

PROGRAMA SIMHIDR

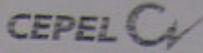
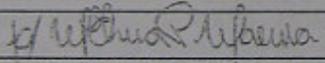
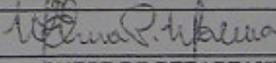
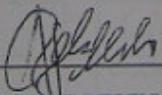
SIMULADOR HIDROELÉTRICO

**SIMULAÇÃO DA OPERAÇÃO HIDROELÉTRICA DE USINAS HIDROELÉTRICAS EM
CASCATA**

MANUAL DO USUÁRIO

VERSÃO 1.0

Abril / 2007

| | | |
|---|---|-----------------|
|  Centro de Pesquisas de Energia Elétrica Grupo Eletrobrás | | |
| <h2>RELATÓRIO TÉCNICO</h2> | | |
| Nº: DP/DEA - 14079/07 | Nº DE PÁGINAS: 32 | Nº DE ANEXOS: - |
| TÍTULO: Manual do Usuário do Programa SIMHIDR - Simulador Hidroelétrico - Versão 1.0 | | |
| DEPARTAMENTO: DEPARTAMENTO DE OTIMIZAÇÃO ENERGÉTICA E MEIO AMBIENTE - DEA | | |
| Nº DA ÁREA DE RESPONSABILIDADE: B200 | Nº DA CONTA DE APROPRIAÇÃO: 1328 | |
| DESTINATÁRIOS: Às Centrais Elétricas Brasileiras S/A - ELETROBRÁS Av. Presidente Vargas, 409 - 12º andar 20071-003 - Rio de Janeiro / RJ | EQUIPE DE ACOMPANHAMENTO: Luiz Ernesto Areias - ELETROBRÁS Renata Leite Falcão - ELETROBRÁS | |
| ATENÇÃO: Dr. Paulo Roberto de Holanda Sales | | |
| RESUMO: Este relatório se constitui no Manual do Usuário do programa SIMHIDR, versão 1.0. Este programa tem como objetivo principal simular a operação hidráulica de um conjunto de usinas hidroelétricas em cascata, a partir de um despacho de geração conhecido para as mesmas, em um horizonte de até uma semana. Esta operação deve respeitar as restrições físicas dos reservatórios e a sua função de produção. | | |
| AUTOR(ES): André Luiz Diniz Lima - CEPEL Tiago Norbiato dos Santos - FPLF | PALAVRAS-CHAVE: Programação Diária da Operação Simulação Hidroelétrica Programação Linear | |
| CLASSIFICAÇÃO: CONTROLADO | | |
|  GERENTE DO PROJETO NOME: André Luiz Diniz Souto Lima TEL: (21) 2598-6450 FAX: (21) 2598-6482 e-mail: diniz@cepel.br |  CHEFE DE DEPARTAMENTO NOME: Maria Elvira Piñeiro Maceira TEL: (21) 2598-6454 FAX: (21) 2598-6482 email: elvira@cepel.br | |
|  DIRETOR DE PESQUISA E DESENVOLVIMENTO ALBERT CORDEIRO GEBER DE MELO 27/04/07 | | |
| CENTRO DE PESQUISAS DE ENERGIA ELÉTRICA Sede: Av. Horácio Macedo, 354 - Cidade Universitária - Rio de Janeiro - RJ - Brasil - Tel.: 021 2598-6000 - Fax: 021 2598-6482 Unidade Adrianópolis: Av. Olinda s/n - Adrianópolis - Nova Iguaçu - RJ - Brasil - Tel.: 021 667-2111 - Fax: 021 667-3518 End. Postal CEPEL - Cx. Postal 68077 - 21944-670 - Rio de Janeiro - RJ - Brasil / End. Telegráfico: CEPELETR - Rio de Janeiro - RJ - Brasil | | |

ÍNDICE

| | | |
|------------|---|-----------|
| I | INTRODUÇÃO | 5 |
| I.1 | Objetivos do Programa | 5 |
| I.1.1 | Obter a simulação hidroelétrica do sistema a partir das gerações informadas para as usinas..... | 5 |
| I.1.2 | Obter os dados iniciais para um estudo com o modelo DESSEM-PAT | 6 |
| I.2 | Dados de Entrada para o Programa | 6 |
| I.3 | Resultados Fornecidos pelo Programa..... | 7 |
| I.4 | Componentes do Sistema não Representados | 7 |
| I.5 | Capacidades do Programa | 7 |
| II | ESPECIFICAÇÃO FUNCIONAL..... | 9 |
| II.1 | Descrição do Problema | 9 |
| II.2 | Formulação Matemática..... | 10 |
| II.3 | Estratégia de Solução..... | 11 |
| III | ARQUIVOS DE ENTRADA | 13 |
| III.1 | Arquivo SIMHIDR.ARQ..... | 13 |
| III.2 | Arquivo DADVAZ.XXX..... | 15 |
| III.3 | Arquivo ENTDAADOS.XXX | 15 |
| III.3.1 | Registros SB | 15 |
| III.3.2 | Registros UH | 16 |
| III.3.3 | Registros UE..... | 17 |
| III.3.4 | Registros IT | 17 |
| III.3.5 | Registros R11 | 18 |
| III.3.6 | Registros AC..... | 18 |
| III.3.7 | Registros VE..... | 20 |
| III.4 | Arquivo HIDR.XXX..... | 21 |
| III.5 | Arquivo SIMUL.XXX | 21 |
| III.5.1 | Dados do início da simulação..... | 21 |
| III.5.2 | Discretização temporal para o período de simulação | 22 |
| III.5.3 | Volumes dos reservatórios no início da simulação..... | 22 |
| III.5.4 | Dados para a operação das usinas ao longo do período de simulação..... | 23 |
| III.6 | Arquivo OPERUH.XXX..... | 24 |
| III.7 | Arquivo ILS_TRI.XXX | 25 |
| III.8 | Arquivo COTASR11.XXX..... | 26 |
| III.9 | Arquivo OUTFLOWS.XXX | 26 |
| IV | ARQUIVOS DE SAÍDA | 28 |
| IV.1 | Arquivo SIM_OPERACAO.XXX: | 28 |
| IV.1.1 | Discretização do tempo de simulação..... | 28 |



| | | |
|----------|-------------------------------|-----------|
| IV.1.2 | Resultados da simulação | 29 |
| IV.2 | Arquivo SIM_INVIAB.XXX..... | 31 |
| IV.3 | Arquivo SIM_RESTOPER.XXX..... | 31 |
| IV.4 | Arquivo SIM_OPERR11.XXX..... | 32 |
| V | REFERÊNCIAS | 33 |

I INTRODUÇÃO

O SIMHIDR - Simulador Hidroelétrico - é um programa desenvolvido pelo CEPEL - Centro de pesquisas de energia elétrica, para realizar a simulação hidroelétrica, ao longo de um horizonte de até 7 dias, de um sistema composto por diversas usinas hidroelétricas em cascata, para as quais estabelecem-se, a priori, as gerações individualizadas das usinas para cada intervalo de tempo em que o horizonte de estudo é subdividido. Adicionalmente, o programa pode verificar se um determinado conjunto de restrições hidráulicas para as usinas e os reservatórios são atendidas.

O simulador hidroelétrico pode ser utilizado de duas formas: como um módulo preliminar ao cálculo da programação diária da operação pelo modelo DESSEM-PAT [1], ou como um programa à parte. No segundo caso, apesar dos arquivos de entrada serem os mesmos utilizados para o modelo DESSEM-PAT, apenas os dados referentes à simulação devem ser fornecidos.

I.1 Objetivos do Programa

O programa SIMHIDR tem duas finalidades básicas:

I.1.1 Obter a simulação hidroelétrica do sistema a partir das gerações informadas para as usinas

O programa SIMHIDR realiza o balanço hídrico nos reservatórios do sistema, a partir das gerações horárias das usinas informadas pelo usuário. Para o cálculo deste balanço, consideram-se os tempos de viagem da água entre as usinas hidroelétricas em cascata e a função de produção própria de cada usina, a qual relaciona a sua energia gerada com o volume armazenado, vazão turbinada e vazão vertida. Obtém-se também o balanço hídrico para as usinas elevatórias, a partir dos dados informados de consumo de energia para bombeamento.

Como resultados adicionais, têm-se as gerações das usinas hidroelétricas e consumos nas usinas elevatórias encontradas pelo simulador, as quais não serão necessariamente iguais às informadas pelo usuário. A análise desses resultados é importante, pois eventuais desvios entre as gerações fornecidas pelo usuário e as calculadas pelo simulador podem indicar incoerências nos valores fornecidos em relação à operação física das usinas. Alguns fatores que podem provocar estes desvios são: (i) geração fornecida superior à capacidade máxima da usina; (ii) ausência de altura de queda e/ou vazões insuficientes para gerar a potência ou quantidade de energia solicitada; (iii) incompatibilidade de geração em usinas a fio d'água consecutivas na cascata.

Finalmente, o programa verifica também o atendimento a uma série de restrições hidráulicas informadas pelo usuário, assim como algumas restrições particulares do sistema brasileiro, como a variação no nível da Régua 11 (à jusante de Itaipu) e a vazão no canal Pereira Barreto (entre as usinas de Ilha Solteira e de Três Irmãos). Ressalta-se que estas restrições são apenas verificadas ao

término da simulação, ou seja, o cálculo da operação hidroelétrica das usinas não é realizado procurando-se atendê-las.

I.1.2 Obter os dados iniciais para um estudo com o modelo DESSEM-PAT

Quando o simulador é executado como um módulo interno ao modelo DESSEM-PAT, obtêm-se uma série de resultados que são utilizados como dado de entrada para o cálculo da programação diária da operação:

- o volume de todos os reservatórios ao final do período de simulação, que serão considerados como volumes armazenados no início do período de programação da operação;
- as defluências das usinas hidroelétricas nas horas que antecedem o período de programação. Estes valores se tornam necessários quando se consideram no modelo DESSEM-PAT os tempos de viagem da água entre reservatórios;
- os turbinamentos, vertimentos, defluências totais e vazões bombeadas das usinas na hora imediatamente anterior ao período de programação. Estes valores são utilizados como ponto de partida caso sejam consideradas, na programação da operação, restrições de variação horária para estas variáveis;
- as cotas na régua 11 (a partir das defluências de Itaipu e Salto Caxias) ao longo do dia anterior ao início do período de programação. Estas informações são necessárias quando se consideram, na programação da operação, restrições de variação horária e diária no nível da régua 11.

I.2 Dados de Entrada para o Programa

A simulação da operação hidroelétrica é feita para as usinas hidroelétricas e para as usinas de bombeamento (usinas elevatórias), a partir das seguintes informações:

- **dados físicos das usinas:**
 - Para as usinas hidroelétricas, estes dados são fornecidos pelo Operador Nacional do Sistema (ONS), por meio de um arquivo de cadastro (seção III.4). Estes dados incluem a topologia do sistema, ou seja, a disposição das usinas hidroelétricas ao longo dos rios (relações montante-jusante);
 - Para as usinas elevatórias, os dados referentes às características físicas e à topologia do sistema devem ser informados pelo usuário nos registros UE (seção 0);
- **função de produção das usinas hidroelétricas**, que relaciona a potência gerada em cada usina com a sua operação hidráulica (volume armazenado, turbinamento e vertimento), de forma a considerar a produtividade variável com a queda. Estas funções, individuais para cada usina hidroelétrica, são construídas pelo programa antes de se realizar a simulação, com base nos dados cadastrais das usinas e no seu volume inicial (seção III.5.3);
- **dados da operação**, que consistem nas seguintes informações:

- horizonte de estudo (seção III.5.1) e intervalo de discretização (seção III.5.2);
 - tempos de viagem da água entre usinas em cascata (seção III.3.2);
 - geração especificada para cada usina hidroelétrica em cada intervalo de tempo (seção III.5.4);
 - energia consumida em cada usina elevatória, em cada intervalo de tempo (seção III.5.4);
- **restrições operativas:** conjunto de restrições de origem hidráulica cujo atendimento deseja ser verificado (seção III.6).

I.3 Resultados Fornecidos pelo Programa

O simulador tem por objetivo principal calcular o balanço hídrico das usinas hidroelétricas e usinas elevatórias, a partir dos dados especificados de geração ou consumo de energia ao longo do período de estudo. Os principais resultados são informados no arquivo SIM_OPERACAO.XXX, onde se encontram os valores de turbinamento, vertimento, vazão desviada, bombeamento e volume final dos reservatórios, em cada intervalo de tempo. Os resultados da simulação hidroelétrica são apresentados de duas formas: em sua unidade padrão (por exemplo, vazão em m^3/s , armazenamento em hm^3), ou em volume de água ao longo de cada intervalo, em hm^3 , de forma a permitir a verificação do balanço hídrico das usinas.

I.4 Componentes do Sistema não Representados

Considera-se que a simulação hidroelétrica a ser realizada pelo programa SIMHIDR corresponde a um despacho energético já previamente validado em relação a restrições elétricas, hidráulicas e de atendimento a demanda do sistema ao longo de cada intervalo do horizonte de análise. Desta forma, no processo de cálculo da simulação, o programa SIMHIDR não considera:

- restrições de atendimento à demanda;
- restrições hidráulicas (apenas realiza uma verificação a *posteriori* do atendimento de algumas restrições);
- restrições elétricas;
- gerações e restrições para as usinas térmicas, e contratos de importação/exportação de energia.

I.5 Capacidades do Programa

O simulador considera um número máximo de 7 dias, os quais podem ser discretizados em períodos com duração mínima de 30 minutos. As quantidades máximas permitidas para cada um dos elementos do sistema (parâmetros do programa) são representadas pelos seguintes mnemônicos:

| Mnemônico | Valor | Parâmetro do programa |
|------------------|--------------|--|
| ZDAM | 150 | Número máximo de reservatórios |
| ZDIASSIM | 7 | Número máximo de dias para a simulação |
| ZNCJ | 5 | Número máximo de grupos geradores para cada usina hidroelétrica |
| ZNMQH | 20 | Número máximo de unidades geradoras em cada grupo gerador |
| ZPERSIM | 96 | Número máximo de intervalos de tempo para a simulação |
| ZUNE | 4 | Número máximo de usinas elevatórias |
| ZUNH | 750 | Número máximo de unidades hidroelétricas |
| ZUSIH | 150 | Número máximo de usinas hidroelétricas |
| ZUVM | 10 | Número máximo de reservatórios que podem estar em processo de enchimento de volume morto |

II ESPECIFICAÇÃO FUNCIONAL

II.1 Descrição do Problema

Conforme mencionado anteriormente, a simulação hidroelétrica realizada pelo programa SIMHIDR visa simplesmente realizar o balanço hídrico nas usinas do sistema, a partir de um despacho de geração já previamente estabelecido.

Para realizar esse balanço, é necessário determinar, para cada usina, os turbinamentos e vertimentos que resultam nas gerações fornecidas pelo usuário. Para tal, deve-se modelar uma função de produção hidroelétrica aproximada (FPHA) para cada usina.

Ressalta-se que pode não ser possível calcular o balanço hídrico de todas as usinas sem que haja desvios entre as gerações estabelecidas pelo usuário e as obtidas pela simulação através da FPHA. Por exemplo, considere a configuração mostrada na Figura II.1 abaixo:

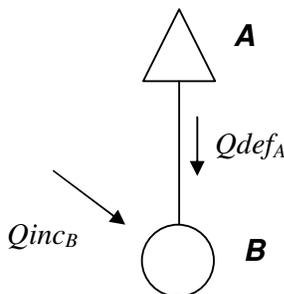


Figura II.1 – Exemplo de acoplamento entre usinas em cascata na simulação.

As gerações GH_A e GH_B das usinas A e B são fornecidas pelo usuário. Pela FPHA da usina A , verifica-se que o reservatório A deve defluir um montante de água Q_{def_A} , a fim de se obter o valor GH_A . Portanto, a vazão total afluente à usina B será $Q_{def_A} + Q_{inc_B}$, sendo este segundo termo correspondente à afluência natural à usina (dado de entrada). Como, no exemplo dado, a usina B é a fio d'água, sua vazão defluente também deve ser $Q_{def_A} + Q_{inc_B}$. Finalmente, com este valor, por consulta a FPHA de B , obtém-se uma geração GH_B' para a usina B , que não necessariamente será igual a GH_B .

Eventuais diferenças entre os valores de GH e GH' podem ser absorvidas por um reservatório, através de enchimento ou deplecionamento de parte de sua capacidade de armazenamento, mas não por uma usina a fio d'água. No exemplo dado, caso GH_B' fosse maior do que GH_B , esta diferença poderia ser compensada por um vertimento em B , enquanto que, se GH_B' fosse menor do que GH_B , a compensação se faria por um vertimento em A . No entanto, a influência do vertimento na função de produção de algumas usinas poderia impedir que se igualassem os valores de GH_B e GH_B' .

É importante analisar a operação hidroelétrica calculada na simulação. Desvios significativos entre os valores de GH e GH' e/ou a ocorrência de vertimentos significativos nas usinas podem indicar incoerências nas gerações hidroelétricas informadas pelo usuário.

II.2 Formulação Matemática

O problema resolvido pelo simulador é formulado como segue:

$$\min Z = \sum_{t=1}^T \left[\sum_{i=1}^{NH} \kappa \left| GH_i^t - GH_i^{t*} \right| + \sum_{i=1}^{NE} \kappa \left| Eb_i^t - Eb_i^{t*} \right| \right]$$

s.a.

$$V_i^t = V_i^{t-1} - Q_i^t - S_i^t + \sum_{j \in M_i} (Q_j^{t-\tau_{j\#}} + S_j^{t-\tau_{j\#}}) - \sum_{j \in M_i^B} (B_j^t) + \sum_{j \in J_i^B} (B_j^t), \quad i = 1, \dots, NH, t = 1, \dots, T,$$

$$GH_i^t = FPHA_i(V_i^t, Q_i^t, S_i^t), \quad i = 1, \dots, NH, t = 1, \dots, T,$$

$$Eb_i^t = \gamma_j B_j^t, \quad i = 1, \dots, NE, t = 1, \dots, T, \quad (II.1)$$

$$0 \leq Q_i^t \leq \overline{Q}_i, \quad i = 1, \dots, NH, t = 1, \dots, T,$$

$$0 \leq S_i^t \leq \overline{S}_i, \quad i = 1, \dots, NH, t = 1, \dots, T,$$

$$0 \leq GH_i^t \leq \overline{GH}_i, \quad i = 1, \dots, NH, t = 1, \dots, T,$$

$$\underline{B}_i^t \leq B_i^t \leq \overline{B}_i^t, \quad i = 1, \dots, NH, t = 1, \dots, T,$$

onde os termos nas equações podem ser de 3 tipos, conforme descrito a seguir.

- **Dados de entrada:**

- Eb_i^{t*} : consumo de energia devido a bombeamento especificado para a usina elevatória i , no intervalo t ;
- $FPHA_i()$: função de produção aproximada da usina i , que relaciona sua geração com o armazenamento, turbinamento e vertimento na usina. Esta função é calculada pelo programa a partir dos dados de entrada;
- GH_i^{t*} : geração especificada para a usina hidroelétrica i , no intervalo t ;
- \overline{GH}_i : potência máxima da usina hidroelétrica i ;
- γ_j : consumo unitário de energia para a usina elevatória i (relaciona a vazão bombeada com a potência consumida);
- J_i^B : Conjunto de usinas elevatórias à jusante da usina hidroelétrica i (ou seja, que bombeiam água de outra usina para i);
- M_i : conjunto de usinas hidroelétricas à montante da usina hidroelétrica i ;

- M_i^B : conjunto de usinas elevatórias à montante da usina hidroelétrica i (ou seja, que bombeiam água de i para outra usina);
- NH : número de usinas hidroelétricas;
- NE : número de usinas elevatórias;
- \overline{Q}_i : turbinamento máximo da usina hidroelétrica i ;
- \overline{S}_i : vertimento máximo da usina hidroelétrica i ;
- T : número de intervalos de tempo em que se subdivide o período de estudo;
- τ_{ij} : tempo de viagem da água da usina hidroelétrica i para a usina hidroelétrica j ;
- \overline{V}_i : capacidade de armazenamento da usina hidroelétrica i ;
- \overline{B}_i : limite máximo de bombeamento da usina elevatória i ;
- \underline{B}_i : limite mínimo de bombeamento da usina elevatória i .

- **Parâmetros calculados internamente pelo programa:**

- κ : penalização para os desvios entre as gerações (ou energias bombeadas) especificadas pelo usuário e as calculadas pelo programa.

- **Resultados fornecidos pelo programa:**

- B_i^t : bombeamento da usina elevatória i , no intervalo t ;
- Eb_i^t : consumo de energia devido a bombeamento, para a usina elevatória i , no intervalo t ;
- GH_i^t : geração da usina hidroelétrica i , no intervalo t ;
- Q_i^t : turbinamento da usina hidroelétrica i , no intervalo t ;
- S_i^t : vertimento da usina hidroelétrica i , no intervalo t ;
- V_i^t : armazenamento da usina hidroelétrica i , ao final do intervalo t .

Para simplificar a exposição, os fatores de conversão de unidades entre as variáveis não estão representados na equação (II.1).

II.3 Estratégia de Solução

O problema (II.1) é resolvido por programação linear e, para tal, utiliza-se o algoritmo simplex do pacote de otimização OSL [2]. Para representar as expressões em módulo na função objetivo do problema, escrevem-se as diferenças entre as gerações (ou bombeamentos) calculados pelo programa e os valores especificados pelo usuário por meio de restrições, nas quais adicionam-se variáveis de folgas, penalizadas na função objetivo pelo mesmo fator κ .

Para a função de produção das usinas hidroelétricas, não é necessário se construir o mesmo modelo linear por partes considerado no programa DESSEM-PAT [3], uma vez que se sabe que a geração de cada usina será a mais próxima possível do valor especificado *a priori* pelo usuário. Assim, para se determinar os valores de V , Q e S correspondentes à geração obtida, é suficiente uma aproximação linear em torno de GH^* , considerando individualmente a influência das variáveis armazenamento, turbinamento e vertimento na geração da usina:

$$GH_i^t = GH_i^{t*} + \left(\frac{\partial FPE}{\partial Q} (Q_i^{t*}) \right) (Q_i^t - Q_i^{t*}) + \left(\frac{\Delta FPE}{\Delta S} \right) (S_i^t) + \left(\frac{\partial FPE}{\partial V} (V_i^{t*}) \right) (V_i^{t+1} - V_i^{t*}), \quad (II.1)$$

$$i = 1, \dots, NH, t = 1, \dots, T,$$

onde:

$\left(\frac{\partial FPE}{\partial Q} (Q_i^{t*}) \right)$: derivada da função de produção da usina i em relação ao turbinamento, para o ponto de operação estabelecido no intervalo t , considerando o volume no início do intervalo t ;

$\left(\frac{\Delta FPE}{\Delta S} \right)$: secante que representa a variação média da função de produção da usina i em relação ao vertimento, para o ponto de operação estabelecido no intervalo t (Q_i^*, V_i^t), a partir do ponto de vertimento nulo.

$\left(\frac{\partial FPE}{\partial V} (V_i^t) \right)$: derivada da função de produção da usina i em relação ao volume armazenado, para o ponto de operação estabelecido no intervalo t (Q_i^*, V_i^t);

Verificação das restrições

Depois de realizada a simulação, pode-se verificar se foram atendidas algumas restrições operativas para as usinas hidroelétricas definidas pelo usuário, tais como limites de armazenamento ou defluência. Estas restrições são definidas no arquivo OPERUH, descrito na seção III.6.

III ARQUIVOS DE ENTRADA

Nesta seção, descrevem-se os arquivos de entrada do programa SIMHIDR. A estrutura dos arquivos é a mesma adotada para o modelo DESSEM-PAT, de forma a permitir uma maior facilidade de transição dos dados de um estudo em um programa para o outro.

Uma explicação detalhada das estruturas dos arquivos e como os programas interpretam os formatos de leitura especificados neste capítulo é feita no Manual do Usuário programa DESSEM-PAT [1]. A seguir, reproduzem-se alguns exemplos de formatos de dados de entrada e como o programa interpretaria alguns valores fornecidos pelo usuário. O caractere “ * ” indica que um espaço foi dado na digitação do valor.

| Formato de Entrada | Valor digitado | Valor considerado pelo programa |
|--------------------|----------------|---------------------------------|
| I4 | *234 | 234 |
| I4 | 234* | 234 |
| F6.2 | 564793 | 5647,93 |
| F6.2 | *3456* | 345,6 |
| F6.2 | 12.7*** | 12,7 |
| F5.0 | 200** | 200,0 |
| F5.0 | *12.5 | 12,5 |
| A10 | “SUDESTE*** “ | “SUDESTE” |
| A2 | “RD” | RD |

Em todos os arquivos de entrada, o número do dia corresponde ao número no calendário.

III.1 Arquivo SIMHIDR.ARQ

Este arquivo contém os nomes dos arquivos de dados de entrada gerenciados pelo usuário, que serão utilizados pelo SIMULADOR. Caso o programa SIMHIDR não seja executado no ambiente ENCAD, este arquivo deve se localizar no mesmo diretório onde se encontra o arquivo executável do programa.

Cada registro é composto por dois campos:

| CAMPO | COLUNAS | FORMATO | DESCRIÇÃO |
|-------|---------|---------|---|
| 1 | 1 a 44 | A44 | Descrição do arquivo (informativo apenas) |
| 2 | 45 a 99 | A55 | Nome e/ou localização do arquivo (ex: “c:\dessem-pat\entdados.xxx”) |

Se o programa SIMHIDR for executado no ambiente ENCAD, no campo 2 pode-se informar apenas o nome do arquivo, caso este se situa no mesmo diretório do arquivo executável do programa. Se o arquivo estiver em outro diretório, deve-se informar o caminho completo da localização do arquivo.

A ordem correta dos registros é mostrada abaixo. Sugere-se um nome para cada arquivo, pelo qual ele será referenciado ao longo deste manual. Também se indica o tipo de utilidade do arquivo, conforme descrito abaixo:

- **necessário:** arquivo que precisa ser fornecido, sem o qual o programa não pode ser executado;
- **não-necessário:** arquivo que contém dados adicionais para a simulação, referentes a algumas restrições operativas, mas que podem ser dispensados;
- **não-utilizado:** arquivos que são ignorados pelo simulador. Estes arquivos são necessários apenas em estudos com o programa DESSEM-PAT.

| Registro | Arquivo informado | Utilidade |
|----------|--|----------------|
| 1 | Arquivo contendo informações sobre o caso e dados de vazões naturais (ex: "dadvaz.xxx"); | Necessário |
| 2 | Arquivo de dados gerais (ex: "entdados.xxx"); | Necessário |
| 3 | Arquivo contendo informações para os cortes de <i>Benders</i> gerados pelo DECOMP (ex: "mapcut.dec"); | Não-utilizado |
| 4 | Arquivo contendo os cortes de <i>Benders</i> gerados pelo DECOMP (ex: "cortes.dec"); | Não-utilizado |
| 5 | Arquivo de cadastro das usinas hidroelétricas (ex: "hidr.dat") | Necessário |
| 6 | Arquivo contendo restrições operacionais para as usinas/unidades hidroelétricas (ex: "operuh.xxx"); | Não-necessário |
| 7 | Arquivo contendo as defluências das usinas hidroelétricas anteriores ao início do período de simulação (ex: "outflows.xxx"); | Não-necessário |
| 8 | Arquivo de cadastro das usinas térmicas (ex: "term.dat"); | Não-utilizado |
| 9 | Arquivo de dados operacionais para as unidades térmicas no período de estudo (ex: "operut.xxx"); | Não-utilizado |
| 10 | Arquivo índice para os dados da rede elétrica (ex: "deselet.xxx"); | Não-utilizado |
| 11 | Arquivo contendo dados para a simulação da bacia do Alto Tietê (ex: "at_input.xxx"); | Não-utilizado |
| 12 | Arquivo contendo dados para a simulação da bacia do Paraíba do Sul (ex: "pb_input.xxx"); | Não-utilizado |
| 13 | Arquivo contendo as restrições de vazão no Canal Ilha Solteira – Três Irmãos (ex: "ils_tri.dat"); | Não-necessário |
| 14 | Arquivo contendo as cotas na Régua 11 anteriores ao início do período de simulação (ex: "cotasR11.xxx"); | Não-necessário |
| 15 | Arquivo contendo dados diversos para a simulação (ex: "SIMUL.XXX"); | Necessário |
| 16 | Arquivo contendo as informações da Reserva de Potência (ex.: "Respot.xxx"); | Não-utilizado |
| 17 | Arquivo contendo as informações do cadastro de Reserva de Potência (ex.: "areacont.dat"); | Não-utilizado |
| 18 | Arquivo com medias históricas para a função de produção (ex.: MLT.XXX) | Não-utilizado |

Observações:

1. se as restrições da régua 11 forem consideradas no estudo (mediante o fornecimento dos registros R11, vide seção III.3.5), o arquivo COTASR11.XXX passa a ser obrigatório;
2. Caso uma ou mais usinas na configuração apresentem tempo de viagem da água para jusante (registros UH, seção III.3.2), o arquivo OUTFLOWS.XXX passa a ser obrigatório;

3. Caso as usinas de Ilha solteira e Três Irmãos são representadas separadamente na configuração hidroelétrica, o arquivo ILS_TRI.DAT passa a ser obrigatório.

III.2 Arquivo DADVAZ.XXX

Lista das usinas presentes na simulação, conforme descrição a seguir;

| REGISTRO | DESCRIÇÃO |
|----------|---|
| 1 e 2 | Cabeçalho |
| 3 | Colunas 1-3: Número de usinas hidroelétricas no caso estudado (formato: I3) Mínimo: zero Máximo: ZUSIH Valor <i>default</i> : nenhum |
| 4, 5 e 6 | Cabeçalho |
| 7 | Colunas 1-3; 5-7; 9-11; ...; 393-395; 397-399: Número de cadastro de cada usina no caso estudado - (formato: I3 para cada usina) Valor <i>default</i> : nenhum |

III.3 Arquivo ENTDADOS.XXX

Este arquivo é composto por vários blocos de dados. Cada bloco é composto por um conjunto de registros cujos campos serão detalhadamente descritos nos próximos itens. Registros tipo “comentário” podem ser livremente incluídos desde que o primeiro campo destes registros seja preenchido com o caractere “&”. Cada tipo de registro é identificado por um mnemônico nas suas 2 primeiras colunas.

Os blocos de dados descritos nos itens III.3.1 à III.3.3 devem ser fornecidos em primeiro lugar, por definirem os índices das usinas hidroelétricas e elevatórias, que serão utilizados nos demais registros. Os demais blocos não têm ordem fixa.

III.3.1 Registros SB

Este bloco identifica os subsistemas na configuração estudada. É composto por tantos registros quanto forem os subsistemas no estudo. Ressalta-se que, para o programa SIMHIDR, a definição dos subsistemas serve apenas como uma informação adicional a ser impressa nos relatórios de saída..

| CAMPO | COLUNAS | FORMATO | DESCRIÇÃO |
|-------|---------|---------|--|
| 1 | 1 a 2 | A2 | Mnemônico de identificação do registro: SB |
| 2 | 5 a 6 | I2 | Índice do subsistema Mínimo: 1 Máximo: 99 Valor <i>default</i> : nenhum |
| 3 | 10 a 11 | A2 | Mnemônico de identificação do subsistema Valor <i>default</i> : nenhum |

III.3.2 Registros UH

Este bloco é composto por tantos registros quanto for o número de usinas hidroelétricas na configuração estudada, definidas no registro 7 do arquivo DADVAZ.XXX (item III.2).

Cada registro contém os seguintes campos:

| CAMPO | COLUNAS | FORMATO | DESCRIÇÃO |
|-------|---------|---------|---|
| 1 | 1 a 2 | A2 | Mnemônico de identificação do registro: UH |
| 2 | 5 a 7 | I3 | Número da usina no cadastro de usinas hidroelétricas |
| 3 | 10 a 21 | A12 | Nome da usina (apenas para orientação do usuário) |
| 4 | 25 a 26 | I2 | Índice do subsistema ao qual pertence a usina hidroelétrica, de acordo com o campo dos registros <i>SB</i> |
| 5 | 40 | I1 | <i>Flag</i> para considerar evaporação: 0 => não (<i>default</i>) 1 => sim |
| 6 | 42 a 43 | I2 | Número do dia em que o reservatório começa a operar (quando o volume morto está cheio e a usina pode turbinar) Valor <i>default</i> : usina sem operar até o final do estudo OBRIGATÓRIO se a usina iniciar a operação durante o estudo |
| 7 | 45 a 46 | I2 | Hora do dia em que o reservatório começa a operar Valor <i>default</i> : 0:00 a.m do dia informado no campo 7 |
| 8 | 48 | I1 | <i>Flag</i> para identificação da meia-hora em que o reservatório começa a operar 0 => 1ª meia-hora 1 => 2ª meia-hora Valor <i>default</i> : 0 |
| 9 | 50 a 59 | F10.0 | Volume morto no início do estudo (Hm ³) - (valor <i>default</i> : 0,0) Mínimo: 0,0 Máximo: 100,0 Valor <i>default</i> : nenhum OBRIGATÓRIO apenas se a usina NÃO estiver operando no início do estudo |
| 10 | 60 a 62 | I3 | Tempo de viagem da água até o aproveitamento de jusante (horas) Mínimo: 0 Máximo: nenhum Valor <i>default</i> : 0 |

III.3.3 Registros UE

É necessário um registro para cada usina elevatória na configuração estudada.

Cada registro apresenta a seguinte estrutura:

| CAMPO | COLUNAS | FORMATO | DESCRIÇÃO |
|-------|---------|---------|--|
| 1 | 1 a 2 | A2 | Mnemônico de identificação do registro: UE |
| 2 | 5 a 7 | I3 | Número da usina elevatória |
| 3 | 10 a 13 | I2 | Índice do subsistema ao qual pertence a usina, de acordo com o campo dos registros SB |
| 4 | 15 a 26 | A12 | Nome da usina elevatória (informativo apenas) |
| 5 | 30 a 32 | I3 | Número da usina hidroelétrica a montante, conforme os registros UH . |
| 6 | 35 a 37 | I3 | Número da usina hidroelétrica a jusante, conforme os registros UH . |
| 7 | 40 a 49 | F10.0 | Vazão mínima para bombeamento (m ³ /s) |
| 8 | 50 a 59 | F10.0 | Vazão máxima para bombeamento (m ³ /s) |
| 9 | 60 a 69 | F10.0 | Taxa de consumo da usina elevatória (MW / (m ³ /s)) |

Observações:

1. A usina hidroelétrica a montante deve estar incluída na configuração estudada. O termo “a montante” refere-se à usina com cota (em relação ao nível do mar) superior a cota da usina elevatória, ou seja, é a usina de destino da vazão bombeada. A usina hidroelétrica a jusante deve estar incluída na configuração estudada. O termo “a jusante” refere-se à usina com cota (em relação ao nível do mar) inferior a cota da usina elevatória, ou seja, é a usina de origem da vazão bombeada.

III.3.4 Registros IT

Estes registros são obrigatórios caso a usina de Itaipu esteja na configuração, para fornecer os coeficientes do polinômio que calcula o nível do canal de fuga de Itaipu em função da vazão no posto da Régua 11, denotada por: R-11.

Cada registro apresenta a seguinte estrutura:

| CAMPO | COLUNAS | FORMATO | DESCRIÇÃO |
|-------|---------|---------|---|
| 1 | 1 a 2 | A2 | Mnemônico de identificação do registro: IT |
| 2 | 5 a 6 | I2 | Índice do subsistema que representa o SE, (onde está Itaipu), de acordo com o campo dos registros SB |

| CAMPO | COLUNAS | FORMATO | DESCRIÇÃO |
|-------|---------|---------|--|
| 3 | 10 a 84 | 5 E15.0 | Coeficientes do polinômio “Cota do canal de fuga de Itaipu X Vazão no posto da R-11” |

III.3.5 Registros R11

Estes registros fornecem os dados necessários para consideração das restrições de variação horária e diária no nível da régua 11, próxima a Itaipu.

| CAMPO | COLUNAS | FORMATO | DESCRIÇÃO |
|-------|-----------|---------|---|
| 1 | 1 a 2 | A3 | Identificação do registro: R11 |
| 2 | 5 a 6 | I2 | Número do dia inicial |
| 3 | 8 a 9 | I2 | Hora do dia inicial |
| 4 | 11 | I1 | Flag para identificação da meia-hora final 0 => 1ª meia-hora 1 => 2ª meia-hora |
| 5 | 13 a 14 | I2 | Número do dia final |
| 6 | 16 a 17 | I2 | Hora do dia final |
| 7 | 19 | I1 | Flag para identificação da meia-hora final 0 => 1ª meia-hora 1 => 2ª meia-hora |
| 8 | 21 a 30 | F10.0 | Nível na régua 11, na meia hora anterior ao início do estudo. OBRIGATÓRIO, se for imposta apenas a restrição de variação máxima horária no nível da régua 11 estiver configurada (campo 9)* |
| 9 | 31 a 40 | F10.0 | Restrição de variação máxima horária no nível da régua 11(m) |
| 10 | 41 a 50 | F10.0 | Restrição de variação máxima diária no nível da régua 11(m) |
| 11 | 61 to 165 | 7E15.0 | Coeficientes do polinômio Cota X Vazão na régua 11 |

*Caso seja considerada também restrição de variação diária, o nível da Régua 11 na meia hora anterior ao estudo será obtida pelas informações do arquivo COTAS_R11.XXX (seção III.8)

III.3.6 Registros AC

Este bloco é composto por um número variável de registros para modificar, **somente para o estudo que está sendo realizado**, os dados de cadastro das usinas hidroelétricas (item III.4). A cada modificação corresponderá um registro com a seguinte estrutura:

| CAMPO | COLUNAS | FORMATO | DESCRIÇÃO |
|-------|---------|---------|--|
| 1 | 1 a 2 | A2 | Mnemônico de identificação do registro: AC |
| 2 | 5 a 7 | I3 | Número da usina no cadastro de usinas hidroelétricas |

| CAMPO | COLUNAS | FORMATO | DESCRIÇÃO |
|-------|---------|---------------------------|--|
| | | | Valor <i>default</i> : nenhum |
| 3 | 10 a 15 | A6 | Mnemônico de identificação do parâmetro a ser modificado |
| 4 | 20 ... | Vide tabela de mnemônicos | Novo valor do(s) parâmetro(s) |

A seguir, apresenta-se a lista dos mnemônicos válidos e os valores que são lidos em cada caso.

| MNEMÔNICO | INFORMAÇÃO LIDA | FORMATO | Valores <i>default</i> |
|-----------|--|---------|--|
| COFEVA | Mês e coeficiente de evaporação mensal (mm/mês) | I5, I5 | Mínimo: 0 Máximo: nenhum |
| COTFUG | Índice e valor do coeficiente do polinômio “Cota do canal de fuga X Vazão defluente” | I5 | Mínimo: 1 Máximo: 5 |
| | | E15.0 | Mínimo: nenhum Máximo: nenhum |
| COTTAR | Índice e valor do coeficiente do polinômio “Área do espelho d’água x Cota” para o reservatório | I5 | Mínimo: 1 Máximo: 5 |
| | | E15.0 | Mínimo: nenhum Máximo: nenhum |
| COTVOL | Índice e valor do coeficiente do polinômio “Cota do reservatório X Volume” | I5 | Mínimo: 1 Máximo: 5 |
| | | E15.0 | Mínimo: nenhum Máximo: nenhum |
| DESVIO | Índice no cadastro da usina de jusante para desvio | I5 | Mínimo: 0 Máximo: ZCADH |
| JUSENA | Índice do aproveitamento de jusante para cálculo das energias armazenadas (exemplo: complexo Moxotó) | I5 | Mínimo: 0,0 Máximo: ZCADH |
| JUSMED | Cota média do canal de fuga (m) | F10.0 | Mínimo: 0 Máximo: nenhum |
| NUMCON | Número de conjuntos de máquinas | I5 | Mínimo: 0 Máximo: ZNCJ |
| NUMJUS | Número no cadastro da usina de jusante | I5 | Mínimo: 0 Máximo: ZCADH |
| NUMMAQ | Identificação do conjunto e número de máquinas neste conjunto | I5 | Mínimo: 1 Máximo: número do conjunto para a usina hidroelétrica |
| | | I5 | Mínimo: 0 Máximo: ZNMQH |
| NUMPOS | Índice do posto de vazão | I5 | Mínimo: 1 Máximo: ZCADH |
| PERHID | Fator de perdas hidroelétricas em | F10.0 | Mínimo: 0 Máximo: nenhum (100,0 se o fator for |

| MNEMÔNICO | INFORMAÇÃO LIDA | FORMATO | Valores default |
|-----------|--|---------|--|
| | função da queda bruta (% ,m ou k) | | em %) |
| POTEFE | Identificação do conjunto e potência efetiva para cada máquina deste conjunto (MW) | I5 | Mínimo: 1 Máximo: número dos conjuntos para a usina hidroelétrica |
| | | F10.0 | Mínimo: 0 Máximo: nenhum |
| PROESP | Produtividade específica (MW) / ((m ³ /s).m) | F10.0 | Mínimo: 0 Máximo: nenhum |
| TAXFOR | Taxa equivalente de indisponibilidade forçada (p.u.) | F10.0 | Mínimo: 0,0 Máximo: 1,0 |
| TAXMAN | Taxa de indisponibilidade programada (p.u.) | F10.0 | Mínimo: 0,0 Máximo: 1,0 |
| VOLMAX | Volume máximo do reservatório (Hm ³) | F10.0 | Mínimo: 0,0 Máximo: nenhum |
| VOLMIN | Volume mínimo do reservatório (hm ³) | F10.0 | Mínimo: 0,0 Máximo: nenhum |
| VSVERT | Volume mínimo no reservatório para realizar vertimentos (hm ³) | F10.0 | Mínimo: 0,0 Máximo: nenhum |
| VMDESV | Volume mínimo no reservatório para realizar desvios de água (hm ³) | F10.0 | Mínimo: 0,0 Máximo: nenhum |

III.3.7 Registros VE

É necessário pelo menos um registro para cada reservatório com previsão de controle de cheias no período de simulação.

Cada registro apresenta a seguinte estrutura:

| CAMPO | COLUNAS | FORMATO | DESCRIÇÃO |
|-------|---------|---------|--|
| 1 | 1 a 2 | A2 | Mnemônico de identificação do registro: VE |
| 2 | 5 a 7 | I3 | Número da usina no cadastro de usinas hidroelétricas Valor default: nenhum |
| 3 | 9 a 10 | I2 | Número do dia inicial |
| 4 | 12 a 13 | I2 | Hora do dia inicial |
| 5 | 15 | I1 | Flag para identificação da meia-hora inicial 0 => 1ª meia-hora 1 => 2ª meia-hora |
| 6 | 17 a 18 | I2 | Número do dia final |
| 7 | 20 a 21 | I2 | Hora do dia final |
| 8 | 23 | I1 | Flag para identificação da meia-hora final 0 => 1ª meia-hora |

| CAMPO | COLUNAS | FORMATO | DESCRIÇÃO |
|-------|---------|---------|---|
| | | | 1 => 2ª meia-hora |
| 9 | 25 a 34 | F10.0 | Volume de espera no reservatório (% do volume útil) Mínimo: 0,0 Máximo: 100,0 Valor <i>default</i> : 100,0 |

Observações:

- O volume de espera corresponde ao volume máximo que o reservatório, que se encontra em controle de cheias, pode armazenar (por exemplo, se o reservatório deve manter vazia 10% de sua capacidade para amortecer uma cheia esperada, o seu volume de espera é 90%).

III.4 Arquivo HIDR.XXX

Este arquivo, referenciado como cadastro de usinas hidroelétricas, contém informações sobre todas as usinas hidroelétricas incluídas na configuração em estudo. É um arquivo de acesso direto, não editável, onde cada registro corresponde a uma usina. Este arquivo também é utilizado por outros programas.

III.5 Arquivo SIMUL.XXX

Dados para a simulação:

Este é composto por 4 partes:

- 3 registros iniciais que contém cabeçalhos e a data inicial da simulação;
- Bloco de dados DISC, com a discretização da simulação;
- Bloco de dados VOLI, com os volumes dos reservatórios no início da simulação;
- Bloco de dados OPER, com os dados para a simulação;

Os blocos mencionados acima são identificados por seu mnemônico na sua linha inicial e o código *FIM* na sua linha final. Registros “comentário” podem ser incluídos livremente, bastando para isso que o primeiro caractere seja “&”.

III.5.1 Dados do início da simulação

Os dois primeiros registros do arquivo SIMUL.XXX são reservados para conter o cabeçalho referente ao registro 3, o qual apresenta a seguinte estrutura:

| CAMPO | COLUNAS | FORMATO | DESCRIÇÃO |
|-------|---------|---------|---|
| 1 | 3 | I1 | Número de dias de simulação (Valor máximo: 7 dias) |

| CAMPO | COLUNAS | FORMATO | DESCRIÇÃO |
|-------|---------|---------|--|
| 2 | 5 a 6 | I2 | Dia inicial para o período de simulação (Valor <i>default</i> nenhum) |
| 3 | 8 a 9 | I2 | Hora inicial para o período de simulação (Valor <i>default</i> : 0) |
| 4 | 11 | I1 | Flag para a meia hora inicial do período de simulação: 0 => 1ª meia-hora 1 => 2ª meia-hora (Valor <i>default</i> : 0) |
| 5 | 14 a 15 | I2 | Mês de início do período de simulação; |
| 6 | 18 a 21 | I4 | Ano de início do período de simulação. |

III.5.2 Discretização temporal para o período de simulação

Este bloco é identificado pelo mnemônico *DISC* na sua linha inicial, das colunas 1 a 4. A partir deste registro, o primeiro registro com o código *FIM* nas colunas de 1 a 3 determina o fim do bloco.

Os registros destes blocos informam a data inicial e duração para cada estágio do período de simulação.

| CAMPO | COLUNAS | FORMATO | DESCRIÇÃO |
|-------|---------|---------|--|
| 1 | 5 a 6 | I2 | Número do dia (calendário) |
| 2 | 8 a 9 | I2 | Hora do dia |
| 3 | 11 | I1 | Flag para identificação da meia-hora 0 => 1ª meia-hora 1 => 2ª meia-hora |
| 4 | 15 a 19 | F5.0 | Duração do estágio, em horas (o valor deve ser um múltiplo de 0,5 horas) |

III.5.3 Volumes dos reservatórios no início da simulação

Este bloco é identificado pelo mnemônico *VOLI* na sua linha inicial, das colunas 1 a 4. A partir deste registro, o primeiro registro com o código *FIM* nas colunas de 1 a 3 determina o fim do bloco.

Os registros destes blocos informam o volume de cada reservatório no início do período de simulação. Cada registro possui os seguintes campos:

| CAMPO | COLUNAS | FORMATO | DESCRIÇÃO |
|-------|---------|---------|---|
| 1 | 5 a 7 | I3 | Número da usina hidroelétrica, conforme o arquivo de cadastro de usinas hidroelétricas. |
| 2 | 10 a 21 | A12 | Nome da usina (apenas para orientação do usuário) |
| 3 | 25 a 34 | F10.0 | Volume da usina no início do período de simulação (% do volume útil) |

III.5.4 Dados para a operação das usinas ao longo do período de simulação

Este bloco é identificado pelo mnemônico *OPER* na sua linha inicial, das colunas 1 a 5. A partir deste registro, o primeiro registro com o código *FIM* nas colunas de 1 a 3 determina o fim do bloco.

Os registros destes blocos informam o volume de cada reservatório no início do período de simulação. As linhas hachureadas correspondem aos campos cujo preenchimento é obrigatório. Cada registro possui os seguintes campos:

| CAMPO | COLUNAS | FORMATO | DESCRIÇÃO |
|-------|---------|---------|--|
| 1 | 5 a 7 | I3 | Número da usina hidroelétrica, conforme o arquivo de cadastro de usinas hidroelétricas. |
| 2 | 8 | A1 | Tipo da usina: H => Hidroelétrica; E => Elevatória. |
| 3 | 10 a 22 | A12 | Nome da usina (apenas para orientação do usuário) |
| 4 | 24 a 25 | I2 | Número do dia inicial (calendário) |
| 5 | 27 a 28 | I2 | Hora do dia inicial |
| 6 | 30 | I1 | Flag para identificação da meia-hora inicial 0 => 1ª meia-hora 1 => 2ª meia-hora |
| 7 | 32 a 33 | I2 | Número do dia final (calendário) |
| 8 | 35 a 36 | I2 | Hora do dia final (valor <i>default</i> : 0) |
| 9 | 38 | I1 | Flag para identificação da meia-hora final 0 => 1ª meia-hora 1 => 2ª meia-hora (valor <i>default</i> : 0) |
| 10 | 40 | I1 | Identificação do tipo de vazão natural que está sendo fornecida no campo 7 (1: incremental; 2: total) |
| 11 | 42 a 51 | F10.0 | Vazão natural à usina (m ³ /s) |
| 12 | 53 | I1 | Identificação do tipo de vazão retirada que está sendo fornecida no campo 7 (1: incremental; 2: total) |
| 13 | 55 a 64 | F10.0 | Vazão retirada da usina, para outros usos da água (m ³ /s) (exceto evaporação) |
| 14 | 65 a 74 | F10.0 | Geração da usina (MW) |

Observações:

As informações nos campos 10 a 14 são válidas desde o instante inicial fornecidos nos campos 4 a 6 até o instante final definido nos campos 7 a 9. Caso não seja fornecido o instante final, as

informações são válidas até o final do período de simulação, ou até que um novo registro OPER seja fornecido para esta mesma usina, redefinindo os valores a partir de um novo instante de tempo.

Casos quaisquer dos campos 10 a 14 não sejam preenchidos, o programa não alterará os valores vigentes até então para este dado ao longo do período de simulação.

O campo 13 pode incluir eventuais volumes de evaporação, caso o usuário deseje. Neste caso, entretanto, o *flag* para cálculo da evaporação nos registros UH do arquivo ENTDAADOS.XXX (seção III.3.2) não deve ser preenchido (ou então preenchido com o valor "0").

III.6 Arquivo OPERUH.XXX

O arquivo OPERUH contém restrições operacionais para os reservatórios, usinas, vertedouros e unidades geradoras, dependendo do tipo de dado especificado. Este arquivo possui apenas um bloco, identificado pelo mnemônico *LIM_USI* na sua linha inicial, das colunas 1 a 7. A partir deste registro, o primeiro registro com o código *FIM* nas colunas de 1 a 3 determina o fim do bloco.

Cada registro possui os seguintes campos:

| CAMPO | COLUNAS | FORMATO | DESCRIÇÃO |
|-------|---------|---------|--|
| 1 | 1 a 3 | I3 | Índice da restrição |
| 2 | 5 a 7 | I3 | Número da usina no cadastro de usinas hidroelétricas, ou número da usina elevatória Valor <i>default</i> : nenhum |
| 3 | 10 a 21 | A12 | Nome da usina (apenas para orientação do usuário) |
| 4 | 23 | A1 | Tipo da usina: H – hidroelétrica; E – elevatória. |
| 5 | 25 a 26 | I2 | Código identificador da variável que está sendo restringida 1 – Nível do reservatório (m); 2 – Volume armazenado (hm ³)(%); 3 – Vazão turbinada (m ³ /s) 4 – Vazão vertida (m ³ /s) 5 – Vazão desviada (m ³ /s) 6 – Vazão defluente total (m ³ /s) 7 – Geração (MW) 8 – Vazão bombeada (m ³ /s); 9 – Vazão afluente (m ³ /s). |
| 6 | 28 a 29 | I2 | Número do dia inicial |
| 7 | 31 a 32 | I2 | Hora do dia inicial |
| 8 | 34 | I1 | <i>Flag</i> para identificação da meia-hora inicial 0 => 1ª meia-hora |

| CAMPO | COLUNAS | FORMATO | DESCRIÇÃO |
|-------|---------|---------|--|
| | | | 1 => 2ª meia-hora |
| 9 | 36 a 37 | I2 | Número do dia final |
| 10 | 39 a 40 | I2 | Hora do dia final |
| 11 | 42 | I1 | Flag para identificação da meia-hora final 0 => 1ª meia-hora 1 => 2ª meia-hora |
| 12 | 44 a 48 | F5.0 | Fator de participação. |
| 13 | 51 a 60 | F10.0 | Limite inferior (unidades de dado) Mínimo: 0,0 Máximo: nenhum Valor default: 0,0 |
| 14 | 61 a 70 | F10.0 | Limite superior (unidades de dado) Mínimo: 0,0 Máximo: nenhum (caso o campo 3 contiver o valor "2", o valor máximo deste campo é 100,00) Valor default: infinito |
| 15 | 71 a 90 | A20 | Justificativa para a restrição (apenas para orientação do usuário) |

Observações:

- 1 A informação no campo 2 deve ser referente à usina hidroelétrica caso o código da restrição seja 1,2,3, 4, 5, 6, 7 ou 9, e deve ser referente à usina elevatória caso o código da restrição seja 8.
3. Os campos 13 e 14 podem ou não ser preenchidos, de acordo com a restrição definida. Pode-se ter mais de uma restrição para a mesmo variável em um mesmo estágio.
- 2 As unidades referenciadas nos campos 13 e 14 dependem do tipo de variável que está sendo restringida (segundo indicação do campo 5).

III.7 Arquivo ILS_TRI.XXX

Este arquivo fornece os dados referentes às restrições de operação do Canal Pereira Barreto, entre as usinas de Ilha Solteira e Três Irmãos.

Os dados para estas restrições são fornecidos em uma tabela que, para cada desnível entre Ilha Solteira e Três Irmãos e cada nível do reservatório que estiver mais alto entre as mesmas usinas, indica a vazão que passa através do Canal Pereira Barreto.

A disposição dos dados neste arquivo é descrita a seguir:

| REGISTRO | DESCRIÇÃO |
|----------|---|
| 1 | Cabeçalho |
| 2 | Colunas 1-3: Mnemônico de identificação NIV |

| REGISTRO | DESCRIÇÃO |
|--|---|
| | (formato: A3) Colunas 5-10; 12-17; 19-24; ...; 131-136; 138-143: Níveis do reservatório que estiver mais alto (m) entre Ilha Solteira e Três Irmãos (cabeçalhos de coluna da tabela) (Formato: F6.0 para cada nível) |
| 3 em diante (1 registro para cada desnível) | Colunas 1-3: Valor do desnível (cm) entre os reservatórios de Ilha Solteira e Três Irmãos (cabeçalho de linha da tabela) – (Formato: I3 para cada desnível) Colunas 5-10; 12-17; 19-24; ...; 131-136; 138-143: Vazões para o Canal Pereira Barreto correspondentes aos valores de maior cota do reservatório e desnível indicados na linha e coluna de cabeçalho (Formato: F6.0 para cada vazão máxima) Valor <i>default</i> : valor da vazão definida na linha precedente mais próxima, preenchida na coluna respectiva. |

III.8 Arquivo COTASR11.XXX

Este arquivo informa ao SIMULADOR as cotas na régua 11 nas 24 horas anteriores ao início do estudo. Estas informações são importantes para que o programa possa considerar, na primeira semana de estudo, a restrição de variação diária na cota do canal.

Cada registro deste arquivo possui o seguinte formato:

| CAMPO | COLUNAS | FORMATO | DESCRIÇÃO |
|-------|---------|---------|--|
| 1 | 1 a 2 | I2 | Número do dia |
| 2 | 4 a 5 | I2 | Hora do dia |
| 3 | 7 | I1 | Flag para identificação da meia-hora 0 => 1ª meia-hora 1 => 2ª meia-hora |
| 4 | 17 a 26 | F10.0 | Cota na régua 11 (m) |

III.9 Arquivo OUTFLOWS.XXX

Este arquivo informa ao SIMULADOR as defluências antes do início do período de simulação para as usinas hidroelétricas que apresentam tempo de viagem da água superior a 1 hora até a usina imediatamente a jusante. Esta informação é necessária para que o programa possa conhecer as afluições que chegam a cada usina, provenientes de defluências de usinas a montante, nas primeiras *NHORAS* do período de estudo, onde *NHORAS* indica o número de horas de viagem da água entre as duas usinas.

Cada registro deste arquivo possui o seguinte formato:

| CAMPO | COLUNAS | FORMATO | DESCRIÇÃO |
|-------|---------|---------|--|
| 1 | 1 a 3 | I3 | Número da usina no cadastro de usinas hidroelétricas |
| 2 | 5 a 16 | A12 | Nome da usina (apenas para orientação do usuário) |
| 3 | 20 a 21 | I2 | Número do dia |
| 4 | 25 a 26 | I2 | Hora do dia |
| 5 | 30 | I1 | Flag para identificação da meia-hora 0 => 1ª meia-hora 1 => 2ª meia-hora |
| 6 | 35 a 44 | F10.0 | Defluência da usina (m ³ /s) OBRIGATÓRIO, para todas as NHORAS dos estágios anteriores, para usinas com NHORAS de tempo de viagem da água. |

IV ARQUIVOS DE SAÍDA

Os nomes dos arquivos de saída seguem o padrão “AAA_****.XXX”, onde:

- “AAA” é um mnemônico identificador do grupo ao qual pertence o arquivo, conforme descrição feita ao longo deste capítulo;
- **** é o nome do arquivo, conforme descrito ao longo deste capítulo;
- a extensão XXX é a mesma adotada para o arquivo de dados gerais, referenciado pela denominação ENT DADOS.XXX neste Manual;

Os grupos em que se subdividem os arquivos de saída são descritos a seguir:

- Arquivos de Eco dos dados de entrada (ECO_***.XXX): reproduzem os dados de entrada fornecidos pelo usuário.
- Relatórios de execução do modelo (LOG_***.XXX): Correspondem a relatórios de “log” da execução do modelo. Nestes arquivos podem ser relacionados:
 - erros ocorridos na entrada de dados, por exemplo, devido à inexistência de arquivos ou erros de consistência nos dados;
 - erros ocorridos durante a execução do programa;
 - inviabilidades verificadas na simulação calculada pelo programa;
- Resultados da simulação (SIM_***.XXX): Arquivos que listam os resultados de operação do sistema para o módulo de simulação.

IV.1 Arquivo SIM_OPERACAO.XXX:

O arquivo “SIM_OPERACAO.xxx” contém o eco dos dados de entrada do arquivo “SIMUL.XXX” e o resultado da simulação do período de simulação. Este arquivo é dividido em duas principais partes: discretização de tempo de simulação e resultados obtidos para a simulação.

IV.1.1 Discretização do tempo de simulação

Na primeira parte do arquivo é feita a discretização de tempo do período de simulação, segundo a tabela a seguir:

| Nome do Parâmetro | Descrição | Unidade |
|-------------------|---|----------------------------|
| ESTÁGIO | Índice do estágio | - |
| DATA INICIAL | Data de início do estágio, também é informado a hora inicial. | Dia/mês/ano hora:minuto |
| DATA FINAL | Data de fim do estágio, também é informado a hora final. | Dia/mês/ano hora:minuto |
| DURAÇÃO | Duração do estágio | Horas |

IV.1.2 Resultados da simulação

A segunda parte do arquivo contém os resultados da simulação do período de simulação, divididos em cinco blocos: geração das usinas, operação hidroelétrica, operação das usinas elevatórias, operação do canal de Perreira Barreto, balanço hídrico.

IV.1.2.1 Geração das Usinas

Este bloco informa as gerações e defluências informados pelo usuário bem como as gerações e defluências calculadas pela simulação. A tabela a seguir mostra as informações deste bloco:

| Nome do Parâmetro | Descrição | Unidade |
|-------------------|---|------------|
| IND | Índice de cadastro da usina | - |
| NOME | Nome da usina | - |
| GERAÇÃO INFORMADA | Geração informada pelo usuário no arquivo SIMUL.XXX | MW |
| GERAÇÃO SIMULADA | Geração obtida pelo simulador | MW |
| DESVIO | Diferença entre a geração informada e a geração calculada pelo simulador | (MW) e (%) |
| GERAÇÃO FPE | Geração calculada pela função de produção real com os valores de defluência e volume calculado pelo simulador | (MW) |
| DESVIO | Diferença entre a calculada pelo simulador e a geração real calculado pela função de produção real | (MW) e (%) |

IV.1.2.2 Operação hidroelétrica

Neste bloco mostra o balanço hídrico de cada usina para a simulação, de acordo com a tabela a seguir:

| Nome do Parâmetro | Descrição | Unidade |
|-------------------|---|---------------------|
| IND | Índice de cadastro da usina | - |
| NOME | Nome da usina | - |
| VOL.INI | Volume inicial | hm ³ e % |
| VOL.FINAL | Volume final | hm ³ e % |
| TURBINAMENTO | Turbinamento da usina durante o estágio | m ³ /s |
| VERTIMENTO | Vertimento da usina durante o estágio | m ³ /s |
| BOMBEAMENTO | Bombeamento líquido para a usina (positivo para bombeamento de jusante e negativo para bombeamento de montante) | m ³ /s |
| DESVIO | Vazão desviada da usina | m ³ /s |

IV.1.2.3 Operação das usinas elevatórias

Neste bloco informa-se a operação das usinas elevatórias:

| Nome do parâmetro | Descrição | Unidade |
|-------------------|------------------------------------|---------------------------------------|
| USI | Índice da usina elevatória | - |
| MONTANTE | Índice e nome da usina de montante | - |
| JUSANTE | Índice e nome da usina de jusante | - |
| BOMBEAMENTO | Bombeamento da usina elevatória | hm ³ / (m ³ /s) |

IV.1.2.4 Operação do canal de Perreira Barreto

Neste bloco informa-se a operação do Canal de Perreira Barreto:

| Nome do parâmetro | Descrição | Unidade |
|-------------------|---|-------------------|
| IND | Índice da usina | - |
| USINA | Nome da usina | - |
| VOLUME | Volume no início do período | hm ³ |
| ALTURA | Altura no início do período | m |
| DISNÍVEL | Diferença entre as alturas, somente é impresso na usina que está no nível superior. | m |
| VAZÃO | Vazão de uma usina para a outra, somente é impresso na usina que está no nível mais alto. | m ³ /s |
| SENTIDO | Indica o sentido da vazão: TREI => ILST: a água vai de Três Irmãos para Ilha Solteira; ILST => TREI: a água vai de Ilha Solteira para Três Irmãos | - |

IV.1.2.5 Balanço Hídrico

Neste bloco é informado todo o resultado para o balanço hídrico, neste bloco todas as unidades estão em hm³, isto serve para confirmar se o balanço hídrico está correto:

| Nome do parâmetro | Descrição | Unidade |
|-------------------|---------------------------------------|-----------------|
| IND | Índice da usina | - |
| NOME | Nome da usina | - |
| VOLUME INICIAL | Volume no início do período | hm ³ |
| VOLUME FINAL | Volume no final do período | hm ³ |
| AFLUENTE | Volume afluente incremental | hm ³ |
| MONTANTE | Volume afluente da usina de montante. | hm ³ |

| Nome do parâmetro | Descrição | Unidade |
|-------------------|--|-----------------|
| TURBINADO | Volume turbinado. | hm ³ |
| VERTIDO | Volume vertido. | hm ³ |
| RETIRADO | Volume retirado para usos alternativos da água | hm ³ |
| TEMPVIAG | Volume afluyente decorrido de tempo de viagem. | hm ³ |
| DESVIADO | Volume desviado pelo canal de desvio. | hm ³ |
| BOMBEADO | Volume bombeado por usinas elevatórias. | hm ³ |
| EVAPORAÇÃO | Volume evaporado. | hm ³ |

IV.2 Arquivo SIM_INVIAB.XXX

Este arquivo aponta as restrições não atendidas pela simulação. Para cada registro, informa-se a restrição violada, o estágio onde ocorreu a violação e o seu valor. As restrições verificadas são as restrições declaradas no arquivo OPERUH.XXX (seção III.6), registros VE (seção III.3.7) e registros R11 (seção III.3.5).

IV.3 Arquivo SIM_RESTOPER.XXX

Arquivo com os resultado das restrições operativas das seguintes naturezas:

- Restrições declaradas no arquivo OPERUH.XXX
- Restrições de elétricas especiais (cartões RE);
- Restrições de usinas térmicas (cartões UT);
- Restrições de volume de espera (cartões VE)

Obs.: Todos os cartões são referentes ao arquivo ENTDAADOS.XXX (seção III.3).

| Nome do Parâmetro | Descrição | Unidade |
|-------------------|---|---------------------------|
| PATAMA | simulação | - |
| PER | Período | - |
| USI | Índice da entidade | - |
| NOME | Nome da entidade | - |
| SIST | Subsistema a qual está localizada a entidade | - |
| TIPO | Tipo da entidade: i) HIDR - Usina hidroelétrica ii) ELEV - Usina elevatória | - |
| COD | Código do tipo da restrição (III.65) | - |
| NUM | Número da restrição | - |
| FATOR | Fator de participação da entidade na restrição | adimensional |
| MINIMO | Valor mínimo da restrição para este período | De acordo com a restrição |

| Nome do Parâmetro | Descrição | Unidade |
|-------------------|---|---------------------------|
| VALOR | Valor da restrição neste período | De acordo com a restrição |
| MAXIMO | Valor máximo da restrição para este período | De acordo com a restrição |
| MULT | Multiplicador de Lagrange desta restrição neste período | De acordo com a restrição |
| OBS | Número de outras entidades que participam da restrição | - |
| STAT | Status da restrição: i) VIOL_MAX - Violou o limite superior da restrição; ii) VIOL_MIN - Violou o limite inferior da restrição; iii) " - " - Não houve violação da restrição | - |

IV.4 Arquivo SIM_OPERR11.XXX

Cotas da Régua 11 com as maiores variações diárias e variações horárias;

| Nome do Parâmetro | Descrição | Unidade |
|-------------------|---|---------|
| DATA | Data da cota a ser informada | - |
| DD | dia | - |
| HH:MH | horário (hora:minutos) | - |
| COTA | Cota da régua 11 | m |
| VARIACAO HORARIA | Varição da cota da régua 11 com relação a ultima hora | m/hora |
| VARIACAO DIARIA | Varição da cota da régua 11 com relação às ultimas 24 horas | m/dia |

V REFERÊNCIAS

- [1] CEPEL – Centro de Pesquisas de Energia Elétrica, “Manual do Usuário do Modelo DESSEM-PAT – versão 4.3”, Relatório Técnico CEPEL DP/DEA – 49340/06, dezembro de 2006.
- [2] IBM, “Optimization Subroutine Library – Guide and Reference”, Release 2.0, 2001.
- [3] A. L. Diniz, M. E. Maceira and L. A. Terry, “Modelagem da função de produção energética das usinas hidroelétricas nos modelos de otimização do planejamento a curto prazo e da programação do despacho de sistemas hidrotérmicos interligados”, *IX Symposium of Specialists in Electric Operational and Expansion Planning – SEPOPE*, Rio de Janeiro, Brasil, Maio de 2004.