

Comissão Permanente para Análise de
Metodologias e Programas Computacionais do
Setor Elétrico
– CPAMP

Grupo de Trabalho Metodologia

Relatório Técnico

*“Relatório de Validação da Versão 14 do
Programa SUISHI – Modelo de Simulação a
Usinas Individualizadas de Sistemas
Hidrotérmicos Interligados”*

Membros:

MME

ANEEL

(Coordenação) **EPE**

ONS

CCEE

(Assessoria Técnica) **CEPEL**

16 de abril de 2020

Sumário

1	INTRODUÇÃO	3
2	DESCRIÇÃO DO MODELO SUISHI	6
2.1	PROGRAMA CONVERSOR DE DADOS	7
2.2	INTERFACE GRÁFICA NA PLATAFORMA ENCAD	7
2.3	MÓDULO DE OTIMIZAÇÃO DO BALANÇO HIDROTÉRMICO ENTRE SUBSISTEMAS EQUIVALENTES	7
2.4	MÓDULO DE SIMULAÇÃO A USINAS INDIVIDUALIZADAS	9
2.5	MÓDULO DE DIVISÃO DA GERAÇÃO HIDRÁULICA INDIVIDUALIZADA POR PATAMAR DE CARGA	9
3	PROCESSO DE VALIDAÇÃO	11
3.1.	NOVAS FUNCIONALIDADES DO MODELO SUISHI	12
3.2.	TESTES REALIZADOS E RESULTADOS OBTIDOS	18
4	CONCLUSÕES	65
5	RECOMENDAÇÕES	67
6	BIBLIOGRAFIA	68

1 Introdução

O modelo SUIISHI - Modelo de Simulação a Usinas Individualizadas para Sistemas Hidrotérmicos Interligados, desenvolvido pelo Centro de Pesquisas de Energia Elétrica – CEPEL, é um modelo de médio e longo prazo para a simulação da operação energética de sistemas hidrotérmicos interligados, que utiliza a representação das usinas hidrelétricas e térmicas de forma individualizada.

Devido às suas características, o modelo SUIISHI pode ter diversas aplicações em estudos de planejamento energético, principalmente nas situações em que se deseja representar a diversidade hidrológica das bacias hidrográficas e avaliar o comportamento de reservatórios e usinas hidrelétricas de forma individualizada. Para isso, em sua estrutura, o modelo apresenta os seguintes modos de simulação: *simulação hidrotérmica*, *simulação para cálculo da energia firme* e *simulação para cálculo de energia garantida*. À exceção do *modo de simulação para cálculo de energia firme*, o modelo considera a política de operação definida pelo modelo de planejamento da operação de médio e longo prazo, NEWAVE.

O modelo SUIISHI já foi objeto de sete validações prévias:

- Em novembro de 2003, com o objetivo de avaliar e validar as funcionalidades do modelo, foi instituída pelo Operador Nacional do Sistema Elétrico - ONS a Força-Tarefa SUIISHI (FT-SUIISHI), que contou com a participação de 27 empresas do setor elétrico brasileiro. Em agosto de 2010, após a conclusão dos trabalhos da FT-SUIISHI, foi aprovada pela Agência Nacional de Energia Elétrica - ANEEL, por meio do Despacho ANEEL nº 2.518, de 27 de agosto de 2010, a utilização da **versão 7.0** nos estudos de planejamento da operação energética do sistema elétrico brasileiro.
- Em 17 de julho de 2015 foi concluído o relatório de validação do *modo de simulação para cálculo de energia firme* do modelo SUIISHI versão 8.2.11, no âmbito do GT7/CPAMP, e em 05 de agosto foi aprovado pela CPAMP o uso deste modelo para estudos de planejamento da expansão que requerem cálculo de energia firme. Em 03 de novembro de 2015 foi concluído o relatório de validação do *modo de simulação hidrotérmica* do modelo SUIISHI versão 8.2.24.
- Em 05 de novembro do mesmo ano foi aprovado pela CPAMP o uso deste modelo para estudos de planejamento da expansão e da operação que requerem a realização de simulações da operação do parque hidrotérmico brasileiro, dando origem a **versão 9.0**.
- Em 16 de março de 2016 foi concluído o relatório de validação do modelo SUIISHI versão 9.1.4, posteriormente denominada **versão 10**, a qual atualizou as regras

especiais de operação das usinas localizadas na bacia do rio Paraíba do Sul segundo o estabelecido na Resolução Conjunta ANA/DAEE/IGAM/INEA nº 1382, de 07 de dezembro de 2015. As atualizações realizadas foram validadas para o *modo de simulação para cálculo de energia firme* e para o *modo de simulação hidrotérmica*. Em 17 de março de 2016, tal relatório foi aprovado pela plenária da CPAMP.

- Em 28 de outubro de 2016 foi concluído o relatório de validação do modo de simulação para cálculo de energia firme do modelo SUIISHI versão 10.6.1, posteriormente denominada **versão 11**. Esta versão passou a possibilitar a representação de mais de um reservatório equivalente de energia em cada subsistema/submercado e a possibilidade de se considerar o acoplamento hidráulico entre REEs, além de aperfeiçoamentos na interface gráfica do modelo, a qual passou a ser multiplataforma.
- Em 21 dezembro de 2016, foi concluído o processo de validação do modo de simulação hidrotérmica, no âmbito do GT7/CPAMP, tendo como produto final a disponibilização da **versão 12** do modelo SUIISHI e relatório de validação dos modos de simulação hidrotérmica e para cálculo de energia firme. Naquele momento, restaram ajustes a serem realizados no modo de simulação para cálculo de energia garantida.
- Em 22 de maio de 2017, foi concluído, no âmbito do GT Metodologia/CPAMP, o processo de validação do modo de simulação hidrotérmica e para cálculo de energia garantida com séries históricas de vazões e do modo para cálculo de energia firme da versão 12.4.2 do modelo SUIISHI, posteriormente denominada **versão 13**. Esta versão passou a possibilitar a aplicação de curvas-guia de operação para até 5 usinas hidrelétricas e empregar adequadamente até 5 polinômios vazão-nível de jusante conforme variação do nível de montante do reservatório a jusante. O relatório informa que o processo de validação dos modos de simulação hidrotérmica e de cálculo de energia garantida utilizando séries sintéticas de vazões não está finalizado.

Após a validação da versão 13, destacam-se três fatos que justificaram a implementação de novas funcionalidades no modelo:

- i. Em 04 de dezembro de 2017, a Agência Nacional de Águas - ANA emitiu a Resolução nº 2081/2017, que dispõe sobre a operação do Sistema Hídrico do Rio São Francisco. Em 30 de abril de 2019, a ANA comunicou, através do Ofício Circular nº 1/2019/AA-CD-ANA, a entrada em vigor da referida resolução a partir de 1º de maio de 2019. Assim, foi necessário implementar uma nova funcionalidade que permitisse aplicar as regras de operação definidas para o Rio São Francisco.

- ii. Além disso, a assinatura de novos contratos para as UHEs Ilha Solteira e Três Irmãos com concessionárias diferentes resultou na necessidade de modelar as duas usinas em separado. Como os reservatórios das suas usinas se comunicam por meio do Canal Pereira Barreto, foi necessário implementar mais uma funcionalidade no SUIISHI para que os reservatórios das duas usinas mantenham o mesmo nível de montante durante toda a simulação.
- iii. Finalmente, o Grupo de Trabalho de Dados de Produtibilidade - GTDP concluiu seus estudos em 2019 com o ajuste de novas curvas vazão nível de jusante, compostas por até 5 famílias de até 5 polinômios, que devem ser lidas pelo modelo SUIISHI e aplicadas nos cálculos dos níveis de canal de fuga.

Estas funcionalidades foram implementadas e aperfeiçoadas nas versões 13.2, 13.2.2, 13.2.3, 13.2.6, 13.3.2, 13.4, 13.5, 13.6, 13.7, 13.8, 13.8.1, 13.8.2, 13.8.3 e 13.8.4, as quais também incluem outros ajustes e correções no modelo e na sua interface gráfica.

Tendo em vista as funcionalidades implementadas a partir da versão 13, e contidas na versão 13.8.4 do modelo SUIISHI, este relatório apresenta os principais resultados do processo de validação do modo de simulação para cálculo de energia firme, a qual passará a ser denominada versão 14.

2 Descrição do Modelo SUIISHI

O modelo SUIISHI é um modelo de simulação a usinas individualizadas em sistemas hidrotérmicos interligados aplicado, principalmente, na realização de estudos de planejamento energético, permitindo a consideração de simulações hidrotérmicas, de simulações para cálculo de energia firme e de simulações para cálculo de energia garantida.

No *modo de simulação hidrotérmica*, o modelo SUIISHI recebe a política de operação definida pelo modelo NEWAVE, representada pelas funções de custo futuro de cada mês, tendo como objetivo a individualização pelas usinas hidrelétricas das metas de geração obtidas para o reservatório equivalente. Neste modo, todos os dados de entrada do problema podem variar dinamicamente ao longo do tempo, permitindo-se analisar, por exemplo, o efeito do crescimento de mercado, os impactos de antecipação/atraso da entrada em operação de novas unidades geradoras, os impactos do enchimento de volume morto de reservatórios, além de fornecer estimativas de intercâmbios inter-regionais e de geração térmica e hidráulica a usinas individualizadas.

Ainda no *modo de simulação hidrotérmica*, pode-se considerar uma configuração estática do sistema. Considera-se o parque hidroelétrico fixo, procurando-se atender a um mercado de energia constante ou sazonal ao longo de cada uma das séries hidrológicas. Com exceção das vazões afluentes aos reservatórios, todos os demais dados de entrada do problema permanecem constantes (estáticos) ao longo do tempo.

O *modo de simulação para cálculo de energia firme* tem como objetivo o cálculo da carga crítica de um sistema hidroelétrico estático e das energias firmes das usinas hidrelétricas que o compõem.

Finalmente, o *modo de simulação para cálculo de energia garantida* tem como objetivo o cálculo da carga crítica de um sistema hidrotérmico e das energias garantidas das usinas que o compõem. Cabe ressaltar que neste modo de simulação, assim como no modo de simulação hidrotérmica, o modelo SUIISHI recebe a política de operação definida pelo modelo NEWAVE, representada pelas funções de custo futuro de cada mês. Adicionalmente, para a convergência da carga crítica, este modo de simulação utiliza os critérios estabelecidos pela Resolução CNPE nº 9, de 28 de julho de 2008, ou seja, custo marginal de operação igual ao custo marginal de expansão, com o risco de déficit limitado a 5%. Os novos critérios de garantia de suprimento definidos pela Resolução CNPE nº 29, de 12 de dezembro de 2019, ainda não são considerados.

O modelo SUIISHI é estruturado da seguinte forma:

2.1 Programa Conversor de Dados

Quase a totalidade dos dados de entrada para a elaboração de estudos com o modelo SUIISHI é proveniente de um caso do modelo NEWAVE. O programa CONVERTOR lê e converte os dados de entrada do modelo NEWAVE para o formato de leitura do modelo SUIISHI. Adicionalmente, o programa também inclui dados específicos necessários ao processamento do modelo SUIISHI, os quais não estão disponíveis no caso original do NEWAVE. São exemplos de dados adicionais o número de faixas operativas dos reservatórios das usinas hidrelétricas, dados relacionados à operação das bacias especiais, entre outros.

2.2 Interface Gráfica na Plataforma ENCAD

Para tornar a visualização e a edição dos dados de entrada do modelo SUIISHI mais amigáveis para o usuário, a plataforma ENCAD é responsável por importar os arquivos de dados de entrada do modelo SUIISHI, previamente gerados pelo programa CONVERTOR, e exibi-los em diferentes telas de acordo com a natureza do dado. Caso necessário, a edição dos dados de entrada do modelo SUIISHI também se dá pelas próprias telas do ENCAD, assim como a escolha de diferentes opções de execução e a visualização dos resultados do modelo, seja por meio de tabelas, gráficos, ou relatórios texto. Alternativamente, a plataforma ENCAD também permite importar os dados de um caso SUIISHI já processado, para a utilização em um novo estudo.

2.3 Módulo de Otimização do Balanço Hidrotérmico entre Subsistemas Equivalentes

O processo de solução adotado pelo modelo SUIISHI é dividido em duas etapas principais. A primeira etapa consiste na otimização do balanço hidrotérmico entre subsistemas equivalentes, o que, a rigor, equivale ao problema resolvido pelo modelo NEWAVE durante a simulação final da operação do sistema. Nesta etapa, o objetivo do modelo SUIISHI é, com base na política de operação definida pelo modelo NEWAVE (contida na função de custo futuro de cada mês), definir metas de geração hidráulica a subsistemas equivalentes, metas de geração térmica, e intercâmbios de energia que minimizem a soma do custo presente com o custo futuro de operação ao longo de todo o horizonte de planejamento.

Já na segunda etapa, as metas de geração hidráulica, pré-determinadas a subsistemas equivalentes, alimentam o módulo de simulação a usinas individualizadas do modelo SUIISHI. O objetivo desta etapa é alocar as metas de geração hidráulica de cada subsistema entre as usinas hidrelétricas através da aplicação de regras heurísticas operativas, procedimento este que é denominado de simulação da operação.

Ao final da etapa de simulação, três distintas situações podem ser observadas:

(i) o atendimento das metas de geração hidráulica provenientes da etapa de otimização do balanço hidrotérmico. Neste caso, o modelo passa para o próximo estágio do problema;

(ii) o não atendimento das metas de geração hidráulica ocasionado por um déficit na soma da geração hidráulica individualizada. Neste caso, o modelo SUIISHI irá realimentar a etapa de otimização do balanço hidrotérmico entre subsistemas redefinindo a restrição de geração hidráulica máxima (GHMAX) em cada subsistema onde foi observado um déficit de geração, de tal forma que as metas de geração hidráulica a subsistema equivalente possam ser atendidas na segunda etapa do processo de solução;

(iii) o não atendimento das metas de geração hidráulica ocasionado por um excesso na soma da geração hidráulica individualizada. Neste caso, o modelo SUIISHI irá realimentar a etapa de otimização do balanço hidrotérmico entre subsistemas redefinindo a restrição de energia armazenada máxima (EARMAX) em cada subsistema onde foi observado um excesso de geração, de tal forma que as metas de geração hidráulica a subsistema equivalente possam ser atendidas na segunda etapa do processo de solução.

A Figura 1 apresenta um fluxograma simplificado do processo de solução do modelo SUIISHI. Este processo de solução é aplicado às simulações de configurações hidrotérmicas do sistema, os quais demandam o conhecimento de uma política de operação contida na função de custo futuro de cada mês.

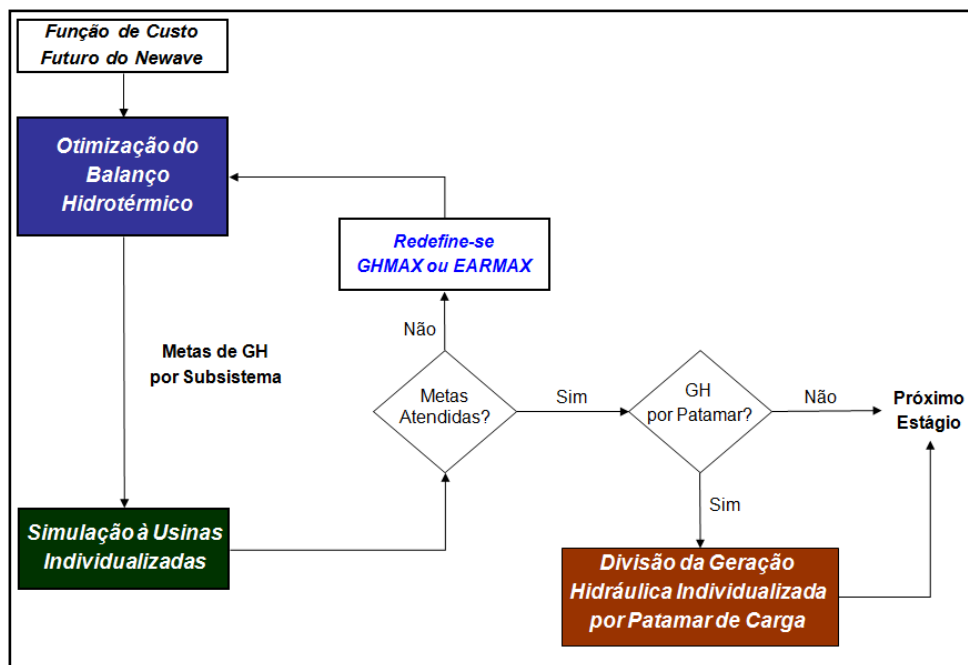


Figura 1- Fluxograma de funcionamento do modelo SUIISHI

2.4 Módulo de Simulação a Usinas Individualizadas

Dentre outros fatores, o processo de simulação da operação a usinas individualizadas do modelo SUIISHI é baseado principalmente em:

- (i) divisão dos reservatórios em faixas operativas;
- (ii) manutenção de todos os reservatórios do sistema, tanto quanto possível, dentro de uma mesma faixa operativa, e;
- (iii) estabelecimento de prioridades para o enchimento e o esvaziamento dos reservatórios que se encontram na mesma faixa operativa.

As prioridades citadas no item (iii) são baseadas nas produtibilidades acumuladas de cada usina hidroelétrica do subsistema, sendo que as usinas com elevada produtividade acumulada possuem prioridade de esvaziamento frente às usinas com baixa produtividade acumulada. Por outro lado, as usinas com baixa produtividade acumulada possuem prioridade de enchimento frente às usinas com alta produtividade acumulada. Opcionalmente, é possível definir as prioridades de enchimento e esvaziamento dos reservatórios por meio de uma função pré-definida que relaciona a produtividade acumulada, com a derivada do polinômio volume x cota, com o volume armazenado e com a vazão afluente.

Em resumo, o processo de simulação da operação do modelo SUIISHI segue dois critérios hierárquicos: primeiro procura-se equilibrar os volumes dos reservatórios em uma mesma faixa operativa, para, posteriormente, dentro de cada faixa, percorrer os reservatórios de acordo com a prioridade de enchimento/esvaziamento.

Cabe destacar que nas simulações para cálculo de energia firme, onde apenas o parque hidráulico é considerado, as simulações realizadas pelo modelo SUIISHI utilizam apenas o módulo de simulação a usinas individualizadas, sem que a mesma seja precedida pela execução do módulo de otimização do balanço hidrotérmico entre subsistemas.

2.5 Módulo de Divisão da Geração Hidráulica Individualizada por Patamar de Carga

Cabe destacar que o módulo de otimização do modelo SUIISHI fornece resultados para até 3 patamares de carga, enquanto os resultados do módulo de simulação são obtidos em patamar de carga único. Por este motivo, é permitido ao usuário que, antes de passar para o próximo estágio do problema (vide Figura 1), as gerações hidráulicas individualizadas sejam divididas por patamar de carga. Neste caso, o problema resolvido pelo modelo SUIISHI será, para cada subsistema, o de minimizar a soma dos desvios quadráticos entre:

- ✓ a meta de geração hidráulica, decidida pelo módulo de otimização, para um determinado patamar de carga; e
- ✓ a soma da geração hidráulica individualizada, de todas as usinas do subsistema, no mesmo patamar de carga.

Tal como o descrito para o módulo de otimização, este processo é aplicado apenas às simulações de configurações hidrotérmicas do sistema.

Outras características do modelo SUIISHI são:

- pode simular até quinze subsistemas hidrotérmicos eletricamente interligados em malha, levando em conta limites nas capacidades de intercâmbio de energia nos dois sentidos;
- considera restrições operativas locais decorrentes do uso múltiplo da água, tais como, vazão máxima para controle de cheias, vazão mínima para saneamento ou navegação, desvio de vazão do rio para irrigação, além de operar bacias especiais como as dos rios Paraíba do Sul e Tietê;
- simula múltiplas séries hidrológicas em paralelo, permitindo a fácil obtenção de índices probabilísticos de desempenho do sistema para cada estágio da simulação;
- utiliza regras de operação automáticas ou fornecidas pelo usuário;
- apresenta baixo custo computacional viabilizando estudos de maior porte e mais ambiciosos (configurações grandes, longos horizontes de estudo, utilização de séries sintéticas de vazões, etc.).
- calcula o período crítico de um sistema puramente hidráulico, com as usinas consideradas em um único sistema;
- calcula a energia firme do sistema e a respectiva participação de cada usina, para um período crítico calculado ou informado pelo usuário;
- disponibiliza valores de potências disponíveis por aproveitamento, para utilização em balanço de ponta e estudos de confiabilidade.

3 Processo de Validação

O atual processo de validação do *modo de simulação para cálculo de energia firme* do modelo SUIISHI, no âmbito da CPAMP, foi motivado pelas novas funcionalidades disponíveis a partir da versão 13, destacando-se a aplicação de regras de operação especiais para o Rio São Francisco, a funcionalidade que iguala os níveis de montante de duas usinas com reservatório e a aplicação de curvas vazão nível de jusante compostas por até 5 famílias de até 5 polinômios.

Este processo de validação teve início no dia 26 de agosto de 2019, durante a 87ª reunião do GT Metodologia/CPAMP, sendo finalizado no dia 16 de abril de 2020, durante a sua 108ª reunião, na qual o grupo, com base nos resultados obtidos, concluiu que o *modo de simulação para cálculo de energia firme* da versão 13.8.4 do modelo SUIISHI está apto a ser utilizado.

Durante este processo de validação, não foram realizados testes visando a validação dos *modos de simulação hidrotérmica e de cálculo de energia garantida*, cujo processo de validação deverá ser realizado em futuras reuniões deste grupo.

O cronograma de trabalho incluiu a realização de nove reuniões do grupo de trabalho (vide Tabela 1), além da elaboração e implementação de um caderno de testes, o qual funcionou como guia para o processo de validação.

Tabela 1 – Cronograma de Reuniões do GT Metodologias/CPAMP Relativas à Validação das Novas Funcionalidades do Modelo SUIISHI

Data	Reunião	Instituições Participantes
26/08/2019	87 ^a	CEPEL, EPE, ONS, CCEE, MME, ANEEL
17/10/2019	90 ^a	CEPEL, EPE, ONS, CCEE, MME, ANEEL
19/12/2019	93 ^a	CEPEL, EPE, ONS, CCEE
07/02/2020	95 ^a	CEPEL, EPE, ONS, CCEE, MME, ANEEL
20/02/2020	97 ^a	CEPEL, EPE, ONS, CCEE, MME
11/03/2020	99 ^a	CEPEL, EPE, ONS, CCEE
23/03/2020	102 ^a	CEPEL, EPE, ONS, CCEE
07/04/2020	106 ^a	CEPEL, EPE, ONS, CCEE, MME
16/04/2020	108 ^a	CEPEL, EPE, ONS, CCEE, MME

A descrição de cada funcionalidade, a versão do modelo em que foi implementada, os testes realizados e os resultados obtidos durante o processo de validação se encontram descritos a seguir.

3.1. Novas Funcionalidades do Modelo SUIISHI

A seguir são descritas as novas funcionalidades disponíveis no modelo SUIISHI, organizadas por versão do modelo em que cada nova funcionalidade foi implementada.

SUIISHI versão 13.2

SUIISHI

- Escrita do déficit de geração, encontrado na etapa de simulação a usinas individualizadas, no arquivo de saída (SUBSIS.CSV) do modelo SUIISHI;
- Escrita do valor do excesso de otimização, obtido na etapa de otimização do balanço hidrotérmico entre reservatórios equivalentes, nos arquivos de saída (SUBSIS.CSV e REE.CSV) do modelo SUIISHI;

CONVERSOR

- Adaptação do programa conversor para que desconsidere eventuais alterações de características informadas para UHEs ainda não existentes;
- Adaptação do programa conversor para que adote como padrão a "não" escrita do arquivo suishi.log.

SUIISHI versão 13.2.2

SUIISHI

- Compatibilização do modelo SUIISHI com a versão 24 do modelo NEWAVE;
- Correção do cálculo da energia de desvio d'água quando novas usinas hidroelétricas estão enchendo o seu respectivo volume morto. Na versão anterior, o desvio d'água nestas usinas não estava sendo considerado, apesar das mesmas já pertencerem à configuração do sistema.

CONVERSOR

- Adequação do formato de escrita do arquivo EXPANSAO.DAT no que tange à modificações nas características das usinas hidráulicas.

SUIISHI versão 13.2.3

SUIISHI

- Para o modo de simulação hidrotérmica, além da potência disponível tradicional e da potência disponível revisada, determinação da potência disponível modulada, que considera que o recurso hídrico será prioritariamente alocado no patamar de carga que representa a ponta do sistema, garantindo ao menos o turbinamento da vazão defluente mínima nos demais patamares de carga;
- Cálculo da potência disponível revisada nos patamares médio e leve quando utilizado o módulo de programação quadrática sequencial (PQS);
- Correção da escrita do arquivo USIHID.CSV, no que tange à escrita da vazão incremental e da vazão que representa a contribuição de montante para cálculo da

Potência Disponível Revisada (PDISPR) nas análises que consideram as regras especiais de operação das usinas da bacia do rio Paraíba do Sul.

CONVERTOR

- Adequação do dimensionamento de variáveis para que a conversão de casos de grande porte sejam convertidos com sucesso.

SUISHI versão 13.2.6

SUISHI

- Compatibilização com o modelo NEWAVE no que tange à leitura e consideração dos valores de desvio d'água (duas casas decimais);
- No modo de simulação hidrotérmica, correção da escrita do arquivo SUBSIS.CSV quando o relatório SUISHI.REL não é selecionado. Na versão anterior os valores de energia afluyente e de energia afluyente para acoplamento com a FCF não eram escritos no arquivo .CSV;
- Nas simulações para cálculo de energia garantida, escrita do arquivo PSECO.REL contendo, entre outras informações, o detalhamento dos períodos críticos encontrados.

CONVERTOR

- Correção na consideração da variação temporal da taxa equivalente de indisponibilidade forçada das usinas termoeletricas (TEIFT);
- Escrita dos valores de desvio d'água, no arquivo DSVAGUA, com duas casas decimais.

ENCAD

- No menu Usinas Hidrelétricas / Postos Nulos/Artificiais foi inserida uma tela para que o usuário informe as regras a serem empregadas para a determinação das vazões nos postos artificiais da configuração.

SUISHI versão 13.3.2

SUISHI

- Nos casos em que há acoplamento hidráulico, ajuste na vazão incremental das usinas localizadas nos REEs de jusante, sempre que estes REEs possuírem mais de uma usina localizada na cascata de acoplamento;
- Adequação da escrita do arquivo SUISHI.REL no que tange à meta de geração hidráulica definida pelo módulo de otimização do balanço hidrotérmico;
- No cálculo da potência disponível modulada, correção da altura de queda quando a consulta aos polinômios leva a obtenção de alturas de queda negativas.

SUISHI versão 13.4

SUISHI

- Impressão do cabeçalho de cada coluna em todos os arquivos de saída .CSV;
- Nas simulações para cálculo de energia firme, foi acrescentado ao arquivo CANFUG.REL uma coluna com o canal de fuga médio aritmético das usinas hidroelétricas

da configuração. Até a versão anterior, apenas o canal de fuga médio ponderado pela geração da usina era impresso no arquivo;

Usinas hidroelétricas que possuem uma curva guia de operação associada, e cujo reservatório tenha regularização diária ou semanal, passam a ter os seus volumes mínimo e máximo iguais ao volume de referência.

CONVERSOR

Adaptação para que, ao converter casos NEWAVE que possuam a palavra-chave CMONT no arquivo MODIF, o processo seja concluído com sucesso. Nesta versão a palavra-chave é ignorada pelo conversor;

ENCAD

- Atualização da curva guia de operação da usina hidroelétrica "Santo Antônio";
- Correção da exibição do tipo de regularização do reservatório das usinas hidroelétricas.

SUIHI versão 13.5

SUIHI

A critério do usuário, possibilidade de igualar as cotas de montante de duas usinas com reservatório de regularização mensal em cada mês do horizonte de planejamento. Esta funcionalidade visa aperfeiçoar o processo de simulação da operação das usinas hidrelétricas Ilha Solteira e Três Irmãos;

Consideração das modificações associadas à palavra-chave CMONT informadas no arquivo MODIF do modelo NEWAVE. Tais modificações serão ignoradas sempre que for considerada uma Curva Guia de Operação específica para o reservatório fio d'água em questão (ex: UHEs Jirau e Santo Antônio);

ENCAD

Adequações na interface gráfica para que o usuário possa informar quais usinas hidrelétricas deverão possuir a mesma cota de montante ao final da simulação mensal da operação.

SUIHI versão 13.6

SUIHI

Consideração das regras de operação específicas para as usinas do rio São Francisco, segundo a Resolução ANA Nº 2.081, de 04 de Dezembro de 2017.

ENCAD

Adequações na interface gráfica para a consideração das regras de operação específicas para as usinas do rio São Francisco, segundo a Resolução ANA Nº 2.081, de 04 de Dezembro de 2017.

SUIHI versão 13.7

SUIHI

Compatibilização do modelo SUIHI com a versão 25 do modelo NEWAVE no que tange à leitura dos arquivos NEWDESP e CORTESH.

ENCAD

☐ Adequações na interface gráfica no que tange à importação de dados do arquivo NEWDESP gerado pelo modelo NEWAVE.

SUIISHI versão 13.8.0

SUIISHI

☐ Para o cálculo da altura de queda dos reservatórios das usinas hidroelétricas, consideração das diferentes famílias de polinômios vazão x cota de jusante informadas para cada usina. Caso o arquivo com a família de polinômios (POLINJUS) seja fornecido, estes dados serão utilizados. Caso contrário, serão utilizados os dados de cadastro constantes no arquivo HIDR.DAT;

☐ Adequação das regras de operação das usinas do rio São Francisco aos termos da Resolução ANA nº 2.081, de 04 de Dezembro de 2017. Nesta versão a curva de segurança do reservatório de Sobradinho determina a restrição de vazão máxima defluente para a usina de Xingó. Adicionalmente, as restrições de vazão mínima defluente, vazão máxima defluente e volume mínimo operativo passam a ser informadas por faixa de operação;

☐ Consideração de uma data limite para a aplicação das regras operativas definidas pela Resolução ANA nº 2.081, de 04 de Dezembro de 2017. Após a referida data, as usinas do rio São Francisco serão operadas pelas mesmas regras empregadas para as demais usinas da configuração;

☐ Compatibilização do modelo SUIISHI com a versão 27 do modelo NEWAVE. Na versão 13.8.0 do modelo SUIISHI, a funcionalidade que considera o Volume Mínimo Operativo (VMINP) das usinas hidroelétricas ainda não está ativa, entretanto, o modelo é capaz de executar simulações hidrotérmicas, e para cálculo de energia firme, a partir de casos executados na versão 27 do modelo NEWAVE.

CONVERSOR

☐ Adaptação para que o arquivo de polinômios vazão x nível de jusante (POLINJUS) seja copiado sempre que este fizer parte do deck de dados do modelo NEWAVE;

☐ Especificação da data limite para utilização das regras especiais de operação das usinas do rio São Francisco;

☐ Adaptação para que a palavra chave VMINP seja desconsiderada no processo de conversão, possibilitando a conversão de casos executados com a versão 27 do modelo NEWAVE;

ENCAD

☐ Exibição das famílias de polinômios vazão x nível de jusante sempre que o arquivo POLINJUS fizer parte do deck de dados do modelo SUIISHI. Caso contrário, serão exibidos os polinômios cadastrados no arquivo HIDR;

☐ Adaptação das telas de dados associados as regras especiais de operação das usinas do rio São Francisco para que as restrições de vazão mínima defluente, vazão máxima defluente e volume mínimo operativo possam ser informadas por faixa de operação da usina de referência;

☐ Adaptação da exportação dos arquivos de entrada de dados do modelo SUIISHI em função das alterações realizadas na versão 27 do modelo NEWAVE.

SUISHI versão 13.8.1

SUISHI

- Correção do processo de interpolação para a determinação da cota do canal de fuga das usinas hidroelétricas quando utilizados os polinômios vazão-nível de jusante informados no arquivo polinjus.dat;
- Nas simulações em que se tenta igualar as cotas de montante de duas usinas hidroelétricas, a execução do modelo SUISHI passou a ser interrompida sempre que as usinas estiverem localizadas na mesma cascata;
- Ajuste no formato de escrita do relatório de saída CANFUG.REL;
- Ajuste na escrita de mensagens de erro no relatório de saída SUISHI.REL;
- Nas simulações hidrotérmicas executadas com mais de uma série hidrológica e considerando as regras especiais de operação das usinas do rio São Francisco, foi corrigido o volume utilizado para a consulta às curvas de operação a partir da segunda série hidrológica.

ENCAD

- Ajustes na tela que exibe os polinômios vazão-nível de jusante para que todos os polinômios de uma mesma família possam ser exibidos simultaneamente. Adicionalmente, as cotas de referência para a escolha entre as diferentes famílias de polinômios passaram a ser exibidas;
- Atualização dos arquivos padrão contendo os parâmetros empregados na aplicação das regras especiais de operação das usinas do rio São Francisco (REGRASF.DAT) e as curvas guia de operação (CGUIAOP.DAT);
- Ajuste na escrita de mensagens de alerta ao usuário.

SUISHI versão 13.8.2

SUISHI

- Nas simulações para cálculo de energia firme, adaptação do processo de convergência da carga crítica quando adotadas as regras de operação das usinas do rio São Francisco;
- Correção da escrita do arquivo CANFUG.REL de forma a não imprimir resultados de usinas que não pertencem à configuração do sistema;
- Compatibilização do cabeçalho dos arquivos de saída .CSV com as siglas utilizadas nas telas do ENCAD;
- Ajuste na escrita de mensagens de erro;

ENCAD

- Exibição das cotas de referência (Hjusref) das famílias de polinômios nas telas do ENCAD;
- Correção na exibição da lista de usinas hidroelétricas quando se deseja utilizar a funcionalidade de igualar cota de montante entre dois reservatórios. Nesta versão, apenas as usinas que pertencem à configuração serão exibidas ao usuário.

SUIHI versão 13.8.3

SUIHI

- Adaptação das condições de convergência do mercado no modo de execução para cálculo de energia firme.
- Adaptação da interface gráfica para que, ao sobrescrever um caso já convertido, apenas os arquivos associados ao último caso constem na pasta criada pelo ENCAD.

SUIHI versão 13.8.4

SUIHI

- Nas simulações para cálculo de energia firme que utilizam as regras especiais de operação das usinas do rio São Francisco, foi retirada a condição de que, a cada iteração do processo de convergência do mercado, o limite inferior de operação dos reservatórios destas usinas era estabelecido pela faixa de operação em que as mesmas se encontravam na iteração anterior;
- Nas simulações para cálculo de energia firme, ajuste na declaração das variáveis que determinam os limites inferior e superior no processo de convergência do mercado. Em virtude desta alteração espera-se que diferenças observadas nas casas decimais da carga crítica deixem de ocorrer.

ENCAD

- Reorganização da tela “Recuperação de Opções de Execução de Casos Existentes” para que seja possível uma completa visualização em diferentes tamanhos de telas.

3.2. Testes Realizados e Resultados Obtidos

Nesta seção serão apresentados os testes de 1 a 18, referentes apenas ao modo de simulação para cálculo de energia firme.

Teste 1

Converter e executar um caso de energia firme. Verificar na interface ENCAD e no arquivo DSVAGUA se os valores de desvio d'água foram importados com duas casas decimais. Verificar no arquivo de saída USIHID de uma usina se o cálculo da vazão afluyente QAFL considerou os desvios d'água com duas casas decimais.

CCEE

O teste foi realizado pela CCEE utilizando o caso base do Leilão de Energia Nova (LEN) A-6 de 2019. Os valores de desvio d'água foram importados com duas casas decimais nos arquivos DSVAGUA e a interface do ENCAD, conforme mostra a figura abaixo.

DSVAGUA – Interface ENCAD

Usina	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov
14 DE JULHO	-9,96	-9,95	-9,95	-9,95	-9,95	-9,95	-9,95	-9,95	-9,95	-9,95	-9,96

Arquivo dsvagua.eas

	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21			
12 1931	14	-0.43	-0.43	-0.59	-1.05	-0.46	-1.81	-1.89	-1.51	-1.30	-0.44	-1.16	-0.44
13 1931	15	-0.28	-0.28	-1.05	-1.66	-0.66	-2.49	-2.70	-2.21	-2.44	-0.29	-0.95	-0.28
14 1931	16	-0.01	-0.01	-0.06	-0.08	-0.03	-0.12	-0.13	-0.11	-0.12	-0.01	-0.04	-0.01
15 1931	17	-8.13	-5.86	-19.45	-39.97	-26.50	-58.00	-62.68	-55.68	-62.23	-15.63	-34.10	-5.93
16 1931	18	-3.46	-2.65	-3.09	-8.06	-8.27	-12.55	-13.43	-10.48	-13.14	-5.02	-7.81	-2.68
17 1931	20	-0.38	-0.38	-6.87	-12.98	-13.99	-20.13	-21.89	-21.74	-22.94	-3.00	-0.38	-0.38
18 1931	21	-0.12	-0.12	-1.15	-2.12	-2.28	-3.25	-3.53	-3.51	-3.70	-0.54	-0.13	-0.13
19 1931	24	-1.65	-1.79	-7.08	-18.70	-11.67	-28.72	-28.85	-22.10	-38.39	-12.34	-1.71	-2.00
20 1931	25	-2.47	-2.48	-6.61	-5.57	-4.96	-11.91	-13.60	-9.29	-15.76	-4.64	-2.50	-2.50
21 1931	26	-0.15	-0.16	-0.47	-2.23	-2.71	-6.02	-6.22	-4.46	-6.64	-0.45	-0.17	-0.15

O cálculo de vazão afluyente (QAFL) também considerou os desvios d'água com duas casas decimais, conforme mostra a coluna em negrito abaixo. Teste nº 1 está aprovado.

NUMUHE	ANO	MES	SERIE	PAT	REE	OPER	QAFL	QTUR	QVERT	VOLF	PUVOL	EARMU
1	1931	1	1931	1	1	1	177.78	177.78	0.00	792.00	1.00	1548.71
1	1931	2	1931	1	1	1	370.82	193.72	177.04	792.00	1.00	1548.71
1	1931	3	1931	1	1	1	325.63	193.72	131.12	792.00	1.00	1548.71
1	1931	4	1931	1	1	1	478.56	193.72	283.71	792.00	1.00	1548.71
1	1931	5	1931	1	1	1	331.76	193.72	136.65	792.00	1.00	1548.71
1	1931	6	1931	1	1	1	225.56	193.72	30.54	792.00	1.00	1548.71
1	1931	7	1931	1	1	1	124.56	123.68	0.00	792.00	1.00	1548.71
1	1931	8	1931	1	1	1	88.65	113.12	0.00	724.80	0.90	1389.91

EPE

Para a realização deste teste adotou-se o Caso Base do Leilão de Energia Nova A-4/2020, disponibilizado no site da EPE, com as seguintes alterações: (i) inclusão do arquivo polinjus; e (ii) alteração do flag de Ilha Solteira Equivalente de EX para NC e dos flags de Ilha Solteira e Três Irmãos de NC para EX. Além disso, após a conversão para o formato SUIHI, foram consideradas as seguintes funcionalidades que não compunham o caso base do leilão: (i) igualar cota de montante de Ilha Solteira e Três Irmãos; e (ii) considerar as regras de operação do São Francisco (arquivo *default* da versão 13.8.3, que contém as curvas de segurança do ano hidrológico 2019/2020) até o fim do histórico. Os casos SUIHI foram rodados na versão 13.8.1 (ENCAD 5.6.1) e 13.8.3 (ENCAD 5.6.2).

Para o teste foi escolhida a UHE Santa Clara, em Minas Gerais. Essa usina foi escolhida por possuir um uso consuntivo com duas casas decimais, ser de regularização diária e isolada na cascata. Da tela de desvios d'água verificou-se a adequação dos usos importados no modelo ao definido no arquivo *dsvagua.dat*:

Usina	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
STA CLARA MG	-1,08	-1,59	-1,33	-1,67	-1,79	-1,70	-1,61	-2,00	-2,06	-1,61	-1,02	-1,00

De forma a verificar se a operação do SUIHI procedeu com o desconto dos usos consuntivos foi comparada a série de vazões da usina (presente no arquivo *vazoes.dat*) com a vazão afluente aferida pelo modelo e os usos consuntivos resultantes, conforme tabela abaixo:

ANO	MÊS	VAZÃO - SÉRIE	VAZÃO AFLUENTE	USOS CONSUNTIVOS
1931	1	68	66.92	1.08
1931	2	106	104.41	1.59
1931	3	135	133.67	1.33
1931	4	143	141.33	1.67
1931	5	59	57.21	1.79
1931	6	44	42.30	1.70
1931	7	72	70.39	1.61
1931	8	44	42.00	2.00
1931	9	43	40.94	2.06
1931	10	82	80.39	1.61
1931	11	80	78.98	1.02
1931	12	115	114.00	1.00

Verifica-se assim que os usos consuntivos foram adequadamente importados pelo modelo e utilizados durante a simulação.

Conclusão: O teste foi considerado aprovado pelo GT Metodologia/CPAMP.

Teste 2

Executar um caso de energia firme. Verificar se os cabeçalhos impressos nos arquivos de saída .CSV estão corretos.

CCEE

O teste foi realizado pela CCEE utilizando o caso base do Leilão de Energia Nova (LEN) A-6 de 2019. As variáveis na interface ENCAD coincidem com as saídas dos arquivos USIHID, conforme mostra a figura abaixo, portanto o teste está aprovado.

USIHID

Cont.	Variáveis
1	QAFL
2	QTUR
3	QVERT
4	VOLF
5	PUVOL
6	EARMU
7	QUED
8	GHID
9	PDIS
10	CFUGA
11	REMANSO
12	COTAM
13	COTAF
14	GBRU
15	GHIDP
16	POTP
17	PDISP
18	PDISPR
19	PDISPRPAT
20	QTUR_PAT
21	QUED_PAT
22	QMONT
23	QINC
24	PDISP_QMIN

ENCAD

Sigla	Descrição da Variável	Nome da Variável
<input type="checkbox"/> QAFL	Vazão Afluente Média	VAZAO AFLUENTE
<input type="checkbox"/> QTUR	Vazão Turbinada Média	VAZAO TURBINADA
<input type="checkbox"/> QVERT	Vazão Vertida Média	VAZAO VERTIDA
<input type="checkbox"/> VOLF	Volume Armazenado ao Final do Mês	VOLUME FINAL
<input type="checkbox"/> PUVOL	Percentual do Volume Final em Relação ao ...	VOLUME FINAL P.U.
<input type="checkbox"/> EARMU	Energia Armazenada ao Final do Mês	E. ARMAZENADA
<input type="checkbox"/> QUED	Altura Média de Queda Líquida	ALT. QUEDA LIQUIDA
<input type="checkbox"/> GHID	Geração Hidráulica no Mês	GER. HIDRAULICA
<input type="checkbox"/> PDIS	Potência Disponível	P. DISPONIVEL
<input type="checkbox"/> CFUGA	Cota do Canal de Fuga	COTA CANAL FUGA
<input type="checkbox"/> REMANSO	Efeito de Remanso	EFEITO DE REMANSO

Sigla	Descrição da Variável	Nome da Variável
<input type="checkbox"/> COTAF	Cota Referente ao Volume Final	COTA V. FINAL
<input type="checkbox"/> GBRU	Geração Hidráulica Individualizada Bruta no ...	GER. IND. BRUTA
<input type="checkbox"/> GHIDP	Geração Hidráulica por Patamar	GER. HID. PATAMAR
<input type="checkbox"/> POTP	Potência por Patamar	POT. PATAMAR
<input type="checkbox"/> PDISP	Potência Disponível por Patamar	P.DISP. PAT.
<input type="checkbox"/> PDISPR	Potência Disponível Revisada	P. DISP. REV.
<input type="checkbox"/> PDISPRPAT	Potência Disponível Revisada por Patamar	P.D. REV. PAT
<input type="checkbox"/> QTUR_PAT	Vazão Turbinada por Patamar	VAZAO TURB. PAT.
<input type="checkbox"/> QUED_PAT	Altura de Queda Líquida por Patamar	QUEDA PAT
<input type="checkbox"/> QMONT	Contrib. das Usinas de Montante p/Cálculo d...	CONTR.MONT.PDISPR
<input type="checkbox"/> QINC	Vazão Incremental	VAZAO INCREMENTAL

EPE

Para a realização deste teste adotou-se o Caso Base do Leilão de Energia Nova A-4/2020, disponibilizado no site da EPE, com as seguintes alterações: (i) inclusão do arquivo polinjus; e (ii) alteração do flag de Ilha Solteira Equivalente de EX para NC e dos flags de Ilha Solteira e Três Irmãos de NC para EX. Além disso, após a conversão para o formato SUIHI, foram consideradas as seguintes funcionalidades que não compunham o caso base do leilão: (i) igualar cota de montante de Ilha Solteira e Três Irmãos; e (ii) considerar as regras de operação do São Francisco (arquivo *default* da versão 13.8.3, que contém as curvas de segurança do ano hidrológico 2019/2020) até o fim do histórico. Os casos SUIHI foram rodados na versão 13.8.1 (ENCAD 5.6.1) e 13.8.3 (ENCAD 5.6.2).

Para o teste, foram verificados os cabeçalhos dos arquivos de saída .CSV preenchidos para o caso de energia firme da UHE Itaipu, o arquivo com os dados de simulação por subsistema e por REE conforme figuras abaixo:

H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q
QAFLU	QTURB	QVERT	VOLF	VOLF_PU	EARMF	QUEDA	GHIDR	PDISP	CFUGA
16167.1	12163.71	3996.23	29403.91	-1	0	109.86	12060.04	12738.02	108.55
21430.89	11935.71	9477.08	29403.91	-1	0	105.78	11394.47	12035.04	112.7
22621.61	11891.79	10703.75	29403.91	-1	0	105	11269.17	11902.7	113.49

G	H	I	J	K	L	M
EARMF_S	EARMFS_I	MERCADC	GHIDR_S	GTER	EXC_S	DEF_S
295940.3	1	45154.98	84061.48	0	38906.51	0
295824	0.9996	45154.98	84820.07	0	39665.09	0
295845.9	0.9996	45154.98	82289.44	0	37134.46	0

R	S	T	U	V	W
GHIDRS_P	EVERT_S	PDISP	PDISPR	PDISP_PA	PDISPR_P
84061.49	18785.83	106885.4	98993.68	106885.4	98993.68
84820.06	52580.35	104288.3	103091.5	104288.3	103091.5
82289.44	67954.38	103052.3	99964.38	103052.3	99964.38

Verifica-se assim que os cabeçalhos foram corretamente preenchidos para os casos de energia firme.

Conclusão: O teste foi considerado aprovado pelo GT Metodologia/CPAMP.

Teste 3

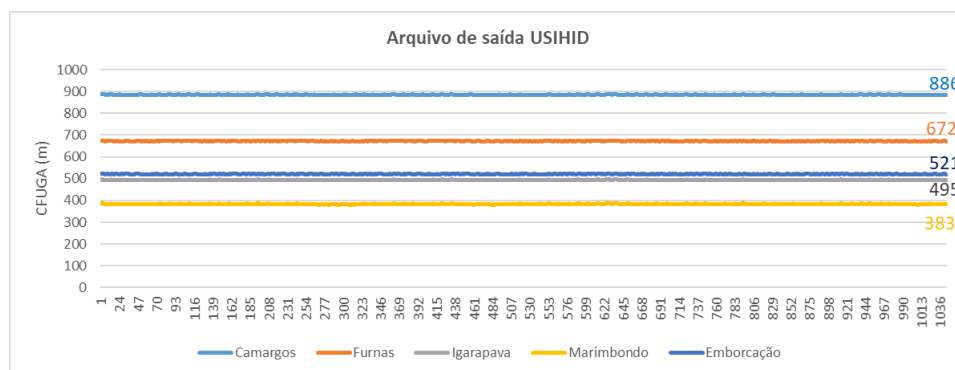
Executar um caso de energia firme. Verificar os valores de canal de fuga médio ponderado pela geração da usina e canal de fuga médio aritmético impressos no arquivo CANFUG.REL.

CCEE

O teste foi realizado pela CCEE considerando o caso base do Leilão de Energia Nova (LEN) A-6 de 2019. A análise foi realizada a partir da comparação entre os valores obtidos nos arquivos de saída (USIHID) e no CANFUG.REL para 5 usinas hidroelétricas (Camargos, Furnas, Igarapava, Marimbondo e Emborcação). As diferenças entre os valores de CFUGA MÉDIO PONDERADO e CFUGA MÉDIO, impressos no arquivo CANFUG.REL, mostraram diferenças inferiores a 1, conforme indicado na Figura abaixo.

NUM	USINA	SOMA GH	SOMA GH x CFUGA	CFUGA MEDIO PONDERADO	CFUGA MEDIO
1	CAMARGOS	26615.46	23581880.35	886.02	886.01
2	ITUTINGA	30632.07	26259823.89	857.27	857.15
4	FUNIL-GRANDE	95809.00	73724217.48	769.49	768.97
6	FURNAS	684485.37	468335985.85	672.53	672.38
7	M. DE MORAES	315914.11	196688654.92	622.60	622.58
8	ESTREITO	557309.83	311399925.92	558.76	558.65
9	JAGUARA	352487.34	180777480.96	512.86	512.80
10	IGARAPAVA	148078.01	73298605.17	495.00	494.96
11	VOLTA GRANDE	250613.10	117086441.49	467.20	467.20
12	P. COLOMBIA	216841.56	96470032.57	444.89	444.83
14	CACONDE	42090.81	31645321.12	751.83	751.21
15	E. DA CUNHA	56912.16	32870922.83	577.57	576.82
16	A.S.OLIVEIRA	17386.96	9509809.51	546.95	546.77
17	MARIMBONDO	847501.60	325122466.88	383.62	383.26
18	A. VERMELHA	884078.89	290025892.03	328.05	327.91
19	BATALHA	31916.00	24117228.13	755.65	755.47
20	SERRA FACAO	106489.31	71896075.41	675.15	674.96
24	EMBORCAÇÃO	511605.32	266847682.93	521.59	520.92

Considerando os valores impressos nos arquivos de saída USIHID para as mesmas usinas, observamos que os valores de média aritmética dos mesmos são coincidentes com os valores do CFUGA_MÉDIO impressos no arquivo CANFUG.REL (Camargos: 886, Furnas: 672, Igarapava: 495, Marimbondo:383 e Emborcação: 521). Os resultados apresentados na figura abaixo validam o teste nº 3.



EPE

Para a realização deste teste adotou-se o Caso Base do Leilão de Energia Nova A-4/2020, disponibilizado no site da EPE, com as seguintes alterações: (i) inclusão do arquivo polinjus; e (ii) alteração do flag de Ilha Solteira Equivalente de EX para NC e dos flags de Ilha Solteira e Três Irmãos de NC para EX. Além disso, após a conversão para o formato SUIHI, foram consideradas as seguintes funcionalidades que não compunham o caso base do leilão: (i) igualar cota de montante de Ilha Solteira e Três Irmãos; e (ii) considerar as regras de operação do São Francisco (arquivo *default* da versão 13.8.1, que contém as curvas de segurança do ano hidrológico 2019/2020) até o fim do histórico. Os casos SUIHI foram rodados na versão 13.8.1 (ENCAD 5.6.1) e 13.8.3 (ENCAD 5.6.2).

Para o teste foi verificado o arquivo de saída CANFUG.REL para a UHE Emborcação:

CANFUG.REL						
1	CANAL DE FUGA MEDIO PONDERADO PELA GERACAO DA UHE					
2						
3	NUM	USINA	SOMA GH	SOMA GH x CFUGA	CFUGA MEDIO PONDERADO	CFUGA MEDIO
4	24	EMBORCACAO	521007.84	271802291.89	521.69	521.25

Conforme imagem, o canal de fuga ponderado pela geração difere do canal de fuga médio histórico. Desse modo, para efeitos de comparação, a partir do arquivo USIHID_024.CSV foram calculados os parâmetros necessários para a obtenção dos valores do canal de fuga, conforme imagem abaixo:

SOMA GERAÇÃO HIDRÁULICA	SOMA GERAÇÃO HIDRÁULICA *CANAL DE FUGA	CANAL DE FUGA PONDERADO PELA GERAÇÃO	CANAL DE FUGA MÉDIO
521007.57	271802425.74	521.69	521.25

Da comparação de valores verifica-se que o canal de fuga médio, e ponderado pela geração encontrado são exatamente os mesmos que os impressos no arquivo CANFUG.REL, enquanto as parcelas de cálculo podem ocorrer em diferenças devido às precisões dos valores utilizados no modelo e os impressos e posteriormente calculados via planilha Excel.

ONS

Para a realização deste teste adotou-se o PMO de março de 2020, primeiramente sem utilização das regras operativas do Paraíba do Sul (flag desabilitado), e um segundo caso com o flag acionado. O caso foi executado com a versão 13.8.1 do modelo SUIHI e ENCAD versão 5.6.1. Foram comparados, para todas UHEs da configuração, os dados do relatório de saída CANFUG.REL com valores obtidos através de uma planilha de cálculo externo. A Tabela abaixo exemplifica a comparação de resultados associados ao canal de fuga médio ponderado, para o caso de não consideração das regras operativas do Paraíba do Sul.

SAÍDA CANFUG.REL			CALCULADO		
NUM	USINA	CFUGA MEDIO PONDERADO	CFUGA MEDIO PONDERADO	Erro abs	Erro %
119	HENRY BORDEN	1,51	1,51	0,00	0,17%
284	FERREIRA GOM	3,35	3,35	0,00	0,13%
288	BELO MONTE	4,65	4,65	0,00	0,10%
83	BAIXO IGUACU	4,15	4,15	0,00	0,05%
275	TUCURUI	8,95	8,95	0,00	0,05%
286	STO ANT JARI	4,79	4,79	0,00	0,04%
178	XINGO	17,53	17,53	0,00	0,03%
272	CURUA-UNA	10,86	10,86	0,00	0,03%
154	ITAPEBI	28,93	28,93	0,00	0,02%
280	COARACY NUNE	21,78	21,78	0,00	0,01%
144	MASCARENHAS	39,7	39,70	0,00	0,01%
113	ITAUBA	93,62	93,61	0,01	0,01%
189	P. CAVALO	4,75	4,75	0,00	0,01%
143	AIMORES	61,97	61,97	0,00	0,01%
133	P. PASSOS	47,97	47,97	0,00	0,01%
279	SAMUEL	56,55	56,55	0,00	0,01%
102	PASSO S JOAO	99,24	99,24	0,00	0,00%
204	CACH.CALDEIR	42,46	42,46	0,00	0,00%
98	MONTE CLARO	106,79	106,79	0,00	0,00%
267	ESTREITO TOC	133,49	133,49	0,00	0,00%

Pode-se observar que os valores encontrados no relatório são praticamente iguais aos calculados externamente. Para o caso com a consideração das regras do Paraíba do Sul, os resultados entre o relatório CANFUG.REL e o calculado externamente também foram bastante próximos.

O Teste 3 foi executado novamente com a versão 13.8.4 (ENCAD 5.6.2) e os resultados obtidos foram idênticos aos resultados observados com a versão 13.8.1, apresentados anteriormente.

Conclusão: O teste foi considerado aprovado pelo GT Metodologia/CPAMP.

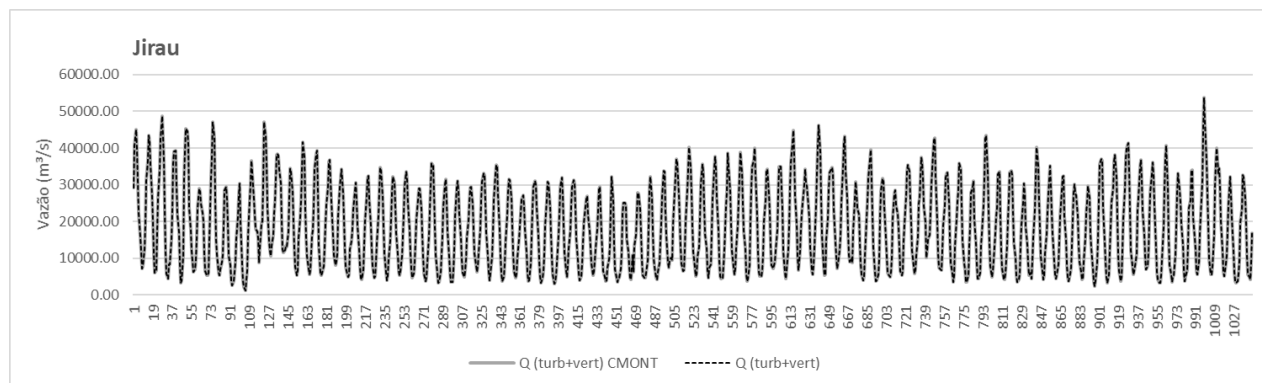
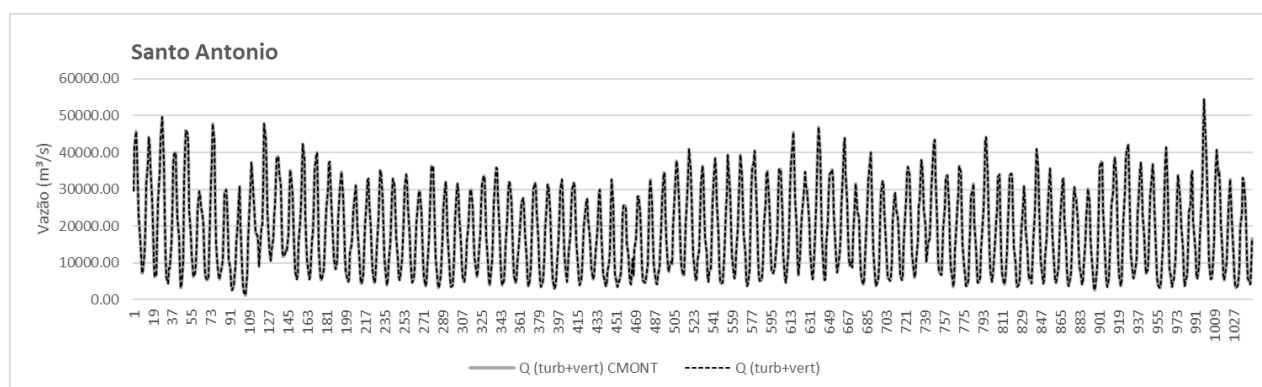
Teste 4

Converter e executar um caso de energia firme a partir de um caso em que pelo menos uma usina tenha a palavra-chave CMONT no arquivo MODIF. Verificar se a conversão ocorre sem erros. Verificar no arquivo de saída USIHID da usina que tinha a palavra-chave CMONT se os níveis de CMONT foram ignorados. Se tiver marcado considerar curva guia.

Converter o mesmo caso retirando previamente a palavra-chave CMONT. Para confirmar que o CMONT foi ignorado, verificar se os resultados dos dois casos são iguais.

CCEE

O teste foi realizado pela CCEE considerando o caso base do Leilão de Energia Nova (LEN) A-6 de 2019 e as usinas hidroelétricas analisadas foram as de Santo Antônio e Jirau. O caso foi convertido e executado sem erros para as usinas com CMONT no arquivo MODIF. Habilitando a curva guia para as usinas o caso foi executado corretamente e o CMONT foi devidamente ignorado. Executando o caso, entretanto sendo retirado o mnemônico CMONT do arquivo MODIF, o mesmo foi devidamente executado. Os resultados apresentados nos gráficos abaixo mostram os mesmos valores de vazão para Santo Antônio e Jirau, indicando que o CMOT foi devidamente ignorado, validando o teste nº 4.



EPE

Para a realização deste teste adotou-se o Caso Base do Leilão de Energia Nova A-4/2020, disponibilizado no site da EPE, com as seguintes alterações: (i) inclusão do arquivo polinjus; e (ii) alteração do flag de Ilha Solteira Equivalente de EX para NC e dos flags de Ilha Solteira e Três Irmãos de NC para EX. Além disso, após a conversão para o formato SUIHI, foram consideradas as seguintes funcionalidades que não compunham o caso base do leilão: (i) igualar cota de montante de Ilha Solteira e Três Irmãos; e (ii) considerar as regras de operação do São Francisco (arquivo *default* da versão 13.8.1, que contém

as curvas de segurança do ano hidrológico 2019/2020) até o fim do histórico. O caso SUIHI foi rodado na versão 13.8.1 (ENCAD 5.6.1).

A única usina presente no deck NEWAVE do Caso Base 2020 com a palavra-chave CMONT é a UHE Jirau, que possui curva de operação *default* no modelo SUIHI.

A conversão do caso com CMONT ocorreu com sucesso, e resultou em uma energia firme e média para o SIN de:

Totais

Energia Firme:	52852.1	Energia Média:	58720.2
----------------	---------	----------------	---------

Para comparação, foi rodado outro caso com exatamente a mesma configuração e parametrizações, com a exceção da exclusão da palavra-chave CMONT do arquivo confh.eas, o que após a execução resultou nos mesmos resultados do caso convergido com CMONT.

Mercado obtido na convergência: 45155,0

Períodos Críticos:

Data Inicio	Data Fim
6/1949	11/1956

Código da Usina	Nome da Usina	Energia Firme	Energia Média	Rateio (%)
285	JIRAU	2095,769	2243,629	3,9653490947601124

Totais

Energia Firme:	52852.1	Energia Média:	58720.2
----------------	---------	----------------	---------

Também foi verificado que a UHE Jirau não seguiu a operação conforme o definido no CMONT, assim como esperado.

Conclusão: O teste foi considerado aprovado pelo GT Metodologia/CPAMP.

Teste 5

Converter um caso de energia firme. Verificar se o tipo de regularização apresentado na interface ENCAD, janela Usinas Hidrelétricas, aba Reservatório, é igual ao tipo de regularização do HIDR do caso NEWAVE original.

CCEE

O teste foi realizado pela CCEE considerando o caso base do Leilão de Energia Nova LEN A-6 de 2019 e as usinas utilizadas para ilustrar os resultados foram as de Camargos, Igarapava e Serra Falcão. A figura abaixo indica que na interface ENCAD o tipo de regularização da usina de Camargos é mensal, Igarapava é diária e Serra Falcão é mensal. Os mesmos tipos de regularização indicados no arquivo HIDR do NEWAVE original, portanto o teste nº 5 está validado.

	A	B	C
1	CodUsina	Usina	Reg
2	1	CAMARGOS	M
3	2	ITUTINGA	D
4	4	FUNIL GRANDE	D
5	6	FURNAS	M
6	7	MASC. MORAES	M
7	8	ESTREITO GDE	D
8	9	JAGUARA	D
9	10	IGARAPAVA	D
10	11	VOLTA GRANDE	D
11	12	P. COLOMBIA	D
12	14	CACONDE	M
13	15	EUCLID CUNHA	D
14	16	A.S.OLIVEIRA	D
15	17	MARIMBONDO	M
16	18	A. VERMELHA	M
17	20	BATALHA	M
18	21	SERRA FACA	M

EPE

Para a realização deste teste adotou-se o Caso Base do Leilão de Energia Nova A-4/2020, disponibilizado no site da EPE, com as seguintes alterações: (i) inclusão do arquivo polinjus; e (ii) alteração do flag de Ilha Solteira Equivalente de EX para NC e dos flags de Ilha Solteira e Três Irmãos de NC para EX.

Foram verificadas, a partir da aba de Usinas Hidrelétricas do SUSHI, várias usinas com regulação diária, semanal ou mensal, conforme figuras a seguir:

Número	Nome	RI
1	CAMARGOS	SIN
2	ITUTINGA	SIN
4	FUNIL-GRANDE	SIN
6	FURNAS	SIN
7	M. DE MORAES	SIN
8	ESTREITO	SIN
9	JAGUARA	SIN
10	IGARAPAVA	SIN

Dados Gerais **Reservatório** Polinômios Polinômios Vazão Jusante Conjuntos Suishi

Volume do Reservatório

Mínimo: hm²

Máximo: hm²

Referência: hm²

Cota

Mínima: m

Máxima: m

Volume do canal de desvio: hm² Tipo de Regularização:

Número	Nome	RI
1	CAMARGOS	SIN
2	ITUTINGA	SIN
4	FUNIL-GRANDE	SIN
6	FURNAS	SIN
7	M. DE MORAES	SIN
8	ESTREITO	SIN
9	JAGUARA	SIN
10	IGARAPAVA	SIN

Dados Gerais **Reservatório** Polinômios Polinômios Vazão Jusante Conjuntos Suishi

Volume do Reservatório

Mínimo: hm²

Máximo: hm²

Referência: hm²

Cota

Mínima: m

Máxima: m

Volume do canal de desvio: hm² Tipo de Regularização:

Número	Nome	RI
1	CAMARGOS	SIN
2	ITUTINGA	SIN
4	FUNIL-GRANDE	SIN
6	FURNAS	SIN
7	M. DE MORAES	SIN
8	ESTREITO	SIN
9	JAGUARA	SIN
10	IGARAPAVA	SIN

Dados Gerais **Reservatório** Polinômios Polinômios Vazão Jusante Conjuntos Suishi

Volume do Reservatório

Mínimo: hm²

Máximo: hm²

Referência: hm²

Cota

Mínima: m

Máxima: m

Volume do canal de desvio: hm² Tipo de Regularização:

Número	Nome	RI
1	CAMARGOS	SIN
2	ITUTINGA	SIN
4	FUNIL-GRANDE	SIN
6	FURNAS	SIN
7	M. DE MORAES	SIN
8	ESTREITO	SIN
9	JAGUARA	SIN
10	IGARAPAVA	SIN

Dados Gerais **Reservatório** Polinômios Polinômios Vazão Jusante Conjuntos Suishi

Volume do Reservatório

Mínimo: hm²

Máximo: hm²

Referência: hm²

Cota

Mínima: m

Máxima: m

Volume do canal de desvio: hm² Tipo de Regularização:

Número	Nome	RI
39	IBITINGA	SIN
10	IGARAPAVA	SIN
130	ILHA POMBOS	SIN
148	IRAPE	SIN
92	ITA	SIN
66	ITAIPU	SIN
172	ITAPARICA	SIN
154	ITAPEBI	SIN
113	ITAUBA	SIN
304	ITUIQUIRA I	SIN

Dados Gerais Reservatório Polinômios Polinômios Vazão Jusante Conjuntos Suishi

Volume do Reservatório

Mínimo: 27695,20 hm³

Máximo: 29403,90 hm³

Referência: 29403,90 hm³

Cota

Mínima: 219,0 m

Máxima: 220,3 m

Volume do canal de desvio: 27695,2 hm³

Volume correspondente à crista do vertedouro: 27695,2 hm³

Tipo de Regularização: Semanal

Número	Nome	RI
2	ITUTINGA	SIN
112	JACUI	SIN
9	JAGUARA	SIN
120	JAGUARI	SIN
195	JAURO	SIN
285	JIRAU	SIN
73	JORDAO	SIN
45	JUPIA	SIN
50	L.N. GARCEZ	SIN
261	LAJEADO	SIN

Dados Gerais Reservatório Polinômios Polinômios Vazão Jusante Conjuntos Suishi

Volume do Reservatório

Mínimo: 16,17000 hm³

Máximo: 17,15000 hm³

Referência: 17,1500 hm³

Cota

Mínima: 354,7 m

Máxima: 355,0 m

Volume do canal de desvio: ,00000 hm³

Volume correspondente à crista do vertedouro: 17,150 hm³

Tipo de Regularização: Diária

Verificou-se que para as usinas apresentadas, sejam elas: Itutinga (regulação diária), Funil (regulação diária), Furnas (regulação mensal), Mascarenhas de Moraes (regulação mensal), Itaipu (regulação semanal) e Jauru (regulação diária, apesar do volume máximo ser diferente do volume mínimo), o tipo de regulação foi considerado corretamente na interface, assim como na simulação do modelo, onde as usinas com volume máximo diferente do volume mínimo foram simuladas de acordo com o tipo de regularização estabelecido no arquivo HIDR.DAT.

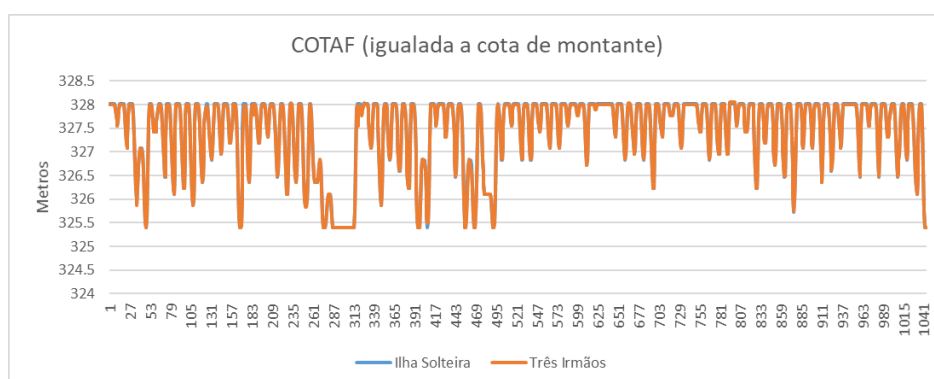
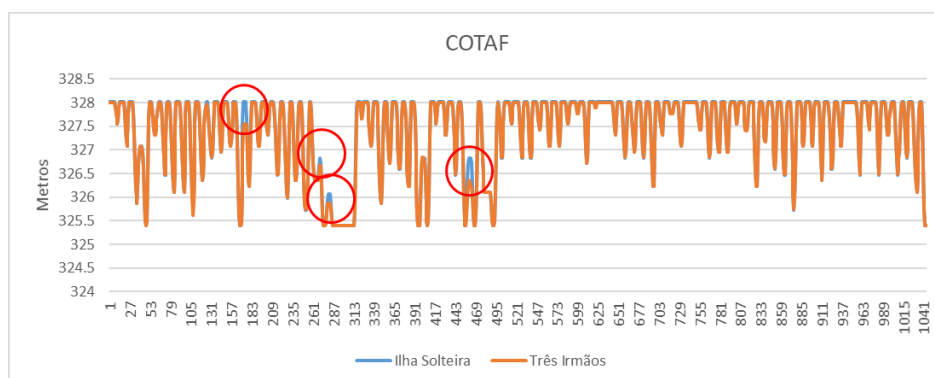
Conclusão: O teste foi considerado aprovado pelo GT Metodologia/CPAMP.

Teste 6

Em um caso de energia firme, igualar a cota de montante de duas usinas com reservatório de regularização mensal usando a funcionalidade "Igualar Cota de Montante com a Usina:" na interface ENCAD, janela Usinas Hidrelétricas, aba SUIISHI, e executar o caso. Verificar se as duas usinas terminam cada mês do horizonte de planejamento com a mesma cota de montante.

CCEE

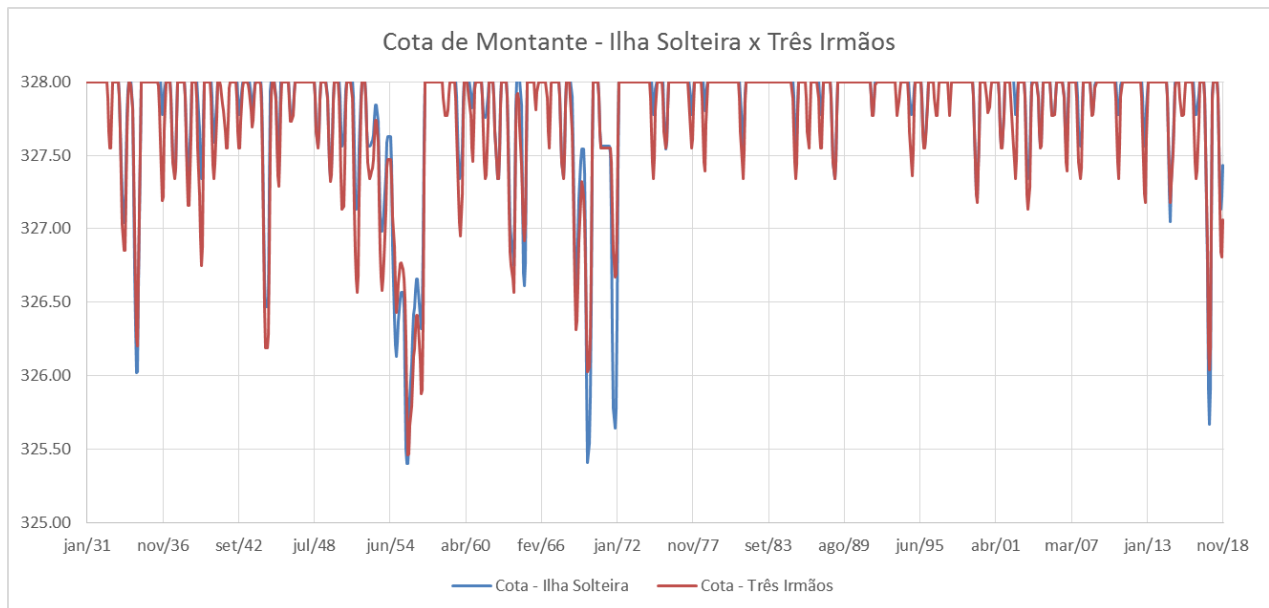
O teste foi realizado pela CCEE considerando o caso base do Leilão de Energia Nova (LEN) A-6 de 2019 e as usinas hidroelétricas utilizadas no teste foram Três Irmão e Ilha Solteira. Após a utilização do flag que iguala a cota de montante, as usinas de Três Irmãos e Ilha Solteira apresentaram a mesma Cota Referente ao Volume Final (COTAF) para todo o horizonte de planejamento. A sequência de figuras abaixo mostra a COTAF sem o acionamento do flag (acima) e os círculos vermelhos indicam as maiores diferenças nos valores; e abaixo, com o flag acionado, observamos os mesmos valores de COTAF para todo o horizonte. O teste 6 está aprovado.



EPE

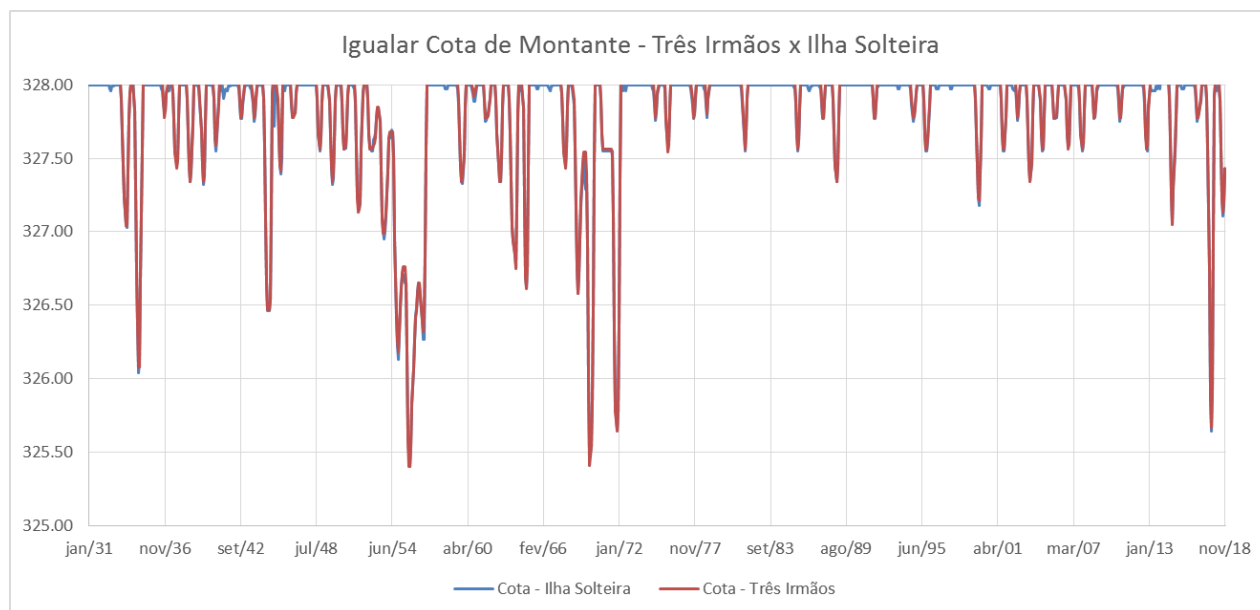
Para a realização deste teste adotou-se o Caso Base do Leilão de Energia Nova A-4/2020, disponibilizado no site da EPE, com as seguintes alterações: (i) inclusão do arquivo polinjus; e (ii) alteração do flag de Ilha Solteira Equivalente de EX para NC e dos flags de Ilha Solteira e Três Irmãos de NC para EX. Além disso, após a conversão para o formato SUIHI, foi considerada as regras de operação do São Francisco (arquivo *default* da versão 13.8.3, que contém as curvas de segurança do ano hidrológico 2019/2020) até o fim do histórico.

O primeiro caso rodado não considerou a flag de igualar a cota de montante entre as UHEs Ilha Solteira e Três Irmãos, resultando na operação conforme a Figura abaixo:



Já para o segundo caso foram efetuadas alterações especificamente para este teste, com a consideração da operação do reservatório da UHE Três Irmãos com a igualdade da cota de montante da UHE Ilha Solteira, conforme a figura a seguir:

Após isso procedeu-se com a execução do caso, o qual resultou na operação conforme a figura a seguir:



Verificou-se uma considerável adequação na operação da UHE Três Irmãos em cota de montante idêntica, ou, similar à UHE Ilha Solteira, ao passo que o caso SUIISHI sem a funcionalidade ativada resultou em uma operação com um descasamento muito maior entre as cotas de montante das usinas.

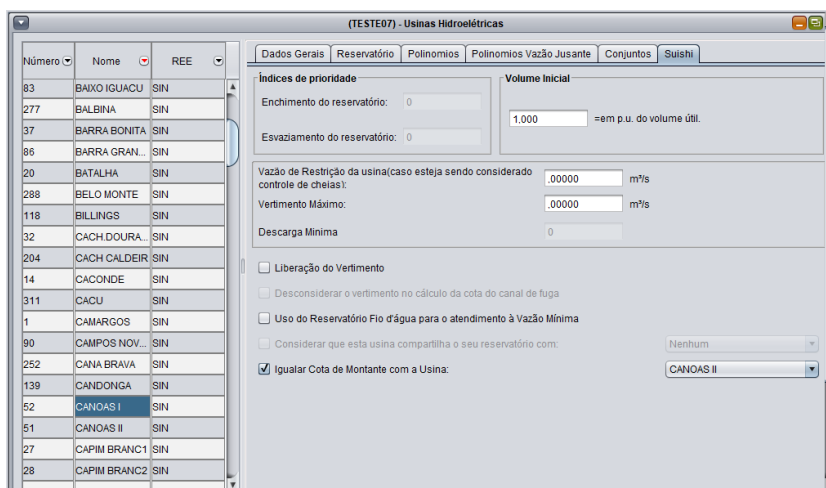
Conclusão: O teste foi considerado aprovado pelo GT Metodologia/CPAMP.

Teste 7

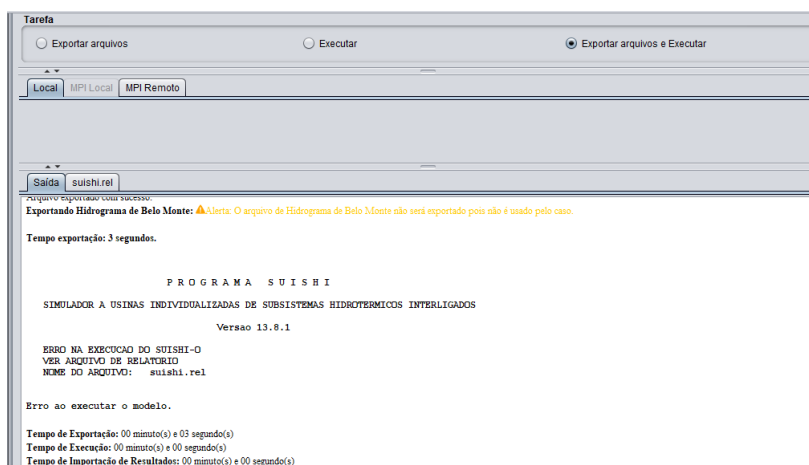
Em um caso de energia firme, igualar a cota de montante de duas usinas a fio d'água e/ou de duas usinas na mesma cascata usando a funcionalidade "Igualar Cota de Montante com a Usina:" na interface ENCAD, janela Usinas Hidrelétricas, aba SUIISHI, e executar o caso. Espera-se que seja apresentada mensagem de erro e que a execução seja interrompida.

CCEE

O teste foi realizado pela CCEE considerando o caso base do Leilão de Energia Nova (LEN) A-6 de 2019. O caso foi convertido corretamente e posteriormente foi igualada a cota de montante da usina Canoas I com Canoas II, duas usinas a fio d'água, conforme mostra a figura abaixo.



Ao executar o SUISHI, o mesmo foi interrompido e uma mensagem (figura abaixo) indicou o erro ao executar o modelo, interrompendo a execução conforme esperado.



EPE

Para a realização deste teste adotou-se o Caso Base do Leilão de Energia Nova A-4/2020, disponibilizado no site da EPE, com as seguintes alterações: (i) inclusão do arquivo polinjus; e (ii) alteração do flag de Ilha Solteira Equivalente de EX para NC e dos flags de Ilha Solteira e Três Irmãos de NC para EX. Além disso, após a conversão para o formato SUISHI, foram consideradas as seguintes funcionalidades que não compunham o caso base do leilão: (i) igualar cota de montante de Ilha Solteira e Três Irmãos; e (ii) considerar as regras de operação do São Francisco (arquivo *default* da versão 13.8.1, que contém as curvas de segurança do ano hidrológico 2019/2020) até o fim do histórico.

Além das alterações citadas no parágrafo anterior, foram feitas alterações especificamente para este teste em quatro casos detalhados a seguir.

Teste 7a: Foram igualadas as cotas de montante de uma usina com usina a fio d'água (Foz do Rio Claro) com uma usina com regularização mensal (São Simão), conforme figura a seguir, e o caso foi rodado na versão 13.8.1 (ENCAD 5.6.1).

The screenshot shows the 'Dados Gerais' tab for a reservoir configuration. On the left, a list of reservoirs is shown, with 'FOZ R. CLARO' selected. The main configuration area includes:

- Índices de prioridade:** Enchimento do reservatório: 0, Esvaziamento do reservatório: 0.
- Volume Inicial:** 1,000 =em p.u. do volume útil.
- Vazão de Restrição da usina:** 0,00000 m³/s.
- Vertimento Máximo:** 0,00000 m³/s.
- Descarga Mínima:** 0.
- Liberação do Vertimento:**
 - Desconsiderar o vertimento no cálculo da cota do canal de fuga
 - Uso do Reservatório Fio d'água para o atendimento à Vazão Mínima
 - Considerar que esta usina compartilha o seu reservatório com: Nenhum
 - Igualar Cota de Montante com a Usina: SAO SIMAO

Conforme esperado, surge a mensagem de erro abaixo no início da execução, que é interrompida.

```
ARQUIVO INCONSISTENTE
NOME DO ARQUIVO:   confh.eas
APENAS USINAS COM RESERVATORIO DE REGULARIZACAO PODEM SER ASSOCIADAS PARA TEREM A MESMA COTA DE MONTANTE
ERRO NA LEITURA DO ARQUIVO DE CADASTRO DE USINAS HIDRAULICAS
```

Teste 7b: Ao contrário do teste 7a, foram igualadas as cotas de montante de uma usina com usina com regularização mensal (São Simão) com uma usina a fio d'água (Foz do Rio Claro), conforme figura a seguir, e o caso foi rodado na versão 13.8.1 (ENCAD 5.6.1).

The screenshot shows the 'Dados Gerais' tab for a reservoir configuration. On the left, a list of reservoirs is shown, with 'SAO SIMAO' selected. The main configuration area includes:

- Índices de prioridade:** Enchimento do reservatório: 0, Esvaziamento do reservatório: 0.
- Volume Inicial:** 1,000 =em p.u. do volume útil.
- Vazão de Restrição da usina:** 0,00000 m³/s.
- Vertimento Máximo:** 0,00000 m³/s.
- Descarga Mínima:** 0.
- Liberação do Vertimento:**
 - Desconsiderar o vertimento no cálculo da cota do canal de fuga
 - Uso do Reservatório Fio d'água para o atendimento à Vazão Mínima
 - Considerar que esta usina compartilha o seu reservatório com: Nenhum
 - Igualar Cota de Montante com a Usina: FOZ R. CLARO

Da mesma forma que no teste 7a, surge a mensagem de erro abaixo no início da execução, que é interrompida.

```
ARQUIVO INCONSISTENTE
NOME DO ARQUIVO:   confh.eas
APENAS USINAS COM RESERVATORIO DE REGULARIZACAO PODEM SER ASSOCIADAS PARA TEREM A MESMA COTA DE MONTANTE

ERRO NA LEITURA DO ARQUIVO DE CADASTRO DE USINAS HIDRAULICAS
```

Teste 7c: Foram igualadas as cotas de Batalha (montante) com Itumbiara (jusante), duas usinas com reservatório de regularização mensal, conforme figura a seguir, e o caso foi rodados na versão 13.8.1 (ENCAD 5.6.1).

Número	Nome	REE
99	14 DE JULHO	SIN
47	A.A. LAYDNER	SIN
38	A.S. LIMA	SIN
16	A.S. OLIVEIRA	SIN
18	A. VERMELHA	SIN
143	AIMORES	SIN
312	B. COQUEIROS	SIN
190	B. ESPERANCA	SIN
314	B. MONTE COMP	SIN
141	BAGUARI	SIN
83	BAIXO IGUACU	SIN
277	BALBINA	SIN
37	BARRA BONITA	SIN
86	BARRA GRAN...	SIN
20	BATALHA	SIN
288	BELO MONTE	SIN
118	BILLINGS	SIN
32	CACH. DOURA...	SIN
204	CACH CALDEIR	SIN

Índices de prioridade
Enchimento do reservatório: 0
Esvaziamento do reservatório: 0

Volume Inicial
1,000 = em p.u. do volume útil.

Vazão de Restrição da usina (caso esteja sendo considerado controle de cheias): .00000 m³/s
Vertimento Máximo: .00000 m³/s
Descarga Mínima: 0

Liberação do Vertimento
 Desconsiderar o vertimento no cálculo da cota do canal de fuga
 Uso do Reservatório Fio d'água para o atendimento à Vazão Mínima
 Considerar que esta usina compartilha o seu reservatório com: Nenhum

Igualar Cota de Montante com a Usina: ITUMBIARA

Conforme esperado, surge a mensagem de erro abaixo no início da execução, que é interrompida.

```
ERRO: A USINA ITUMBIARA ESTÁ A JUSANTE DA USINA BATALHA NÃO SENDO POSSÍVEL IGUALAR AS COTAS DE MONTANTE DOS SEUS RESERVATÓRIOS
```

Teste 7d: Foram igualadas as cotas de Itumbiara (jusante) com Batalha (montante), duas usinas com reservatório de regularização mensal, conforme figura a seguir, e o caso foi rodados na versão 13.8.1 (ENCAD 5.6.1).

Número	Nome	REE
192	GUILMAN-AMOR	SIN
119	HENRY BORD...	SIN
34	I. SOLTEIRA	SIN
39	IBITINGA	SIN
10	IGARAPAVA	SIN
130	ILHA POMBOS	SIN
148	IRAPE	SIN
92	ITA	SIN
66	ITAIPU	SIN
172	ITAPARICA	SIN
154	ITAPEBI	SIN
113	ITAUBA	SIN
304	ITUIQUIRA I	SIN
305	ITUIQUIRA II	SIN
31	ITUMBIARA	SIN
2	ITUTINGA	SIN
112	JACUI	SIN
9	JAGUARA	SIN
120	JAGUARI	SIN

Dados Gerais Reservatório Polinômios Polinômios Vazão Jusante Conjuntos Suishi

Índices de prioridade

Enchimento do reservatório: 0

Esvaziamento do reservatório: 0

Volume Inicial

1,000 =em p.u. do volume útil.

Vazão de Restrição da usina(caso esteja sendo considerado controle de cheias): ,00000 m³/s

Vertimento Máximo: ,00000 m³/s

Descarga Mínima: 0

Liberação do Vertimento

Desconsiderar o vertimento no cálculo da cota do canal de fuga

Uso do Reservatório Fio d'água para o atendimento à Vazão Mínima

Considerar que esta usina compartilha o seu reservatório com: Nenhum

Igualar Cota de Montante com a Usina: BATALHA

Da mesma forma que no teste 7c, surge a mensagem de erro abaixo no início da execução, que é interrompida.

ERRO: A USINA ITUMBIARA ESTÁ A JUSANTE DA USINA BATALHA NÃO SENDO POSSÍVEL IGUALAR AS COTAS DE MONTANTE DOS SEUS RESERVATÓRIOS

Conclusão: O teste foi considerado aprovado pelo GT Metodologia/CPAMP.

Teste 8

Em um caso de energia firme, ativar o flag “Considera Regras de Operação do Rio São Francisco” na janela Dados do Caso, aba Flags de Controle.

Fazer o teste com duas datas limite diferentes para aplicação das regras:

- a. Usar a data limite default para casos de energia firme: o último período do histórico;
- b. Alterar para uma data limite no meio do histórico.

Executar o caso e verificar o atendimento das regras de operação durante todo o horizonte de simulação (caso a) ou até a data limite estipulada (caso b) através dos arquivos USIHID das usinas do Rio São Francisco. Devem ser examinados vazão mínima e máxima em Três Marias, vazão mínima em Sobradinho, vazão mínima e máxima em Xingó e volume mínimo em Itaparica.

Devem ser observadas as seguintes regras auxiliares: (i) a curva de segurança selecionada é aquela coincidente com o armazenamento observado ou imediatamente

abaixo dele; e (ii) a vazão mínima tem prioridade em relação à vazão máxima no São Francisco.

CCEE

O teste foi realizado pela CCEE considerando o caso base do Leilão de Energia Nova (LEN) A-6 de 2019.

Os resultados para as usinas de Sobradinho, Três Marias e Xingó estão resumidos na tabela que segue e são referentes à versão SUIISHI 13.8.4.

Usina	Teste	n° de violações	Qmin (m³/s)	Qmax (m³/s)	Volume (%)
Sobradinho	Sem regras	0	800	-	-
	Com regras 1931-2017	4	800	-	-
	Com regras 1931-1970	1	800	-	-
Três Marias	Sem regras	10 Qmax	150	2500	-
	Com regras 1931-2017	14 Qmax	150	2500	-
	Com regras 1931-1970	14 Qmax	150	2500	-
Xingó	Sem regras	252	800	-	-
	Com regras 1931-2017	245	800	-	-
	Com regras 1931-1970	313	800	-	-
Itaparica	Sem regras	107	-	-	< 30%
	Com regras 1931-2017	5	-	-	< 30%
	Com regras 1931-1970	57	-	-	< 30%

Para Sobradinho, não houveram violações ao desconsiderar as regras do São Francisco, entretanto, quando consideradas as regras do SF em todo o histórico (até dez/2017) e histórico reduzido (até dez/1970), foram observadas 4 e 1 violações, respectivamente. Todas as vazões (turbinada + vertida) apresentaram valores acima de 150 m³/s, valor que representa a restrição de vazão mínima em Três Marias. Considerando a vazão máxima defluente para o controle de cheias (válido para abr/2020) de 2.500 m³/s, foram observadas 10 e 14 violações, não considerando regras e considerando regras do São Francisco, respectivamente. Considerando o volume mínimo em Itaparica, quando foram consideradas as regras do São Francisco o número de violações, embora ocorressem, reduziram.

EPE

Para a realização deste teste adotou-se o Caso Base do Leilão de Energia Nova A-4/2020, disponibilizado no site da EPE, com as seguintes alterações: (i) inclusão do arquivo polinjus; e (ii) alteração do flag de Ilha Solteira Equivalente de EX para NC e dos flags de Ilha Solteira e Três Irmãos de NC para EX. Além disso, após a conversão para o formato SUIHI, foram consideradas as seguintes funcionalidades que não compunham o caso base do leilão: (i) igualar cota de montante de Ilha Solteira e Três Irmãos; e (ii) considerar as regras de operação do São Francisco (arquivo *default* da versão 13.8.1, que contém as curvas de segurança do ano hidrológico 2019/2020) até o fim do histórico.

Primeiramente, o caso SUIHI foi rodado na versão 13.8.1 (ENCAD 5.6.1).

O atendimento às restrições foi verificado para todos os meses do histórico, de 01/1931 a 12/2018, totalizando 1056 períodos. Como resultado, verificaram-se as seguintes quantidades de violações:

Restrição	Períodos com violação
Vazão mínima em Três Marias	0
Vazão máxima em Três Marias	0
Vazão mínima em Sobradinho	5
Volume mínimo em Itaparica	0
Vazão máxima em Xingó	5
Vazão mínima em Xingó	453

A tabela a seguir apresenta o detalhamento dos períodos em que houve violação da vazão mínima em Sobradinho. Observa-se que os volumes em Sobradinho estão bastante reduzidos, de modo que a restrição não pode ser atendida.

ANO	MES	QAFLU	QTURB	QVERT	qdefl	voli (%)	faixa	qmin	verifica_qmin
2017	8	258.18	655.17	0	655.17	4.6	restricao	700	VIOLACAO
2017	9	185.28	83.48	0	83.48	0.0	restricao	700	VIOLACAO
2017	10	228.41	115.99	0	115.99	0.0	restricao	700	VIOLACAO
2017	11	588.8	482.21	0	482.21	0.0	restricao	700	VIOLACAO
2018	10	407.64	581.21	0	581.21	2.7	restricao	700	VIOLACAO

A tabela a seguir apresenta o detalhamento dos períodos em que houve violação da vazão máxima em Xingó.

ANO	MES	Sobradinho		Itaparica			Xingó	
		qdefl	qmin	qaflu	Qdefl	volfpu	qdefl	qmax
2015	1	800	800	847.48	800	0.305	822.27	800
2015	4	800	800	807.56	800	0.301	806.92	800
2016	2	800	800	951.6	800	0.387	836.16	800
2016	3	800	800	798.06	800	0.376	811.71	800
2016	4	800	800	764.56	800	0.343	812.92	800

Observa-se que, nos mesmos períodos, a vazão mínima de Sobradinho foi atendida, assim como a vazão mínima de Itaparica, vinda do arquivo modif. Neste ponto cabe esclarecer que as restrições impostas pelas regras do São Francisco sobrescrevem as mesmas restrições vindas do arquivo modif. No caso de Itaparica, como não existe vazão mínima nas regras, a vazão mínima do modif permanece válida. Conclui-se então que houve violação de vazão mínima em Xingó pois não é possível atender todas as restrições das três usinas ao mesmo tempo.

Quanto ao atendimento da vazão mínima em Xingó, destaca-se que, por ser uma usina a fio d'água, Xingó não tem capacidade de atender a restrição por si mesma, assim como as demais usinas do sistema. Sugere-se, como aprimoramento futuro, que seja avaliada uma solução para atendimento de vazão mínima em usinas a fio d'água.

Ressalta-se ainda o aumento no tempo de execução deste caso quando aplicadas as regras de operação do São Francisco, de 89 segundos para 617 segundos, devido ao aumento do número de iterações, de 25 para 318.

Apesar de as regras operativas para as usinas do São Francisco terem sido consideradas corretamente na versão 13.8.1, a redução acentuada do mercado de convergência e aumento expressivo do número de iterações em casos que consideram as regras de operação do São Francisco levou à implementação na versão 13.8.2 de uma alteração do processo de convergência de casos de energia firme com regras de operação do São Francisco, utilizando a faixa de operação de cada período em cada reservatório como piso para a iteração seguinte.

Na versão 13.8.2, o número de iterações não teve um aumento tão expressivo e o mercado de convergência não se reduziu tanto quanto na versão 13.8.1. No entanto, ocorreram violações de vazão mínima em Três Marias e Sobradinho em situações em que existia recurso disponível, pois o SUISHI deu prioridade a permanecer na faixa normal. Essa operação não foi considerada adequada.

Ao reproduzir a operação encontrada nos testes da versão 13.8.2 e mencionada no parágrafo anterior, o CEPEL identificou que o estabelecimento do limite inferior do armazenamento das usinas do São Francisco, que havia sido proposto na versão 13.8.2, não estava sendo feito corretamente pelo modelo. Uma vez corrigido o problema, os resultados se aproximaram daqueles obtidos na versão 13.8.1. Entendeu-se que talvez a abordagem de limitação da redução de faixa de operação entre iterações não seja promissora e optou-se por retirar a condição na versão 13.8.4.

Conclui-se que a consideração das regras de operação das usinas do São Francisco ainda requer aprimoramentos e testes adicionais.

ONS

Para a realização deste teste adotou-se o PMO de março de 2020. Primeiramente, o caso foi executado com a versão 13.8.1 (ENCAD 5.6.1). As regras de operação do São Francisco foram utilizadas corretamente durante todo o horizonte do caso, até o fim de 2018 (teste 8a), e até o fim de 1998 (teste 8b). Observaram-se pequenas violações de vazão mínima na UHE Xingó, conforme exemplificado no quadro abaixo.

	Defluência Xingó	Defluência Itaparica	Defluência Sobradinho	Armazenamento Sobradinho	Armazenamento Itaparica
nov-15	764.37	800.83	809.69	0.53	0.58

Esse tipo de violação ocorre, pois, a UHE Xingó é a fio d'água, e assim, não consegue atender a restrição de vazão mínima apenas com a sua defluência. Cabe ressaltar que essas violações não têm relação com a implementação das regras de operação do São Francisco, e podem ser encontradas em outras UHEs a fio d'água, com restrição de vazão mínima. Ao todo, identificou-se que em 11% dos períodos do horizonte de estudo ocorreram essas violações.

Foi observado na versão 13.8.1 que a utilização das regras de operação do São Francisco levou a uma redução expressiva do mercado de convergência, assim como um aumento no número de iterações. Visando solucionar os pontos destacados, foi elaborada uma nova versão (Suishi 13.8.2, ENCAD 5.6.1) onde foi realizada uma alteração do processo de convergência de casos de energia firme que utilizam regras de operação do São Francisco. Para operação na bacia do São Francisco, utiliza-se a faixa de operação de cada período em cada reservatório como piso para a iteração seguinte.

Com essa alteração, observou-se que o número de iterações e o mercado de convergência voltaram ao mesmo patamar de casos sem a utilização das regras de operação do São Francisco. Porém, apesar dos ganhos identificou-se uma operação não realista para as usinas do rio São Francisco. Como pode ser observado na tabela abaixo, em diversos períodos Xingó, Itaparica, e Sobradinho tiveram uma defluência igual ou próxima a zero, mesmo possuindo armazenamento superior a 60% no reservatório de Sobradinho na maior parte do tempo.

Como este comportamento não foi observado na versão 13.8.1 e a operação observada para as usinas do rio São Francisco não é uma operação aderente ao que se pratica, o teste não pode ser aprovado para a versão 13.8.2.

	Defluência Xingó	Defluência Itaparica	Defluência Sobradinho	Armazenamento Itaparica	Armazenamento Sobradinho
abr/17	1101.42	1100	800.34	40.1%	60.3%
mai/17	375.55	381.86	316.64	30.0%	60.0%
jun/17	194.56	195.61	235.55	30.0%	60.0%
jul/17	21.14	30.1	87.17	30.0%	60.0%
ago/17	0	0	0	24.9%	60.0%
set/17	0	0	0	20.2%	59.2%
out/17	0	0	0	14.3%	57.7%
nov/17	0	0	0.62	0.5%	60.0%
dez/17	982.33	1186.94	1805.92	30.0%	60.0%
jan/18	1097.41	1068.02	1396.96	65.0%	60.4%
fev/18	1097.1	1151.03	1183.38	66.1%	65.0%
mar/18	1096.89	1107.01	1273.7	75.0%	73.8%
abr/18	1147.42	1100	1044.32	79.9%	76.4%
mai/18	816.74	800.05	801.48	77.4%	73.7%
jun/18	798.03	800.07	802.28	72.7%	69.7%
jul/18	1832.77	1841.73	1758.35	60.0%	60.0%
ago/18	384.97	403.39	108.74	30.0%	60.0%
set/18	0	0	19.54	23.1%	60.0%
out/18	0	0	73.56	18.9%	60.0%
nov/18	532.77	680.02	1146.49	30.0%	60.0%
dez/18	2174.26	2182.19	2472.36	55.0%	60.0%

Os Testes 8(a) e 8(b) foram executados novamente com a versão 13.8.4 (ENCAD 5.6.2), cuja implementação relacionada à consideração das regras do São Francisco retorna à implementação presente na versão 18.3.1. Os resultados obtidos com a versão 13.8.4 são bastante similares aos resultados observados com a versão 13.8.1. As pequenas diferenças observadas são não significativas e decorrem da modificação “ajuste na declaração das variáveis que determinam os limites inferior e superior no processo de convergência da carga crítica” constante da versão 13.8.4.

Assim como observado na versão 13.8.1 ao se considerar as regras de operação do rio São Francisco, também foi observado na versão 13.8.4 uma redução expressiva do mercado de convergência e um aumento no número de iterações. Desta forma, são

necessários mais aprimoramentos na implementação da consideração das regras de operação das usinas do São Francisco, e, portanto, o teste é considerado não aprovado.

Conclusão: O teste não foi considerado aprovado pelo GT Metodologia/CPAMP.

Teste 9

Converter um caso de energia firme, usando a opção de recuperação do flag da aba SUIISHI “Igualar Cota de Montante com a Usina” de um caso existente que use esta funcionalidade. Verificar o acionamento do flag e a execução do novo caso.

CCEE

O teste foi realizado pela CCEE considerando o caso base do Leilão de Energia Nova (LEN) A-6 de 2019. Para a execução do teste, foram utilizadas as opções aplicadas no teste 6, em que foram igualadas a cota de montante de Três Irmãos e Ilha Solteira. O caso foi convertido e na opção de recuperação de opções de execução de casos antigos, foram escolhidas as opções do teste 6 e as mesmas foram importadas corretamente (mostrado na figura abaixo). O teste 09 está aprovado.

Número	Nome	REE
25	NOVA PONTE	SIN
26	MIRANDA	SIN
27	CAPIM BRANC1	SIN
28	CAPIM BRANC2	SIN
29	CORUMBA IV	SIN
30	CORUMBA I	SIN
31	ITUMBIARA	SIN
32	CACH.DOURA...	SIN
33	SAO SIMAO	SIN
34	I. SOLTEIRA	SIN
37	BARRA BONITA	SIN
38	A.S. LIMA	SIN
39	IBITINGA	SIN
40	PROMISSAO	SIN
42	NAVANHANDA...	SIN
43	TRES IRMAOS	SIN
45	JUPIA	SIN

Dados Gerais | Reservatório | Polinômios | Polinômios Vazão Jusante | Conjuntos | **Suishi**

Índices de prioridade
Enchimento do reservatório: 0
Esvaziamento do reservatório: 0

Volume Inicial
1.000 =em p.u. do volume útil.

Vazão de Restrição da usina(caso esteja sendo considerado controle de cheias): .00000 m³/s
Vertimento Máximo: .00000 m³/s
Descarga Mínima: 0

Liberação do Vertimento
 Desconsiderar o vertimento no cálculo da cota do canal de fuga
 Uso do Reservatório Fio d'água para o atendimento à Vazão Mínima
 Considerar que esta usina compartilha o seu reservatório com: Nenhum

Igualar Cota de Montante com a Usina: I. SOLTEIRA

EPE

Para a realização deste teste adotou-se o Caso Base do Leilão de Energia Nova A-4/2020, disponibilizado no site da EPE, com as seguintes alterações: (i) inclusão do arquivo polinjus; e (ii) alteração do flag de Ilha Solteira Equivalente de EX para NC e dos flags de Ilha Solteira e Três Irmãos de NC para EX. Além disso, após a conversão para o formato

SUISHI, foram consideradas as seguintes funcionalidades que não compunham o caso base do leilão: (i) igualar cota de montante de Ilha Solteira e Três Irmãos; e (ii) considerar as regras de operação do São Francisco (arquivo *default* da versão 13.8.1, que contém as curvas de segurança do ano hidrológico 2019/2020) até o fim do histórico.

O caso NEWAVE foi convertido duas vezes, resultando em dois casos SUISHI: o primeiro com definição na interface ENCAD de todos os parâmetros desejados e parametrizado de acordo com o necessário para execução do Teste 6, que considerou a igualdade da cota de montante entre duas usinas com reservatório; e o segundo com a recuperação de todos os flags de controle possíveis do primeiro caso, incluindo “Igualar Cota de Montante com a usina”, e com alterações no ENCAD que não podem ser recuperadas (seleção de variáveis, alteração do posto de Belo Monte e desvios d’água de Belo Monte, Ilha dos Pombos e Simplício, da mesma forma que no primeiro caso). Os dois casos foram rodados na versão 13.8.1 (ENCAD 5.6.1).

Observou-se, tanto no ENCAD quando na comparação dos arquivos dos dois casos, que os flags foram recuperados corretamente e os resultados finais foram exatamente os mesmos.

Conclusão: O teste foi considerado aprovado pelo GT Metodologia/CPAMP.

Teste 10

Converter um caso de energia firme, usando a opção de recuperação do flag de controle “Considera Regras de Operação do Rio São Francisco” de um caso existente que use esta funcionalidade. Verificar o acionamento do flag e a execução do novo caso.

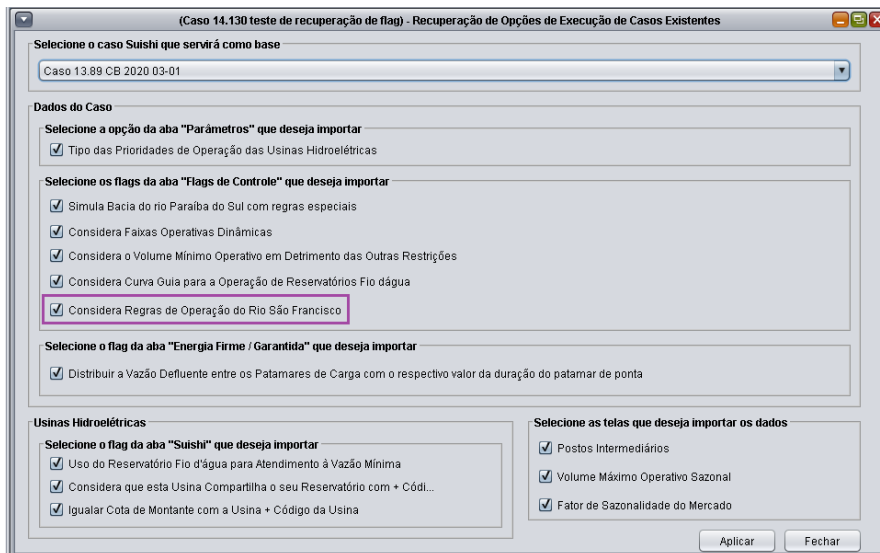
CCEE

O teste foi realizado pela CCEE considerando o caso base do Leilão de Energia Nova (LEN) A-6 de 2019. Inicialmente foi convertido e executado um caso (Caso A) que considera (flag acionado) as regras de operação do Rio São Francisco. Um novo caso (Caso B) foi criado e na etapa de conversão foi selecionada a opção que importa as informações de um caso anterior (Caso A). O caso B, com as informações importadas, apresentou flag que considera as regras de operação do Rio São Francisco acionado. Teste nº 10 aprovado.

EPE

Para a realização deste teste adotou-se o Caso Base do Leilão de Energia Nova A-4/2020, disponibilizado no site da EPE, com as seguintes alterações: (i) inclusão do arquivo polinjus; e (ii) alteração do flag de Ilha Solteira Equivalente de EX para NC e dos flags de Ilha Solteira e Três Irmãos de NC para EX. Além disso, após a conversão para o formato SUIHI, foram consideradas as seguintes funcionalidades que não compunham o caso base do leilão: (i) igualar cota de montante de Ilha Solteira e Três Irmãos; e (ii) considerar as regras de operação do São Francisco (arquivo *default* da versão 13.8.4, que contém as curvas de segurança do ano hidrológico 2019/2020) até o fim do histórico.

O caso NEWAVE foi convertido duas vezes: a primeira com definição na interface ENCAD de todos os parâmetros desejados; e a segunda com a recuperação de todos os flags de controle possíveis do primeiro caso, incluindo “Considera Regras de Operação do Rio São Francisco”, e com alterações no ENCAD que não podem ser recuperadas (seleção de variáveis, alteração do posto de Belo Monte e desvios d’água de Belo Monte, Ilha dos Pombos e Simplício, da mesma forma que no primeiro caso). Os dois casos foram rodados na versão 13.8.4 (ENCAD 5.6.2).



Observou-se, tanto no ENCAD quando na comparação dos arquivos dos dois casos, que os flags foram recuperados corretamente e os resultados finais foram exatamente os mesmos.

Conclusão: O teste foi considerado aprovado pelo GT Metodologia/CPAMP.

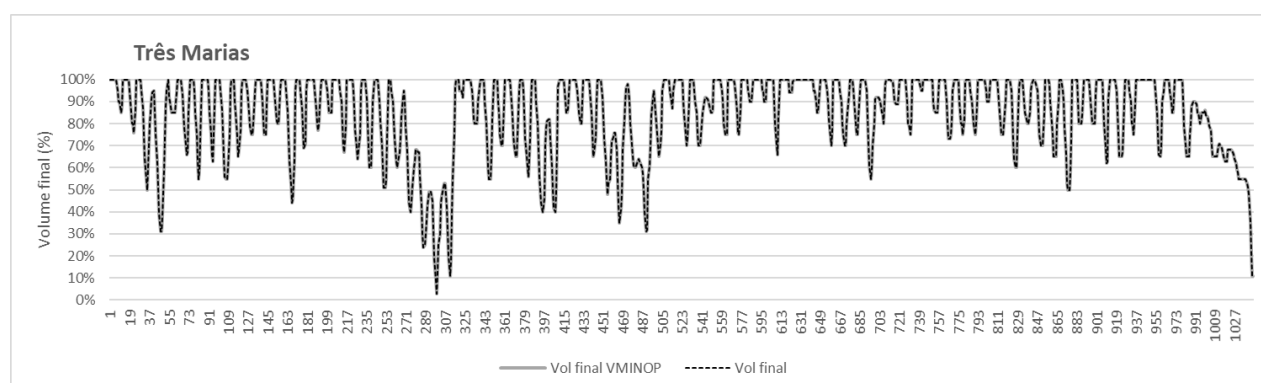
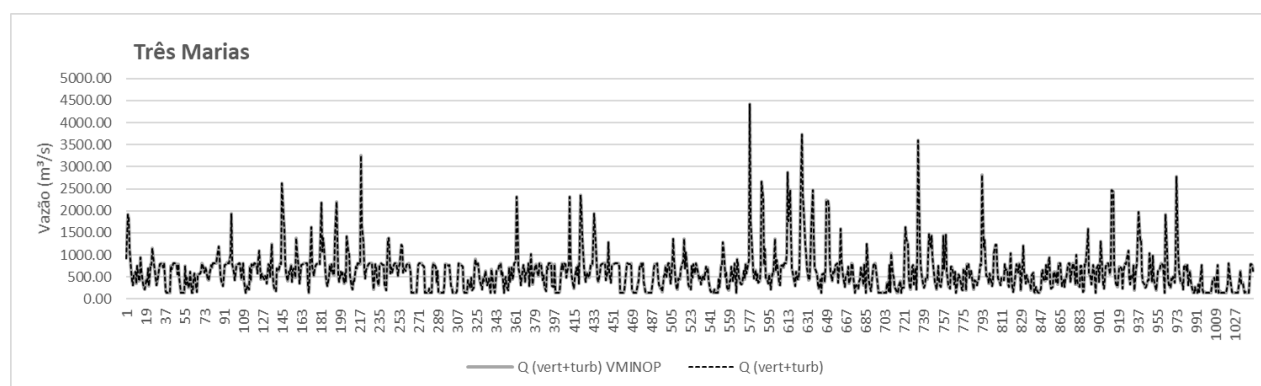
Teste 11

Converter e executar um caso de energia firme a partir de um caso em que pelo menos uma usina tenha a palavra-chave VMINP no arquivo MODIF. Verificar se a conversão ocorre sem erros.

Converter o mesmo caso retirando previamente a palavra-chave VMINP. Para confirmar que o VMINP foi ignorado, verificar se os resultados dos dois casos são iguais.

CCEE

O teste foi realizado pela CCEE considerando o caso base do Leilão de Energia Nova (LEN) A-6 de 2019 e a usina analisada foi a de Três Marias. Foi convertido e executado sem erros o caso com o mnemônico VMINP no arquivo MODIF. Na sequência foram excluídas as linhas do arquivo MODIF com o mnemônico VMINP e o caso foi novamente convertido e executado sem erros. Os gráficos mostrados abaixo para a vazão e volume final em Três Marias para ambas as situações (com e sem VMINP), indicam resultados iguais, ou seja, o VMINP foi devidamente ignorado, validando o teste nº 11.



EPE

Para a realização deste teste adotou-se o Caso Base do Leilão de Energia Nova A-4/2020, disponibilizado no site da EPE, com as seguintes alterações: (i) inclusão do arquivo polinjus; e (ii) alteração do flag de Ilha Solteira Equivalente de EX para NC e dos flags de Ilha Solteira e Três Irmãos de NC para EX. Além disso, após a conversão para o formato SUIHI, foram consideradas as seguintes funcionalidades que não compunham o caso base do leilão: (i) igualar cota de montante de Ilha Solteira e Três Irmãos; e (ii) considerar as regras de operação do São Francisco (arquivo *default* da versão 13.8.1, que contém as curvas de segurança do ano hidrológico 2019/2020) até o fim do histórico.

Neste caso, Três Marias e sua fictícia, Sobradinho, Itaparica e Tucuruí têm VminP.

O caso NEWAVE foi convertido duas vezes: a primeira como descrito acima; e a segunda com exclusão prévia da palavra-chave VMINP do arquivo modif. Os dois casos foram rodados na versão 13.8.1 (ENCAD 5.6.1).

A conversão ocorreu sem erros em ambos os casos e os resultados finais foram exatamente os mesmos.

Conclusão: O teste foi considerado aprovado pelo GT Metodologia/CPAMP.

Teste 12

Converter e executar um caso de energia firme a partir de um deck NEWAVE que contenha o arquivo polinjus.dat. Espera-se que os polinômios vazão nível de jusante do HIDR sejam ignorados.

Verificar se os polinômios do arquivo polinjus.dat foram lidos corretamente e verificar na interface ENCAD a representação gráfica das famílias de polinômios.

Para uma usina escolhida, calcular externamente o nível de jusante para diversos períodos com diferentes valores de vazão defluente, considerando a interpolação entre duas famílias de curvas, quando a cota de montante da usina de jusante estiver entre dois valores de referência. Comparar com os valores impressos no arquivo USIHID.

EPE

Para a realização deste teste adotou-se o Caso Base do Leilão de Energia Nova A-4/2020, disponibilizado no site da EPE, com as seguintes alterações: (i) inclusão do arquivo polinjus; e (ii) alteração do flag de Ilha Solteira Equivalente de EX para NC e dos flags de Ilha Solteira e Três Irmãos de NC para EX. Além disso, após a conversão para o formato SUIHI, foram consideradas as seguintes funcionalidades que não compunham o caso base do leilão: (i) igualar cota de montante de Ilha Solteira e Três Irmãos; e (ii) considerar as regras de operação do São Francisco (arquivo *default* da versão 13.8.2, que contém as curvas de segurança do ano hidrológico 2019/2020) até o fim do histórico. Além disso, para maior facilidade na execução dos cálculos externos para validação, foi **desabilitado o patamar de ponta de 3h de duração**. O caso foi rodado na versão 13.8.2 (ENCAD 5.6.2).

Foram calculados externamente os níveis de canal de fuga de Camargos e L. N. Garcez (Salto Grande) para todos os períodos da seguinte forma:

- 1) Cálculo da vazão defluente do período (vazão turbinada, quando não há influência do vertimento no canal de fuga, ou vazão turbinada mais vazão vertida, quando há influência);
- 2) Escolha das famílias de polinômios com HjusRef imediatamente inferior e imediatamente superior ao nível de montante da usina de jusante;
- 3) Para cada uma das duas famílias, aplicação do polinômio correspondente à vazão defluente do período;
- 4) Interpolação dos canais de fuga obtidos pelas duas famílias (caso o nível de montante da usina de jusante seja superior ao maior HjusRef ou inferior ao menor HjusRef, não há interpolação);
- 5) Limitação pela cota de montante da usina de jusante.

Camargos:

#####

&	Usina	Indice	HjusRef	nPol
CURVAJUS	0001	001	885.6824	002
CURVAJUS	0001	002	885.7000	003
CURVAJUS	0001	003	885.8000	003

&	Usina	Indice	QjusMin	QjusMax
PPPJUS	0001	001	00000000000000000000.0D0	0000000000000503.5D0

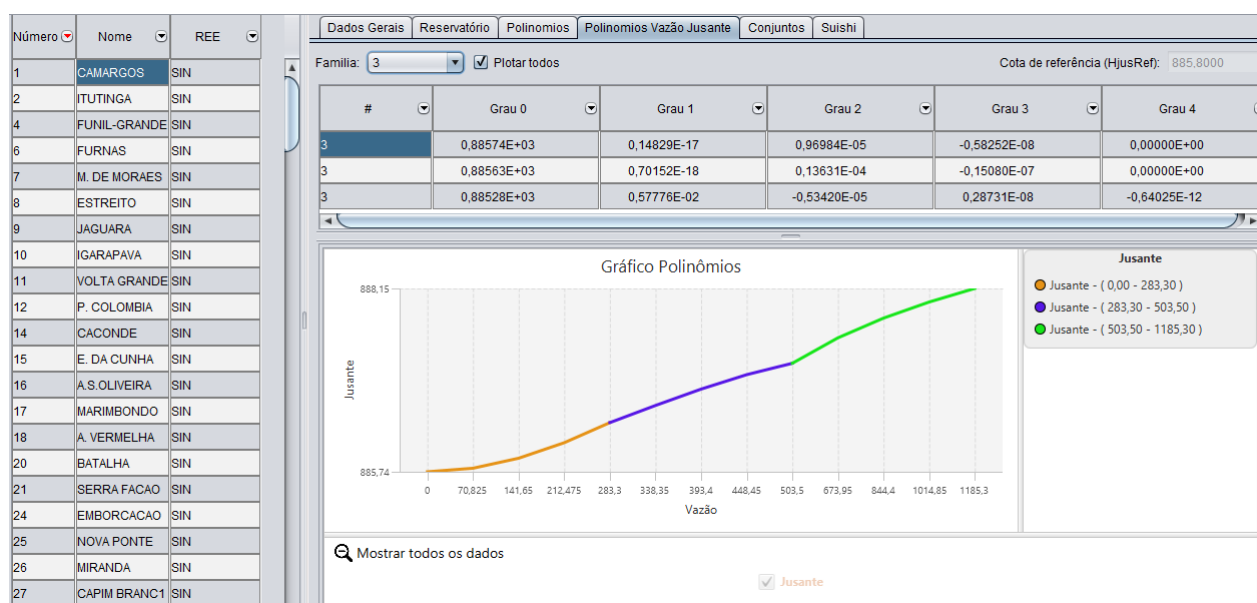

```

PPPJUS      0001      001      00000000000000503.5D0 0000000000001185.3D0
PPPJUS      0001      002      0000000000000000.0D0 0000000000000298.4D0
PPPJUS      0001      002      00000000000000298.4D0 0000000000000503.5D0
PPPJUS      0001      002      00000000000000503.5D0 0000000000001185.3D0
PPPJUS      0001      003      0000000000000000.0D0 0000000000000283.3D0
PPPJUS      0001      003      00000000000000283.3D0 0000000000000503.5D0
PPPJUS      0001      003      00000000000000503.5D0 0000000000001185.3D0

```

Neste caso, o vertimento de Camargos não tem influência no canal de fuga.

A usina a jusante de Camargos é Itutinga, fio d'água na cota 886 m, superior à maior cota de referência. Portanto, em todos os períodos será consultada a família de índice 3, ilustrada na figura abaixo.



Não foi encontrada diferença entre os cálculos externos e o canal de fuga impresso no USIHID, com exceção de um período com diferença de 0,01 m, considerada aceitável dada a precisão dos cálculos.

L. N. Garcez (Salto Grande):

```

&          Usina      Indice      HjusRef      nPol
CURVAJUS  0050      001      365.8967     002
CURVAJUS  0050      002      366.1000     003

```

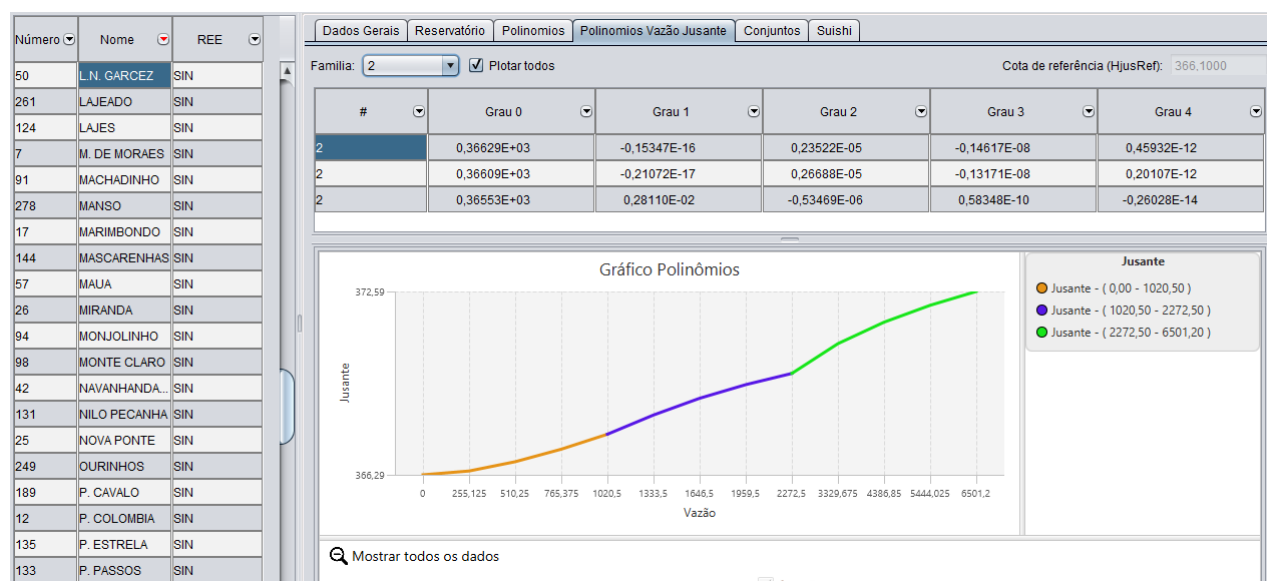
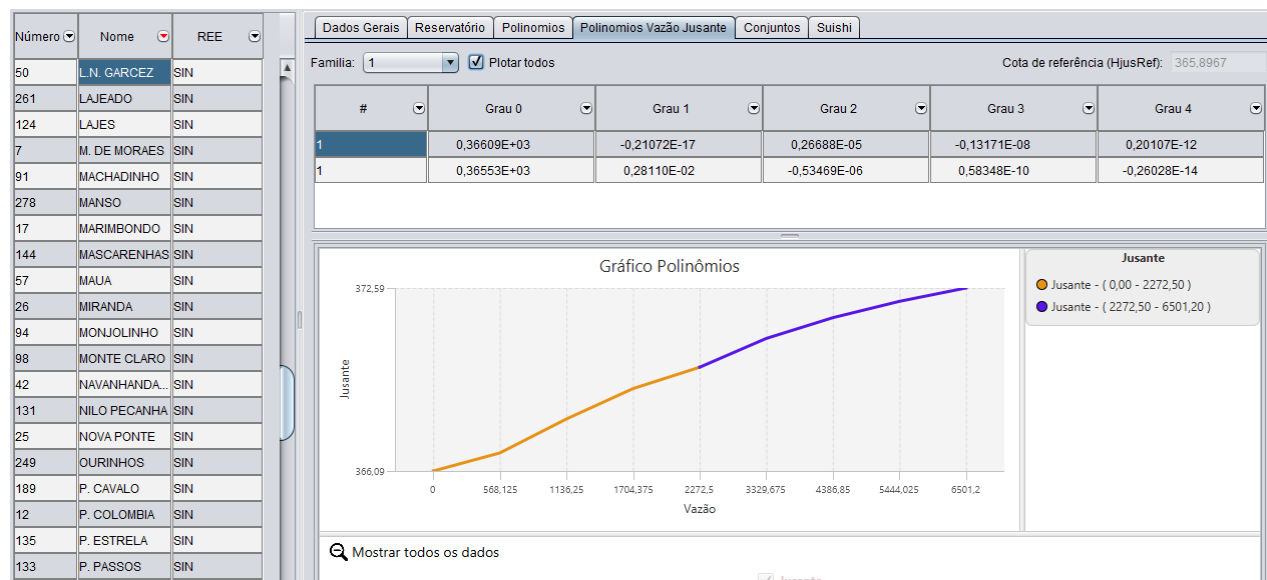
```

&          Usina      Indice      QjusMin      QjusMax
PPPJUS    0050      001      0000000000000000.0D0 0000000000002272.5D0
PPPJUS    0050      001      00000000000002272.5D0 0000000000006501.2D0
PPPJUS    0050      002      0000000000000000.0D0 0000000000001020.5D0
PPPJUS    0050      002      0000000000001020.5D0 0000000000002272.5D0
PPPJUS    0050      002      0000000000002272.5D0 0000000000006501.2D0

```

Neste caso, o vertimento de L.N. Garcez tem influência no canal de fuga.

A usina a jusante de L.N. Garcez é Canoas II, fio d'água na cota 366 m, entre as duas cotas de referência HjusRef. Portanto, em todos os períodos haverá interpolação entre as famílias de índice 1 e 2, ilustradas na figura a seguir.



Não foi encontrada diferença entre os cálculos externos e o canal de fuga impresso no USIHID, com exceção de um período com diferença de 0,01 m, considerada aceitável dada a precisão dos cálculos.

Além disso, foi verificado o canal de fuga de Camargos em alguns períodos, no caso em que patamar de ponta de 3h de duração não foi desabilitado. Para isso, são realizados os seguintes passos:

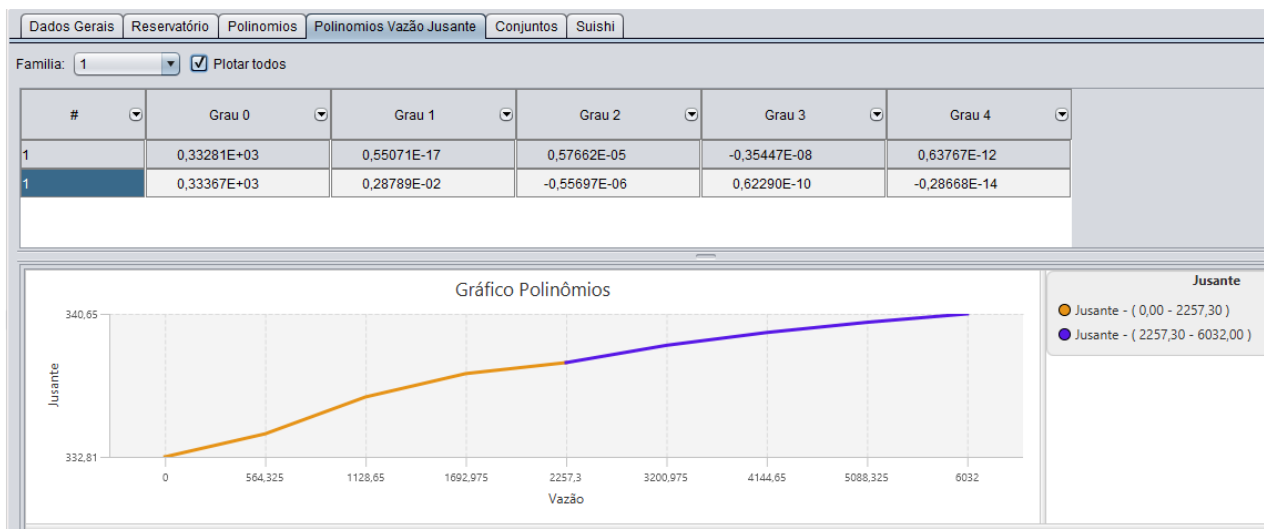
- 1) Cálculo da vazão turbinada na ponta e fora da ponta;

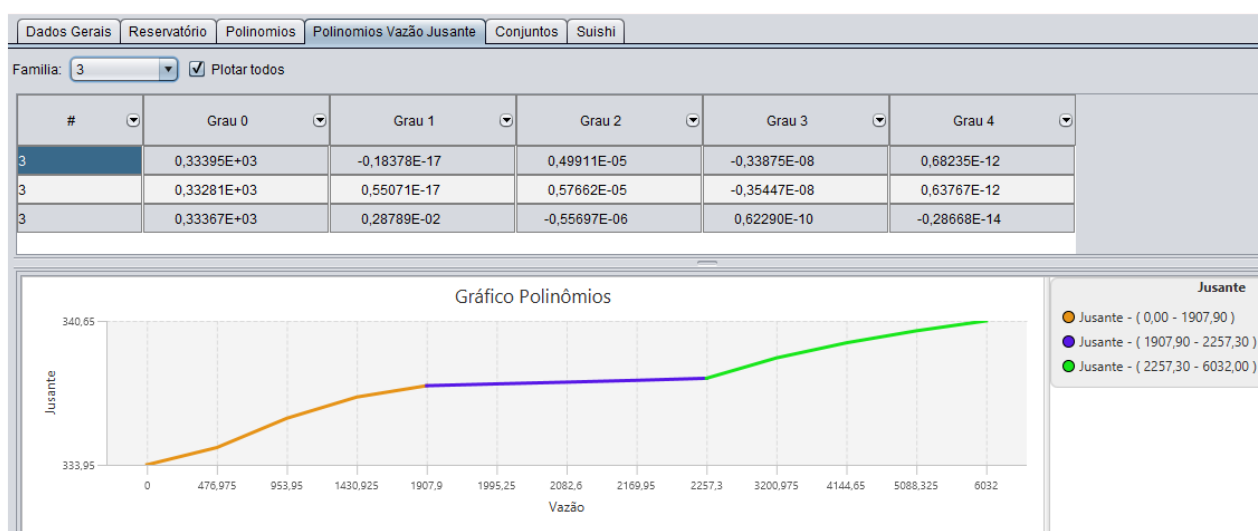
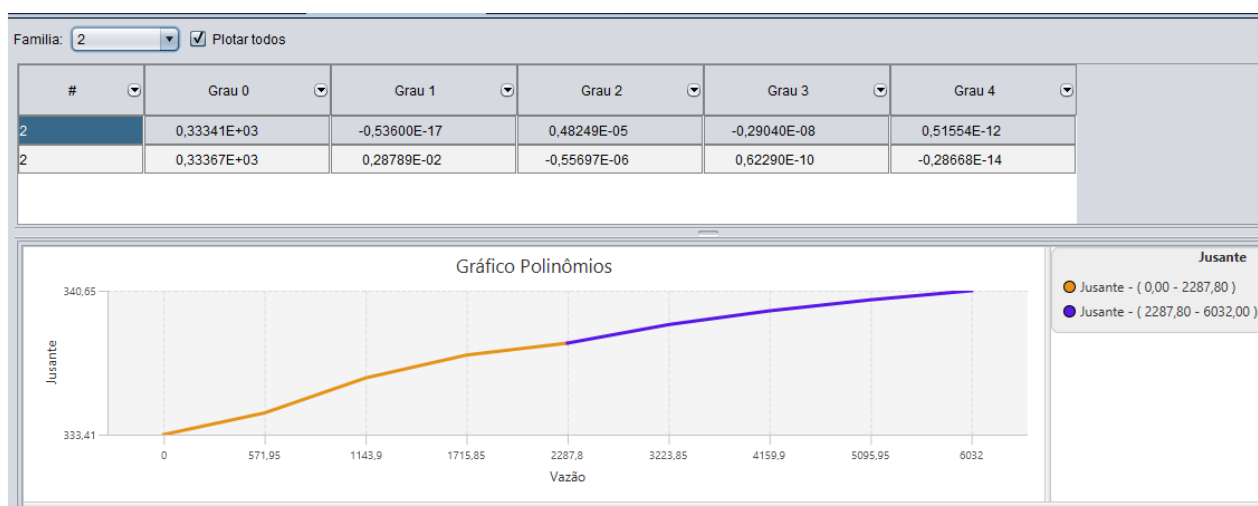
- 2) Execução dos passos indicados para o caso sem ponta até a obtenção do canal de fuga de ponta e fora de ponta;
- 3) Cálculo da queda de ponta e fora de ponta;
- 4) Média da queda ponderada pela duração de cada patamar.

Foi encontrada diferença máxima de 0,02 m entre os cálculos externos e a queda impressa no USIHID.

ONS

Para a realização deste teste adotou-se o PMO de março de 2020. Foram verificados os resultados das UHEs Serra da Mesa (3 famílias de polinômios), Furnas (apenas 1 polinômio) e Marimbondo (4 famílias de polinômios). Para esta análise, comparou-se o relatório de saída com os valores calculados externamente através de uma planilha. A figura abaixo mostra a representação gráfica dos polinômios de jusante para UHE Serra da Mesa pela interface gráfica ENCAD. O caso foi executado com a versão 13.8.1 do modelo SUISHI e ENCAD versão 5.6.1.





Para todas as UHEs avaliadas o nível de jusante calculado externamente foi igual ao obtido pelo modelo SUISHI.

O Teste 12 foi executado novamente com a versão 13.8.4 (ENCAD 5.6.2) e os resultados obtidos foram idênticos aos resultados observados com a versão 13.8.1, apresentados anteriormente.

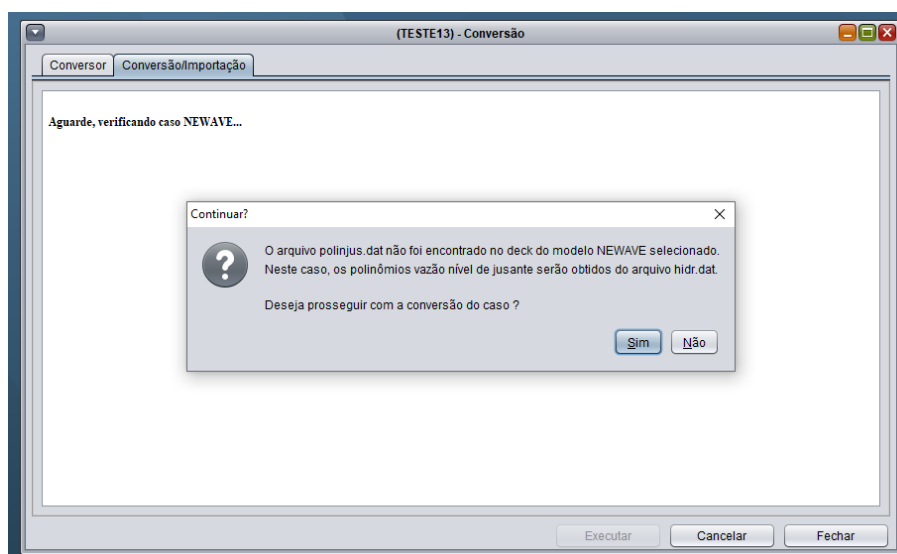
Conclusão: O teste foi considerado aprovado pelo GT Metodologia/CPAMP.

Teste 13

Converter e executar um caso de energia firme a partir de um deck NEWAVE que não contenha o arquivo polinius.dat. Espera-se que seja apresentada uma mensagem de alerta indicando que serão considerados os polinômios vazão nível de jusante do HIDR. Verificar a mensagem.

CCEE

O teste foi realizado pela CCEE considerando o caso base do Leilão de Energia Nova (LEN) A-6 de 2019. Foi feita a tentativa de conversão e execução de um caso sem o arquivo polinjus.dat (previamente removido). O resultado indicou uma mensagem de alerta indicando que serão considerados os polinômios vazão nível de jusante do HIDR (figura abaixo), conforme resultado esperado pelo presente teste.

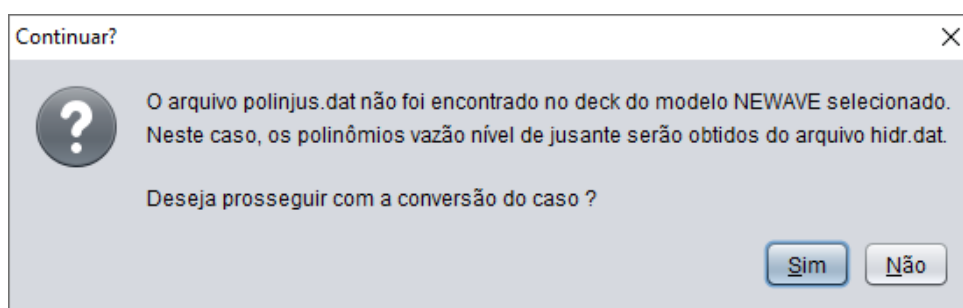


EPE

Para a realização deste teste adotou-se o Caso Base do Leilão de Energia Nova A-4/2020, disponibilizado no site da EPE, com alteração do flag de Ilha Solteira Equivalente de EX para NC e dos flags de Ilha Solteira e Três Irmãos de NC para EX.

O arquivo polinjus.dat não foi acrescentado ao deck NEWAVE.

Conforme esperado, durante a conversão para um caso SUIISHI 13.8.1 no ENCAD 5.6.1 foi apresentada a mensagem de alerta abaixo.



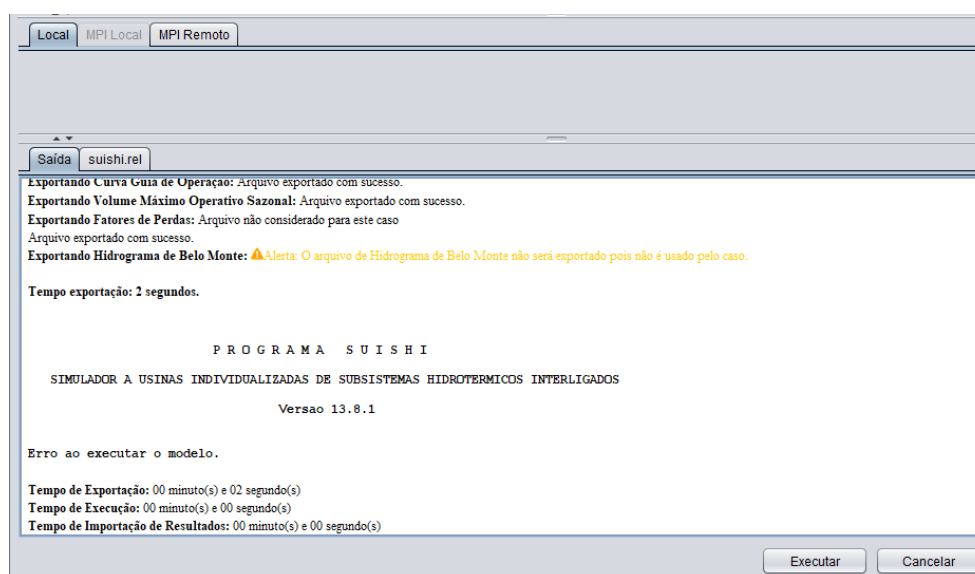
Conclusão: O teste foi considerado aprovado pelo GT Metodologia/CPAMP.

Teste 14

Converter um caso de energia firme a partir de um deck NEWAVE que contenha o arquivo polinjus.dat incompleto, ou seja, não estejam cadastrados polinômios para todas as usinas da configuração. Espera-se que a execução seja interrompida. Verificar a mensagem de erro.

CCEE

O teste foi realizado pela CCEE considerando o caso base do Leilão de Energia Nova (LEN) A-6 de 2019 em que foram excluídas de maneira arbitrária algumas linhas do arquivo polinjus.dat. Na tentativa de converter e executar o SUI Shi a mensagem de erro (figura abaixo) indicou execução interrompida, conforme o resultado esperado pelo presente teste.



EPE

Para a realização deste teste adotou-se o Caso Base do Leilão de Energia Nova A-4/2020, disponibilizado no site da EPE, com as seguintes alterações: (i) inclusão do arquivo polinjus; e (ii) alteração do flag de Ilha Solteira Equivalente de EX para NC e dos flags de Ilha Solteira e Três Irmãos de NC para EX. Além disso, após a conversão para o formato SUI Shi, foram consideradas as seguintes funcionalidades que não compunham o caso base do leilão: (i) igualar cota de montante de Ilha Solteira e Três Irmãos; e (ii) considerar as regras de operação do São Francisco (arquivo *default* da versão

13.8.1, que contém as curvas de segurança do ano hidrológico 2019/2020) até o fim do histórico.

Foi retirada propositalmente a UHE Serra do Facão no arquivo polinjus.

A conversão para um caso SUIHI 13.8.2 no ENCAD 5.6.2 ocorreu sem problemas, pois durante o processo de conversão, os arquivos do deck não são lidos, são apenas convertidos para o formato SUIHI.

O erro foi detectado pelo SUIHI no início da execução, que foi interrompida, e relatado no suishi.rel, conforme figura abaixo.

ERRO: NAO HA FAMILIA DE POLINOMIOS PVNJ CADASTRADOS PARA A USINA SERRA FACAO

Destaca-se que o arquivo polinjus.dat especificamente não é alterado pelo SUIHI e, em caso de erro na execução, basta substituí-lo pelo arquivo correto e executar o caso novamente.

Seguindo o procedimento acima, obteve-se o mesmo resultado do caso rodado originalmente sem erros no polinjus.

Conclusão: O teste foi considerado aprovado pelo GT Metodologia/CPAMP.

Teste 15

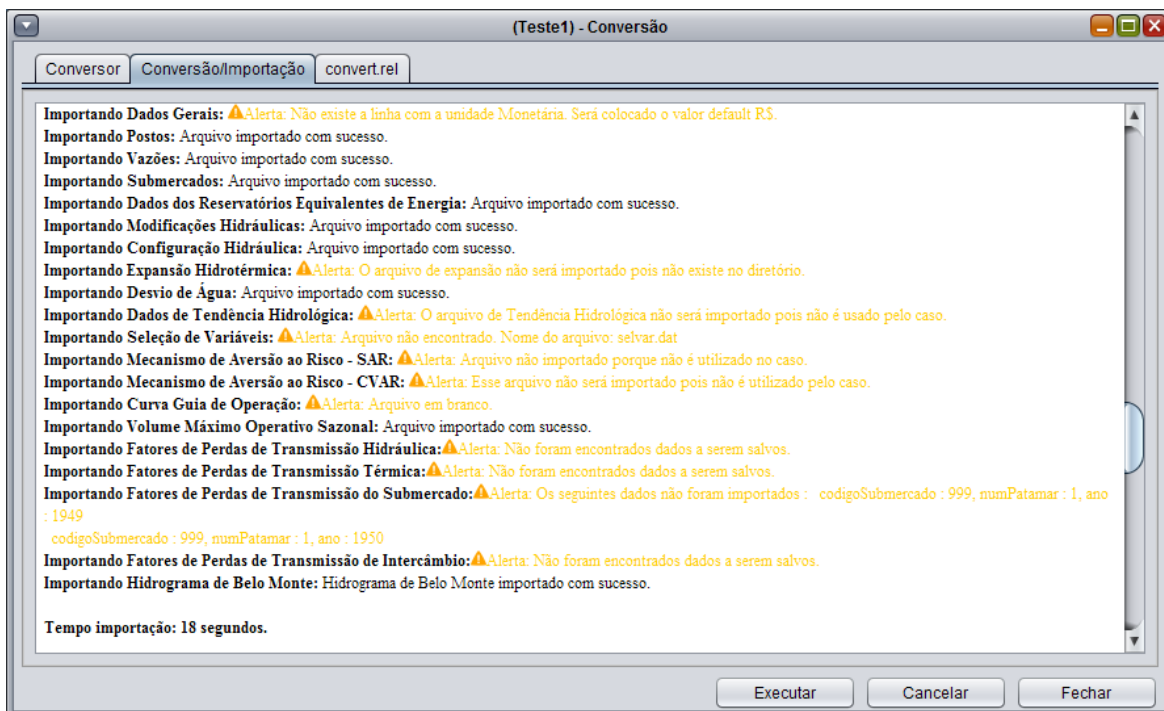
Converter e executar um caso de energia firme a partir de um caso NEWAVE na versão 27 com as funcionalidades recomendadas pela CPAMP. Verificar se a conversão e a execução ocorrem sem erros.

EPE

Para a realização deste teste adotou-se o Caso Base do Leilão de Energia Nova A-4/2020, disponibilizado no site da EPE, com as seguintes alterações: (i) inclusão do arquivo polinjus; e (ii) alteração do flag de Ilha Solteira Equivalente de EX para NC e dos flags de Ilha Solteira e Três Irmãos de NC para EX.

O *deck* NEWAVE do Caso Base do Leilão de Energia Nova A-4/2020 já considera as funcionalidades recomendadas pela CPAMP, desse modo foi necessário somente

proceder com a conversão e posterior parametrização do SUIISHI dentro do ambiente ENCAD:



A conversão para um caso SUIISHI 13.8.1 no ENCAD 5.6.1 ocorreu sem problemas. Após a conversão para o formato SUIISHI, foram consideradas as seguintes funcionalidades que não compunham o caso base do leilão: (i) igualar cota de montante de Ilha Solteira e Três Irmãos; e (ii) considerar as regras de operação do São Francisco (arquivo *default* da versão 13.8.1, que contém as curvas de segurança do ano hidrológico 2019/2020) até o fim do histórico.

Por fim, com as devidas parametrizações pertinentes ao caso de energia firme, o modelo foi executado com sucesso:

(CB_2020_03-01_com_polinjus_sem_ISoltEq) - Resultados da Simulação de Energia Fir...

Mercado obtido na convergência: 45155,0

Períodos Críticos:

Data Inicio	Data Fim
6/1949	11/1956

Código da Usina	Nome da Usina	Energia Firme	Energia Média	Rateio (%)
99	14 DE JULHO	46,281	55,721	0,08756705603269863
18	A. VERMELHA	697,161	820,217	1,3190798891729263
47	A.A. LAYDNER	40,786	59,396	0,07717011186771346
16	A.S. OLIVEIRA	14,522	16,451	0,027476692113542263
38	A.SOUZA LIMA	54,867	69,864	0,10381239954508494
143	AIMORES	178,459	170,791	0,3376575539106624
312	B. COQUEIROS	50,788	59,719	0,09609463152889301
190	B. ESPERANCA	136,773	152,726	0,25878457584668196
314	B.MONTE COMP	145,917	148,794	0,27608569640075376

Totais

Energia Firme: 52852,1 Energia Média: 58720,2

Fechar

Conclusão: O teste foi considerado aprovado pelo GT Metodologia/CPAMP.

Teste 16

Executar um caso de energia firme sem o uso das regras de operação do São Francisco nas versões 13.8.1 e 13.8.2 e verificar se são obtidos os mesmos resultados.

EPE

Para a realização deste teste adotou-se o Caso Base do Leilão de Energia Nova A-4/2020, disponibilizado no site da EPE, com as seguintes alterações: (i) inclusão do arquivo polinjus; e (ii) alteração do flag de Ilha Solteira Equivalente de EX para NC e dos flags de Ilha Solteira e Três Irmãos de NC para EX. O caso foi rodado nas versões 13.8.1 (ENCAD 5.6.1) e 13.8.2 (ENCAD 5.6.2).

Os resultados foram idênticos. Foram observadas diferenças apenas na ordem das usinas no arquivo canfug.rel e nos cabeçalhos dos arquivos inter.csv, ree.csv, subsis.csv, usihid.csv e usiter.csv.

Conclusão: O teste foi considerado aprovado pelo GT Metodologia/CPAMP.

Teste 17

Converter um caso de energia firme sobre um caso existente. Verificar se constam na pasta apenas os arquivos associados ao último caso.

EPE

Para a realização deste teste, foi convertido para o SUIHI 13.8.4 no ENCAD 5.6.2 o Caso Base do Leilão de Energia Nova A-4/2020, disponibilizado no site da EPE, sobrescrevendo um caso existente que continha arquivo polinjus.

Após a conversão, verificou-se que o caso não continha mais arquivo polinjus, indicando que os arquivos do caso anterior foram excluídos.

Em seguida, o caso foi configurado e executado. Os resultados encontrados foram idênticos aos obtidos com o mesmo convertido sobre um caso em branco.

Conclusão: O teste foi considerado aprovado pelo GT Metodologia/CPAMP.

Teste 18

Executar um caso de energia firme nas versões 13.8.2 e 13.8.4 e verificar a diferença de resultados.

EPE

Para a realização deste teste foram adotados quatro casos derivados do Caso Base do Leilão de Energia Nova A-4/2020, disponibilizado no site da EPE. Os casos foram rodados nas versões 13.8.2 e 13.8.4, ambas com ENCAD 5.6.2.

A tabela a seguir apresenta os resultados nas duas versões:

Caso	Última Iteração		Mercado de Convergência	
	SUIHI 13.8.2	SUIHI 13.8.4	SUIHI 13.8.2	SUIHI 13.8.4
CB LEN A-4/2020	18	18	50679.000	50679.000
CB LEN A-4/2020 + I.Solt =NA 3 Irm.	16	16	50748.000	50748.000
CB LEN A-4/2020 + I.Solt =NA 3 Irm. s/ sazo merc	700	22	-	50298.652
CB LEN A-4/2020 + I.Solt =NA 3 Irm. + polinjus GTDP	21	18	50474.547	50474.500

Observa-se que para os dois primeiros casos não houve alteração nos valores de convergência. Já o terceiro caso, que não convergiu na versão 13.8.2, passou a convergir a partir da versão 13.8.3, enquanto o último caso teve uma pequena alteração no mercado de convergência.

Para obter o mercado de convergência, o SUSHI parte de um mercado alto. O decremento no mercado de uma iteração para outra é igual ao resíduo, observadas as seguintes exceções:

- i. Se é encontrado resíduo menor do que a tolerância máxima de variação do mercado em determinada iteração, o decremento para a iteração seguinte é a própria tolerância e o mercado é arredondado.
- ii. Se é encontrado resíduo zero, mas a variação no mercado é maior que a tolerância, inicia-se um refinamento, em que o mercado desta iteração é definido como limite inferior, o mercado anterior é definido como limite superior e o processo de convergência passa a ser realizado por bisseções, até que não haja déficit e a variação do mercado seja menor que a tolerância. Na versão 13.8.3, foi realizado um aperfeiçoamento, de modo que, quando o mercado se aproxima a menos de uma tolerância do último limite inferior definido, o mercado da iteração seguinte é o próprio limite inferior, finalizando a convergência. Na versão 13.8.4, foi feito ainda um ajuste na declaração das variáveis que determinam os limites inferior e superior no processo de convergência do mercado, levando a pequenas diferenças de precisão em relação à versão anterior.

A tolerância máxima de variação do mercado *default* é 1,00, conforme figura abaixo:

Tolerância Máxima de Variação do Mercado, entre a Penúltima e a Última Iteração, no Cálculo da E. Firme do Sistema:

1,00

A seguir analisaremos cada um dos quatro casos:

a) CB LEN A-4/2020

A tabela a seguir apresenta os valores de mercado e resíduo para cada iteração, iguais nas versões 13.8.2 e 13.8.4:

Iteração	Mercado	Resíduo	Iteração	Mercado	Resíduo
1	74795.00	23967.21	10	50695.84	4.01
2	50827.79	36.97	11	50691.83	3.16
3	50790.81	28.49	12	50688.67	2.47
4	50762.32	19.98	13	50686.20	1.97
5	50742.34	15.06	14	50684.22	1.60
6	50727.28	10.80	15	50682.62	1.19
7	50716.48	8.46	16	50681.43	1.00
8	50708.02	6.91	17	50680.00	1.00
9	50701.11	5.27	18	50679.00	0.00

Observa-se que nas iterações 16 e 17 atinge-se a condição (i). Quando o resíduo chega a zero, a variação de mercado está dentro da tolerância, logo a condição (ii) não é atingida e não ocorre o processo das bisseções.

b) CB LEN A-4/2020 + I.Solt =NA 3 Irm.

A tabela a seguir apresenta os valores de mercado e resíduo para cada iteração, iguais nas versões 13.8.2 e 13.8.4:

Iteração	Mercado	Resíduo	Iteração	Mercado	Resíduo
1	74795.00	23970.03	9	50760.04	2.52
2	50824.97	20.01	10	50757.52	2.27
3	50804.95	14.02	11	50755.26	1.62
4	50790.93	10.16	12	50753.64	1.00
5	50780.77	7.52	13	50753.00	2.66
6	50773.25	5.53	14	50750.34	1.00
7	50767.72	4.35	15	50749.00	1.00
8	50763.37	3.33	16	50748.00	0.00

Observa-se que nas iterações 12, 14 e 15 atinge-se a condição (i). Quando o resíduo chega a zero, a variação de mercado está dentro da tolerância, logo a condição (ii) não é atingida e não ocorre o processo das bisseções.

c) CB LEN A-4/2020 + I.Solt =NA 3 Irm. sem sazonalidade no mercado

Este é o caso que não convergiu até a iteração 700 e que levou à necessidade de adaptação das condições de convergência da carga crítica que deu origem à versão 13.8.3.

As tabelas a seguir apresentam os valores de mercado e resíduo para cada iteração, à esquerda para o caso executado na versão 13.8.2 e à direita na 13.8.4:

Iteração	Mercado	Resíduo	Iteração	Mercado	Resíduo
1	74795.00	23901.20	1	74795.00	23901.20
2	50893.80	162.66	2	50893.80	162.66
3	50731.15	101.86	3	50731.15	101.86
4	50629.28	77.17	4	50629.28	77.17
5	50552.11	62.60	5	50552.11	62.60
6	50489.51	37.50	6	50489.51	37.50
7	50452.01	42.72	7	50452.01	42.72
8	50409.30	32.80	8	50409.30	32.80
9	50376.50	16.33	9	50376.50	16.33
10	50360.17	13.92	10	50360.17	13.92
11	50346.25	11.81	11	50346.25	11.81
12	50334.44	8.89	12	50334.44	8.89
13	50325.55	6.42	13	50325.55	6.42
14	50319.13	4.81	14	50319.13	4.81
15	50314.32	4.91	15	50314.32	4.91
16	50309.41	3.91	16	50309.41	3.91
17	50305.50	2.92	17	50305.50	2.92
18	50302.58	2.20	18	50302.58	2.20
19	50300.38	1.73	19	50300.38	1.73
20	50298.65	0.00	20	50298.65	0.00
21	50299.52	1.54	21	50299.52	1.54
22	50299.09	1.44	22	50298.65	0.00
23	50298.87	1.40			
24	50298.76	1.38			
25	50298.70	1.36			
26	50298.68	1.34			
27	50298.66	1.34			
28	50298.66	1.34			
...			
699	50298.66	1.34			
700	50298.66	1.34			

Observa-se que a condição (ii) é atingida na iteração 20, pois o resíduo é nulo, mas a variação da iteração 19 para a 20 é igual a 1,73, superior à tolerância, e o processo de bisseções é iniciado com limite inferior igual a 50298,65.

A particularidade deste caso é que o limite inferior estabelecido e o mercado de convergência são coincidentemente iguais.

A execução na versão 13.8.2 prossegue até atingir o mercado 50298,66 na iteração 27 e, a partir desse ponto, o modelo não consegue prosseguir com a verificação do fim do processo de convergência da carga crítica, repetindo sempre o mesmo mercado e consequentemente o mesmo resíduo e chegando à iteração 700 sem um mercado de convergência.

Na versão 13.8.4, com a adaptação das condições de convergência, o problema não acontece mais e o caso converge em 22 iterações.

d) CB LEN A-4/2020 + I.Solt =NA 3 Irm. + polinjus GTDP

As tabelas a seguir apresentam os valores de mercado e resíduo para cada iteração, à esquerda para o caso executado na versão 13.8.2 e à direita na 13.8.4:

Iteração	Mercado	Resíduo	Iteração	Mercado	Resíduo
1	74795.00	24329.41	1	74795.00	24329.41
2	50465.59	0.00	2	50465.59	0.00
3	62630.29	10201.47	3	62630.29	10201.47
4	56547.94	3225.67	4	56547.94	3225.68
5	53506.77	982.51	5	53506.77	982.51
6	51986.18	366.06	6	51986.18	366.06
7	51225.88	180.70	7	51225.88	180.70
8	50845.73	82.74	8	50845.74	82.72
9	50655.66	36.79	9	50655.66	36.79
10	50560.63	24.80	10	50560.63	24.81
11	50513.11	11.56	11	50513.11	11.56
12	50489.35	3.85	12	50489.35	3.86
13	50477.47	2.49	13	50477.47	2.49
14	50471.53	0.00	14	50471.53	0.00
15	50474.50	0.00	15	50474.50	0.00
16	50475.98	2.15	16	50475.98	2.15
17	50475.24	2.01	17	50475.24	2.01
18	50474.87	1.00	18	50474.50	0.00
19	50474.69	1.00			
20	50474.59	1.00			
21	50474.55	0.00			

Observa-se que a condição (ii) foi atingida já na segunda iteração: resíduo igual a zero e variação maior que a tolerância. Foi iniciado então o processo de bisseções, que até a iteração 17 ocorreu com diferenças pouco significativas, devidas apenas ao ajuste da versão 13.8.4. O caso executado na versão 13.8.2 ainda fez mais quatro iterações, indo até a iteração 21. Já na versão 13.8.4, o número de iterações foi reduzido para 18, pois o modelo verificou que nessa iteração o mercado já estava a menos de uma tolerância do último limite inferior, definido na iteração 15. A diferença de energia firme total do SIN foi de 0,02 MWmed e a maior diferença de energia firme de uma usina foi de 0,007 MWmed.

Os casos com as regras de operação do Rio São Francisco ativadas tiveram diferenças nos resultados, conforme esperado, devido à retirada da limitação de redução de faixa de

operação entre iterações. Os demais casos usados como base para os testes deste relatório não apresentaram diferenças da versão 13.8.2 para a versão 13.8.4.

Conclui-se que os casos que passam pelo processo de bisseções podem sofrer alterações pouco significativas nos resultados, enquanto os casos que não passam por esse processo não sofrerão qualquer alteração.

Conclusão: O teste foi considerado aprovado pelo GT Metodologia/CPAMP.

3.3. Impactos na energia firme do SIN

Esta seção tem por objetivo apresentar os impactos decorrentes da alteração da versão e do uso das novas funcionalidades nos resultados de energia firme.

A tabela a seguir apresenta a energia firme total do SIN para o Caso Base do LEN A-4/2020, com alterações sucessivas.

Caso Base LEN A-4/2020	EF SIN (MWmed)	Diferença Incremental (MWmed)	Diferença Total (MWmed)	Diferença Total (%)
original (SUIHI 13.0.0)	54372.273			
caso SUIHI importado p/ 13.8.4	54372.273	0.000	0.000	0.00%
caso NW convertido p/ 13.8.4	54372.098	-0.175	-0.175	0.00%
caso NW convertido p/ 13.8.4 + I.Solt =NA 3 lrm.	54378.945	6.847	6.672	0.01%
caso NW convertido p/ 13.8.4 + I.Solt =NA 3 lrm. + polinjus GTDP	54065.762	-313.183	-306.336	-0.56%

Observa-se que não há qualquer alteração de resultados entre o caso original e o mesmo caso importado através da interface ENCAD para a versão 13.8.4.

Ressalta-se que poderia ter havido alteração marginal de resultados caso o processo de convergência tivesse passado pelo processo de bisseções descrito no teste 17.

Já quando o caso é convertido do deck NEWAVE, surge uma pequena diferença de resultados, pois na versão 13.0.0 os desvios d'água eram convertidos com apenas uma casa decimal e na versão 13.8.4 passaram a ser convertidos com as duas casas decimais presentes no arquivo dsvagua.

Portanto, se não usadas as novas funcionalidades, a diferença de resultados entre a versão 13.0.0 e a versão 13.8.4 é marginal, podendo ser explicada apenas pelo aumento

da precisão dos desvios d'água e/ou aperfeiçoamento no processo de convergência do mercado por bisseções.

Para a montagem do caso seguinte, o arquivo confh do deck NEWAVE sofreu alterações, no *flag* de Ilha Solteira Equivalente de EX para NC e nos *flags* de Ilha Solteira e Três Irmãos de NC para EX, para que as duas usinas fossem representadas individualizadamente, no lugar de Ilha Solteira Equivalente. Após a conversão para o formato SUIISHI, além dos ajustes já feitos no caso base original, foi ativada a funcionalidade “igualar cota” de montante de Ilha Solteira com Três Irmãos. A diferença de energia firme no SIN em relação ao caso anterior, que não usava a funcionalidade de igualar cota, foi de 6,874 MWmed. A tabela a seguir apresenta a diferença de energia firme de Ilha Solteira e Três Irmãos decorrente da mudança de representação dessas usinas. Nota-se que, devido à referida mudança de representação e consequente alteração de operação, ocorrem diferenças de energia firme em outras usinas, sendo a maior diferença percentual de 0,38%.

Usina	caso NW convertido p/ 13.8.4	caso NW convertido p/ 13.8.4 + I.Solt =NA 3 Irm.
I. SOLT. EQV	1834.813	-
I. SOLTEIRA	-	1632.708
TRES IRMAOS	-	202.838
TOTAL	1834.813	1835.546

No último caso, o deck NEWAVE sofreu uma alteração adicional à alteração do confh realizada no caso anterior: a inclusão do arquivo polinjus disponibilizado pelo GTDP em sua 14ª reunião, realizada em 17/10/2019. Após a conversão para o formato SUIISHI, o caso foi configurado da mesma maneira que o caso anterior, com ajustes já feitos no caso base original e a ativação da funcionalidade “igualar cota” de montante de Ilha Solteira com Três Irmãos. A inclusão do arquivo polinjus com os novos polinômios propostos pelo GTDP em sua 14ª reunião resultou em um decréscimo de 313,183 MWmed (-0.58%) em relação ao caso que não considerou o arquivo e 306,336 MWmed (-0.56%) em relação ao caso oficial.

4 Conclusões

Este relatório apresenta os resultados do processo de validação das novas funcionalidades do modelo SUIHI, versões 13.2 a 13.8.4, pelo Grupo de Trabalho Metodologia/CPAMP, no âmbito da Comissão Permanente para Análise de Metodologias e Programas Computacionais do Setor Elétrico - CPAMP, de modo a que esta comissão, instituída e coordenada pelo Ministério de Minas e Energia, aprove o uso do modo de simulação para cálculo de energia firme da atual versão desse modelo em estudos de planejamento da expansão e da operação, e em estudos oficiais que requeiram autorização do poder concedente, incluindo os processos de dimensionamento de usinas hidrelétricas, os processos de revisão ordinária, ou extraordinária, de garantia física de energia das usinas hidrelétricas, assim como o processo de cálculo de garantia física de energia de novas usinas hidrelétricas.

O modelo SUIHI é um modelo de simulação a usinas individualizadas em sistemas hidrotérmicos interligados aplicado, principalmente, na realização de estudos de planejamento da expansão e operação energética, permitindo a consideração de simulações para cálculo de energia firme, de simulações hidrotérmicas, e de simulações para cálculo de energia garantida, as duas últimas com base na política de operação definida pelo modelo NEWAVE (contida na função de custo futuro de cada mês).

O processo de validação do modo de simulação para cálculo de energia firme do modelo SUIHI, no âmbito da CPAMP, teve início no dia 26 de agosto de 2019, durante a 87ª reunião do GT Metodologia/CPAMP, sendo finalizado no dia 16 de abril de 2020, durante a sua 108ª reunião.

O GT Metodologia/CPAMP, com base nos resultados obtidos, concluiu em reunião do dia 16 de abril de 2020, que o *modo de simulação para cálculo de energia firme* da versão 13.8.4 do modelo SUIHI está apto a ser utilizado.

Com os testes realizados, descritos na seção 3, com as versões 13.8.1 a 13.8.4, concluiu-se que as novas funcionalidades e adequações realizadas funcionam de acordo com o esperado, com exceção da funcionalidade “Considera Regras de Operação do Rio São Francisco”, que necessitará de aprimoramentos e será objeto de validação futura.

Uma vez que a funcionalidade “Considera Regras de Operação do Rio São Francisco” ainda não se encontra validada na versão 13.8.4, sugere-se que tal funcionalidade não seja utilizada nas simulações para cálculo de energia firme, exceto para fins de testes que possam contribuir com sua evolução.

Adicionalmente, destaca-se que o impacto das novas funcionalidades nos modos de *simulação hidrotérmica e para cálculo de energia garantida* ainda não foram validadas. O processo de validação destes *modos de simulação* deverá ser realizado em futuras reuniões do GT Metodologia/CPAMP.

A validação da nova versão do SUIHI não implica em obrigatoriedade de adoção das novas funcionalidades nos cálculos de garantia física. O uso de cada funcionalidade ainda será avaliado e definido em portaria de premissas publicada pelo MME.

5 Recomendações

O GT Metodologia/CPAMP recomenda o uso do modo de simulação para cálculo de energia firme da versão 13.8.4 do modelo SUIHI, a ser denominada versão 14.0, para os estudos de planejamento da expansão, e em estudos oficiais que requeiram autorização do poder concedente, incluindo os processos de dimensionamento de usinas hidrelétricas, os processos de revisão ordinária, ou extraordinária, de garantia física de energia das usinas hidrelétricas, assim como o processo de cálculo de garantia física de energia de novas usinas hidrelétricas.

O GT Metodologia/CPAMP recomenda também:

- que não seja utilizada a funcionalidade “Considera Regras de Operação do Rio São Francisco” no *modo de simulação para cálculo de energia firme*, até que se aprofundem os aprimoramentos metodológicos e os testes em versão futura;
- que se dê continuidade aos testes com o objetivo de validar os *modos de simulação hidrotérmica e de cálculo de energia garantida* utilizando séries sintéticas de vazões, conforme recomendado no relatório de validação da versão 13 do SUIHI [9];
- que os testes relativos às implementações posteriores à versão 13 nos *modos de simulação hidrotérmica e de cálculo de energia garantida* sejam iniciados com vistas às suas respectivas validações; e
- que o CEPEL continue aprimorando metodologicamente o modelo SUIHI, e o grupo acompanhe e teste os novos desenvolvimentos.

6 Bibliografia

- [1] Operador Nacional do Sistema Elétrico – ONS, “Relatório de Validação do Modelo SUIISHI-O”, Janeiro de 2010.
- [2] Agência Nacional de Energia Elétrica – ANEEL, Despacho nº 2.518, 27 de Agosto de 2010.
- [3] Comissão Permanente para Análise de Metodologias e Programas Computacionais do Setor Elétrico – CPAMP, “Relatório de Validação do Programa SUIISHI – Modelo de Simulação a Usinas Individualizadas de Sistemas Hidrotérmicos Interligados”, Julho de 2015.
- [4] Comissão Permanente para Análise de Metodologias e Programas Computacionais do Setor Elétrico – CPAMP, “Relatório de Validação do Programa SUIISHI – Modelo de Simulação a Usinas Individualizadas de Sistemas Hidrotérmicos Interligados – Modo Simulação Hidrotérmica”, Novembro de 2015.
- [5] Comissão Permanente para Análise de Metodologias e Programas Computacionais do Setor Elétrico – CPAMP, “Relatório de Validação do Programa SUIISHI – Modelo de Simulação a Usinas Individualizadas de Sistemas Hidrotérmicos Interligados”, Março de 2016.
- [6] Centro de Pesquisas de Energia Elétrica – CEPEL, “Manual de Referência do Modelo SUIISHI”, Março de 2016
- [7] Comissão Permanente para Análise de Metodologias e Programas Computacionais do Setor Elétrico – CPAMP, “Relatório de Validação da Versão 12 do Programa SUIISHI – Modelo de Simulação a Usinas Individualizadas de Sistemas Hidrotérmicos Interligados”, Dezembro de 2016.
- [8] CEPEL - Centro de Pesquisas de Energia Elétrica - Comparação de resultados entre a versão 3.10 e a versão 5.4 do modelo GEVAZP – Mudança de compilador e garantia de reprodutibilidade de resultados Relatório Técnico nº 23953/2016.
- [9] Comissão Permanente para Análise de Metodologias e Programas Computacionais do Setor Elétrico – CPAMP, “Relatório de Validação da Versão 13 do Programa SUIISHI – Modelo de Simulação a Usinas Individualizadas de Sistemas Hidrotérmicos Interligados”, Maio de 2017.