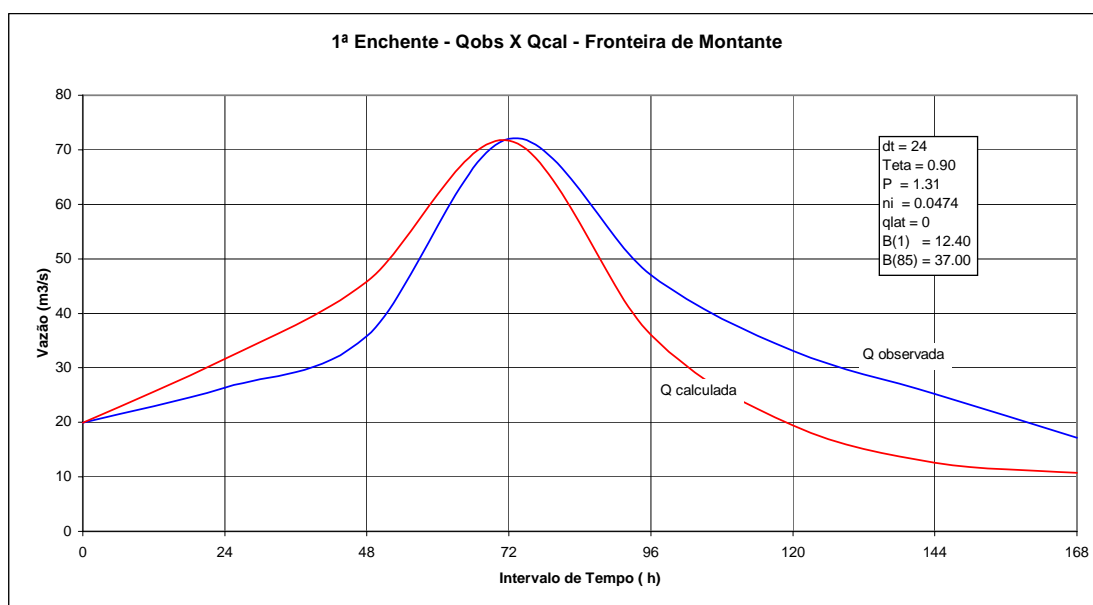
7.0	685.56	412.2	8.61	1.709	.025	680.90
7.5	685.33	384.1	8.38	1.637	.025	680.90
8.0	685.08	355.9	8.13	1.563	.025	680.90
8.5	684.83	327.7	7.88	1.486	.025	680.90
9.0	684.56	299.6	7.61	1.406	.025	680.90
9.5	684.27	268.0	7.32	1.308	.025	680.90
10.0	683.96	235.4	7.01	1.200	.025	680.90
10.5	683.67	211.0	6.72	1.121	.026	680.90
11.0	683.42	189.1	6.47	1.044	.000	680.90



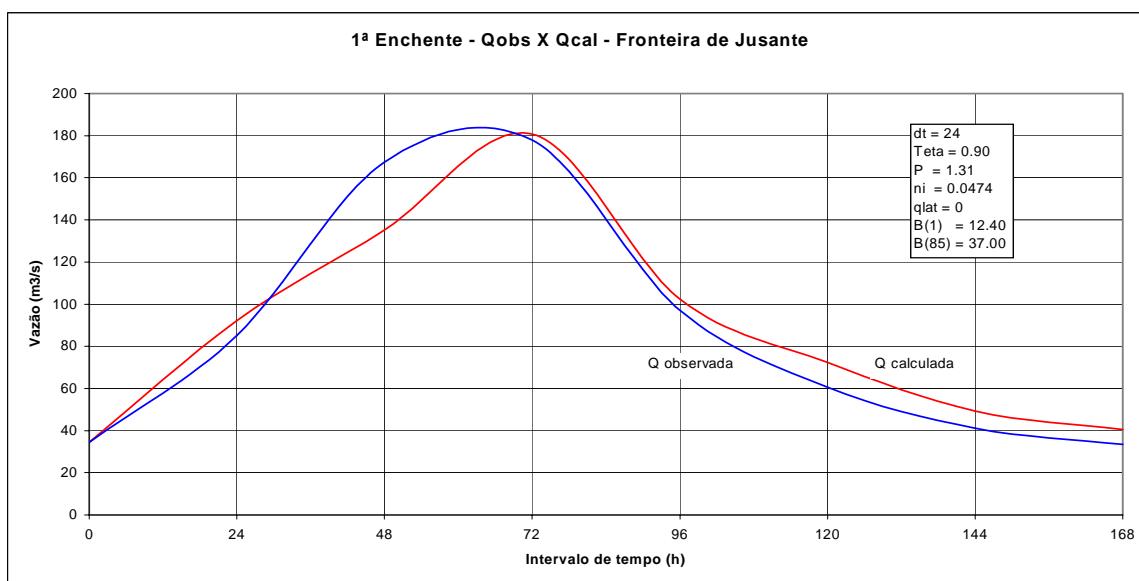
## ANEXO F

### GRÁFICOS DOS RESULTADOS DE SIMULAÇÃO NO RIO PARAIBUNA ENTRE AS ESTAÇÕES FLUVIOMÉTRICAS DE CHAPÉU D'UVAS E JUIZ DE FORA JUSANTE

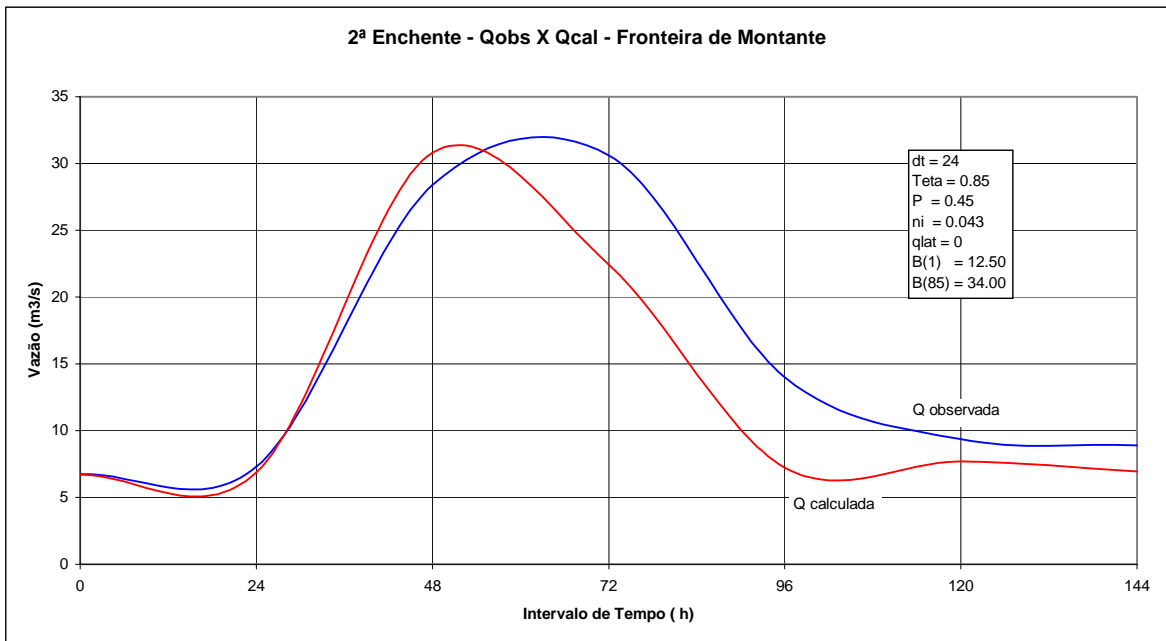
As Figuras A1 a A18 mostram as curvas de vazões ajustadas para as seções de fronteiras montante ( Chapéu D'Uvas) e jusante (Juiz de Fora Jusante) representando os melhores resultados das simulações sem contribuição lateral de descarga e  $\Delta t = 24$  h.



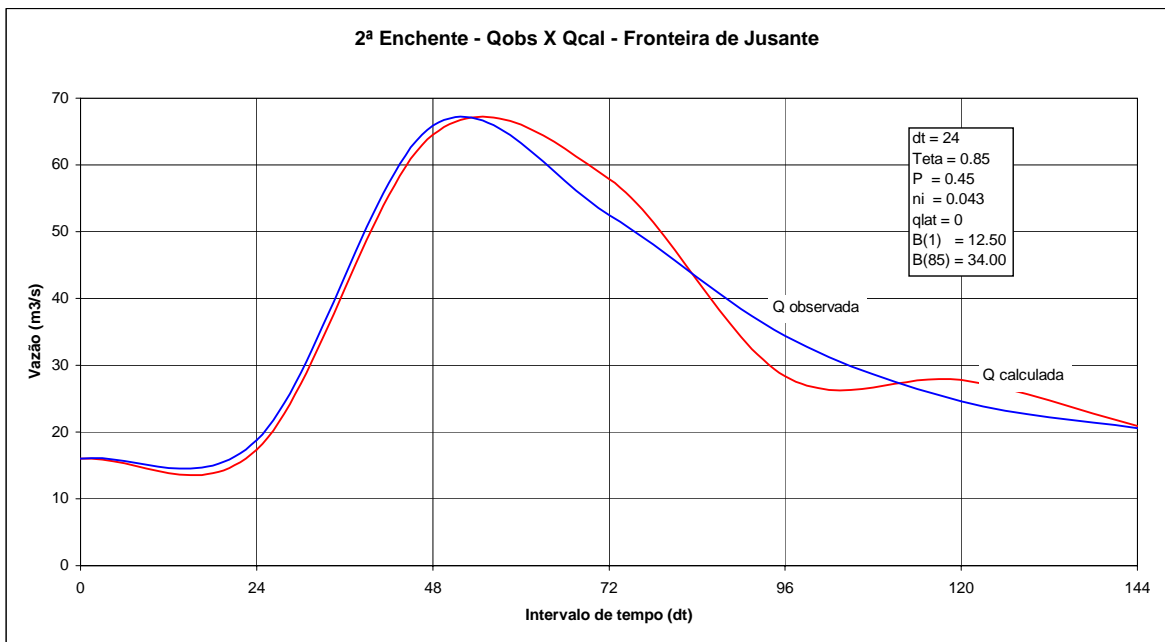
**Figura A1 Ajuste das curvas de vazão na fronteira de montante - 1ª enchente**



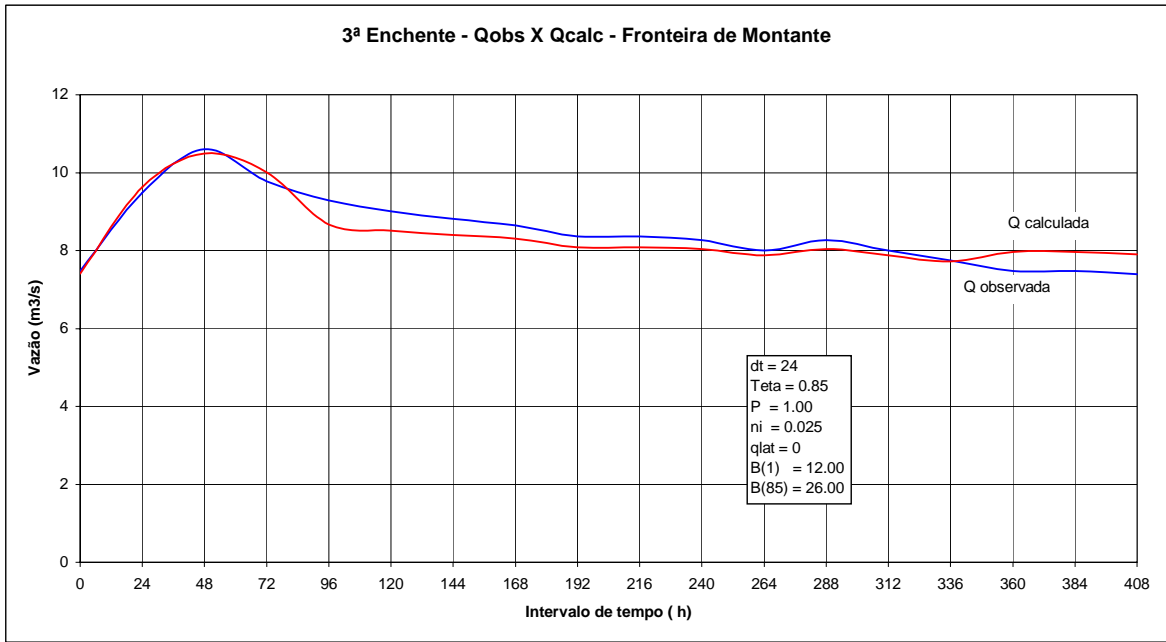
**Figura A2 Ajuste das curvas de vazão na fronteira de jusante - 1ª enchente**



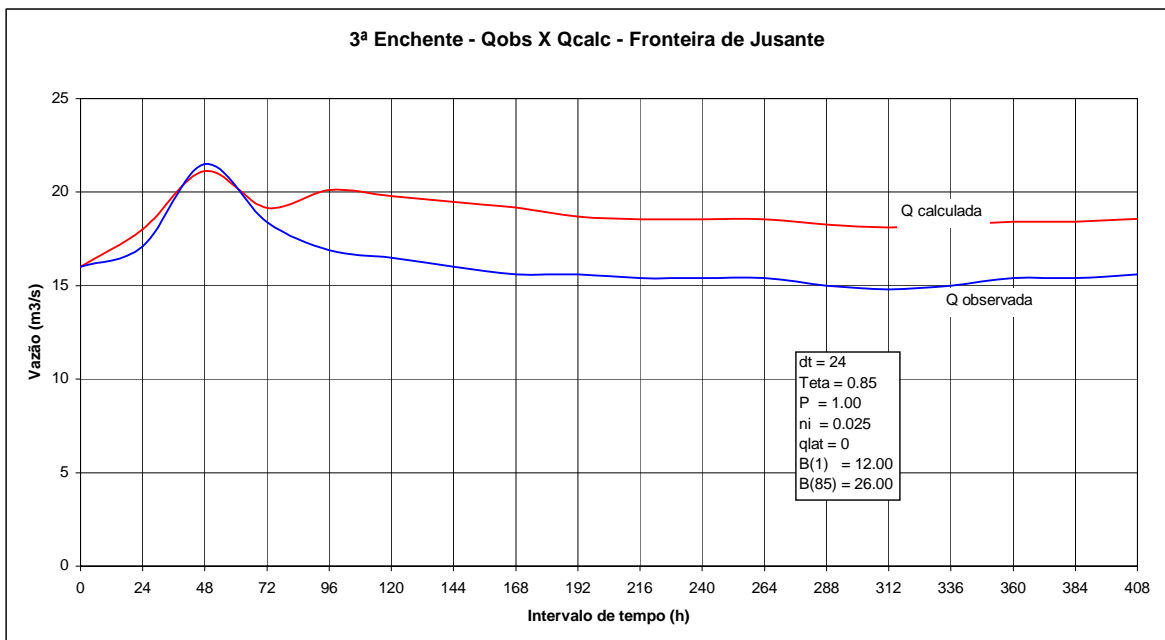
**Figura A3 Ajuste das curvas de vazão na fronteira de montante - 2ª enchente**



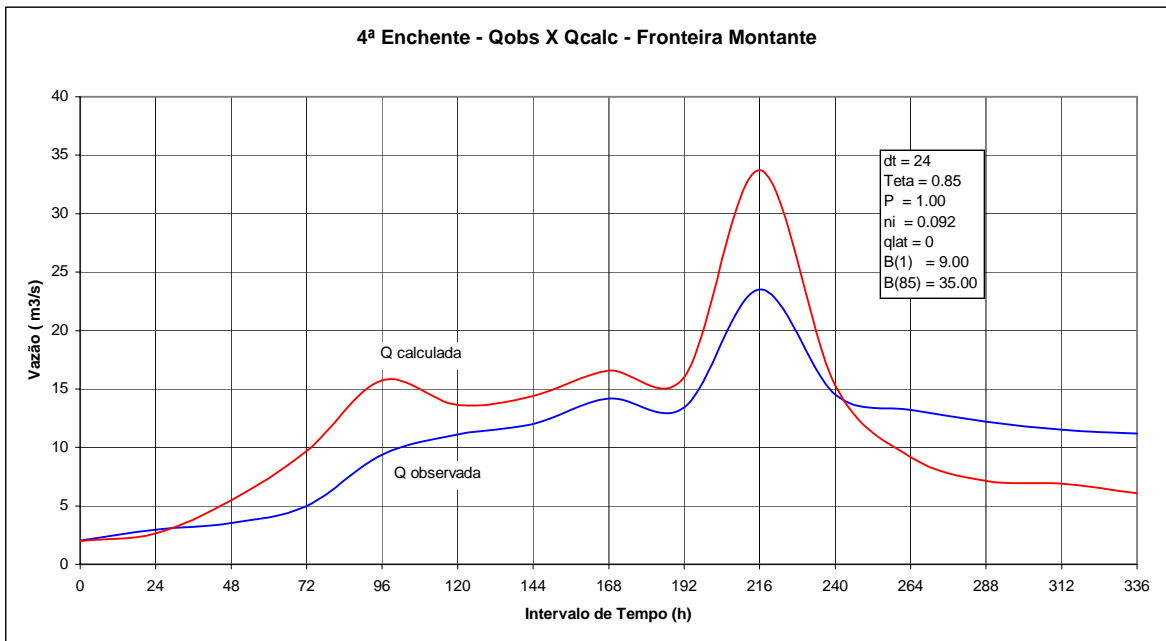
**Figura A4 Ajuste das curvas de vazão na fronteira de jusante - 2ª enchente**



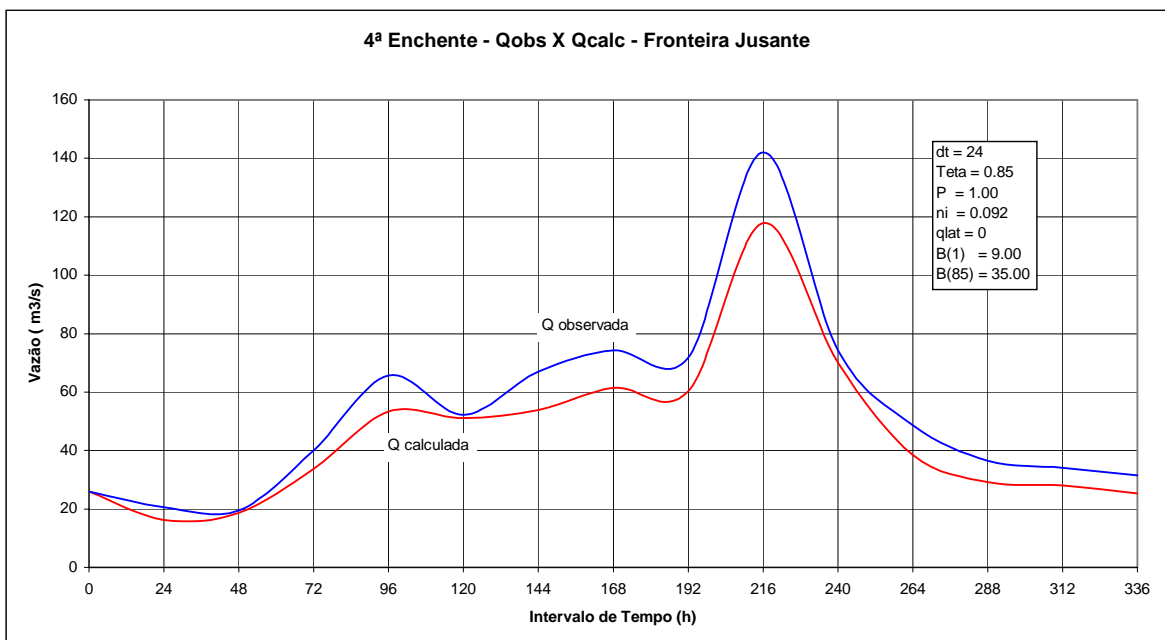
**Figura A5 Ajuste das curvas de vazão na fronteira de montante - 3ª enchente**



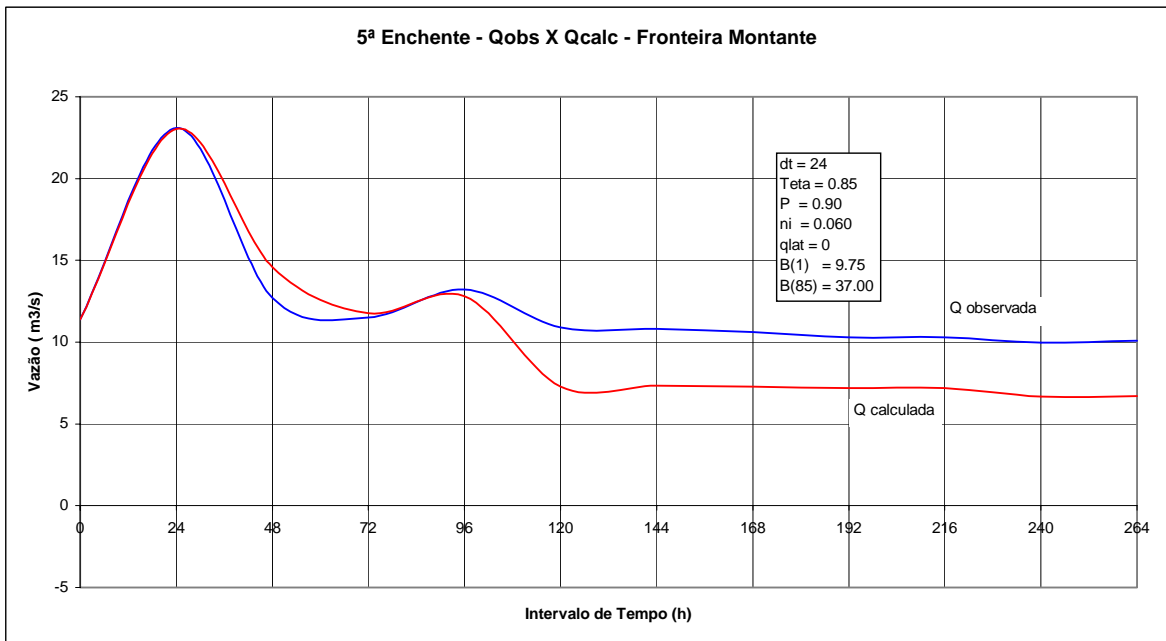
**Figura A6 Ajuste das curvas de vazão na fronteira de jusante - 3ª enchente**



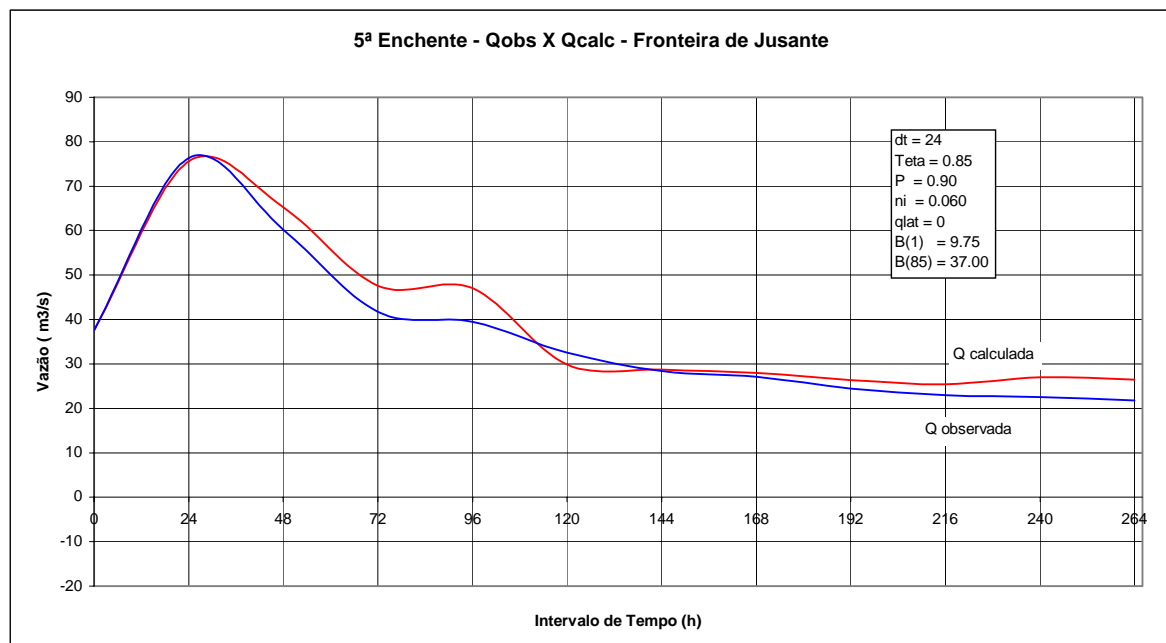
**Figura A7 Ajuste das curvas de vazão na fronteira de montante - 4ª enchente**



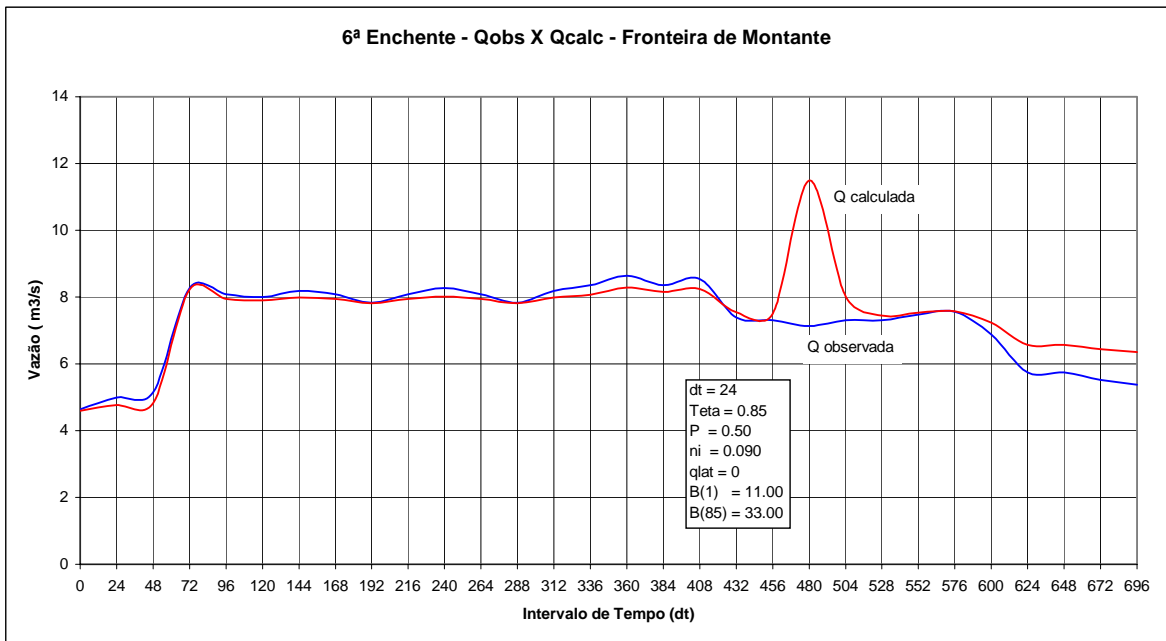
**Figura A8 Ajuste das curvas de vazão na fronteira de jusante - 4ª enchente**



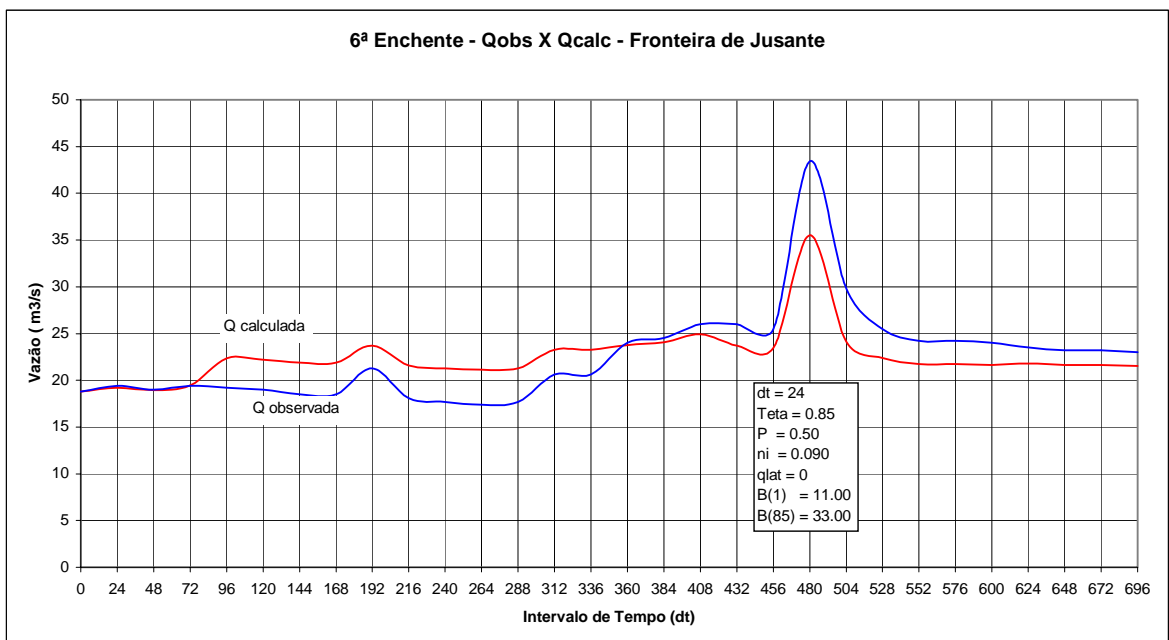
**Figura A9 Ajuste das curvas de vazão na fronteira de montante - 5ª enchente**



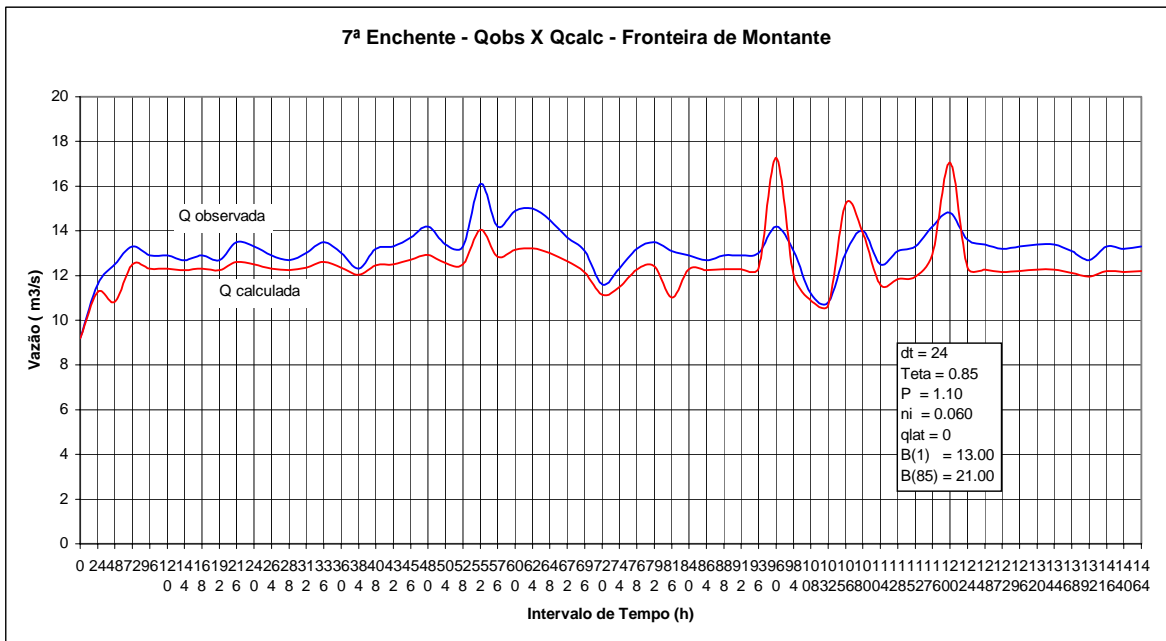
**Figura A10 Ajuste das curvas de vazão na fronteira de jusante - 5ª enchente**



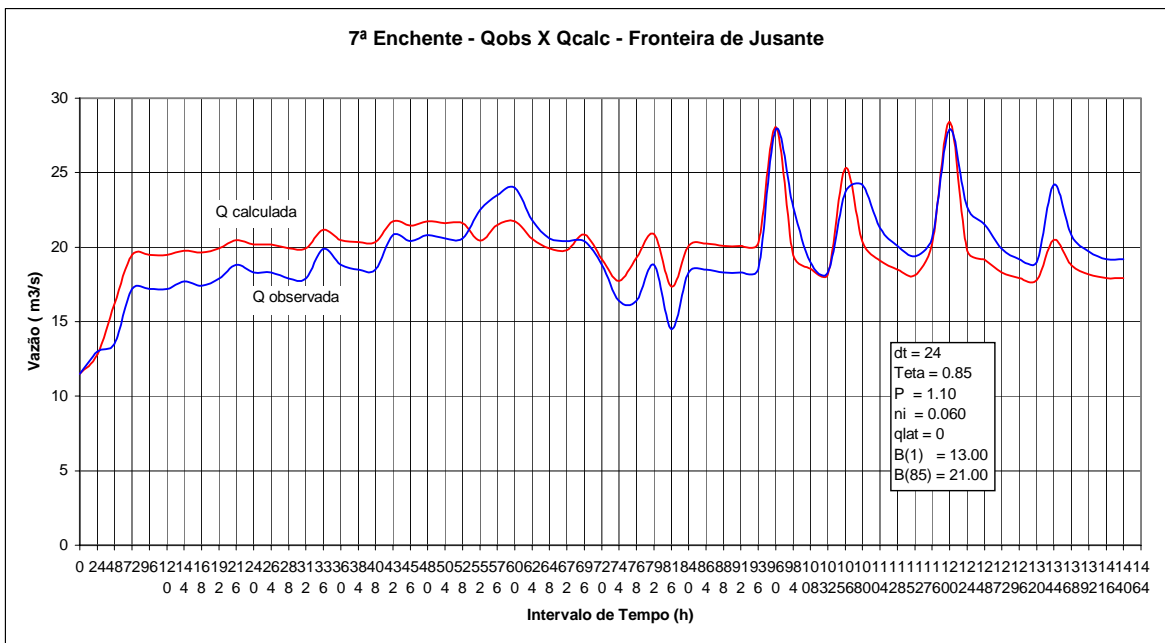
**Figura A11 Ajuste das curvas de vazão na fronteira de montante - 6ª enchente**



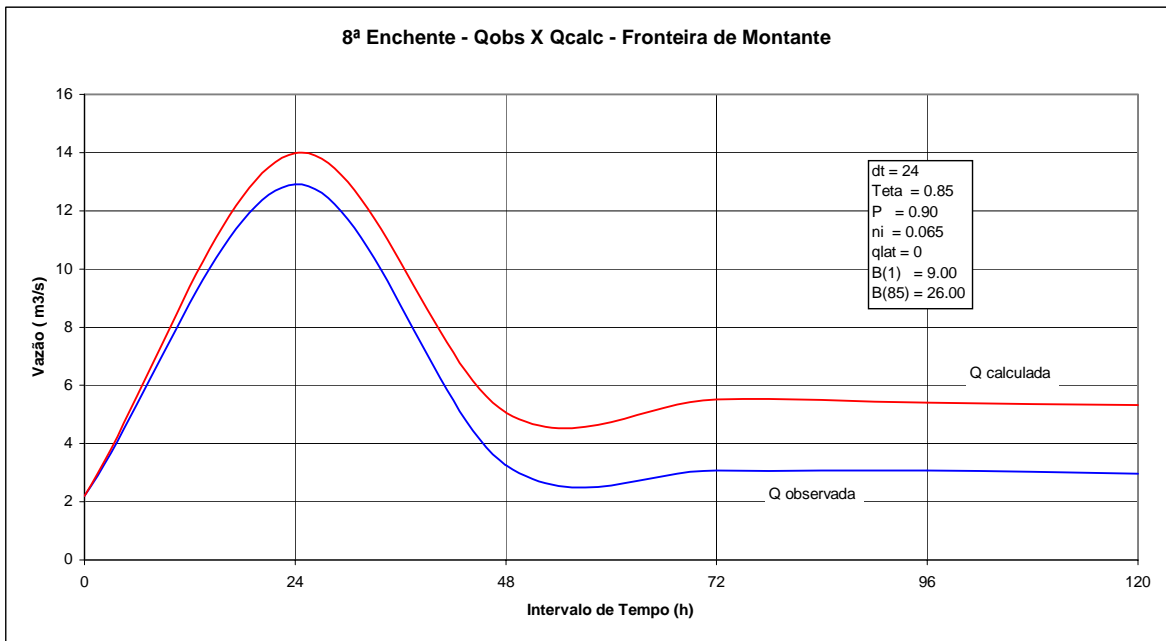
**Figura A12 Ajuste das curvas de vazão na fronteira de jusante - 6ª enchente**



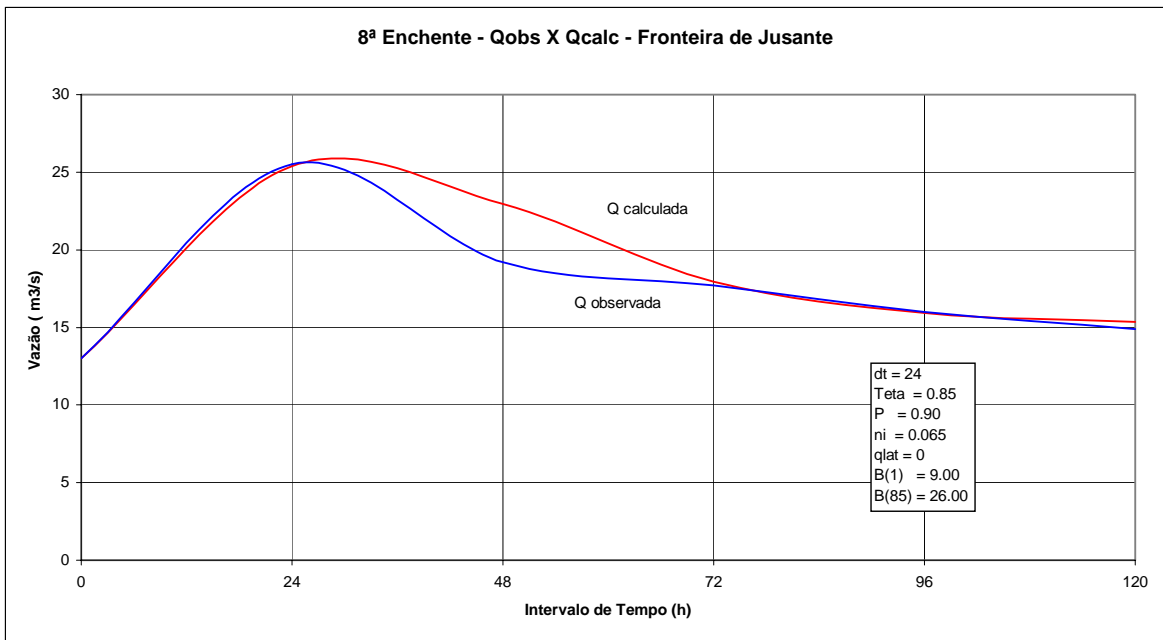
**Figura A13 Ajuste das curvas de vazão na fronteira de montante - 7ª enchente**



**Figura A14 Ajuste das curvas de vazão na fronteira de jusante - 7ª enchente**

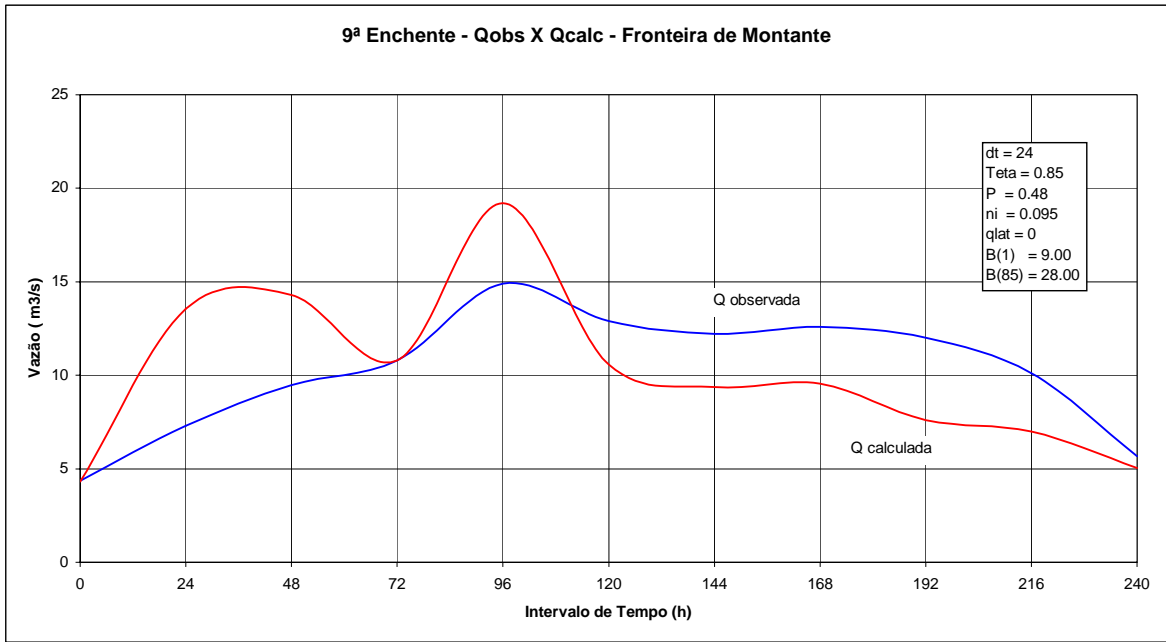


**Figura A15 Ajuste das curvas de vazão na fronteira de montante - 8ª enchente**

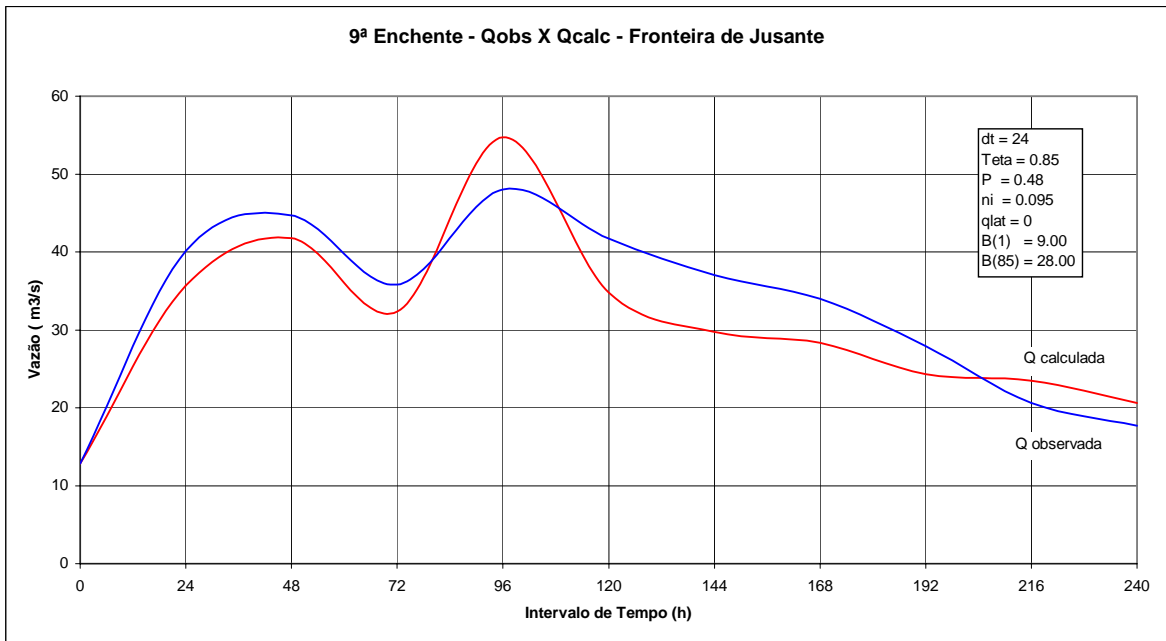


**Figura A16 Ajuste das curvas de vazão na fronteira de jusante - 8ª enchente**





**Figura A17 Ajuste das curvas de vazão na fronteira de montante - 9ª enchente**



**Figura A18 Ajuste das curvas de vazão na fronteira de jusante - 9ª enchente**

# Livros Grátis

( <http://www.livrosgratis.com.br> )

Milhares de Livros para Download:

[Baixar livros de Administração](#)

[Baixar livros de Agronomia](#)

[Baixar livros de Arquitetura](#)

[Baixar livros de Artes](#)

[Baixar livros de Astronomia](#)

[Baixar livros de Biologia Geral](#)

[Baixar livros de Ciência da Computação](#)

[Baixar livros de Ciência da Informação](#)

[Baixar livros de Ciência Política](#)

[Baixar livros de Ciências da Saúde](#)

[Baixar livros de Comunicação](#)

[Baixar livros do Conselho Nacional de Educação - CNE](#)

[Baixar livros de Defesa civil](#)

[Baixar livros de Direito](#)

[Baixar livros de Direitos humanos](#)

[Baixar livros de Economia](#)

[Baixar livros de Economia Doméstica](#)

[Baixar livros de Educação](#)

[Baixar livros de Educação - Trânsito](#)

[Baixar livros de Educação Física](#)

[Baixar livros de Engenharia Aeroespacial](#)

[Baixar livros de Farmácia](#)

[Baixar livros de Filosofia](#)

[Baixar livros de Física](#)

[Baixar livros de Geociências](#)

[Baixar livros de Geografia](#)

[Baixar livros de História](#)

[Baixar livros de Línguas](#)

[Baixar livros de Literatura](#)  
[Baixar livros de Literatura de Cordel](#)  
[Baixar livros de Literatura Infantil](#)  
[Baixar livros de Matemática](#)  
[Baixar livros de Medicina](#)  
[Baixar livros de Medicina Veterinária](#)  
[Baixar livros de Meio Ambiente](#)  
[Baixar livros de Meteorologia](#)  
[Baixar Monografias e TCC](#)  
[Baixar livros Multidisciplinar](#)  
[Baixar livros de Música](#)  
[Baixar livros de Psicologia](#)  
[Baixar livros de Química](#)  
[Baixar livros de Saúde Coletiva](#)  
[Baixar livros de Serviço Social](#)  
[Baixar livros de Sociologia](#)  
[Baixar livros de Teologia](#)  
[Baixar livros de Trabalho](#)  
[Baixar livros de Turismo](#)