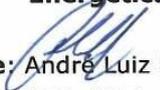


Centro de Pesquisas de Energia Elétrica - CEPEL

Relatório Técnico



Nº/Ano: 20758/2017	Nº de Páginas: 29	Nº de Anexos:
Título: OPCHEN 3.1.5 Operação Semanal de Controle de Cheias em Situação Normal – Manual do Usuário		
Departamento ou Divisão: Departamento de Otimização Energética e Meio Ambiente - DEA		
Área de Responsabilidade: B200	Conta de Apropriação: 1328	
Cliente: Centrais Elétricas Brasileiras S/A - Eletrobras Av. Presidente Vargas, 409 – 12º andar 20071-003 – Rio de Janeiro/RJ Atenção: Renato Soares Sacramento	Equipe de acompanhamento: Jonatan Ross – Eletrobras Lilian Laubenbacher Sampaio – Eletrobras Marcelo Jaques Martins - Eletrobras	
Resumo: Este relatório consiste no Manual do Usuário do Modelo OPCHEN 3.1.5 – Operação Semanal de Controle de Cheias em Situação Normal.		
Autores: Daniela de Souza Kyrillos - Cepel Igor Pinheiro Raupp – Cepel Priscilla Dafne Shu Chan – Cepel Fernanda da Serra Costa – Cepel Jorge Machado Damázio – Cepel	Palavras-Chave: Controle de Cheias Operação Semanal Classificação: CONTROLADO	
Gerente de Projeto  Nome: Fernanda da Serra Costa Tel.: 2598-6411 Fax: 2598-6482 E-mail: fernanda@cepel.br	Chefe do Departamento de Otimização Energética e Meio Ambiente  Nome: André Luiz Diniz Souto Lima Tel.: 2598-6046 Fax: 2598-6482 E-mail: diniz@cepel.br	
Aprovação  Raul Balbi Sollero Diretor de Pesquisa, Desenvolvimento e Inovação 07/11/17		

Centro de Pesquisas de Energia Elétrica - CEPEL www.cepel.br
Sede: Av. Horácio Macedo, 354 - Cidade Universitária - CEP 21941-911 - Rio de Janeiro - RJ - Brasil - Tel.: 21 2598-6000 - Fax: 21 2260-1340
Unidade Adrianópolis: Av. Olinda, 5800 - Adrianópolis - CEP 26053-121 - Nova Iguaçu - RJ - Brasil - Tel.: 21 2666-6200 - Fax: 21 2667-3518
Endereço Postal: CEPEL Caixa Postal 68007 - CEP 21944-970 - Rio de Janeiro - RJ - Brasil / Endereço Eletrônico: cepel@cepel.br

OPCHEN 3.1.5

***Operação Semanal de Controle de Cheias
em Situação Normal***

Manual do Usuário

- Setembro 2017 -

SUMÁRIO

I. HISTÓRICO DE ATUALIZAÇÕES NO OPCHEN 4

II. INTRODUÇÃO 4

III. DESCRIÇÃO DO SISTEMA DE DIRETÓRIOS 10

IV. DESCRIÇÃO DOS ARQUIVOS 12

 III.1. ARQUIVO DE DESCRIÇÃO DO SISTEMA (*.SIS)..... 12

 III.2. ARQUIVO DE PARÂMETROS (OPCHEN.INP) 15

 III.2.1. ARQUIVO DE AFLUÊNCIAS GERADO PELO DIANA CONDICIONADO ((“SISTEMA”+”ENSO”.FLU)) 20

 III.3. ARQUIVO DE ENVOLTÓRIAS (ENVOLT1.ENV)..... 20

 III.4. ARQUIVO DE SAÍDA (OPCHEN.DAT) 23

 III.5. CURVAS COTA X VOLUME 24

 III.5.1. Arquivo de Coeficientes dos polinômios Cota x Volume (Polcv1.txt, Polcv2.txt) 24

 III.5.1.1. Arquivo POLCV1.TXT..... 24

 III.5.1.2 Arquivo POLCV2.TXT..... 24

 III.5.2 Tabelas Cota x Volume (CVOL.TXT)..... 25

 III.5.3 Observações sobre a utilização das curvas cota-volume 26

 III.6. RELATÓRIOS DE SAÍDA 27

 III.6.1 Relatório de Saída (“Sistema”+”ENSO”+ “KOPC”.OPC)..... 27

 III.6.2 Relatório de Saída (“Sistema”+”ENSO”+ “KOPC”.RTC)..... 27

 III.6.3 Relatório de Saída (“Sistema”+”ENSO”+ “KOPC”.LOG)..... 27

 III.6.4 Relatório de Saída (OPCHEN.ERR) 27

IV. REFERÊNCIAS 28

I. HISTÓRICO DE ATUALIZAÇÕES NO OPCHEN

OPCHEN 3.0	Possibilidade de otimização de mais de uma semana de forma global.
OPCHEN 3.1.1	Ajuste nas penalidades das restrições por faixas de armazenamento.
OPCHEN 3.1.2	Alteração da precisão dos volumes na tabela cota x volume gerada a partir do polinômio.
	Aprimoramento nas mensagens de erro.
	Alteração da tolerância na comparação entre volume final e envoltória para identificar o estado de operação.
OPCHEN 3.1.3	Alteração do volume meta quando este é menor do que o volume final mínimo.
	Consideração do vertimento dos reservatórios de montante no cálculo do volume meta.
	Inclusão de volume final máximo e mínimo no relatório.
OPCHEN 3.1.4	Ajuste no cálculo do volume disponível que utilizava a capacidade real não levando em consideração o volume fictício.
OPCHEN 3.1.5	Ajuste na montagem dos custos das restrições de balanço e nas restrições de perda de queda.

II. INTRODUÇÃO

O planejamento da operação do Sistema Hidrotérmico Brasileiro tem como um de seus objetivos a coordenação cuidadosa da operação do sistema hidráulico de reservatórios do Setor Elétrico, de forma a evitar desperdícios, minimizando os riscos de geração térmica ou de déficits de suprimentos nos sistemas interligados. Esta coordenação inclui a utilização, durante a estação chuvosa, de parte da capacidade dos reservatórios como volumes de espera para a redução de danos causados por cheias de grande porte em áreas a jusante dos reservatórios.

A cada ano a alocação de volumes de espera a ser utilizada tem como base os Estudos de Prevenção de Cheias, onde os riscos de geração térmica futura e de déficit de suprimento são calculados por simulações da operação dos sistemas interligados sob diferentes

hipóteses de alocação de volumes de espera correspondentes a tempos de retorno de cheias selecionados.

A metodologia atualmente em uso nos Estudos de Prevenção de Cheias para definição dos volumes de espera, descrita em detalhes em [1], [2] e [3], considera a incerteza hidrológica através do uso de conjuntos de séries sintéticas de afluências diárias ao sistema (programa DIANA) e adota as *condições de controlabilidade (c.c.)*, onde o sistema de reservatórios analisado é decomposto em *sistemas parciais (s.p.)*, representando-se cada sistema parcial por um *reservatório equivalente*, para o qual calcula-se uma curva-guia superior para toda a estação chuvosa (curva de volume de espera), tomada como a envoltória de trajetórias do volume armazenado, críticas sob o ponto de vista do controle de cheias (programa CAEV). O problema da desagregação espacial de curvas de volumes de espera de reservatórios equivalentes em curvas individualizadas para cada reservatório do sistema é formulado como um problema linear estocástico com função objetivo refletindo interesses da geração de energia elétrica (programa VESPOT).

Uma vez escolhida a alternativa de alocação de volumes de espera, passa-se a segunda etapa do planejamento da operação hidráulica quando são elaboradas as diretrizes e instruções para a operação durante a ocorrência de cheias, considerando duas condições, a saber: operação normal e operação em emergência.

A operação em emergência pode ser caracterizada pela ocorrência de uma cheia com perspectiva de esgotamento dos volumes de espera dos reservatórios, sendo necessário providenciar descargas defluentes totais que superam as restrições a jusante dos aproveitamentos, provocando danos. Outra situação possível é a perda de comunicações da usina com o Centro de Operação. Em ambas as situações, as regras de operação são definidas de forma a garantir a segurança da barragem, ficando em segundo plano a operação energética e a proteção das áreas a jusante.

Por outro lado, a operação normal é caracterizada pela ocorrência de uma cheia que permanece, ao longo de sua duração, sob controle do Centro de Operação, não havendo perspectiva de esgotamento dos volumes de espera dos reservatórios, nem a liberação de

descargas defluentes que ultrapassem restrições a jusante dos aproveitamentos. As regras de operação, neste caso, tem como objetivo permitir a utilização dos volumes de espera da melhor forma possível sob o ponto de vista energético.

Os resultados consubstanciados nos Estudos de Prevenção de Cheias e nas Diretrizes e Instruções de Operação durante a ocorrência de cheias são utilizados nos estudos energéticos tanto do Planejamento de Curto Prazo quanto na Programação Diária.

No caso do Planejamento de Curto Prazo os valores de curvas de volumes de espera definidas nos Estudos de Prevenção de Cheias do ano corrente são considerados como limites dinâmicos de armazenamento de cada reservatório. A estas curvas de volumes de espera está associado um nível de proteção contra cheias, usualmente denominado “*risco de cheias*” e especificado pelas probabilidades de rompimento das restrições de aflúncias do sistema. Vez por outra, os estudos de simulação, identificam que com o relaxamento de alguns valores destas curvas poderia se obter algum ganho energético. A solução identificada é testada no programa ARISCO (Avaliação de Risco) contra às c.c. do intervalo de tempo em análise, para verificar se o ganho energético sugerido implica em aumento do risco de cheias, podendo, portanto, ser aprovado ou não. O modelo OPCHEN [4], [9], será utilizado no caso de não aprovação destes ganhos energéticos.

O modelo OPCHEN resolve um problema de programação linear, com o objetivo de minimizar defluências, sujeito à situação hidrológica atual (volumes armazenados e aflúncias previstas para a semana) e ao atendimento ao final da semana de um conjunto de envoltórias, ordenado de forma crescente pelo risco de cheias adotado nos Estudos de Prevenção de Cheias, incluindo-se no problema restrições de defluência mínima representando a operação energética solicitada, as restrições de defluências máximas, e outras restrições hidráulicas operativas. Como os estudos de médio prazo adotam o intervalo de tempo semanal as emergências são tratadas de forma simplificada, deixando o seu detalhamento para a programação diária. Numa segunda etapa, as restrições correspondentes ao atendimento de conjuntos de envoltórias, referidas acima, serão incorporadas ao modelo DECOMP [4].

Relatório Técnico – 20758 / 2017

Em relação a versão 1.4 do modelo OPCHEN, a versão 2.3 , incluiu aprimoramentos cujo objetivo é a compatibilização das regras de operação e facilidades com o modelo OPCHEND 5.1:

Alterações na solução do problema:

- Alteração das prioridades
- Correção das penalidades
- Mudança do pacote de programação linear
- Inclusão dos 2 tipos de aproveitamentos:
 - Cabeceira
 - Sem controle de cheias
- Opção de volumes fictícios
- Defluência mínima obrigatória

Alterações dos dados de entrada e saída

- Arquivo *.INP e/ou *.sis
 - Inclusão dos 2 tipos de aproveitamentos:
 - Cabeceira
 - Sem controle de cheias
 - Entrada de dados com cota
 - Defluência mínima obrigatória
- Leitura da tabela cotaxvolume e/ou polinômios
- Impressões de dados novos no relatório da operação
- Relatório de restrições

A versão 2.3 do OPCHEN consistiu em implementações corretivas e numa modificação de estrutura do relatório “*.rtc” para que o mesmo fosse mais parecido com o relatório de saída do ARISCO

Na versão 2.4 do OPCHEN [10], foram implementadas restrições de volume final máximo e mínimo por reservatório. Estas restrições permitem limitar o volume de espera. Esta mudança metodológica está representada na equação (3) no manual de referência desta versão.

Devido à implementação descrita acima, foi necessário alterar o arquivo de entrada de dados, “XXXX.sis”, em relação às versões anteriores. Agora são necessárias duas informações adicionais por aproveitamento: volume final máximo e volume final mínimo ao final do período.

O relatório “XXXX.rtc” voltou a sua forma original e foi criado o relatório “XXXX.log” que tem estrutura similar a do relatório de saída do programa ARISCO.

Foi mudada a pasta (diretório) onde deve estar o arquivo que contém as tabelas curva cota x volume e seu nome também foi alterado. Agora ele deve ser chamado CVOL.TXT (nome anterior CVOL.INP) e deve estar na pasta SISTEMA (pasta anterior CARTCON).

Foi implementado nesta versão um tratamento para letras maiúsculas e minúsculas o qual foi necessário devido ao uso pelo modelo do arquivo ENVOLT1.ENV, arquivo contendo as envoltórias geradas pelo CAEV, porém produzido pelo SIPPOE.

Foram tratadas as mensagens de inviabilidade.

A versão 3.0 do OPCHEN [11] foi desenvolvida para que a otimização da operação semanal seja feita para mais de uma semana. Esta otimização pode ser seqüencial (otimização semana a semana) ou global (otimização de todas as semanas ao mesmo tempo). Ainda nesta versão foi incluída a restrição de taxa de variação de vazão máxima, em metros cúbicos, entre semanas subseqüentes. Além disso, tanto esta última restrição (taxa de variação de vazão) quanto as restrições de envoltórias (volumes de espera) podem ser “relaxadas” em semanas escolhidas, ou seja, elas podem ser ignoradas pelo modelo na otimização da operação. Em relação a entrada de dados, além dos dados sobre a opção de otimização global ou seqüencial, entram também os dados de relaxamento de envoltórias e dados de taxas de variação máxima de vazão e relaxamento destas taxas de variação, todos no arquivo OPCHEN.INP, que fica no diretório CARTCON.

Alguns dados de entrada já utilizados em versões anteriores mudaram de arquivo e diretório. Estes são: volume máximo fictício, volume mínimo fictício, volume final máximo (volume de espera mínimo) e volume final mínimo (volume de espera máximo). Nas

versões anteriores estes dados eram informados no arquivo “xxxx”.sis e a partir desta versão eles passarão a ser informados também no OPCHEN.INP.

Na versão 3.0.1 do OPCHEN foi corrigida a implementação da restrição da Taxa de Variação Máxima de Defluência. Para corrigir a implementação, foi decidido que esta mesma restrição só começaria a ser levada em consideração a partir da segunda semana, observando a defluência anterior, ou seja, a defluência na primeira semana. Esta decisão foi tomada para as duas opções de otimização implementadas: Global ou Sequencial.

A versão 3.1 do OPCHEN contemplou as seguintes implementações/melhoramentos:

- Melhoria das mensagens de erros e advertências existentes no modelo;
- Implementação de verificação de inconsistências dos dados de entrada de limites máximos e mínimos de armazenamento;
- Criação do arquivo de erros OPCHEN.ERR, onde estarão escritos todos os erros ou advertências que ocorrerem durante a execução do modelo;
- Possibilidade de relaxamento de envoltórias por semana e por Tempo de Retorno;
- Possibilidade de relaxamento de taxa de variação por semana e por reservatório;
- Inclusão de linhas de comentários no arquivo OPCHEN.INP para melhor explicar os dados de entrada.
- Inclusão da opção de leitura dos dados de aflúncias a partir do arquivo gerado pelo Diana Condicionado (DIANA 4.3), possibilitando utilizar o modelo OPCHEN na simulação da operação de controle de cheias para liberação de restrição de volumes de espera, visando o re-enchimento dos reservatórios no final do período úmido;
- Alteração das penalidades das folgas associadas a defluência energética dos aproveitamentos sem controle de cheias e de cabeceira (penalidade ficou igual a penalidade dos aproveitamentos de controle de cheias) e as associadas às faixas de armazenamento (aumento da penalidade para os aproveitamentos sem controle de cheias e de cabeceira).

A versão 3.1.1 do OPCHEN contemplou o ajuste das penalidades associadas às folgas das restrições de faixas de perda de queda dos aproveitamentos que não pertencem ao

controle de cheias interdependente (identificada pelo CEPEL em testes internos) e o aperfeiçoamento de formato de algumas mensagens (solicitadas pelo ONS).

A versão 3.1.2 do OPCHEN alterou, na comparação entre o espaço vazio disponível final dos sistemas parciais e as suas respectivas envoltórias, o que indica o estado de operação de controle de cheias nos pontos de controle, a tolerância entre os valores de 0.0001 para 0.01 com o objetivo de maior compatibilidade com o Arisco

A versão 3.1.3 contemplou as seguintes implementações:

- Alteração do volume meta quando este é menor do que o volume final mínimo, ou seja, é atribuído ao volume meta o valor do volume final mínimo;
- Alteração do volume meta quando este é maior do que o volume final máximo, ou seja, é atribuído ao volume meta o valor do volume final máximo;
- Consideração do vertimento dos reservatórios de montante no cálculo do volume meta;
- Inclusão, no relatório principal, dos valores dos volumes máximos e mínimos finais e também uma coluna onde é impresso o valor do vertimento de cada reservatório durante a operação.

Na versão 3.1.4 foi feito um conserto no cálculo do volume disponível que utilizava a capacidade real não levando em consideração o volume fictício.

Este relatório consiste no manual de usuário da versão 3.1.5. Esta versão contempla a correção do cálculo do volume disponível nos reservatórios (após a solução do Problema de Programação Linear), que não levava em consideração os volumes fictícios dos mesmos.

III. DESCRIÇÃO DO SISTEMA DE DIRETÓRIOS

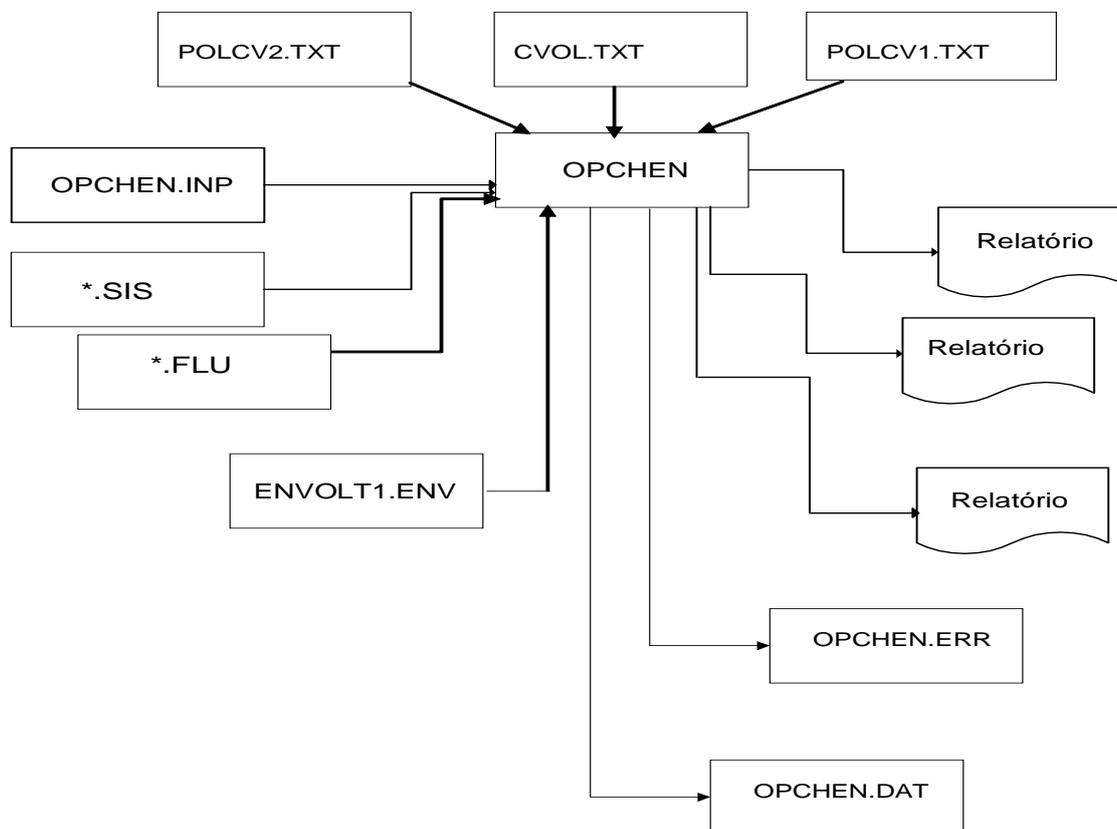
O Programa OPCHEN, faz parte do sistema *SPEC - Sistema para Estudos de Prevenção de Cheias* e, portanto, segue a mesma filosofia de utilização de uma árvore de diretórios para facilitar a manipulação dos arquivos utilizados pelos programas que constituem o

sistema SPEC. Cada diretório armazena um tipo de arquivo. A figura abaixo apresenta a árvore de diretórios.

SPEC/ENSO	
CARTCON	Cartões de controle para as funções e arquivos de curva cota x volume
ENVOLT	Envoltórias
EXEC	Códigos executáveis
HIST	Conjunto de séries de vazões históricas
PARAM	Parâmetros do modelo
RELAT	Relatório da execução das funções
SISTEMA	Descrição dos sistemas
VAZOES	Conjunto de séries de vazões sintéticas

Dos oito diretórios do sistema SPEC, o OPCHEN utiliza apenas os diretórios: *EXEC*, que armazena o executável do programa OPCHEN e o relatório de erros OPCHEN.ERR, *CARTCON*, que armazena o arquivo OPCHEN.INP; *ENVOLT*, que armazena o arquivo de envoltórias (ENVOLT1.ENV); *SISTEMA*, que armazena o arquivo .SIS, POLCV1.TXT, POLCV2.TXT e CVOL.TXT e *RELAT*, que armazena os relatórios (*.OPC,*.RTC,*.LOG) e arquivo OPCHEN.DAT gerados pelo programa. No caso de utilizar o OPCHEN para liberação dos volumes de espera, o arquivo de vazão *.FLU deverá estar na pasta *VAZOES*. Os demais diretórios são utilizados pelos demais programas do sistema SPEC. O usuário deverá criar a árvore de diretórios e colocar os arquivos nos respectivos diretórios antes da execução do programa, com exceção dos arquivos que serão criados no decorrer da execução do OPCHEN. Os diretórios que não são utilizados pelo OPCHEN não precisam ser criados na árvore.

IV. DESCRIÇÃO DOS ARQUIVOS



III.1. Arquivo de Descrição do Sistema (*.SIS)

O arquivo de descrição de sistema fica armazenado no subdiretório **SISTEMA** e contém dados básicos físicos, de topologia do sistema e restrições de defluência, devendo existir antes da execução do programa OPCHEND. Este arquivo é criado pelo usuário usando editores de texto e seguindo a descrição de seus registros descritos neste item. Ao se criar o arquivo, o usuário deve batizá-lo com a chave identificadora do sistema, acrescida da terminação “.sis”. Os registros que compõem este arquivo são:

Registro 1:

Campo	Variável	Descrição	Formato	Tipo
1	NOMES	Título do sistema	A30	Char*30

Registro 2:

Campo	Variável	Descrição	Formato	Tipo
1	SISTEMA	Chave identificadora do sistema	A4	Char*4

Registro 3:

Campo	Variável	Descrição	Formato	Tipo
1	NR	Número de aproveitamentos de controle de cheias no sistema	livre	I*4

Registro 3+IR (IR=1,NR):

Campo	Variável	Descrição	Formato	Tipo
1	OLEIT	Código do aproveitamento no arquivo de envoltórias	livre	I*4
2	NOME	Nome do aproveitamento	livre	Char*14
3	XMA	Defluência máxima* (m ³ /s)	livre	R*4
4	XMI	Defluência mínima (m ³ /s)	livre	R*4
5	RESJUS	Código do aproveitamento de jusante ou "zero" quando aproveitamento mais a jusante.	livre	I*4
6	K	Capacidade do reservatório, volume útil real (km ³). Deve ser fornecido para todos os aproveitamentos, inclusive os a fio d'água.	livre	R*4
7	VMAX	Volume máximo total real (útil+morto) do aproveitamento, dado em (km ³)	livre	R*4

*vazão máxima igual a 99999 significa limite de defluência infinito.

Registro 3+NR+1

Campo	Variável	Descrição	Formato	Tipo
1		Cartão de comentário		

Registro 3+NR+2

Campo	Variável	Descrição	Formato	Tipo
1		Cartão de comentário		

Registro 3+NR+3

Campo	Variável	Descrição	Formato	Tipo
1	NRCAB	Número de aproveitamentos de cabeceiras	Livre	I4

Campo	Variável	Descrição	Formato	Tipo
		que possuem volume de espera e não fazem parte do sistema de controle de cheias formado pelos NR aproveitamentos definidos no registro 3		

Registro 3+NR+2+ICAB (ICAB=1,NRCAB)

Campo	Variável	Descrição	Formato	Tipo
1	OLEIT	Código do aproveitamento de cabeceira	livre	I*4
2	NOME	Nome do aproveitamento de cabeceira	livre	Char*14
3	XMA	Defluência máxima* (m ³ /s)	livre	R*4
4	XMI	Defluência mínima (m ³ /s)	livre	R*4
5	RESJUS	Código do aproveitamento de jusante ou "zero" quando aproveitamento mais a jusante.	livre	I*4
6	K	Capacidade do reservatório, volume útil real (km ³).	livre	R*4
7	VMAX	Volume máximo total real (útil+morto) do aproveitamento, dado em (km ³)	livre	R*4

*vazão máxima igual a 99999 significa limite de defluência infinito.

Registro 3+NR+2+NRCAB

Campo	Variável	Descrição	Formato	Tipo
1		Cartão de comentário		

Registro 3+NR+2+NRCAB+1

Campo	Variável	Descrição	Formato	Tipo
1		Cartão de comentário		

Registro 3+NR+2+NRCAB+2

Campo	Variável	Descrição	Formato	Tipo
1	NRSCC	Número de aproveitamentos na cascata que não fazem parte do sistema de controle de cheias formado pelos NR aproveitamentos definidos no registro 3 e que se deseja incluir na operação do Opchen	Livre	I4

Registro 3+NR+2+NRCAB+2+ISCC (ISCC=1,NRSCC)

Campo	Variável	Descrição	Formato	Tipo
1	OLEIT	Código do aproveitamento	livre	I*4
2	NOME	Nome do aproveitamento	livre	Char*14
3	XMA	Defluência máxima* (m ³ /s)	livre	R*4

Campo	Variável	Descrição	Formato	Tipo
4	XMI	Defluência mínima (m ³ /s)	livre	R*4
5	RESJUS	Código do aproveitamento de jusante ou “zero” quando aproveitamento mais a jusante.	livre	I*4
6	K	Capacidade do reservatório, volume útil real (km ³).	livre	R*4
7	VMAX	Volume máximo total real (útil+morto) do aproveitamento, dado em (km ³)	livre	R*4

*vazão máxima igual a 99999 significa limite de defluência infinito. Apesar destes aproveitamentos não terem restrição de vazão máxima o valor 99999 tem que ser informado.

É importante observar que os volumes fictícios informados (em porcentagem do volume útil real) têm a seguinte particularidade: se o nível máximo fictício desejado for maior que o nível máximo real, a informação sobre o volume máximo fictício (% de VU) deverá ser maior que 100%. Da mesma forma, se o nível mínimo fictício desejado for menor que o nível mínimo real, a informação sobre o volume mínimo (% de VU) deverá ser menor que 0%.

Se não se desejar alterar a capacidade real, o volume máximo fictício será 100% (ou seja, = $K \text{ km}^3$, sendo K a capacidade real) e o volume mínimo fictício será 0% (ou seja, = 0 km^3). Os volumes úteis fictícios serão também impressos na primeira tabela do relatório principal.

A impressão dos resultados de volume nos relatórios serão feitas em função do volume útil real (volume acima do volume mínimo de referência), enquanto que os cálculos serão feitos levando-se em consideração o volume útil fictício.

III.2. Arquivo de Parâmetros (OPCHEN.INP)

Este arquivo contém os parâmetros necessários para a execução do programa e deve existir no diretório **CARTCON** antes da execução do OPCHEN.

Registro	Variável	Descrição	Formato	Tipo
1	SISTEMA	Nome do arquivo de sistema	A4	Char*4
2	ENSO	Chave que identifica a fase da ENSO	A1	Char*1
3	KOPC	Chave que identifica o caso do OPCHEN	A1	Char*1
4	Nkaev	Número de envoltórias que serão utilizadas pelo OPCHEN (máximo 5)	I2	I*4

Registro	Variável	Descrição	Formato	Tipo
5	Kaev(i), i=1,Nkaev	Chave que identifica cada conjunto de opções utilizadas no cálculo das envoltórias	1x,A2	Char*2
6	NOME1	Título do caso	A30	Char
7		Comentário sobre o próximo registro		
8	OPCOTA, OPCURVA	OPCOTA: Opção de entrada do tipo de informação do estado de armazenamento. 0 - % volume útil, 1 - cota (m) OPCURVA: Opção de fornecimento das curvas cota x volume. 0 - tabelas Cota x Volume, arquivo CVOL.INP; 1 – polinômio, arquivos POLCV1.TXT e POLCV2.TXT. (2)	Livre	I*4
9		Comentário sobre o próximo registro		
10	VINIC(1,j), j=1, nres	Volumes finais da semana anterior à primeira semana a ser otimizada, acima do volume mínimo de referência (em % do volume útil) ou Cota (m) dos reservatórios do sistema, dependendo da opção OPCOTA.	Livre	R*8
11		Comentário sobre o próximo registro		
12	VMAXL (j) j=1, nmres	Volume máximo fictício (útil), dado em porcentagem do volume útil real. <i>Mesmo que não se deseje alterar o volume máximo este campo tem que ser preenchido, neste caso deve-se preencher com o valor real, 100%.</i>	livre	R*4
13		Comentário sobre o próximo registro		
14	VMINL(j) j=1, nmres	Volume mínimo fictício (útil), dado em porcentagem do volume útil real. <i>Mesmo que não se deseje alterar o volume mínimo este campo tem que ser preenchido, neste caso deve-se preencher com o valor real, 0%.</i>	livre	R*4
15		Comentário sobre o próximo registro		
16	VFMAX(j) j=1, nmres	Restrição de volume final semanal máximo (equivalente a volume de espera mínimo), dado em percentual de volume útil real. <i>Mesmo que não se deseje restringir o volume máximo este campo tem que ser preenchido, neste caso deve-se preencher com o valor real, 100%.</i>	livre	R*4

Registro	Variável	Descrição	Formato	Tipo
17		Comentário sobre o próximo registro		
18	VFMIN(j) j=1, nmres	Restrição de volume final semanal mínimo (equivalente a volume de espera máximo) dado em percentual de volume útil real. <i>Mesmo que não se deseje restringir o volume mínimo este campo tem que ser preenchido, neste caso deve-se preencher com o valor real, 0%.</i>	livre	R*4
19		Comentário sobre o próximo registro		
20	IQM	IQM=1 : indica que o usuário fornecerá valores alternativos para defluência máxima em relação aos valores fornecidos no arquivo sistema IQM = 0: usuário não fornecerá valores alternativos (o programa usará os valores do arquivo de sistema) OBS: quando o usuário optar por IQM=1 , ele deverá fornecer valores de defluência máxima para todos os reservatórios, mesmo para aqueles que se deseje usar as mesmas fornecidas no arquivo sistema.	Livre	I*4
21		Comentário sobre o próximo registro		
22	QMXALT(i),i=1,nres	Só existe se IQM = 1 Defluências máximas que substituirão as constantes no arquivo de sistema (99999 indica defluência máxima infinita. É necessário informar este valor para todos os reservatórios com defluência máxima infinita) (1)	Livre	R*8
23		Comentário sobre o próximo registro		
24	BETA(i), i=1,nres	Taxa de variação máxima de vazão semanal para todos os aproveitamentos	livre	R*8
25		Comentário sobre o próximo registro		
26	KRODA	0 – Otimização Global 1 – Otimização sequencial	livre	I*4
27		Comentário sobre o próximo registro		
28	NSEM	Número de semanas a serem otimizadas	livre	I*4
29		Comentário sobre o próximo registro		
30	SEM	Primeira semana que se deseja planejar a operação	livre	I*4

Registro	Variável	Descrição	Formato	Tipo
31		Comentário sobre o próximo registro		
32	krelaxa,	krelaxa – número de semanas que terão as envoltórias (volumes de espera) relaxadas. Se não houver relaxamento de envoltórias o valor de krelaxa deverá ser 0 (zero).	livre	I*4
33		Comentário sobre o próximo registro		
34	Krelax,krel (1, krelaxa)	Krelax –semana a relaxar krel(1, krelax) – numero de ordem das envoltórias (tempos de retorno) que serão relaxadas na semana krelax Se não houver relaxamento de envoltórias o valor de krelaxa deverá ser 0 (zero) e o vetor krelax não precisará ser informado. Se não houver relaxamento de envoltórias o valor de krelaxa deverá ser 0 (zero) e os registros 33 e 34 não devem ser informados.		
35		Comentário sobre o próximo registro		
36	Trelaxa,	Trelaxa – número de semanas que terão as taxas de variação de defluências (volumes de espera) relaxadas. Se não houver relaxamento de taxas de variação de defluencias o valor de trelaxa deverá ser 0 (zero).	livre	I*4
37		Comentário sobre o próximo registro		
38	Trelax,Trel (1, Trelax)	Trelax –semana a relaxar Trel(1, Trelax) – numero do CÓDIGO dos aproveitamentos que terão taxas de variação relaxadas na semana Trelax. Se não houver relaxamento de taxas de variação de defluencias o valor de trelaxa deverá ser 0 (zero) e os registros 37 e 38 não deverão ser informados.		
39		Comentário sobre o próximo registro		
40	IDIANA	Flag para saber se vão ser usadas as afluências vindas do DIANA CONDICIONADO. 0->Não/ 1->Sim		
41		Comentário sobre o próximo registro		

Registro	Variável	Descrição	Formato	Tipo
42	QA(i,j), i=1, nsem j=1, nres	Vazões afluentes previstas para cada reservatório do sistema para cada semana a ter o planejamento da operação otimizado.	livre	R*8
43		Comentário sobre o próximo registro		
44	QE(i,j), i=1, nsem j=1, nres	Vazão energética programada para cada reservatório do sistema para cada semana a ter o planejamento da operação otimizado.	livre	R*8
45		Comentário sobre o próximo registro		
46	Qmin(i,j) i=1, nsem j=1, nmres	Defluência mínima obrigatória para cada reservatório do sistema para cada semana a ter o planejamento da operação otimizado.	livre	R*8
47		Comentário sobre o próximo registro		
48	TRCAB, VECAB	TRCAB: Tempo de retorno do reservatório de cabeceiras (em anos) VECAB: Volume de espera do reservatório de cabeceira do campo 1 para a semana que inclui os dias a serem programados (km ³).	livre	R*8

- (1) Neste registro os valores devem ser fornecidos para cada reservatório na ordem em que eles aparecem no arquivo sistema.
- (2) Caso a opção seja **0**, porém no arquivo CVOL.INP não exista os pares (cota,volume) para um determinado aproveitamento, o programa procurará automaticamente nos arquivos POLCV1.TXT ou POLCV2.TXT o polinômio correspondente. Caso não tenham sido fornecidos os arquivos POLCV o programa emite mensagem de erro e pára o processamento. Ver item IV.4.
- (3) O registro 34 é repetido “KRELAXA” vezes.
- (4) O registro 38 é repetido “TRELAXA” vezes.
- (5) Os pares de registros (Comentário – Dado) 41 até 48 serão repetidos “NSEM” vezes.
- (6) Os registros 41 e 42 só existirão se o registro 40 for 0 (zero).
- (7) Os registros 12 e 14 referem-se aos volumes fictícios máximo e mínimo. O objetivo destas variáveis é atender:
 - a restrições físicas reais que limitem o volume útil real do reservatório, ou
 - possibilite a utilização de um sobre volume, aumentando a capacidade do reservatório.

Quando é fornecido volume fictício máximo e/ou mínimo, o volume útil é substituído pelo volume resultante.

(8) Os registros 16 e 18 referem-se aos volumes finais máximo e mínimo. O objetivo destas variáveis é definir os volumes de espera mínimo e máximo dos reservatórios:

- o volume de espera mínimo é determinado pela diferença entre o volume útil (considerando o volume fictício quando houver) e o volume final máximo,
- o volume de espera máximo é determinado pela diferença entre o volume útil (considerando o volume fictício quando houver) e o volume final mínimo.

Para que haja consistência entre os dados fornecidos nos registros 12 a 18, o volume final máximo deverá ser menor ou igual ao volume máximo fictício. Da mesma forma, o volume final mínimo deverá ser maior ou igual ao volume mínimo fictício.

Ocorrendo inconsistência, o programa emitirá uma mensagem de advertência e considerará o volume fictício (máximo ou mínimo, de acordo com a inconsistência) como mandatório, substituindo os valores dos volumes finais informados pelo usuário (máximo ou mínimo, de acordo com a inconsistência).

III.2.1. Arquivo de Afluências gerado pelo DIANA CONDICIONADO (“Sistema”+”ENSO”.FLU))

Arquivo onde estarão as afluências geradas pelo DIANA CONDICIONADO (versão 4.3). Este arquivo deverá estar na pasta **VAZOES**. Este arquivo só precisará existir se o registro 40 do OPCHEND.INP for 1.

Registro	Variável	Descrição	Formato	Tipo
1		Comentário sobre o próximo registro		
2	QA(i,j), i=1, nsem j=1, nres	Vazões afluentes previstas para cada reservatório do sistema para cada semana a ter o planejamento da operação otimizado geradas pelo DIANA condicionado (versão 4.3).	livre	R*8

III.3. Arquivo de Envoltórias (ENVOLT1.ENV)

O programa OPCHEN lê um arquivo com as envoltórias (ENVOLT1.ENV), que deve existir no diretório ENVOLT antes da execução do programa. Sua descrição encontra-se abaixo.

Registro 1:

Campo	Coluna	Descrição	Formato
1	1 to 8	Número de sistemas de reservatórios com volume de espera calculados pelo CAEV	I8
2	9 to 12	Dia de início das envoltórias	I4
3	13 to 16	Mês de início das envoltórias	I4
4	17 to 21	Ano de início das envoltórias	I5
5	22 to 25	Dia final das envoltórias	I4
6	26 to 29	Mês final das envoltórias	I4
7	30 to 34	Ano final das envoltórias	I5

Este é o registro inicial e haverá apenas um registro deste tipo no arquivo, ou seja, todos os sistemas, se for inserido mais de um, terão os mesmos dados iniciais.

Registro 2:

Campo	Coluna	Descrição	Formato
1	1 to 4	Código do sistema de reservatório	A4
2	5 to 8	Número de fases da ENSO para o sistema de reservatórios definido no campo 1	I4
3	9 to 12	Número de Tempos de Retorno (se no ARISCO, até 20; se OPCHEN até 5)	I4
4	13 to 16	Número de reservatórios no sistema definido no campo 1	I4
5	17 to 20	Número de reservatórios com ponto de controle de cheias no sistema definido no campo 1	I4
6	21 to 24	Número de sistemas parciais do sistema definido no campo 1	I4

Registro 3:

Campo	Coluna	Descrição	Formato
1 to 20	1 to 159	Código dos reservatórios no sistema definido no campo 1 do registro 2	40I8

Registro 4:

Campo	Coluna	Descrição	Formato
1 to 20	1 to 159	Código dos reservatórios com ponto de controle no sistema definido no campo 1 do registro 2	40I8

Registro 5:

Campo	Coluna	Descrição	Formato
1 to 20	1 to 159	Cenários de tempos de retorno associado aos reservatórios definidos no registro 4	40F8.2

Notas:

- Existirão N registros tipo 5, um para cada cenário de tempo de retorno ($N \leq 5$).
- Existirá um grupo de registros 2, 3, 4 e N registros 5 para cada sistema de reservatórios.

Registro 6:

Campo	Coluna	Descrição	Formato
1	1 to 7	Ordem do sistema parcial	I7
2	8 to 11	Número de reservatórios pertencentes ao sistema parcial definido no campo 1	I4
3 a 22	16 to 175	Código dos reservatórios do sistema parcial definido no campo 1	4018

Nota: Existirão um registro tipo 6 seguido por um registro tipo 7 e um bloco de 53 registros tipo 8 para cada sistema parcial.

Registro 7:

Campo	Coluna	Descrição	Formato
1	1 to 4	Código numérico da fase da ENSO (todos os anos=0; El Niño=1; Normal=2; La Niña=3, El Niño+Normal=4; La Niña+Normal=5)	I4
2	5 to 11	Código alfabético das fases da ENSO: Todo : todos os anos Nino : El Niño Nina : La Niña Norm : Normal ENor : El Niño + Normal LNor : La Niña + Normal	A4

Registro 8:

Campo	Coluna	Descrição	Formato
1	1 to 4	Número da semana	I4
2	5 to 12	Volume de espera da semana definida no campo 1 para o cenário 1 de tempo de retorno	F8.0
3	13 to 20	Volume de espera da semana definida no campo 1 para o cenário 2 de tempo de retorno	F8.0
:			
:			
N		Volume de espera da semana definida no campo 1 para o cenário N de tempo de retorno	F8.0

Notas:

- 1) Cenário 1 está associado ao maior tempo de retorno e o cenário N está associado ao menor tempo de retorno.
- 2) Número de registros tipo 8 é igual ao número de semanas.

III.4. Arquivo de Saída (OPCHEN.DAT)

Este arquivo é criado no diretório **RELAT** pelo programa OPCHEN durante sua execução. O arquivo contém os resultados da operação semanal. É um arquivo Formatado, seqüencial, segundo a especificação abaixo.

Registro 1:

Campo	Variável	Descrição	Formato	Tipo
1	SISTEMA	Nome do Sistema	A4	Char4
2	NRES	Número de reservatórios do Sistema	I4	I4

Registro 2

Campo	Variável	Descrição	Formato	Tipo
1	TITULO	Título do caso	A30	Char

Registro 3

Campo	Variável	Descrição	Formato	Tipo
1	Dia,mês	Data referente ao 1º dia do período de operação	I4, I4	I*4

Registro 4

Campo	Variável	Descrição	Formato	Tipo
1	OLEIT	Código do reservatório	I8	I4
2	QMAX	Defluência máxima (m³/s)	F7.0	R4

Registro 5

Campo	Variável	Descrição	Formato	Tipo
1	QA	Vazão prevista (m³/s) para o reservatório OLEIT para semana para a qual se deseja definir a operação de controle de cheias	F7.0	R4
2	QE	Defluência energética mínima (m³/s) para semana para a qual se deseja definir a operação de controle de cheias	F7.0	R4
3	VOLF	Volume final do reservatório OLEIT na semana para a qual se deseja definir a operação de controle de cheias	F7.3	R4
4	DEFL	Defluência do reservatório OLEIT na semana para a qual se deseja definir a operação de controle de cheias	F7.0	R4
5	NÍVEL	Nível de controle de cheia	I3	I*4

Nota: Para cada reservatório existirá um registro tipo 4 e 5.

III.5. Curvas Cota x Volume

III.5.1. Arquivo de Coeficientes dos polinômios Cota x Volume (Polcv1.txt, Polcv2.txt)

O arquivo POLCV1.TXT contém os coeficientes dos polinômios cota x volume $f(\text{cota}) = \text{volume}$ e o arquivo POLCV2.TXT contém os coeficientes dos polinômios volumexcota $f(\text{volume}) = \text{cota}$ e os respectivos volumes mínimos (hm^3). Estes arquivos devem ficar no diretório SISTEMA, quando o usuário optar por fornecer a curva cota x volume através de polinômios. No caso de utilização do diagrama de emergência com sobrecarga induzida, se os polinômios não estiverem considerando os volumes de sobrecarga induzida o programa emitirá mensagem informando que o volume máximo do polinômio é inferior ao de sobrecarga induzida e o programa para.

III.5.1.1. Arquivo POLCV1.TXT

Registro tipo 1:

Campo	Variável	Descrição	Formato	Tipo
1	ipcod	Código do aproveitamento	Livre	I*4
2	nomepol	Nome do aproveitamento	Livre	Char*15
3	a1	Primeiro coeficiente do polinômio	Livre	R*8
4	a2	Segundo coeficiente do polinômio	Livre	R*8
5	a3	Terceiro coeficiente do polinômio	Livre	R*8
6	a4	Quarto coeficiente do polinômio	Livre	R*8
7	a5	Quinto coeficiente do polinômio	Livre	R*8

Notas:

- 1) Este polinômio é do tipo $V = a1 + a2xC + a3xC^2 + a4xC^3 + a5xC^4$.
- 2) O usuário deverá fornecer um registro tipo 1 para cada aproveitamento do sistema.

III.5.1.2 Arquivo POLCV2.TXT

Registro tipo 1:

Campo	Variável	Descrição	Formato	Tipo
1	ipcod	Código do aproveitamento	Livre	I*4
2	nomepol	Nome do aproveitamento	Livre	Char*15
3	vminpol	Volume mínimo do aproveitamento (Hm³)	Livre	R*8
4	a6	Primeiro coeficiente do polinômio	Livre	R*8
5	a7	Segundo coeficiente do polinômio	Livre	R*8
6	a8	Terceiro coeficiente do polinômio	Livre	R*8

Campo	Variável	Descrição	Formato	Tipo
7	a9	Quarto coeficiente do polinômio	Livre	R*8
8	a10	Quinto coeficiente do polinômio	Livre	R*8

Notas:

- 1) Este polinômio é do tipo $C = a6 + a7xV + a8xV^2 + a9xV^3 + a10xV^4$.
- 2) O usuário deverá fornecer um registro tipo 1 para cada aproveitamento do sistema.

III.5.2 Tabelas Cota x Volume (CVOL.TXT)

O Opchen usará sempre tabelas Cota X Volume para cálculos de cota durante a sua execução, tanto na operação normal, quanto para verificação de emergência.

Este arquivo deverá estar no diretório SISTEMA, quando o usuário optar por fornecer a curva cota x volume através de tabelas. No caso de utilização do diagrama de emergência com sobrecarga induzida, se as tabelas não estiverem considerando os volumes de sobrecarga induzida o programa emitirá mensagem informando que o volume máximo do polinômio é inferior ao de sobrecarga induzida e o programa pára.

Caso a opção seja 0 (fornecimento da curva cota x volume através de tabelas), é necessário que o arquivo CVOL.TXT esteja no diretório SISTEMA, caso contrário o programa pára. Porém, caso no arquivo CVOL.INP não exista os pares (cota,volume) para um determinado aproveitamento, o programa procurará automaticamente nos arquivos POLCV1.TXT ou POLCV2.TXT o polinômio correspondente. Caso não tenham sido fornecidos os arquivos POLCV1.TXT e/ou POLCV2.TXT o programa emite mensagem de erro e pára o processamento.

As tabelas Cota x Volume são elaboradas em relação ao volume útil de referência, onde o volume mínimo real é 0 m³. No caso de se desejar a alteração da capacidade útil de algum ou mais reservatórios rebaixando o volume mínimo, a tabela deve ser completada com valores negativos de volumes e suas cotas correspondentes, ou seja, estes pares estarão abaixo do volume mínimo de referência (0 m³).

Os formatos dos seus registros são:

Registro tipo 1:

Campo	Variável	Descrição	Formato	Tipo
		Comentário sobre o registro seguinte		

Registro tipo 2:

Campo	Variável	Descrição	Formato	Tipo
1		Código do reservatório	Livre	I*4
2		Número de pares da tabela	Livre	I*4

Nota: O máximo número de pares é 30

Registro tipo 3:

Campo	Variável	Descrição	Formato	Tipo
		Comentário sobre o registro seguinte		

Registro tipo 4:

Campo	Variável	Descrição	Formato	Tipo
1	cota	Cota em metros	Livre	I*4
2	volume	Volume em metros cúbicos	Livre	I*4

Nota: O registro tipo 4 se repete tantas vezes quantos forem o número de pares Cota X Volume da tabela.

Os registros 1, 2, 3 e 4 se repetem para cada aproveitamento cuja tabela Cota x Volume será informada no arquivo.

III.5.3 Observações sobre a utilização das curvas cota-volume

Se o usuário indicar o uso dos polinômios no arquivo OPCHEN.INP no registro 16, o programa faz um teste de compatibilidade entre os valores de volume máximo e mínimo fictícios fornecidos e os volumes máximo e mínimo de validade do polinômio. Caso ocorra incompatibilidade entre estes volumes uma mensagem de alerta é impressa no relatório final, porém a execução do programa não é interrompida neste momento.

Quando o usuário deseja alterar os volumes máximo e/ou mínimo através do arquivo “.sis”, o procedimento adotado é o descrito abaixo:

Relatório Técnico – 20758 / 2017

Se usuário informou no arquivo OPCHEN.INP no registro 16, campo 2, que será usado os polinômios, montam-se as tabelas cota x volume em função da capacidade real (volume útil de referência).

A partir da construção das tabelas cota-volume os procedimentos para a opção uso de polinômio ou uso de tabela tornam-se iguais e durante a realização dos cálculos no programa toda vez que um volume calculado tiver que ser transformado em cota, verifica-se se este volume é maior que máximo ou menor que o mínimo da tabela. Caso uma destas situações ocorra uma mensagem de erro é impressa e a execução é interrompida.

III.6. Relatórios de Saída

III.6.1 Relatório de Saída (“Sistema”+”ENSO”+ “KOPC”.OPC)

O programa OPCHEN emite um relatório com os resultados da operação semanal durante o período de análise, este relatório fica residente no diretório **RELAT**.

III.6.2 Relatório de Saída (“Sistema”+”ENSO”+ “KOPC”.RTC)

Relatório auxiliar que apresenta as restrições de balanço hídrico dos aproveitamentos e as restrições de vazão máxima e envoltórias que foram violadas. Este relatório fica residente no diretório **RELAT**.

III.6.3 Relatório de Saída (“Sistema”+”ENSO”+ “KOPC”.LOG)

Relatório auxiliar com estrutura semelhante ao relatório de saída do ARISCO. Este relatório fica residente no diretório **RELAT**.

III.6.4 Relatório de Saída (OPCHEN.ERR)

Relatório de erros e advertências que podem acontecer durante a execução do modelo. Este relatório fica residente no diretório **EXEC**.

IV. REFERÊNCIAS

- [1] DAMÁZIO, J. M., MARIEN, J. L., PEREIRA, M. V. F., KELMAN, J. e COSTA, F.S, “Condições de Controlabilidade de Sistemas de Reservatórios para Controle de Cheias e seu uso na Operação de Sistemas com Múltiplos Usos”, Relatório Técnico CEPEL DPST-036/89, CEPEL, Rio de Janeiro, 1989.
- [2] COSTA, F.S, DAMÁZIO, J. M e KELMAN, J., “Condições de Controlabilidade de Sistemas de Reservatórios para Controle de Cheias – CAEV1, Relatório Técnico CEPEL DPST-272/90, CEPEL, Rio de Janeiro, 1990.
- [3] DAMÁZIO, J. M., COSTA, F.S e D’ANGELO A. G. , “Minimização do Impacto Energético da Alocação de Volumes de Espera em Sistemas de Reservatórios”, Relatório Técnico CEPEL DPP/TEC-245/94, CEPEL, Rio de Janeiro, 1994.
- [4] COSTA, F.S., DAMÁZIO, J.M. “Regras de Operação de Controle de Cheias para o Planejamento de médio Prazo e para a Programação Diária – especificação Técnica”, Relatório Técnico CEPEL DPP/PEL 589/99, Rio de Janeiro, 1999.
- [5] GCOI, Subcomitê de Operação, “Instrução de Operação I.O.011- Controle de Cheias dos Reservatórios da Bacia do Rio Paraná até Jupia, Rio de Janeiro, 1999.
- [6] CEPEL, Sistema Spec - versão 1.2 – Sistema para Estudos de Prevenção de Cheias, Manual do Usuário, Relatório Técnico Cepel DPP/PEN n.457/2000, Rio de Janeiro, 2000.
- [7] COSTA, F.S., DAMÁZIO, “Operação Semanal de Controle de Cheias em Situação Normal, OPCHEN 1.3– Manual de Usuário”, Relatório Técnico CEPEL, Rio de Janeiro, 2002.
- [8] COSTA, F.S., DAMÁZIO, “Operação Semanal de Controle de Cheias em Situação Normal, OPCHEN 2.0 – Manual de Usuário”, Relatório Técnico CEPEL, Rio de Janeiro, 2005.
- [9] COSTA, F.S, DAMÁZIO, J. M, “Regras de Operação de Controle de Cheias em Situação Normal – OPCHEN 2.0”, Relatório Técnico CEPEL DP/DEA-45552/05, CEPEL, Rio de Janeiro, 2005
- [10] COSTA, F.S, DAMÁZIO, J. M, KYRILLOS, D. S., “Regras de Operação de Controle de Cheias em Situação Normal – OPCHEN 2.4”, Relatório Técnico CEPEL DP/DEA-45552/05, CEPEL, Rio de Janeiro, 2006

[11] COSTA, F.S, DAMÁZIO, J. M, KYRILLOS, D. S., “Regras de Operação de Controle de Cheias em Situação Normal – OPCHEN 3.0”, Relatório Técnico CEPEL DP/DEA-45552/05, CEPEL, Rio de Janeiro, 2008