



UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
INSTITUTO DE PESQUISAS HIDRÁULICAS

IPHS1

para Windows®

MANUAL DO USUÁRIO

versão 2.11

João Soares Viegas Filho
Carlos Eduardo Morelli Tucci
Adolfo Villanueva
Daniel G. Allasia P.
Rutinéia Tassi
Rita de Cássia Fraga Damé

**IPH – UFRGS
ALM/ FEA / IMF – UFPel
DFIS - FURG
2004**

Equipe de Desenvolvimento:

IPH - Instituto de Pesquisas Hidráulicas - UFRGS

Coordenador do Projeto pelo IPH - Autor do IPHS1 versão FORTRAN:

Carlos Eduardo Morelli Tucci, Eng. Civil, Ph.D., Professor Titular

Colaboradores no desenvolvimento da versão FORTRAN:

Adolfo Villanueva, Eng. em Recursos Hídricos, Doutor, Pesquisador

Daniel Allasia, Eng. Hidráulico, Mestre, Pesquisador

Marllus das Neves, Eng. Civil, Mestre, Pesquisador

Walter Collischonn, Eng. Mecânico, Doutor, Pesquisador

FEA - Faculdade de Engenharia Agrícola - UFPel

Agência para o Desenvolvimento da Lagoa Mirim - UFPel

Coordenador de Desenvolvimento pela UFPel :

João Soares Viegas Filho, Eng. Civil, Doutor, Professor Adjunto

Colaboradora de Desenvolvimento pela UFPel:

Rita de Cássia Fraga Damé, Eng. Agrícola, Profª Adjunto

Analistas de Sistemas, Desenvolvedor:

Adriano Rochedo Conceição, Bel. em Informática, Bolsista

DFIS – Departamento de Física – Setor de Hidráulica e Saneamento - FURG

Coordenador de Desenvolvimento das rotinas em FORTRAN e Experimentação:

Rutinéia Tassi, Enga. Civil, Mestre, Professora Assistente

O programa é baseado na idéia original de:

Carlos Eduardo Morelli Tucci

Eduardo A. Zamanillo

Hugo D. Pasinato

para os quais é dedicada esta obra

Sumário

1. INTRODUÇÃO AO IPHS1	3
2. INSTALAÇÃO DO IPHS1	4
2.1 INSTALAÇÃO DO PROGRAMA.....	4
2.2 DESINSTALAÇÃO DO IPHS1.....	4
3. INTERFACE DO IPHS1.....	5
3.1 JANELA PRINCIPAL	5
3.2 OPÇÕES BARRA DE MENUS	7
3.3 OPÇÕES BARRA DE FERRAMENTAS PRINCIPAL	9
3.4 OPÇÕES BARRA DE FERRAMENTAS HIDROGRÁFICA	9
4. OPERAÇÃO DO IPHS1	11
4.1 INICIALIZAÇÃO DO PROGRAMA.....	11
4.2 CRIAÇÃO, ABERTURA, EDIÇÃO E FECHAMENTO DE UM PROJETO	12
4.2.1 CRIANDO E SALVANDO UM NOVO PROJETO	12
4.2.2 ABRINDO, EDITANDO E FECHANDO UM PROJETO EXISTENTE	18
4.3 CRIAÇÃO DE ELEMENTOS DE OPERAÇÕES HIDROLÓGICAS OU DE UMA REDE HIDROGRÁFICA.....	18
4.3.1 O LANÇAMENTO DAS OPERAÇÕES HIDROLÓGICAS SOBRE A ÁREA DE PROJETO.	19
4.4 O GERENCIADOR DE PROJETO.	21
4.5 EDIÇÃO DE ELEMENTOS DO MÓDULO BACIA E DO MÓDULO RIO.....	22
4.5.1 EDIÇÃO DE PONTOS DE CONTROLE (MÓDULO RIO).	22
4.5.2 EDIÇÃO DE SUB-BACIAS.....	23
4.5.3 EDIÇÃO DE TRECHOS DE ÁGUA.....	29
4.5.4 EDIÇÃO DE RESERVATÓRIOS.	34
4.5.5 SUBSTITUIÇÃO DE PCs POR RESERVATÓRIOS E VICE-VERSA.	36
4.6 CLONAGEM E CÓPIA DE OBJETOS.....	36
4.7 EXECUÇÃO DA SIMULAÇÃO	37
4.7.1 DIAGNÓSTICO GERAL DO PROJETO	37
4.7.2 EXECUÇÃO DO IPHS1 DOS.....	38
4.8 ANÁLISE DOS RESULTADOS E DOCUMENTAÇÃO	39
4.8.1 ARQUIVO ASCII DE SAÍDA DO IPHS1.....	39
4.8.2 RESULTADOS EM FORMATO DE PLANILHA E GRÁFICOS.....	40
4.8.3 DOCUMENTAÇÃO DO PROJETO.	44
5. BIBLIOGRAFIA	45

1. Introdução ao IPHS1

Uma vasta gama de estudos e o desenvolvimento de projetos em Engenharia de Recursos Hídricos necessitam, para o encaminhamento das soluções a serem adotadas, do conhecimento de Hidrogramas de Projeto. Estes podem ser originados de um processo de transformação chuva-vazão na superfície de bacias, da propagação de vazões em cursos de água, de derivações inseridas nos mesmos e da propagação em reservatório.

Tucci et al.(1989), apresentaram um sistema denominado IPHS1, o qual consiste de um programa computacional modulado, que permite ao usuário, através da seleção de alguns dos modelos de uso já consagrados na literatura, construir o seu próprio modelo.

Utilizando como base a Metodologia de Modelagem Orientada a Objetos aplicada a Sistemas de Recursos Hídricos, apresentada por Viegas F^o (2000), foi desenvolvida a versão Windows do IPHS1, que encapsula a versão DOS, através de uma interface inteligente.

A presente versão, ainda possui características de uma versão Beta, podendo apresentar problemas não detectados nos testes. Além disso, é fundamental que o usuário tenha em mente que um projeto é obra de um engenheiro ou profissional habilitado para tal e nunca de um programa computacional. Este é apenas uma ferramenta que, bem utilizada, poupa tempo e amplia o horizonte de análise. Desse modo, solicitamos aos usuários que, tendo quaisquer dúvidas ou encontrando problemas que não possam resolver, encaminhem suas observações e questionamentos aos endereços eletrônicos abaixo indicados:

João Soares Viegas Filho	jsviegas@uol.com.br
Rita de Cássia Fraga Damé	ritah2o@bol.com.br
Adolfo Villanueva	adolfo@iph.ufrgs.br
Daniel G. Allasia	hidrologia@gmx.net
Rutinéia Tassi	rutinei@bol.com.br
Carlos E. M. Tucci	tucci@iph.ufrgs.com.br

2. Instalação do IPHS1

2.1 INSTALAÇÃO DO PROGRAMA

O IPHS1 consiste de um único arquivo de instalação:

- IPHS1.exe

Basta colocar esse arquivo em qualquer diretório do disco rígido ou, então, realizar a instalação diretamente de um CD.

Iniciado o programa de instalação, o usuário deverá seguir exatamente as instruções ali contidas.

O programa de instalação sugere um caminho básico do tipo:

C:\Arquivo de Programas

O usuário pode aceitar a sugestão ou então indicar outro caminho. Deve, entretanto, ficar ciente de que, escolhido o caminho, o IPHS1 irá, a partir dele, criar um diretório próprio, como se segue:

C:\Arquivo de Programas\IPHS1

Caso o caminho indicado seja outro, este diretório será criado sob ele.

2.2 DESINSTALAÇÃO DO IPHS1.

O processo de desinstalação do IPHS1 é também muito simples, sugerindo-se ao usuário que faça isso a partir da opção Instalar/Desinstalar Programas do Painel de Controle do Windows. Para isso, basta localizar na janela correspondente o IPHS1, selecioná-la e ativar o desinstalador seguindo depois as instruções.

3. Interface do IPHS1

3.1 JANELA PRINCIPAL

O IPHS1 quando iniciado apresenta ao usuário uma janela semelhante à demonstrada na

Figura 1 e que constitui a janela principal do aplicativo.

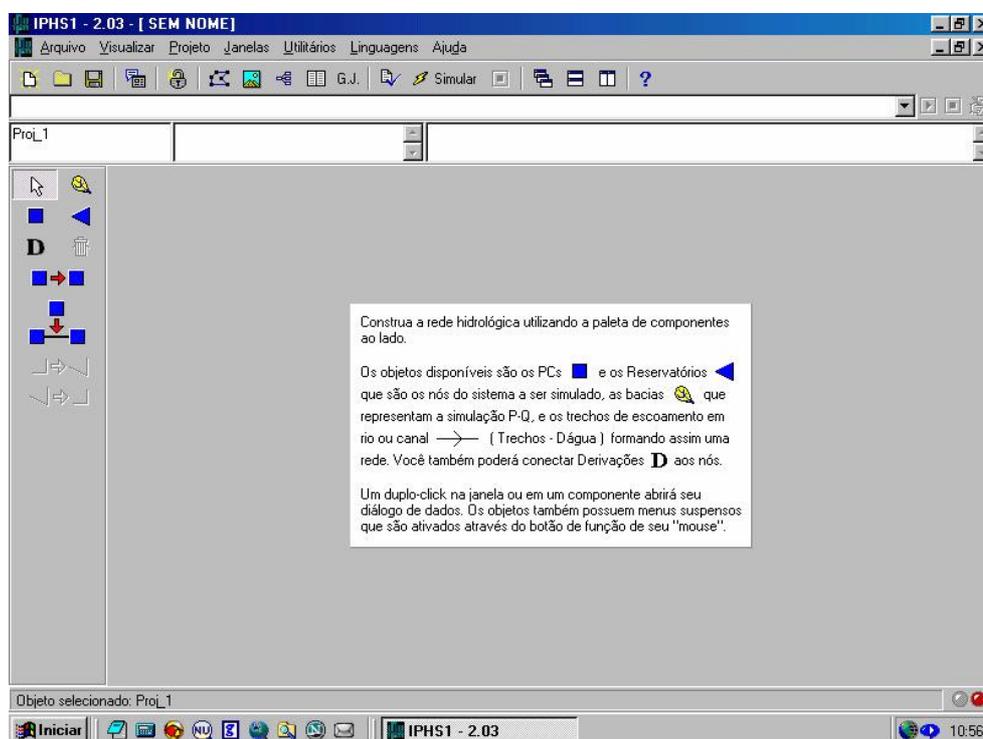
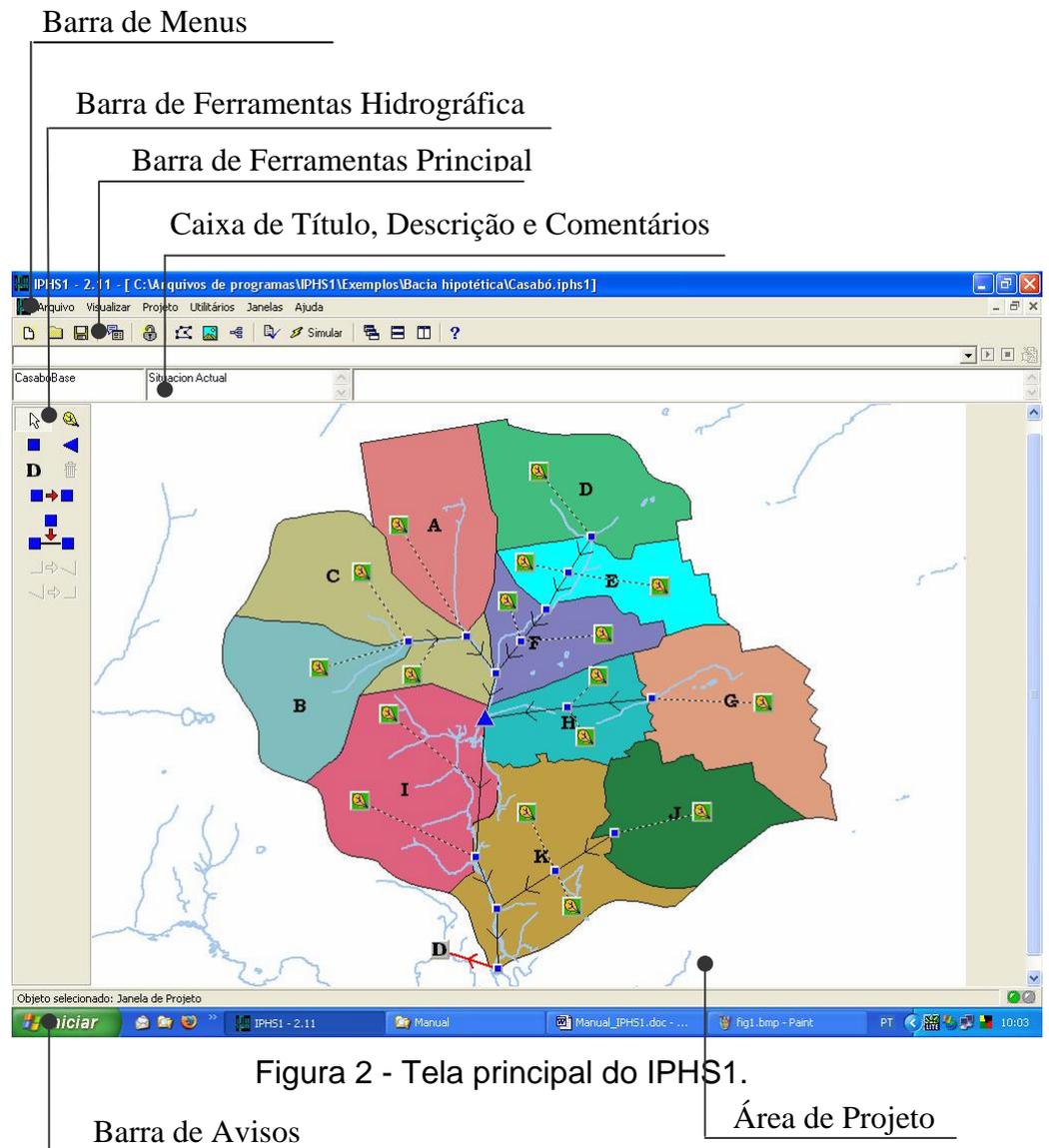


Figura 1 - Tela principal do IPHS1.

Na janela principal (figura 2) encontram-se alguns importantes elementos que compõe a interface que permite o gerenciamento das diferentes operações proporcionadas pelo IPHS1: a Barra de Menus, a Barra de Ferramentas Principal, a Área de Projeto, a Barra de Ferramentas Hidrográfica, a Caixa de Título, Descrição e Comentários, e a Barra de Avisos.



A Barra de Menus possibilita o acesso a todas as funções do IPHS1, algumas das quais estão, também, disponibilizadas através da Barra de Ferramentas Principal. Ambas serão descritas minuciosamente no próximo item.

A Área de Projeto, como já foi dito acima, pode ser vista como uma *prancheta* onde podem ser desenhados os diferentes elementos que representam cada *Operação Hidrológica* que compõe o *Projeto* em estudo, os quais podem estar ou não configurados na forma de uma *Rede Hidrográfica*. Além disso, conforme será visto, a identificação do projeto e outras informações de cunho geral são acessadas através da Área de Projeto.

A Barra de Ferramentas Hidrográfica contém os elementos que possibilitam o lançamento na Área de Projeto das Operações Hidrológicas que irão caracterizar o Projeto a ser trabalhado. A Caixa de Título, Descrição e Comentário, como o próprio nome já indica, permite ao usuário identificar o Título, a Descrição e o Comentário que deu a cada objeto inserido na Área de Projeto.

3.2 OPÇÕES BARRA DE MENUS

Arquivo:

Novo (Ctrl + N)	Cria um <u>Novo Projeto</u> , apresentando sua <u>Área de Projetos</u> , vazia, na tela.
Abrir (Ctrl + A)	Abre um arquivo de Projeto existente.
Fechar	Fecha um Projeto aberto.
Salvar (Ctrl + S)	Salva o Projeto ativo.
Salvar Como (Ctrl + Alt + S)	Salva um Projeto ativo com outro nome e em qualquer Diretório.
Sair	Finaliza a operação do IPHS1.

Visualisar:

Editor de Scripts	Abre o Editor de Pascal Script.
Gerenciador de Projeto (Ctrl + P)	Abre o Gerenciador de Projeto
Mensagens (Ctrl + M)	Abre o Editor de Mensagens.
Variáveis Globais do Script (Ctrl + G)	Abre o Gerenciador de Variáveis Globais do Script

Projeto:

Editar Dados Gerais	Abre janela para editar dados de projeto
Assistente de Preenchimento dos Dados	Abre janela para editar dados de projeto
Carregar Imagem de	Lê uma imagem (.bmp) para servir de fundo para a

Fundo	Área de Projeto.
Limpar Imagem de Fundo	Permite remover uma imagem de fundo da Área de Projeto.
Realizar diagnóstico completo (Ctrl + D)	Faz um diagnóstico completo da Rede Hidrográfica verificando sua consistência.
Simular (F9)	Executa o IPHS1 DOS.
Plotar hidrogramas resultantes	Habilitado somente após a opção “Simular” – abre uma janela onde é possível identificar o objeto onde se deseja o hidrograma.
Visualizar hidrogramas resultantes em planilha	Habilitado somente após a opção “Simular” – abre uma janela onde é possível identificar o objeto onde se deseja o hidrograma em forma de planilha.
Visualizar alagamentos	Abre uma janela onde é possível visualizar se houve alagamento nos trechos.

Utilitários:

Curvas IDF	Apresenta curvas IDF, calcula e plota intensidades máximas, calcula lâmina precipitada acumulada e desagregada.
Cálculo do CN	Calcula o valor de CN para bacias rural e urbana/suburbana.

Janelas:

Organiza em Cascata	Arruma, em cascata, as janelas de Projeto abertas.
Organiza horizontalmente	Arruma, horizontalmente, as janelas de Projeto abertas.
Organiza verticalmente	Arruma, verticalmente, as janelas de Projeto abertas.

Ajuda:

Idioma	Habilita o idioma (português)
Sobre o Sistema ...	Descrição sumária do sistema e da equipe de desenvolvimento.
Historico	Relato histórico das versões anteriores do IPHS1,

	bem como bugs já identificados e resolvidos.
Sobre o Sistema ...	Descrição sumária do sistema e da equipe de desenvolvimento.

3.3 OPÇÕES BARRA DE FERRAMENTAS PRINCIPAL

	Cria um novo projeto
	Abre um projeto existente
	Salva o projeto ativo
	Assistente de preenchimento de dados da rede
	Bloqueia ou desbloqueia a rede
	Mostra ou não os trechos de água
	Mostra ou não a imagem de fundo
	Mostra o gerenciador de objetos
	Faz um diagnóstico geral do objeto
	Inicia uma simulação
	Distribui as janelas em cascata
	Distribui as janelas horizontalmente
	Distribui as janelas verticalmente
	Sistema de ajuda

3.4 OPÇÕES BARRA DE FERRAMENTAS HIDROGRÁFICA

	Aciona o estado de seleção de objetos da Rede Hidrográfica.
	Cria uma Sub-bacia ligada a um PC ou a um Trecho de Água
	Cria um PC – Ponto de Controle.
	Cria um Reservatório.
	Cria uma Derivação ligada a um PC.

	Remove o Objeto selecionado.
	Criar um trecho de rio ligando dois pontos de controle
	Inserir um ponto de controle entre dois PCs
	Substitui um ponto de controle em reservatório
	Substitui um reservatório em um ponto de controle

4. Operação do IPHS1

4.1 INICIALIZAÇÃO DO PROGRAMA

Para dar início a uma sessão de uso do IPHS1 o usuário poderá fazê-lo através de quaisquer dos métodos usuais de abertura de um programa no Windows® 95/98, NT, 2000 e XP, selecionando seu ícone (com duplo clique) a partir do:

- Menu Iniciar;
- Explorer (Gerenciador de Arquivos) – no diretório escolhido para a instalação;
- Na Área de Trabalho – caso tenha preferido criar um atalho do aplicativo neste local.

Ao ser iniciado o programa apresenta ao usuário a tela ilustrada na Figura 3.

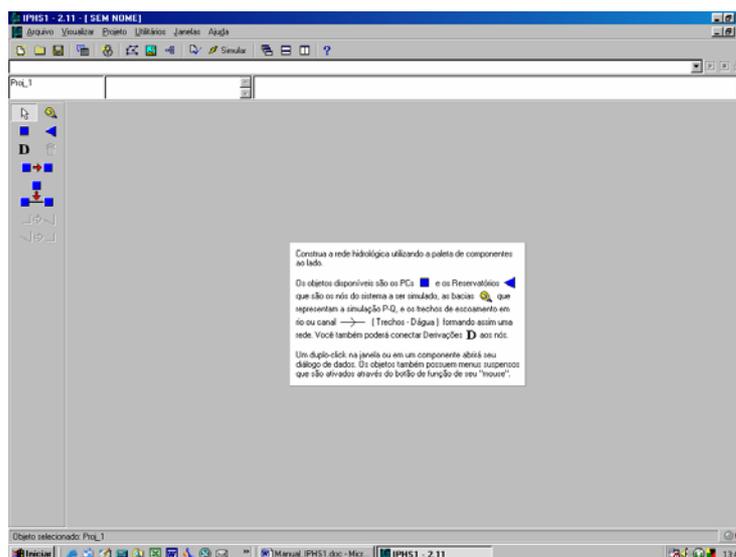


Figura 3 - Área de Projeto.

A utilização do programa será feita, então, conforme já mencionado, a partir de operações centradas em um Projeto, o que consiste no lançamento de Elementos Representativos de Operações Hidrológicas, sejam eles *isolados* ou na forma de uma *Rede Hidrográfica* (rede de elementos físicos, tais como PCs, Reservatórios, Trechos de Água e Derivações), na execução da Simulação (execução do IPHS1 DOS) e, depois, na análise dos resultados.

4.2 CRIAÇÃO, ABERTURA, EDIÇÃO E FECHAMENTO DE UM PROJETO

4.2.1 Criando e Salvando um novo Projeto

Para criar um projeto novo o usuário deverá proceder da seguinte forma:

1. Escolher a opção Novo (Ctrl + N) do Menu Arquivo ou o ícone correspondente na Barra de Ferramentas Principal.

O acionamento desta opção fará com que, imediatamente, seja aberta na tela uma janela denominada *Área de Projeto totalmente em branco* (Figura 3) e que, como já foi dito, deverá ser vista como uma prancheta de desenho onde o usuário irá inserir os *elementos representativos de Operações Hidrológicas* que desejar estudar.

2. Na tentativa de qualquer ação, será exibida a mensagem “Por favor. Salve o projeto primeiro”. Utilizando as opções Salvar e Salvar como... (Figura 4) o usuário deve dar um nome ao arquivo ao Arquivo de Projeto (.iphs1) criado, bem como escolher qual a unidade e diretório de salvamento a serem utilizados. A opção Salvar ou o ícone que lhe corresponde na Barra de Ferramentas Principal, fará o salvamento automático do arquivo depois que ele já exista em disco.

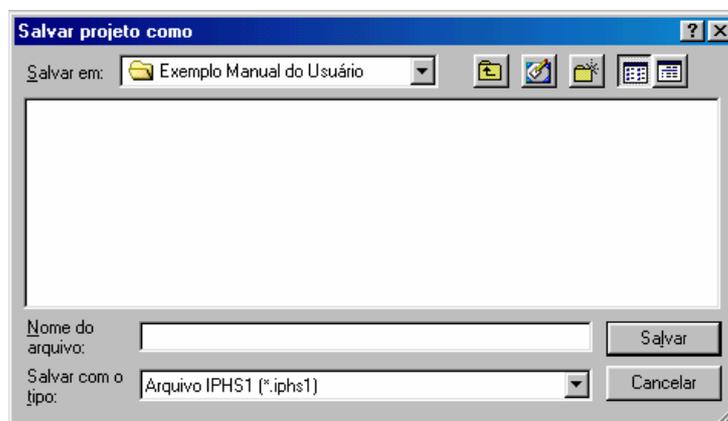


Figura 4 – Janela de diálogo “Salvar projeto como ...”

O Arquivo de Projeto criado possui todas as informações referentes ao Projeto. Sua estrutura é semelhante aos arquivos .INI do Windows® e está ilustrada na Figura 5. Ele será criado na primeira vez que um Projeto for Salvo ou quando ele for salvo, também pela primeira vez, com outro nome de arquivo através da opção Salvar Como... . Nos demais casos, quando for utilizada a opção Salvar ele será sobrescrito.

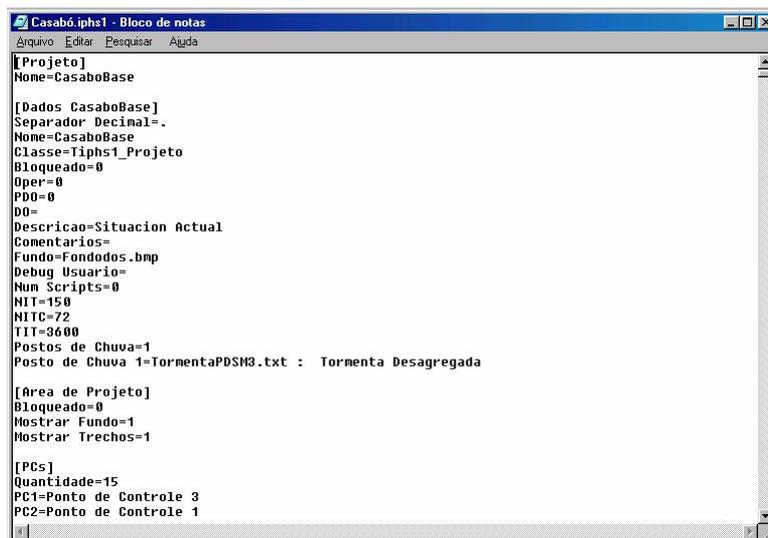


Figura 5 - Arquivo de Projeto aberto no Editor de Textos do IPHS1.

O IPHS1 gerencia de modo adequado a formatação do Arquivo de Projeto de modo que o usuário deverá evitar editá-lo diretamente. Qualquer edição feita no Projeto e posteriormente salva será registrada no Arquivo de Projeto. Para poder editar diretamente o Arquivo de Projeto o usuário deverá conhecer bem sua estrutura e também a alteração que pretende fazer, caso contrário correrá o risco de danificar o arquivo e perder todas as informações registradas. Assim sendo, é conveniente quando desejar fazer qualquer alteração direta que antes salve uma cópia do arquivo com outro nome.

A prática de realizar freqüentes “backups” dos seus Arquivos de Projeto com nomes alternativos é uma boa maneira de evitar perdas irremediáveis.

3. Preencher os dados de Identificação do projeto, através da abertura da janela Projeto com um *duplo clique* sobre a *Área de Projeto*, ou através do menu Projeto “*Editar Dados Gerais...*”

A janela Projeto (figura 6) contém um conjunto de campos com dados de documentação e informações necessárias à operação adequada do Projeto.

Figura 6 - Janela de Dados do Projeto.

Os campos *Nome*, *Descrição* e *Comentários* destinam-se, respectivamente, à identificação do Projeto, a uma pequena descrição do mesmo e a quaisquer comentários que sejam necessários para identificar versões, hipóteses, alternativas, etc., de livre escolha do usuário. Pode-se observar que essas informações aparecem, na Figura , na Caixa de Título Descrição e Comentários.

O campo *Scripts* permite a inserção de rotinas na linguagem Pascal Script destinadas a automatizar a análise de resultados a qual será objeto de maior explanação em versões futuras do IPHS1. Pode, entretanto, ser utilizado por usuários já familiarizados com a linguagem e com as funções disponibilizadas através do *Editor Pascal Script*.

Os campos *Números de Intervalos de Tempo*, *Número de Intervalos de Tempo com Chuva* e *Tamanho do Intervalo de Tempo* são auto-explicativos sendo que, os dois primeiros são medidos em unidades do último que, por sua vez, deve ser estabelecido em segundos. O *Número de Intervalos de Tempo com Chuva*, necessariamente, deverá ser menor ou igual ao *Números de Intervalos de Tempo*.

O campo destinado a *Postos de Chuvas* deverá ser editado utilizando-se os botões Adicionar e Remover. O primeiro botão dá acesso a uma janela semelhante à ilustrada nas Figuras 7, de (a) a (c). Nela o usuário poderá:

- (a) Selecionar o arquivo de chuva em qualquer diretório correspondente ao *Posto* que desejar (recomenda-se utilizar o mesmo diretório onde foi salvo o projeto) – Figura 7 (a);
- (b) Digitar os valores de chuva e salvá-los no diretório de trabalho (figura 7 (b)). Para realizar isso, será solicitado que seja fornecido valores de precipitação para o número de intervalos de tempo com chuva. Após digitados os

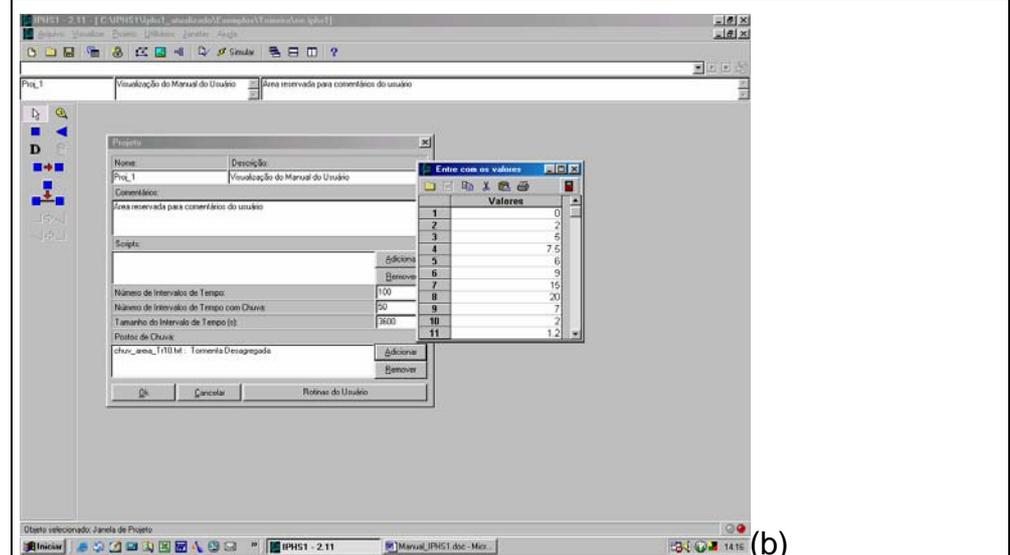
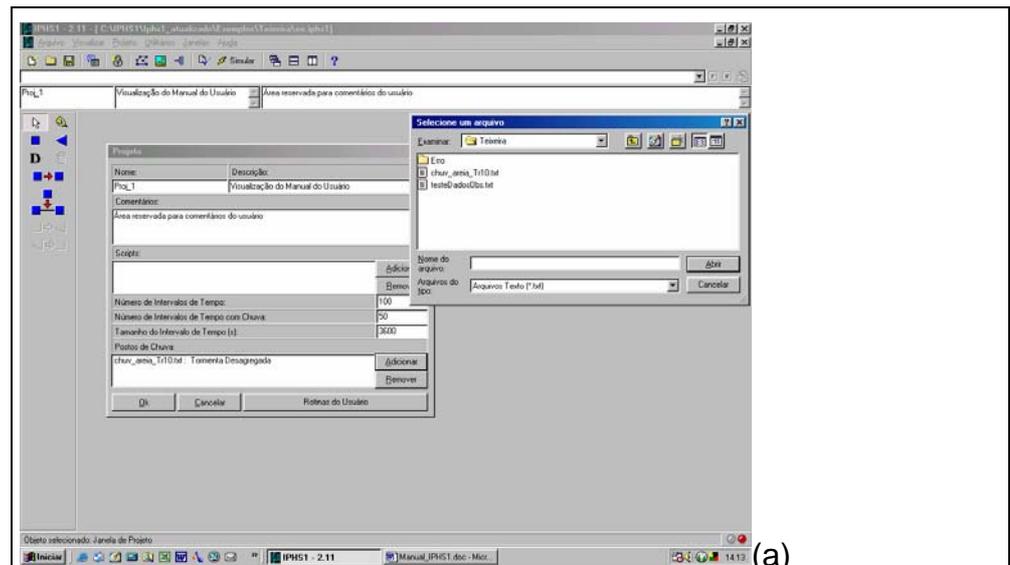
valores, bastará fechar a janela no ícone superior à direita. Salve os dados da planilha;

- (c) Gerar valores de chuva por IDF (Figura 7 (c)). Ao selecionar esta opção, o programa abrirá a janela Curvas IDF, que é composta por duas “pastas”. Uma denominada equações e outra denominada estados. Na “pasta” equações o programa tem como “default” a equação $I = (aTr^b)/(t+c)^d$. Para inserir uma nova forma de equação IDF, o usuário deverá dar uma denominação a esta no campo destinado ao *Nome* e, imediatamente, pressionar o botão adicionar. Após, no campo *Equação*, o usuário poderá inserir a equação IDF usando a linguagem Pascal Script (Viegas F^o, 2000). O campo *Comentários*, poderá ser utilizado para documentar a equação inserida, caso o usuário ache necessário.

Na “orelha” estados o usuário seleciona o estado do Brasil no qual a localidade que deseja determinar o hietograma de projeto está inserida. Existe ainda a opção de escolha exterior, que se destina a localidades fora do Brasil. O “default” do programa disponibiliza algumas curvas IDF do estado do Rio Grande do Sul. A inserção de novas curvas IDF para este estado ou para os demais é simples, basta que o usuário selecione o estado de interesse, coloque o nome da estação no campo *nome*, selecione o tipo da equação e insira os parâmetros da mesma, no campo denominado *Parâmetros*. A ordem de inserção dos parâmetros, deve ser a mesma usada quando da definição do tipo de equação. Para a equação que está no “default” do programa deve-se inserir respectivamente os parâmetros a, b, c e d. Uma vez feito isto, basta clicar os botões adicionar e atualizar.

Uma vez definida a equação a ser utilizada para o cálculo da curva IDF e o respectivo hietograma de projeto, o passo seguinte é calcular os valores de intensidades máximas (mm.h^{-1}) e de lâminas precipitadas (mm), nas durações e períodos de retorno de interesse. Para tanto, o usuário deve clicar sobre a “orelha” denominada Cálculos e selecionar o tipo de equação. Feito isto, o programa insere automaticamente os parâmetros da equação na respectiva janela. O(s) período(s) de retorno que se deseja determinar os valores de intensidades máximas são inseridos no campo *Tr (anos)* assim como as durações inicial e final, bem como o incremento entre elas, são inseridos nos campos *início*, *fim* e *incremento*. Fornecidas todas as informações, o usuário deve pressionar o botão calcular que está a direita da tela, para que o programa forneça a tabela das intensidades, o gráfico com as respectivas curvas IDF e as planilhas com as Alturas de Lâminas Acumulada e Desagregada.

Para salvar o arquivo do Posto de Chuva que será utilizado pelo IPHS1, o usuário deverá selecionar o conjunto de dados de Alturas de Lâminas Acumulada ou Desagregada, conforme a sua escolha, e então dar um “clic-simples” sobre o botão salvar. Fazendo isto o programa abre a janela, para salvar na forma de arquivo texto, os dados de chuva . Este arquivo consiste de um arquivo texto com tantos valores quantos os intervalos de tempo com chuvas indicados no campo *Número de Intervalos de Tempo com Chuva*.



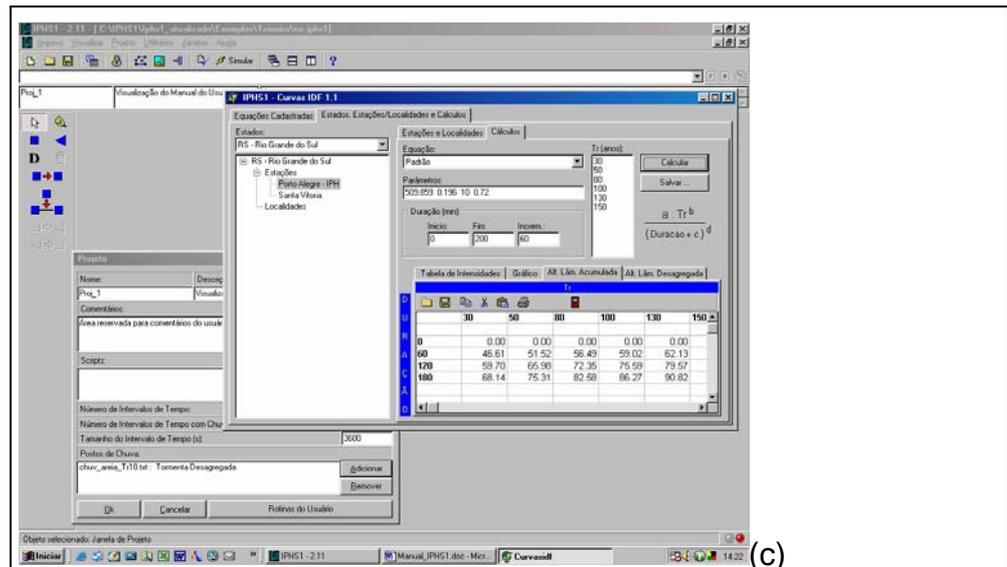


Figura 7 – Entrada de dados dos postos de chuva

Após a inserção de cada posto, o usuário deve indicar se os dados correspondem a uma tormenta de projeto fornecida de forma desagregada ou acumulada. Esta escolha deve ser feita na janela apresentada na Figura 8, que é aberta para cada posto em particular.

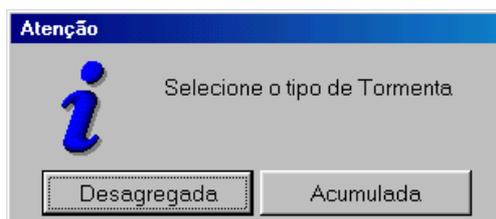


Figura 8 – Seleção dos tipos de dados de chuva

O processo deve ser repetido para o número total de postos a serem utilizados na simulação. Para fazer a Edição dos Dados do Projeto, basta abrir novamente a janela, realizar as alterações desejadas e, mais uma vez, teclar OK. Para remover algum posto, basta selecionar o posto e a opção remover.

O botão Rotinas do Usuário, ilustrado na Figura 7, possibilita que, após a simulação, seja executada uma rotina em *Pascal Script*. Da mesma forma como acima foi mencionado, maiores explicações da aplicação desta linguagem para análise de resultados do IPHS1, serão objeto de uma próxima versão, entretanto, os usuários já familiarizados com a linguagem e com as funções que irão gradativamente sendo disponibilizadas através do *Editor Pascal Script* podem aproveitar sua potencialidade.

4.2.2 Abrindo, Editando e Fechando um Projeto Existente

A abertura de um Projeto existente poderá ser feita do seguinte modo:

1. Escolher a opção Abrir (Ctrl + A) do Menu Arquivo ou o ícone correspondente na Barra de Ferramentas Principal.

Esta opção abrirá imediatamente uma janela semelhante à da Figura 4, só que com a denominação “Abrir Projeto”. O IPHS1 memorizará sempre o último Diretório de Pesquisa utilizado. A partir dele ou de outro que poderá ser selecionado, o usuário poderá abrir o Arquivo de Projeto que desejar.

Este procedimento abrirá imediatamente a janela *Área de Projeto* do Arquivo de Projeto selecionado que, então, poderá ser objeto de edição ou de qualquer procedimento permitido pelo IPHS1.

O usuário poderá ter vários Projetos (ou diferentes versões do mesmo projeto – com denominações e Arquivo de Projeto distintos) abertos simultaneamente, sempre selecionando a janela daquele que desejar que fique ativo para poder realizar qualquer operação sobre o mesmo.

Quando desejar encerrar um Projeto o usuário deverá:

2. Escolher a opção Fechar do Menu Arquivo.

Esta opção irá fechar o Projeto ativo. Caso o Projeto não tenha ainda sido salvo ou caso tenha sofrido alguma alteração o IPHS1 perguntará ao usuário de deseja fazê-lo.

4.3 CRIAÇÃO DE ELEMENTOS DE OPERAÇÕES HIDROLÓGICAS OU DE UMA REDE HIDROGRÁFICA.

O primeiro passo para iniciar a materialização de um Projeto é a inserção dos elementos que irão constituir as Operações Hidrológicas que se deseja estudar. Essas operações podem ser isoladas ou, então, pertencerem a uma Rede Hidrográfica. Isso é feito através do lançamento sobre a Área de Projeto dos elementos físicos que constituem essa rede: Pontos de Controle, Trechos de Água, Reservatórios, Sub-bacias e Derivações.

O Módulo Rio (correspondendo à propagação em canais e soma de hidrogramas), conforme ilustrado no Quadro 1, a seguir, compõe a maioria dos elementos representativos das Operações Hidrológicas. Seus elementos são os Pontos de Controle, Reservatório, Trecho d'água e as Derivações. Já o Módulo Bacia, consistindo na transformação precipitação-vazão na superfície da bacia, está representado pelo elemento Sub-bacia.

Quadro 1 - Funções dos elementos representativos das Operações Hidrológicas.

Elemento	Operação Hidrológica Associada
Ponto de Controle	Soma de Hidrogramas (Módulo Rio).
Reservatório	Propagação de Vazões em Reservatórios (Módulo Rio).
Derivação	Derivação de vazões através de um canal (Módulo Rio).
Trecho d'água	Propagação de Vazões em Canais (Módulo Rio).
Sub-bacia	Transformação Precipitação-Vazão (Módulo Bacia).

4.3.1 O Lançamento das Operações Hidrológicas sobre a Área de Projeto.

O conjunto de Operações Hidrológicas a serem estudadas seja de forma isolada, seja na forma de uma Rede Hidrográfica é constituído por Pontos de Controle, Reservatórios, Sub-bacias, Trechos de Água e Derivações.

É fundamental, entretanto, que o usuário saiba com clareza o que esses elementos representam em termos de Operações Hidrológicas. O Quadro 1 tem esse propósito. Recomenda-se uma leitura de Tucci et al. (1989) para o perfeito entendimento dos conceitos que envolvem cada Operação Hidrológica e dos modelos capazes de representá-las.

Para tornar possível e fácil o lançamento desses elementos o IPHS1 coloca à disposição do usuário a Barra de Ferramentas Hidrográfica, localizada à esquerda da Janela Principal, conforme a figura 2 e descrita no item 3.4.

O procedimento a ser adotado é o seguinte:

1. Começar pela inserção dos PCs e Reservatórios. Para tanto, o usuário deverá selecionar na Barra de Ferramentas Hidrográficas um desses objetos – PC ou Reservatório - pressionando o botão esquerdo do mouse com o ponteiro sobre o seu ícone; o objeto selecionado ficará com seu ícone destacado. Depois é só colocar o ponteiro do mouse em qualquer posição sobre a Área de Projeto e tornar a pressionar o botão esquerdo do mouse. Essa ação poderá ser continuada e a cada vez um PC ou Reservatório será inserido na Área de Projetos.

O procedimento acima permitirá que o usuário crie todos os Pontos de Controle e Reservatórios que desejar. A inserção poderá ser feita em qualquer ordem, entretanto, para facilitar a

organização do Projeto sugere-se que isso seja feito de montante para jusante.

É necessário que se diga que, mesmo para uma operação hidrológica simples de transformação precipitação-vazão em uma Sub-bacia, torna-se necessária à existência de pelo menos um Ponto de Controle que possa receber essa Sub-bacia. Nesse caso, o Ponto de Controle terá apenas a finalidade de receber a Sub-bacia e a operação hidrológica que ele representa, ou seja, a soma de hidrogramas - na medida em que existe apenas um hidrograma: o da própria Sub-bacia - será desconsiderado.

A Figura 9 ilustra os primeiros passos para a construção de uma rede. Primeiro foram colocados os PCs (PC1 e PC2) e o Reservatório (PC3), nesta ordem. O passo seguinte foi a ligação com Trechos de Água conforme descrito abaixo.

2. Para a ligação dos PCs/Reservatórios com Trechos D'água deverá ser selecionado na Barra de Ferramentas Hidrográfica o ícone de "criar um trecho de rio ligando dois pontos de controle". Isso feito, o usuário selecionará o primeiro PC (ou Reservatório) de montante e depois o PC (ou Reservatório) de jusante do Trecho D'água que deseja inserir. Imediatamente o Trecho D'água será inserido. O usuário deverá observar a correção da direção de fluxo pela direção da seta contida no objeto Trecho D'água.

A ação acima pode ser continuada até que todos os Trechos D'água tenham sido inseridos. No caso da Figura 9 foi inserido primeiro o Trecho D'água TA1, ligando o PC1 ao PC2, e depois o Trecho D'água TA2, ligando o PC2 ao PC3 . O passo seguinte correspondeu à inserção das Sub-bacias.

3. Para a inserção de Sub-bacias ou de Derivações. Para inserir uma sub-bacia ou derivação, o usuário deverá fazer a seleção do ícone Sub-bacia ou Derivação, na Barra de Ferramentas Hidrográficas e, após, clicar em cada PC pressionando o botão esquerdo do mouse com o ponteiro sobre o mesmo. Isso fará com que um ícone Sub-bacia ou da Derivação apareça junto ao PC, ligado a ele por uma linha tracejada (sub-bacias B1 a B4, na Figura 9). Uma única sub-bacia também pode estar ligada a um trecho d'água, conforme a Figura 9 (sub-bacia B3); esta operação não é permitida para o caso da Derivação que pode ser conectada a um PC.

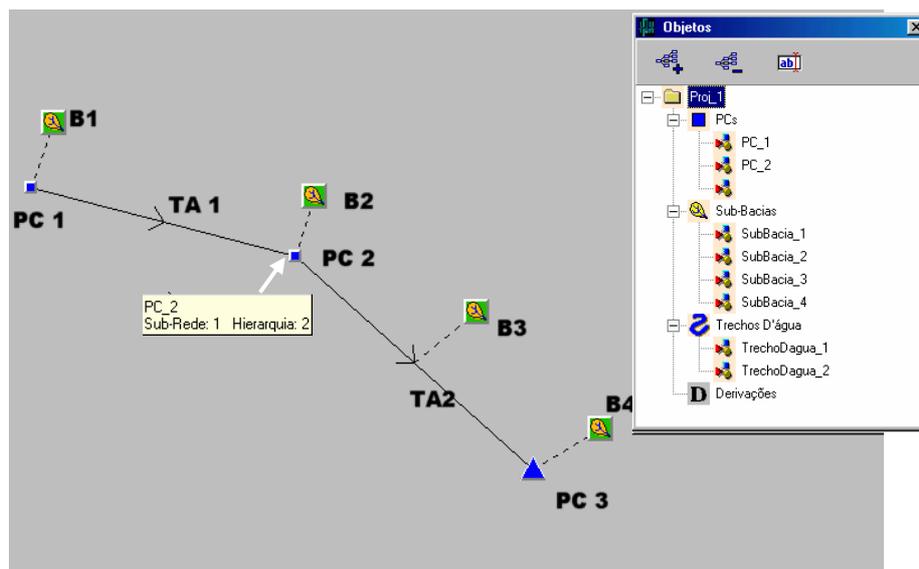


Figura 9 - Lançamentos de Elementos representativos de Operações Hidrológicas na Área de Projeto.

4.4 O GERENCIADOR DE PROJETO.

O Gerenciador de Projeto é uma das ferramentas de manuseio e controle dos objetos que compõe o Projeto. Conforme já mencionado anteriormente, a janela do Gerenciador de Projeto contém, na forma de árvore, a descrição estruturada de todos os elementos que compõe o *Projeto*, divididas em: PCs, Sub-bacias, Derivações e Trechos D'água.

Na Figura 9, acima, ao lado dos PCs, Sub-bacias e Trechos D'água inseridos na Área de Projeto, está aberto o Gerenciador de Projeto. Nele pode-se ver, parcialmente, na árvore, os Nomes do objetos ligados aos ramos que lhes correspondem. Assim, ao ramo dos PCs, estão ligados o PC_1, PC_2 e RES_1 (Reservatório); ao ramo das Sub-Bacias, as Sub-Bacia_1, Sub-Bacia_2, Sub-Bacia_3 e Sub-Bacia_4; e, ao ramo do Trechos D'água o TrechoDagua_1 e TrechoDagua_2. Estes são os Nomes “defaults” dados pelo IPHS1 ao objetos criados e que o usuário pode editar livremente como será visto a seguir.

Quando um objeto é selecionado na Área de Projeto, automaticamente ele também fica selecionado no Gerenciado de Projeto e vice-versa. Isso facilita a identificação dos objetos tanto no que diz respeito ao seu posicionamento na Rede como também quanto ao seu Nome. Conforme se verá a seguir, para se proceder a *edição* dos Dados de um Objeto pode-se dar um “duplo-clique” sobre o mesmo na Rede ou, então, selecioná-lo também com um “duplo-clique” – na Rede ou no Gerenciador de Projeto – e pressionar o ícone (ver Figura 9).

Os ícones  e  servem para expandir e reduzir os ramos da árvore no Gerenciador de Projeto.

4.5 EDIÇÃO DE ELEMENTOS DO MÓDULO BACIA E DO MÓDULO RIO.

A edição de cada um dos elementos que compõe o Módulo Rio (Ponto de Controle, Reservatório, Trecho de Água e Derivação) ou o Módulo Bacia (Sub-bacia) permite introduzir no sistema as informações necessárias à execução dos modelos hidrológicos necessários à obtenção dos hidrogramas de projeto referentes a cada operação hidrológica por eles representadas. Abaixo é dada a explicação de como o usuário deve proceder em cada caso.

4.5.1 Edição de Pontos de Controle (Módulo Rio).

Os Pontos de Controle, conforme já mencionado acima, correspondem ao Módulo Rio e sua principal finalidade é propiciar a soma de hidrogramas de outras operações hidrológicas que lhe fiquem imediatamente à montante. Pode-se ter ligado a um Ponto de Controle: uma ou mais Sub-bacias - representando o processo de transformação precipitação-vazão na superfície da bacia -, um ou mais Trechos de Água que lhe fiquem à montante e um Trecho de Água à jusante - que representam a propagação em canais - e uma Derivação.

A Edição dos Dados dos Pontos de Controle é feita como se segue:

1. Dá-se um “duplo clique” com o ponteiro do mouse sobre o PC na Área de Projeto ou, então, através do ícone apropriado do Gerenciador de Projeto. Com isso é aberta a janela “PC” ilustrada pela Figura 10.

Aberta a janela, o usuário poderá *editar* os campos Nome, Descrição e Comentários.

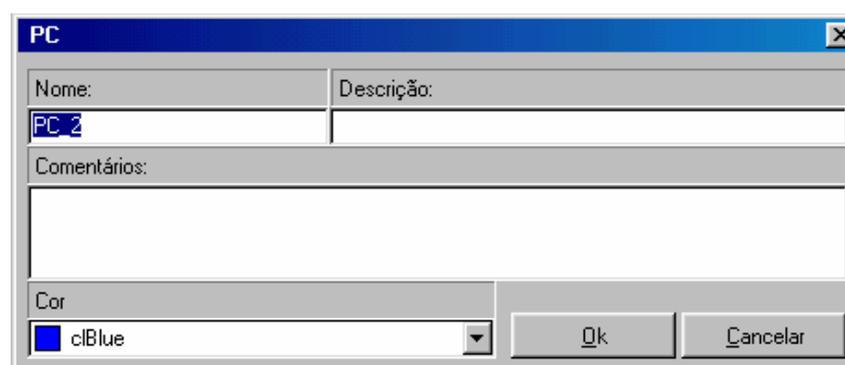


Figura 10 - Janela "Dados de um PC".

4.5.2 Edição de Sub-bacias.

O Módulo Bacia é representado pelo Elemento Sub-Bacia e pelo seu ícone correspondente, representando a operação de transformação precipitação-vazão na superfície da bacia.

A Edição de Sub-bacias é feita do seguinte modo:

1. Dá-se um “duplo clique” com o ponteiro do mouse sobre a Sub-bacia na Área de Projeto ou, então, através do ícone apropriado do Gerenciador de Projeto. Com isso é aberta a janela “Sub-Bacia” ilustrada pela Figura 11.

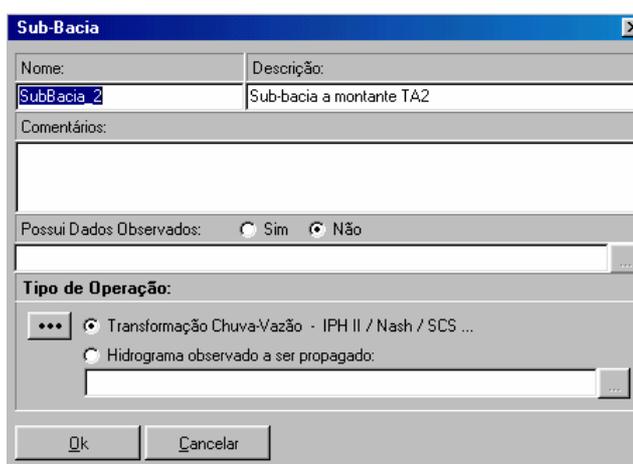


Figura 11 - Janela "Dados de uma Sub-Bacia".

Nessa janela são editados, além dos campos Nome, Descrição e Comentários, também a informação da existência ou não de dados observados. Os dados observados servirão para a comparação com o hidrograma calculado, não fazendo parte da simulação.

Adicionalmente, o usuário deverá selecionar ou a opção “Transformação Chuva-Vazão” ou “Hidrograma observado a ser propagado”. A primeira delas, habilita o acesso à uma segunda janela, ilustrada pela Figura 12, a qual possibilita a inserção e edição de dados básicos da bacia e a seleção dos modelos a serem utilizados para a separação do escoamento e para a propagação do escoamento superficial na bacia. O usuário deve escolher a segunda opção no caso de já possuir dados referentes à transformação precipitação-vazão, na forma de um arquivo texto (hidrograma observado a ser propagado), onde as vazões, em número igual ao mencionado no projeto como *Número de Intervalos de Tempo*, são colocadas em formato livre.

Escolhida a opção “Transformação Chuva-Vazão”, o usuário, clicando com o ponteiro do mouse no botão à esquerda desse

campo, terá acesso a uma outra janela com essa denominação e ilustrada pela Figura 12.

Figura 12 – Janela Transformação Chuva-vazão

Nessa janela, o usuário precisa informar a Área da Bacia em km^2 e o Tempo de Concentração em min. Caso o usuário não conheça o tempo de concentração, o programa permite que esse cálculo seja realizado mediante a Equação de Kirpich. Para tanto, basta pressionar com o ponteiro do mouse o botão na parte superior à direita da janela da Figura 12 e terá acesso a uma outra janela denominada Cálculo do Tempo de Concentração (Figura13). Nessa janela deve-se informar o comprimento do Rio Principal em km e o desnível em m.

Figura 13 – Janela para o cálculo do tempo de concentração por Kirpich

Os postos de chuva que foram inseridos na janela Projeto (Figura 6) aparecem na janela de transformação chuva-vazão, onde o usuário deverá inserir o coeficiente de Thiessen correspondente a cada posto, lembrando que a soma total destes coeficientes deve ser a unidade.

É solicitada a informação quanto a Tormenta de Projeto ser ou não reordenada por blocos alternados. O usuário escolherá a opção Reordenar quando a precipitação é obtida de curvas IDF, e Não-Reordenar quando a precipitação possui uma determinada ordenação definida pelo usuário.

Caso a opção Reordenar tenha sido escolhida, o usuário deve fornecer o tempo do pico da duração da precipitação. O valor a ser escolhido pelo usuário será 25, 50 ou 75 % da duração da precipitação. Isso é feito através da janela auxiliar Tormenta Reordenada, ilustrada pela Figura 14.

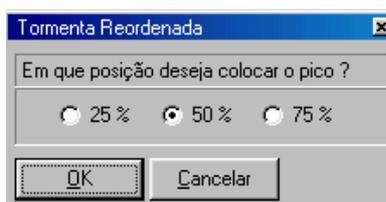


Figura 14 – Ordem da chuva segundo Método dos blocos alternados

A separação do escoamento e o escoamento superficial deverão ter seus métodos escolhidos conforme se segue:

4.5.2.1 Separação do Escoamento - Método IPHII:

Selecionada esta opção o usuário terá acesso à janela "IPHII", ilustrada na Figura 15, onde deverá informar a Capacidade de Infiltração, I_0 (mm/h), para $t = 0$, a Capacidade de Infiltração Mínima, I_B (mm/h), o parâmetro H , a Capacidade Máxima do Reservatório Superficial, R_{MAX} (mm), fração de Área Impermeável na bacia (entre 0 e 1) e a Vazão de Base Específica no início da chuva ($m^3/s/km^2$). Quando é selecionada esta opção, o usuário é avisado de que a este método está vinculada a utilização do método de Clark para a propagação do escoamento, conforme será visto no item 4.5.2.7.

 A imagem mostra uma janela de diálogo intitulada "IPH II". Ela contém um formulário com os seguintes campos:

ID (mm/hora):	100	IB (mm/hora):	20	H:	.3
RMAX (mm):	10	% da Área Impermeável:	0.1		
Vazão de Base Específica no Início da Chuva ($m^3/s/km^2$):	0.002				

 Na base da janela, há dois botões: "OK" e "Cancelar".

Figura 15 – Janela do Método IPHII

4.5.2.2 Separação do Escoamento - Método SCS:

No caso da separação do escoamento ser realizada utilizando-se o Método SCS, o usuário terá duas opções: (a) fornecer diretamente o valor CN; (b) solicitar que o programa calcule o valor de CN.

Caso o usuário escolha a opção (a), bastará inserir o respectivo valor na janela SCS. No entanto, se a opção escolhida for (b), é necessário clicar com o ponteiro do mouse no botão Calcular.

Nesse caso, o programa abrirá a janela Cálculo do CN, clicando em Adicionar que possui vários campos (Título da Sub-divisão, Percentual e Tipo de Bacia, Uso e Tipo do solo), onde deverão ser inseridos, respectivamente, o nome dado pelo usuário àquela parte da bacia hidrográfica, a percentagem ocupada por esta e a informação quanto ao ser uma bacia rural ou urbana/suburbana. Para preencher os campos referentes ao *Uso do Solo, Superfície e Tipo de Solo*, o usuário dispõe de opções a serem escolhidas dentro de cada um dos respectivos campos. Inseridas essas informações o modelo fornecerá o valor de CN para a sub-divisão em questão. O programa fornecerá, ainda, o valor do CN médio da bacia hidrográfica, após terem sido inseridas as informações supracitadas para cada *Sub-divisão*.

Deve-se lembrar que a soma dos percentuais das sub-divisões deve ser de 100%. O programa está preparado, também, para informar o valor de CN para as situações antecedentes de umidade no solo: de solos secos (AMC I), de solos com a umidade correspondente à capacidade de campo (AMC II) e de solos estão saturados (AMC III), bastando que o usuário selecione qual a Condição Antecedente de Umidade desejada. Ao finalizar o uso do *utilitário Cálculo do CN* o usuário deve clicar sobre a opção FIM (Figura 16), e o valor calculado para o mesmo será inserido na janela SCS. O usuário pode também salvar o arquivo onde foi calculado o CN, para isso pode ser utilizada a opção: Arquivo/Salvar.

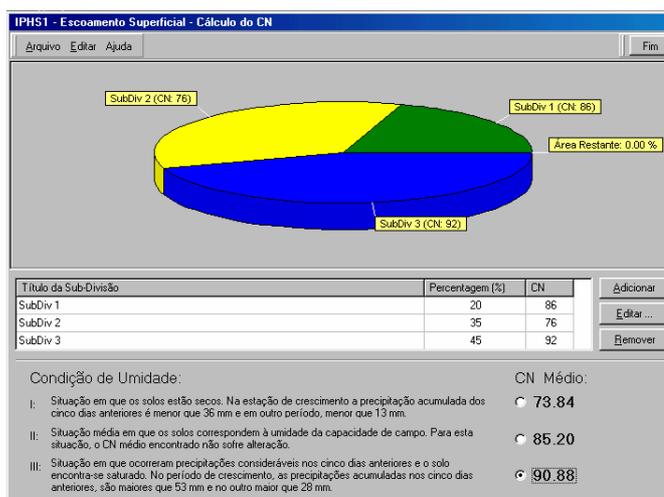


Figura 16 – Janela de cálculo do CN

4.5.2.3 Separação do Escoamento - Método HEC1

Se a opção for o Método HEC1, o usuário deverá indicar o Valor Inicial do Coeficiente de Perdas, o valor da Lâmina de Precipitação Limite para incremento do Coeficiente de Perdas, a declividade do Gráfico Semi-Logarítmico e o Expoente da Intensidade da Precipitação, conforme a janela HEC (Figura 17).

Valor Inicial do Coeficiente de Perdas:	0.5
Lâmina de precipitação limite para o incremento do coeficiente de perdas (mm):	40
Parâmetro de declividade do Graf. Semi-Log:	1.3
Expoente da Intensidade da Precipitação:	1

Figura 17 – Janela do Método HEC1

4.5.2.4 Separação do Escoamento - Método FI.

No caso de uso do Método FI, será indicado através da janela “FI” a Perda Inicial em mm e o Índice FI em mm/h

Perda inicial (mm):	15
Índice FI (mm/h):	8

Figura 18 – Janela do Método FI.

4.5.2.5 Separação do Escoamento - Método Holtan:

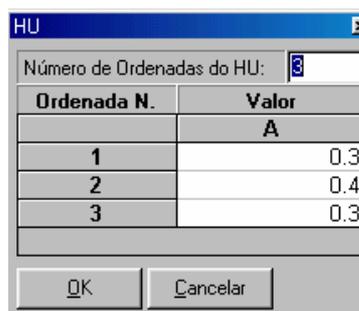
O Método de Holtan necessita o Estado Inicial do Reservatório de Umidade do Solo (mm), o Expoente Empírico, a Infiltração Base (mm/h) e a Capacidade de Infiltração Inicial (mm/h), conforme a figura 19.

Estado Inicial do Reservatório de Umidade do Solo (mm):	40
Expoente Empírico:	1.4
Infiltração Base (mm/h):	2.5
Cap. Infiltração Inicial (mm/h):	15

Figura 19 – Janela do Método Holtan

4.5.2.6 Escoamento Superficial - Método HU Observado.

O usuário pode fornecer as ordenadas de um hidrograma unitário HU[1mm, t] observado na bacia. Caso seja essa a opção selecionada para o Escoamento Superficial na janela “Transformação Chuva-Vazão” (Figura 12), o usuário deverá utilizar o botão à esquerda do campo selecionado para abrir a janela “HU” (Figura 20) e nesta inserir o Número de Ordenadas do HU bem como seus valores.



Ordenada N.	Valor
1	0.3
2	0.4
3	0.3

Figura 20 – Janela do Método HU Observado

4.5.2.7 Escoamento Superficial – Hidrograma Triangular do SCS

Para utilizar o Hidrograma Unitário Triangular SCS o usuário deverá fornecer a declividade da bacia caso não tenha fornecido o tempo de concentração da mesma. Caso o usuário tenha fornecido o tempo de concentração este campo não estará disponível.

4.5.2.8 Escoamento Superficial - Método HYMO (Nash Modificado).

Selecionando o Método Nash Modificado o usuário deverá fornecer na janela “HYMO” (Figura 21) o valor em h do parâmetro de retardo do reservatório linear simples e o tempo de pico do HU em h. No caso desses valores serem desconhecidos o usuário pode fornecer a diferença de nível da sub-bacia e o comprimento do canal principal de modo que aqueles valores possam ser calculados, pelo modelo, em função desses.

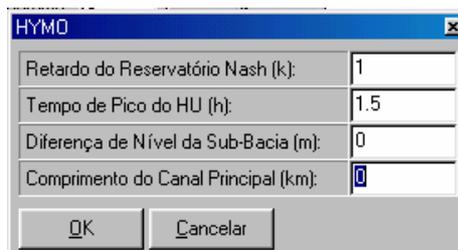


Figura 21 – Janela do Método HYMO(Nash Modificado)

4.5.2.9 Escoamento Superficial - Método de Clark.

Para utilização do Método de Clark, o usuário deverá fornecer na janela própria (Figura 22) o parâmetro KS de retardo do reservatório linear simples em h, o parâmetro XN referente à forma do histograma tempo-área, a declividade da bacia em mm/km (quando o tempo de concentração for fornecido este campo não poderá ser acessado), o número de ordenadas do histograma tempo-área e os seus valores relativamente a uma área unitária.

Ordenada N.	Valor
1	
2	
3	
4	
5	

Figura 21 – Janela do Método de Clark

4.5.3 Edição de Trechos de Água.

Como já foi mencionado, os Trechos de Água representam *Operações Hidrológicas* do Módulo Rio, ou seja, de Propagação da Água em Canais.

A Edição de Dados de um Trecho de Água pode ser feita da seguinte forma:

1. Dá-se um “duplo clique” com o ponteiro do mouse sobre o trecho d’água na Área de Projeto ou, então, através do ícone apropriado do Gerenciador de Projeto. Com isso é aberta a janela “Trecho D’Água” ilustrada pela Figura 22.

Aberta a janela, da mesma forma que para os PCs, o usuário poderá *editar* os campos Nome, Descrição e Comentários. Além disso, deverá assinalar “sim”, caso hajam dados observados e “não” em situação contrária. Os dados observados não farão parte da simulação, mas poderão ser utilizados para comparar o ajuste com o hidrograma propagado.

O usuário deverá selecionar o Método de Propagação do Escoamento em canais para o Trecho de Água. A Figura 22 ilustra as opções disponíveis e que são: (1) Muskingum, (2) Muskingum-Cunge Linear, (3) Muskingum-Cunge Não-Linear, (4) Muskingum-Cunge com Planície de Inundação e (5) Muskingum-Cunge Não-Linear para Condutos Fechados. Abaixo são apresentados cada caso.

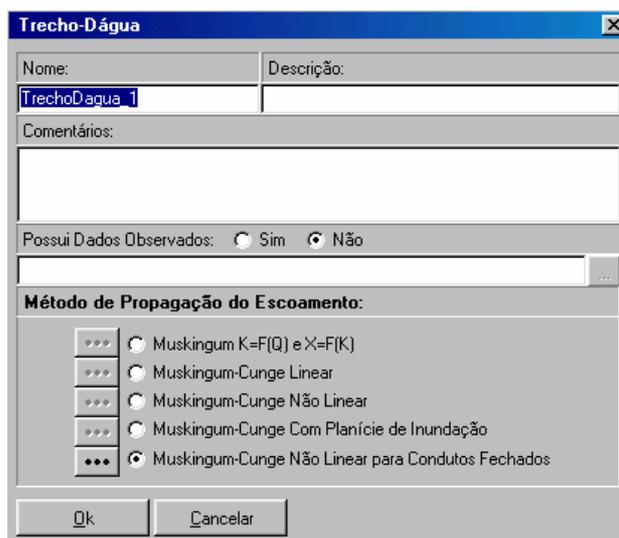


Figura 22 – Janela da Propagação em Rio

4.5.3.1 Método de Muskingum.

O método de Muskingum necessita que sejam informados os números de pontos da Tabela, os valores do parâmetro X da função $X=f(Q)$, o produto do parâmetro V pelo parâmetro K da função $K = f(Q)$ e o valor de Q correspondente a ambos. Isso é feito através de uma tabela como a ilustrada na janela “Muskingum $K=F(Q)$ e $X=F(Q)$ ” da Figura 23.

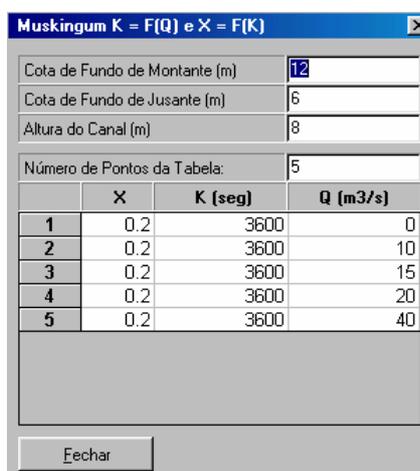


Figura 23 – Janela da Propagação Método de Muskingum

4.5.3.2 Método de Muskingum-Cunge Linear.

Para utilizar o Método de Muskingum-Cunge Linear, os dados a serem fornecidos são: o comprimento do trecho de propagação (m), a cota de fundo de montante (m), a cota de fundo de jusante (m), a altura do canal (m), a largura do canal (m), e a rugosidade dos sub-trechos, $Q_0(m^3/s)$. A vazão de referência, o número de sub-trechos e o intervalo

de tempo de cálculo são calculados automaticamente, através da opção automático. O número do hidrograma de contribuição lateral, quando houver, é automaticamente detectado pelo programa de modo que o usuário não tem acesso a este campo.

Muskingum - Cunge Linear	
Comprimento do Trecho de Propagação (m):	350
Cota de Fundo de Montante (m)	12
Cota de Fundo de Jusante (m)	6
Altura do Canal (m)	5
Largura do Canal (m):	70
Rugosidade dos Sub-Trechos:	0.03
Vazão de Referência (m³/s):	<input checked="" type="checkbox"/> Auto 0
Número de Sub-Trechos:	<input checked="" type="checkbox"/> Auto 0
Intervalo de Tempo de Cálculo (seg):	<input checked="" type="checkbox"/> Auto 0
<input type="button" value="Ok"/> <input type="button" value="Cancelar"/>	

Figura 24 – Janela da Propagação Método de Muskingum-Cunge Linear

4.5.3.3 Método de Muskingum-Cunge Não-Linear.

O Método de Muskingum-Cunge Não-Linear necessita dos seguintes dados: comprimento do trecho de propagação (m), a cota de fundo de montante (m), a cota de fundo de jusante (m), a altura do canal (m), a largura do canal (m), a rugosidade dos sub-trechos, o número de sub-trechos e o intervalo de tempo de cálculo. Da mesma forma que no anterior, o número do hidrograma de contribuição lateral, quando houver, é automaticamente detectado pelo programa de modo que o usuário não tem acesso a este campo.

Muskingum - Cunge não Linear	
Comprimento do Trecho de Propagação (m):	1500
Cota de Fundo de Montante (m)	5
Cota de Fundo de Jusante (m)	2
Altura do Canal (m)	2
Largura do Canal (m):	7
Rugosidade dos Sub-Trechos:	0.02
Número de Sub-Trechos:	1
Intervalo de Tempo de Cálculo (seg):	
<input type="button" value="Ok"/> <input type="button" value="Cancelar"/>	

Figura 24 – Janela da Propagação Método de Muskingum-Cunge Não-Linear

4.5.3.4 Método de Muskingum-Cunge com Planície de Inundação.

No Método de Muskingum-Cunge com Planície de Inundação, além dos dados referentes à calha principal (a largura e altura do canal (m), o comprimento do trecho de propagação (m), as cotas de montante e de jusante (m) e a rugosidade), é necessário fornecer as características da calha de extravasamento: altura da planície de inundação (m), largura da

planície de inundação (m) e a rugosidade da planície de inundação (Figura 25). A vazão de referência, o número de sub-trechos e o intervalo de tempo de cálculo são calculados automaticamente, através da opção automático. O número do hidrograma de contribuição lateral, quando houver, é automaticamente detectado pelo programa de modo que o usuário não tem acesso a este campo.

Muskingum - Planície de Inundação	
Comprimento do Trecho de Propagação (m):	1500
Cota de Fundo de Montante (m)	5
Cota de Fundo de Jusante (m)	2
Altura do Canal Principal (m)	H 2
Largura do Canal (m):	B 7
Rugosidade dos Sub-Trechos:	0.02
Altura da Planície (m)	H₁ 2
Largura da Planície (m)	B₁ 100
Rugosidade da Planície	0.05
Vazão de Referência (m³/s):	<input checked="" type="checkbox"/> Auto 0
Número de Sub-Trechos:	<input checked="" type="checkbox"/> Auto 0
Intervalo de Tempo de Cálculo (seg):	<input checked="" type="checkbox"/> Auto 0

Figura 25 – Janela da Propagação Método de Muskingum-Cunge com planície de inundação

4.5.3.5 Método de Muskingum-Cunge Não-Linear para Condutos Fechados.

No Método de Muskingum-Cunge para condutos, primeiramente devem ser fornecidos: o comprimento do conduto (m), e as cotas de fundo de montante e de jusante (m). A vazão de referência, o número de sub-trechos e o intervalo de tempo de cálculo são calculados automaticamente, através da opção automático.

Após devem ser inseridas as características do trecho principal (assim chamado, porque conforme descrito a seguir, poderão ser utilizados condutos paralelos ao trecho principal), sendo que podem ser utilizadas as seguintes seções:

- circular: deve ser informado o diâmetro (m) e a rugosidade;
- retangular: devem ser informadas a altura e largura (m), além da rugosidade;
- trapezoidal: informam-se a altura e largura (m), a rugosidade, e os taludes do lado esquerdo e direito (LE e LD).

Conforme mencionado, pode ainda ser utilizada a opção de propagação em conduto paralelo. Podem ser adicionados tantos condutos paralelos quanto forem necessários, bastando para isso

colocar o número correspondente na janela ao lado da mensagem “Trechos Paralelos ao Trecho Principal”. Depois de inserido o número de condutos paralelos, esta janela habilita a entrada de dados desses condutos. Os condutos em paralelo não necessitam ter mesmo tipo de seção transversal que o trecho principal, assim como podem ser utilizados vários trechos paralelos com diferentes tipos de seções.

A utilização de trechos paralelos pode ser feita quando se quer suprir a falta de capacidade do conduto principal, com a adição de um novo conduto, paralelo ao primeiro; pode ser utilizada também para simular as condições existentes em determinado sistema de drenagem, onde é comum a ocorrência de redes paralelas; etc.

Existe ainda a opção de Tratamento dos Excessos. Os excessos podem ser:

- Armazenados (opção armazenamento): é fornecido um arquivo de alagamentos, onde é informado o volume que não conseguiu entrar no sistema e o tempo em que há este acúmulo.
- Propagação do escoamento na rua: propaga do escoamento excedente na rua. Assim, toda a água que não consegue entrar no conduto é propagada pela rua, até encontrar o próximo trecho d’água.
- Redimensionamento: nesta opção o usuário deve escolher qual o tipo de seção que será utilizada como referência para redimensionar. Por ex: se meu conduto principal (1) é um circular, e houver um trecho paralelo (2) retangular e um terceiro trecho paralelo trapezoidal, na hora de solicitar o redimensionamento, as opções serão de redimensionar para um conduto circular, retangular ou trapezoidal. Se o usuário escolhe o circular não é necessário informar nenhuma característica a ser preservada, já que a área depende unicamente do diâmetro. Se o usuário escolher a seção retangular, ele pode selecionar as características geométricas da seção original (altura e/ou largura) que serão alteradas, sendo da mesma forma para os condutos trapezoidais.

Figura 26 - Janelas de Propagação do Método Muskingum-Cunge de propagação em condutos fechados

4.5.4 Edição de Reservatórios.

Os reservatórios correspondem ao Modelo Rio e, neste, a modelagem do amortecimento de ondas de cheia é realizado pelo método de Puls.

A edição de um Reservatório é feita da seguinte forma:

1. Dá-se um “duplo clique” com o ponteiro do mouse sobre o Reservatório na Área de Projeto ou, então, através do ícone apropriado do Gerenciador de Projeto. Com isso é aberta a janela “Reservatório” ilustrada pela Figura 27.

A edição dos campos Nome, Descrição e Comentários é a mesma indicada no item referente a Edição de Pontos de Controle. A opção “Possui Dados Observados” se assinalada com “sim”, conforme já foi mencionado acima, significa que existem dados observados relativos ao hidrograma propagado no reservatório. Nesse caso, o usuário deverá informar qual arquivo contém esses dados. Isso é feito, clicando com o ponteiro do mouse sobre o botão à direita do campo destinado à inserção do nome do arquivo, o usuário terá acesso a um janela de seleção de arquivos, como a da Figura 27, a partir da qual poderá fazer a escolha daquele que contiver os dados observados.

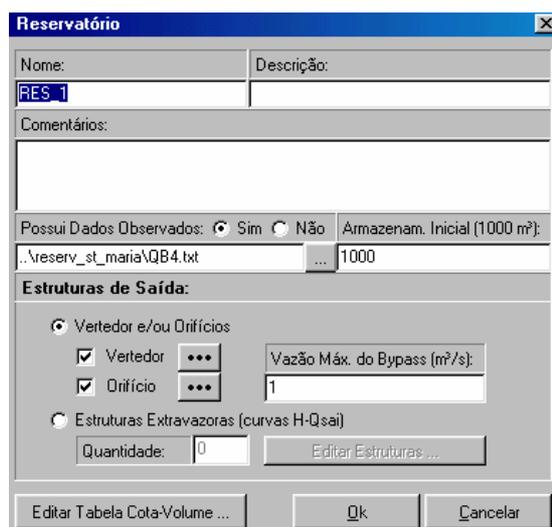


Figura 27 - Janela para edição de dados de um Reservatório.

Além disso, o usuário deverá informar o armazenamento inicial do reservatório (m³). O usuário deve selecionar os tipos de estruturas de saída, que podem ser: vertedor e/ou orifício, e estruturas extravasoras.

Quando selecionada a opção vertedor (Figura 28) e/ou orifício (Figura 29) devem ser fornecidos os dados de cada estrutura.

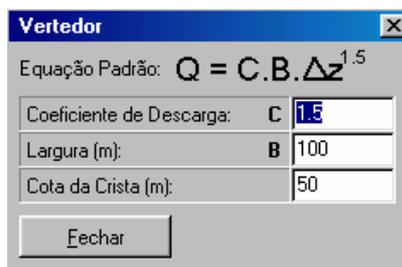


Figura 28 – Janela de dados do vertedor

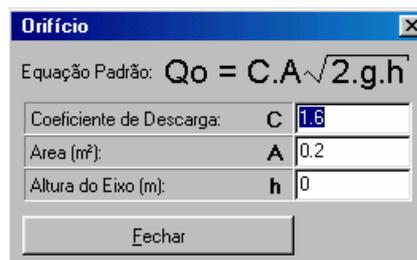


Figura 29 – Janela de dados do orifício

Ainda dentro desta opção, o usuário pode utilizar uma estrutura denominada de by-pass, que tem a função de “desviar” um valor de vazão do hidrograma de aporte ao reservatório, antes que ela entre no mesmo, não sendo, portanto, propagada no reservatório.

Quando selecionada a opção estruturas extravasoras, deve ser informada a quantidade de estruturas a serem utilizadas. Após a informação do número de estruturas, clicar no ícone Editar

Estruturas. São informados nesta janela (Figura 30) o número de cotas, e as vazões de saída correspondentes a cada cota fornecida.

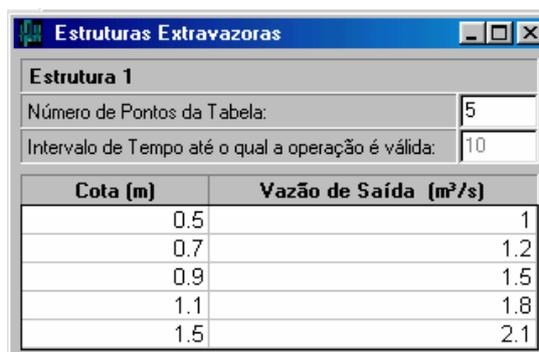


Figura 30 – Janela de edição das estruturas extravasoras

4.5.5 Substituição de PCs por Reservatórios e vice-versa.

Após construída a Rede Hidrográfica, é possível fazer a substituição de um PC por um Reservatório e vice-versa. Para fazer isso é necessário proceder-se da seguinte forma:

Primeiro, seleciona-se o PC ou o Reservatório, depois, clica-se no ícone de substituição  ou  correspondente. A substituição é automática, no entanto, quando for substituído um PC por um reservatório, não esquecer de editar os dados do mesmo.

Quando for ao contrário as informações excedentes (do reservatório) serão perdidas. Nesse caso, se o Projeto não for salvo após a alteração, bastará carregá-lo novamente para voltar à situação anterior, sem perda de informações. Sugere-se que, quando forem feitas alterações desse tipo, com o propósito de serem testadas hipóteses distintas, que cada uma delas seja salva com um Nome de Arquivo de Projeto diferente.

4.6 CLONAGEM E CÓPIA DE OBJETOS.

Além da criação e da edição, é possível que objetos sejam clonados e/ou tenham seus dados copiados de outros.

A operação de clonagem é realizada apenas sobre PCs e Reservatórios e significa a criação de outro objeto igual, com o mesmo ícone de representação e os mesmos dados. Apenas o nome do objeto é diferente por razões óbvias.

Já, a operação de cópia, é realizada sobre qualquer objeto previamente criado e para o qual são copiados os dados de outro objeto igual. Neste caso específico, é aberta uma janela complementar que pede que o usuário indique de qual objeto os dados serão copiados.

O acesso ao menu que permite essas operações sobre objetos é feito com a utilização do botão direito do mouse sobre um objeto previamente selecionado.

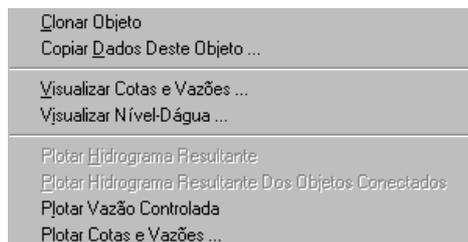


Figura 31 – Menu de acesso às opções Clonar objeto e Copiar Dados

4.7 EXECUÇÃO DA SIMULAÇÃO

Após a inserção dos elementos referentes às *Operações Hidrológicas* a serem estudadas, o próximo passo é a execução da simulação. É o que se verá a seguir.

4.7.1 Diagnóstico Geral do Projeto

Este item está implementado parcialmente, portanto, é importante, como já foi mencionado anteriormente, que o usuário verifique bem todos os seus dados de entrada, não esquecendo que o IPHS1, tal como qualquer sistema ou modelo, É UMA FERRAMENTA DE AUXÍLIO A UM PROFISSIONAL QUE SAIBA O QUE ESTÁ FAZENDO; PORTANTO, ELE NÃO EXECUTA PROJETOS, QUEM FAZ ISSO É O ENGENHEIRO, SENDO DE SUA INTEIRA RESPONSABILIDADE OS RESULTADOS OBTIDOS E SUA APLICAÇÃO.

Para acionar o comando manual do Diagnóstico o usuário poderá fazê-lo através do Menu Projeto | Realizar Diagnóstico Completo ou então através da opção correspondente na Barra de Ferramentas Principal.

Na parte inferior direita da janela do IPHS1 existem dois sinalizadores na forma de “leds” circulares: quando verde indica que o diagnóstico foi feito de forma satisfatória; quando vermelho indica que existe algum tipo de problema não resolvido (Figura 32).

Os problemas que eventualmente venham a ocorrer são automaticamente registrados no Editor de Mensagens. Dessa forma, é possível não apenas verificar o tipo de problemas existentes, mas, inclusive salvar a Mensagem para futuro estudo.

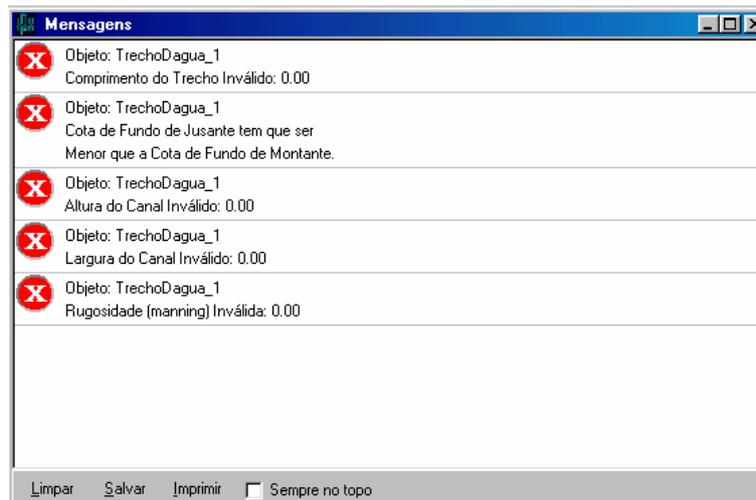


Figura 32 – Janela indicativa de diagnóstico insatisfatório

4.7.2 Execução do IPHS1 DOS.

Para executar IPHS1 DOS o usuário deverá proceder do seguinte modo:

Selecionar a opção Simular do Menu Projeto ou no ícone correspondente na Barra de Ferramentas Principal. Ao serem acionadas quaisquer das duas opções acima, o IPHS1 irá, primeiro realizar um diagnóstico automático para verificar a existência de alguns erros fatais. Isso feito, o IPHS1 construirá o arquivo de entrada do IPHS1 DOS e o executará (Figura 33).

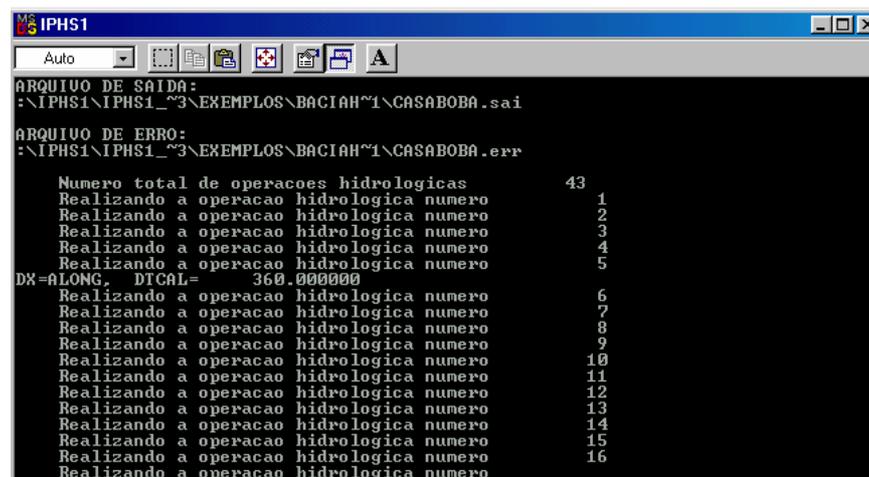


Figura 33 – Janela de execução do IPHS1 DOS

Ao ser concluída a execução e a janela DOS ser fechada pelo usuário ou automaticamente pelo programa, o Editor de Textos IPHS1

DOS, será imediatamente aberto com o arquivo ASCII de saída da simulação (**Erro! A origem da referência não foi encontrada.34**).

```

Projeto: CasaboBase - Horário da Simulação: 16:41:02
Entrada | Saída | QRua | Armazenamentos | Comentários
CasaboBase - Situacion Actual
150      43      1       72      3600.0
1        1
1.02     1.09    1.17    1.27    1.39    1.54    1.74    2.03
2.47     4.85    8.53    15.18   8.53    4.85    2.47    2.03
1.74     1.54    1.39    1.27    1.17    1.09    1.02    0.98
0.96     0.93    0.91    0.88    0.88    0.84    0.82    0.81
0.79     0.77    0.76    0.74    0.73    0.72    0.71    0.69
0.68     0.67    0.66    0.65    0.64    0.63    0.62    0.61
0.60     0.60    0.59    0.58    0.57    0.57    0.56    0.55
0.54     0.54    0.53    0.52    0.52    0.52    0.51    0.51
0.50     0.49    0.49    0.48    0.48    0.47    0.47    0.47
Transformação Chuva-Vazão - Sub-bacia B - B
3        1        1        1        0        0        1
0.0      0.0      0.0
1        0
1
1
2
80.0
2        0

```

Figura 34 – Editor de texto com saída do arquivo IPHS1

No editor estará, também, o arquivo de entrada de dados do IPHS1 DOS, o qual poderá ser consultado, bastando para isso que o usuário selecione a página correspondente na “orelha” superior de documentos do Editor.

4.8 ANÁLISE DOS RESULTADOS E DOCUMENTAÇÃO

Conforme foi mencionado no início deste texto, após a execução do IPHS1 DOS, os resultados dele advindos são automaticamente lidos para dentro dos objetos que compõe a Rede Hidrográfica, ficando à disposição do usuário para a realização de análises e a construção de relatórios.

4.8.1 Arquivo ASCII de Saída do IPHS1.

A forma tradicional de saída de resultados do IPHS1 DOS é um arquivo texto, no formato ASCII, que contém o histórico completo de toda a simulação (Tucci et al., 1989). Esse arquivo continua a ser disponibilizado através do Editor de Textos do IPHS1 (Figura 34), sendo aberto automaticamente após o encerramento de cada execução do programa. O usuário pode salvar o arquivo com a designação que desejar, inclusive associando-o, para melhor documentação, a um arquivo de projeto (.iphs1).

4.8.2 Resultados em formato de Planilha e Gráficos.

Os resultados de uma simulação são possíveis de serem visualizados, também, através de um conjunto de saídas na forma de planilhas - compatíveis com a Excel - e na forma de gráficos. A forma geral de acesso a essas ferramentas de saída é alcançada com o usuário posicionando o apontador do mouse sobre qualquer elemento do projeto (PC, Reservatório, Trecho D'água ou Derivação) e clicando o botão direito do mesmo.

Esse procedimento dá acesso aos menus representados na Figura 35. Nela estão representadas todas as seleções possíveis com as suas respectivas opções de menu.

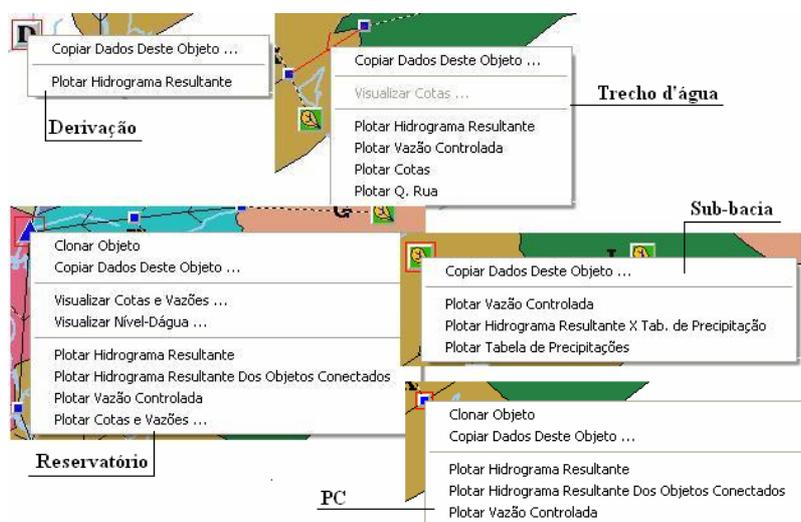


Figura 35 – Menu de acesso aos resultados em planilhas e gráficos

1. Gráficos e Planilhas da Sub-bacia

No caso de uma sub-bacia, as opções disponíveis são: “Plotar vazão controlada” (Figura 36(a)); “Plotar hidrograma resultante x Tabela de Precipitação” (Figura 36(b)); e “Plotar Tabela de Precipitação” (Figura 36(c)). Nas figuras 36(b) e 36(c), encontram-se os gráficos e à esquerda, em forma de planilha, os valores que lhes correspondem.

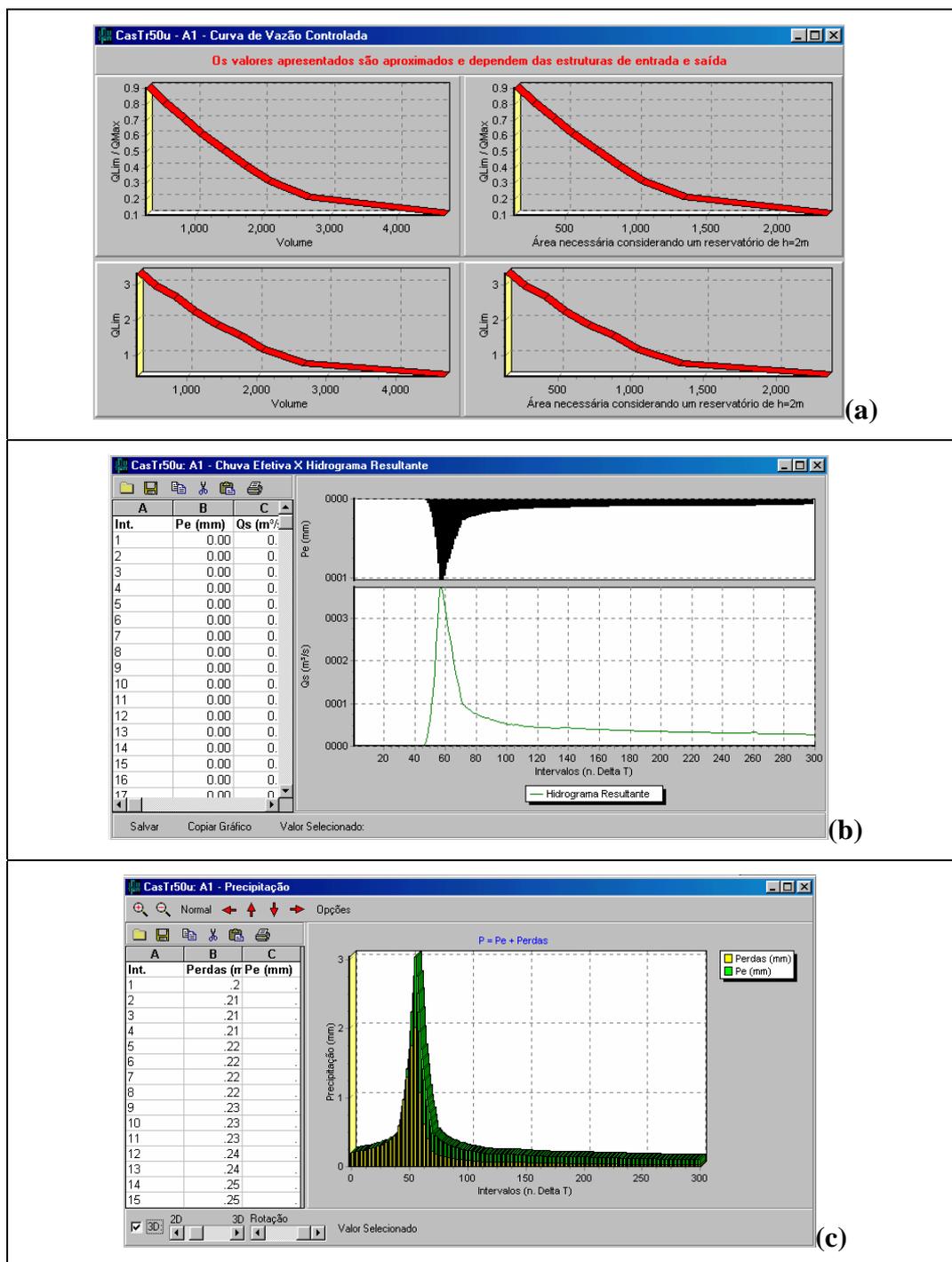


Figura 36 – Gráficos e Planilhas das sub-bacias

O gráfico e a planilha referentes à precipitação (Figura 36(c)), apresentam as perdas e a precipitação efetiva.

Neste gráfico, como em outros semelhantes que se seguem, existem algumas opções que possibilitam o controle da sua visualização e outras facilidades. Na parte superior, temos da esquerda para a direita, botões que permitem zoom mais, zoom menos, normal (reconstitui o tamanho original após uma ou mais operações de “zoom”); setas de

deslocamento: à esquerda, para cima, para baixo e à direita; e, opções, onde existem diferentes possibilidades de edição de cabeçalhos, edição e ocultamento de linhas, de impressão, de cópia para a área de transferência e de salvar o gráfico para uso posterior. Na parte inferior do gráfico temos controle sobre a visualização 3D.

A planilha, por sua vez, permite a seleção de parte ou da totalidade de seus dados de forma trivial, selecionando-se uma célula e com o botão esquerdo do mouse pressionado arrastar-se o ponteiro até o extremo oposto do campo a ser selecionado. Opções de salvar e imprimir são acessíveis através de um menu suspenso que é aberto pressionando-se o botão direito do mouse com o apontador sobre a área da planilha.

No caso específico do gráfico da Figura 36(c), em virtude do mesmo ser uma combinação de dois outros - um Hietograma e um Hidrograma - não são permitidas maiores edições. Entretanto, na parte inferior, existem as opções salvar, copiar gráfico (para a área de transferência do Windows) e valor selecionado - quando o ponteiro do mouse é colocado sobre o gráfico ou na planilha selecionando-se um valor com o pressionamento do botão esquerdo.

2. Gráficos e Planilhas dos demais Objetos.

Conforme pode-se ver na Figura 35, os objetos *PC* e *Reservatório*, dão acesso a dois tipos de hidrogramas: Hidrograma Resultante e Hidrogramas dos Objetos Conectados.

O gráfico Hidrograma dos Objetos Conectados (Figura 37), existe quando dois ou mais objetos estão conectados ao PC. Nestes casos, apresenta os hidrogramas de cada objeto conectado ao PC ou ao Reservatório e que serão somados através da Operação Soma.

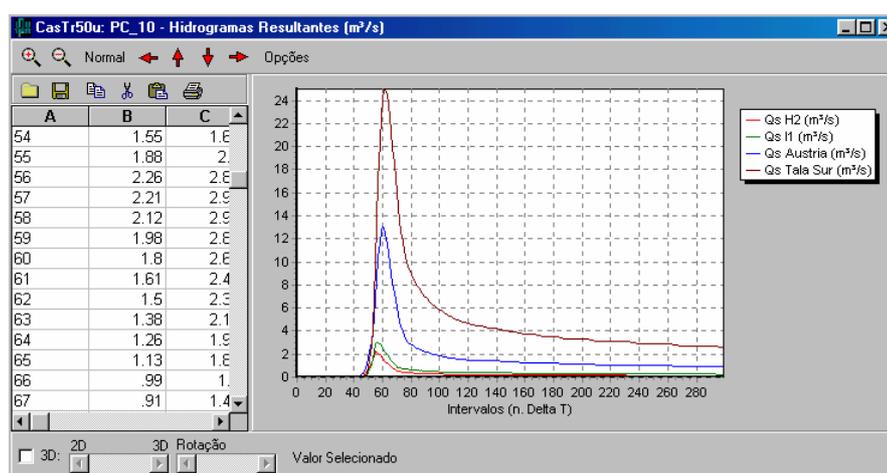


Figura 37 – Hidrograma dos Objetos conectados

O gráfico Hidrograma Resultante (Figura 38), existente para todos os demais objetos, corresponde, na verdade a dois hidrogramas: o Hidrograma de Entrada e o Hidrograma de Saída do objeto. As planilhas

ao lado, contém os valores que correspondem a cada hidrograma em cada intervalo de tempo. Na Figura 38 é possível ver-se uma parte da planilha tendo seus valores selecionados para que possam ser copiados através da *Área de Transferência do Windows* para outro aplicativo, como por exemplo, uma planilha ou um editor de textos.

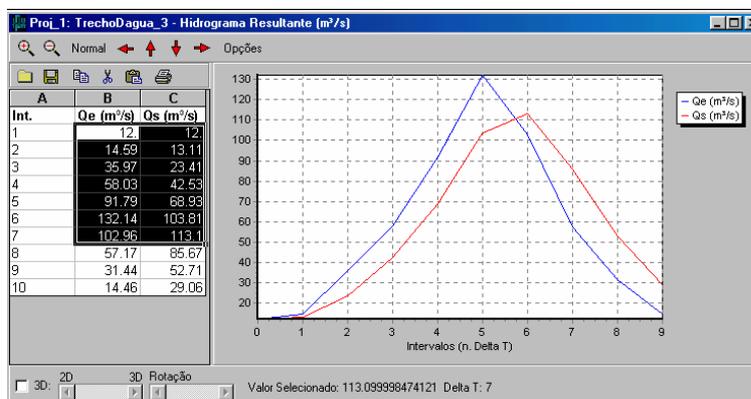


Figura 38 – Hidrograma Resultante

Existe uma **outra opção de graficação ou de saída de resultados em planilhas**. Seu acesso é feito através do Menu Projeto e nele das opções: Plotar Hidrogramas Resultantes e Mostrar Hidrogramas Resultantes. Selecionando quaisquer uma das opções o usuário terá acesso a uma janela como a ilustrada na Figura 39, e nela fará a seleção de quais objetos deseja ter seus hidrogramas de saída graficados ou apresentados na forma de planilha. A figura apresenta também o resultado dessas seleções.

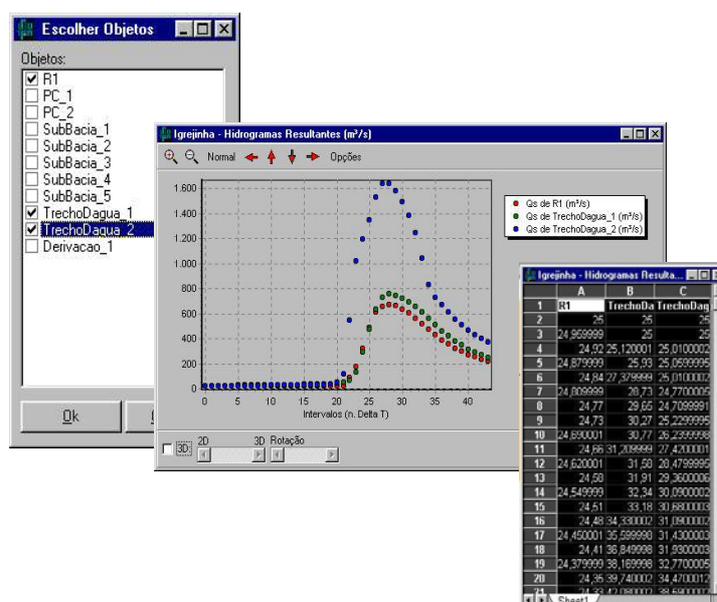


Figura 39 – Acesso à graficação e apresentação em planilhas dos resultados de quaisquer operações hidrológicas selecionadas pelo usuário

4.8.3 Documentação do Projeto.

A boa documentação de um projeto é o que garante a compreensão da sua estruturação, das hipóteses analisadas e das decisões tomadas durante o seu desenvolvimento e, depois, em qualquer época em que tenha de ser revisto. Dessa forma, os Memoriais Descritivos e de Cálculo são importantes de serem bem desenvolvidos.

O Editor de Textos do IPHS1 permite a edição desses documentos.

5. Bibliografia

TUCCI, C. E. M.; ZAMANILLO, E. A.; PASINATO H. D. (1989) Sistema de Simulação Precipitação Vazão IPHS1. IPH-UFRGS. Porto Alegre. 66p.

VIEGAS F^o, J. S., (2000). *O Paradigma da Modelagem Orientada a Objetos Aplicada a Sistemas de Apoio à Decisão em Sistemas de Recursos Hídricos*. Porto Alegre: UFRGS. Tese (Doutorado) - Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Recursos Hídricos e Saneamento Ambiental, IPH-UFRGS. 547p.