

Relatório Técnico

” Relatório de Validação da Versão 16.6.3 do Programa SUISHI – Modelo de Simulação a Usinas Individualizadas em Sistemas Hidrotérmicos Interligados - Modo para Cálculo de Energia Firme”

Membros:
MME
EPE
(Assessoria Técnica) **CEPEL**

10 de abril de 2026

Sumário

1	INTRODUÇÃO	3
2	DESCRIÇÃO DO MODELO SUISHI	7
2.1	PROGRAMA CONVERSOR DE DADOS	8
2.2	INTERFACE GRÁFICA NA PLATAFORMA ENCAD	8
2.3	MÓDULO DE OTIMIZAÇÃO DO BALANÇO HIDROTÉRMICO ENTRE SUBSISTEMAS EQUIVALENTES	8
2.4	MÓDULO DE SIMULAÇÃO A USINAS INDIVIDUALIZADAS	10
2.5	MÓDULO DE DIVISÃO DA GERAÇÃO HIDRÁULICA INDIVIDUALIZADA POR PATAMAR DE CARGA	10
3	PROCESSO DE VALIDAÇÃO	12
3.1	NOVAS FUNCIONALIDADES DO MODELO SUISHI	12
3.2	TESTES REALIZADOS E RESULTADOS OBTIDOS	21
3.2.1	TESTE 1: COMPATIBILIDADE DE VERSÕES ENCAD E SUISHI	21
3.2.2	TESTE 2: AJUSTES NO CÓDIGO FONTE E NA INTERFACE GRÁFICA DO MODELO SUISHI	25
3.2.3	TESTE 3: ALTERAR O TIPO DE REGULARIZAÇÃO DE UMA USINA, DE MENSAL PARA DIÁRIA, VIA ARQUIVO HIDR.DAT, VIA ENCAD OU VIA ARQUIVO MODIF55.EAS. VERIFICAR SE OS RESULTADOS OBTIDOS AO EXECUTAR OS CASOS NA VERSÃO 16.6.3 SÃO IDÊNTICOS.	35
3.2.4	TESTE 4: AVALIAÇÃO DOS VALORES DE COTA DO RESERVATÓRIO EM FUNÇÃO DA ALTERAÇÃO DA PRECISÃO, DE SIMPLES PARA DUPLA, DAS VARIÁVEIS RELACIONADAS À LEITURA DO HIDR.DAT, À LEITURA DO MODIF55.EAS E UTILIZADAS NOS CÁLCULOS ENVOLVENDO OS POLINÔMIOS NA VERSÃO 16.6.3.	38
3.2.5	TESTE 5: AVALIAÇÃO DOS VALORES DE ÁREA DO RESERVATÓRIO EM FUNÇÃO DA ALTERAÇÃO DA PRECISÃO, DE SIMPLES PARA DUPLA, DAS VARIÁVEIS RELACIONADAS À LEITURA DO HIDR.DAT, À LEITURA DO MODIF55.EAS E UTILIZADAS NOS CÁLCULOS ENVOLVENDO OS POLINÔMIOS NA VERSÃO 16.6.3.	40
3.2.6	TESTE 6: COMPARAR OS RESULTADOS OBTIDOS ENTRE AS VERSÕES 16.0.0 E 16.6.3 AO CONSIDERAR APENAS AS FUNCIONALIDADES DISPONÍVEIS NA VERSÃO 16.0.0.	42
4	CONCLUSÕES	46
5	RECOMENDAÇÕES	47
6	BIBLIOGRAFIA	47

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 dez validações prévias:

1. 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.
2. 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.
3. 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**.
4. 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.

5. 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.
6. Em 21 dezembro de 2016, foi concluído o processo de validação do modo de simulação hidrotérmica, no âmbito do GT7/CPAMP, tendo como produto a disponibilização da **versão 12** do modelo SUIISHI e o 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.
7. 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.
8. Em 16 de abril de 2020, foi concluído, no âmbito do GT Metodologia/CPAMP, o processo de validação do modo para cálculo de energia firme da versão 13.8.4 do modelo SUIISHI, posteriormente denominada **versão 14**. Esta versão passou a possibilitar a representação de cotas de montante iguais ao longo da simulação para duas usinas com regularização mensal e a aplicação de curvas vazão nível de jusante compostas por até 5 famílias de até 5 polinômios para cálculo dos níveis de canal de fuga. O relatório informa que a funcionalidade “Considera Regras de Operação do Rio São Francisco” carece de aprimoramentos e que as

funcionalidades criadas após a versão 13 não foram validadas nos modos de *simulação hidrotérmica e para cálculo de energia garantida*.

9. Em 26 de abril de 2021, foi concluído, no âmbito do GT Metodologia/CPAMP, o processo de validação do modo para cálculo de energia firme da versão 14.5.5 do modelo SUIISHI, posteriormente denominada **versão 15**. Esta versão aprimorou a aplicação de regras de operação especiais para o Rio São Francisco e incluiu as funcionalidades que permitem definir defluências máximas e potências máximas em função da cota de montante das usinas.
10. Em 24 de maio de 2022, foi concluído, no âmbito do GT Metodologia/CPAMP, o processo de validação do modo para cálculo de energia firme da versão 15.1.3 do modelo SUIISHI, posteriormente denominada **versão 16**. Esta versão possibilitou considerar famílias de polinômios vazão x nível de jusante para as usinas Nilo Peçanha e Pereira Passos, ao se considerar as regras especiais de operação das usinas do Paraíba do Sul. Adicionalmente, foram feitos o ajuste da regra de verificação de polinômios constantes pelo SUIISHI, considerando que alguns polinômios do GTDP foram ajustados com o coeficiente a1 igual a zero, e o ajuste no cálculo da cota de montante dos reservatórios de Jordão e Três Irmãos.

Após a validação da versão 16, destacam-se a seguir os fatos que justificaram novas implementações no modelo:

- Mudança na representação da UHE Fontes a partir do PMO de setembro de 2022 pelo Operador Nacional do Sistema – ONS;
- Publicação da outorga da UHE Marimbondo pela Agência Nacional de Águas – ANA (Outorga nº 1.648, de 24 de junho de 2025, que revogou a Outorga nº 706, de 28 de março de 2024);
- Publicação pela Agência Nacional de Águas, em 10 de maio de 2024, das Resoluções nº 193 e 194 de 2024, que dispõem sobre as condições de operação dos aproveitamentos hidrelétricos dos rios Grande e Paranaíba, respectivamente. Ambas as resoluções entraram em vigor desde 2 de dezembro de 2024.

Durante o processo de validação das novas funcionalidades, foram identificados - tanto na versão vigente, em uso oficialmente (16.0.0), quanto nas versões em teste (16.5.x) - valores inconsistentes para a área de alguns reservatórios, assim como resultados distintos de energia firme ao trocar o tipo de regularização de uma usina pelo arquivo hydr.dat ou pelo arquivo modif55.eas.

O diagnóstico do CEPEL foi de que seria necessário alterar a precisão, de simples para dupla, das variáveis relacionadas à leitura do hydr.dat, à leitura do modif55.eas e utilizadas nos cálculos envolvendo os polinômios.

Visando o uso de nova versão com o referido ajuste de precisão de variáveis no cálculo das garantias físicas das usinas hidrelétricas no âmbito do Leilão de Reserva de Potência de Capacidade na forma de Potência 2026 (LRCAP 2026), foi disponibilizada a versão 16.6.0 do modelo SUIHI para validação expedita por parte da EPE. Ao final do processo, concluiu-se que a versão 16.6.3 estaria apta ao uso considerando apenas as funcionalidades existentes na versão 16.0.0.

Como no cálculo das garantias físicas das usinas hidrelétricas do LRCAP 2026 não foram consideradas as novas funcionalidades incorporadas na versão 16.6.3, não houve necessidade de realização de uma consulta pública, dado que não se trata de um aprimoramento, e sim de um ajuste na precisão de variáveis do modelo.

Após a validação expedita da versão 16.6.3, foi incluído apenas um ajuste na funcionalidade Volume Mínimo Jusante x Volume Montante, que é uma funcionalidade nova e, portanto, não utilizada no cálculo das garantias físicas das usinas hidrelétricas do LRCAP 2026. Este ajuste resultou na versão 16.6.4.

A validação das novas funcionalidades constantes na versão 16.6.4 está em curso pela EPE e será estendida aos agentes setoriais, em cumprimento ao estabelecido no artigo 2º da Resolução CNPE nº 1, de 12 de março de 2024.

Este relatório apresenta os principais resultados obtidos pela EPE no processo de validação do **modo de simulação para cálculo de energia firme** no que se refere à **alteração de precisão**, de simples para dupla, **das variáveis relacionadas à leitura do hidr.dat, à leitura do modif55.eas e utilizadas nos cálculos envolvendo os polinômios**, assim como pequenos ajustes no código fonte e na interface gráfica do modelo SUIHI, contida na **versão 16.6.3**.

¹ Os aprimoramentos dos dados de entrada, parâmetros, metodologias e modelos computacionais utilizados para as atividades de planejamento da expansão, definição e cálculo da garantia física dos empreendimentos de geração serão avaliados pela EPE a partir de diretrizes do Ministério de Minas e Energia, com participação social, observadas a transparência e a previsibilidade.

2 Descrição do Modelo SUSHI

O modelo SUSHI 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 SUSHI 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 SUSHI 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 SUSHI 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 SUIHI 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 SUIHI 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 SUIHI. 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.

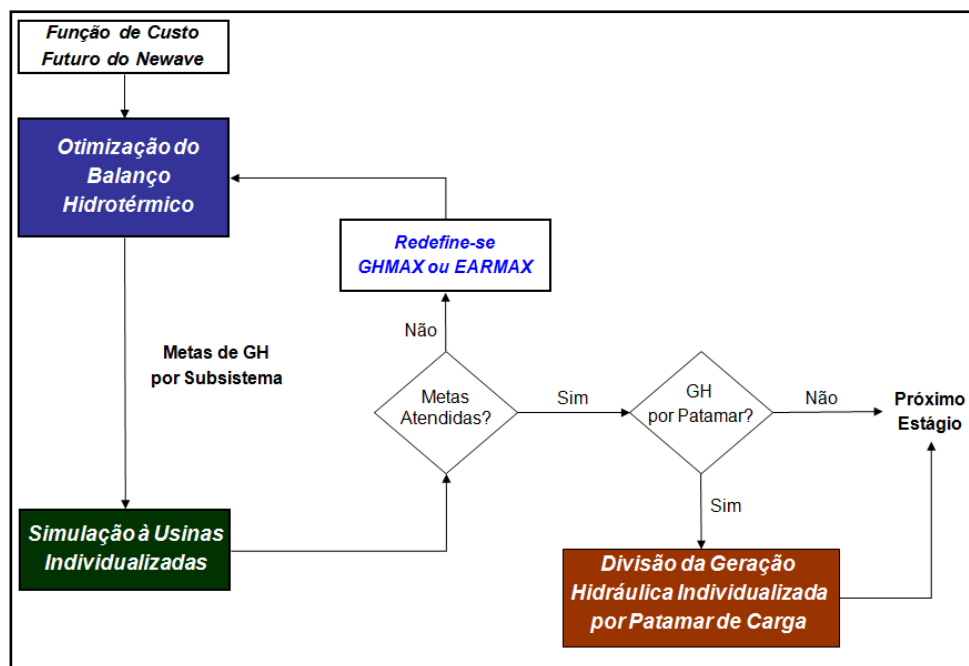


Figura 1- Fluxograma de funcionamento do modelo SUIHI

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, não sendo 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 ou outros usos, além de operar usinas que estão sujeitas a regras especiais de operação, como as localizadas nas bacias dos rios Paraíba do Sul e Tietê, e as localizadas no rio São Francisco;
- 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 processo de validação deste relatório no *modo de simulação para cálculo de energia firme* do modelo SUIISHI visa avaliar **somente a alteração de precisão**, de simples para dupla, das variáveis relacionadas à leitura do hidr.dat e à leitura do modif55.eas, e em todos os cálculos envolvendo os polinômios, além de pequenos ajustes no código fonte e na interface gráfica do modelo SUIISHI.

A necessidade desta alteração de precisão foi verificada no processo de validação das novas funcionalidades, que serão listadas a seguir. Foram identificados - tanto na versão vigente (16.0.0) quanto nas versões em teste (16.5.x) - valores inconsistentes para a área de alguns reservatórios, assim como resultados distintos de energia firme ao trocar o tipo de regularização de uma usina pelo arquivo hidr.dat ou pelo arquivo modif55.eas.

O diagnóstico do CEPEL foi de que seria necessário alterar a precisão, de simples para dupla, das variáveis relacionadas à leitura do hidr.dat e à leitura do modif55.eas, e em todos os cálculos envolvendo os polinômios. Este ajuste na precisão foi incluído a partir da versão 16.6.0 do SUIISHI, que foi validado de forma expedita pela EPE, resultando na versão 16.6.3.

Este processo de validação incluiu a elaboração e a implementação de um caderno de testes, o qual funcionou como guia para o processo de validação.

Não foram realizados testes visando a validação dos *modos de simulação hidrotérmica e de cálculo de energia garantida*.

Os testes realizados neste processo de validação e os resultados obtidos se encontram no item 3.2.

A validação para as novas funcionalidades está em curso pela EPE e será tratada em outro relatório. Este outro processo será estendido aos agentes setoriais, em cumprimento ao estabelecido no artigo 2º da Resolução CNPE nº 1/2024. A descrição de cada funcionalidade e a versão do modelo em que foi implementada estão descritas no item 3.1.

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 16.1.0

- Ajuste na leitura do arquivo newdesp.dat.

SUIISHI versão 16.2.0

- Alteração na escrita, pelo conversor, e na leitura, pelo SUIISHI, de VAZMIN e VAZMINT, de forma que ambas passassem a considerar duas casas decimais;
- Possibilidade de se considerar as regras operativas "Defluência Máxima x Cota de Montante do Reservatório" para até dez usinas hidrelétricas. Na versão anterior este limite era de cinco usinas;
- Nas simulações hidrotérmicas, possibilidade de realizar simulações com um horizonte mínimo de um mês. Até a versão anterior o horizonte mínimo era de três meses;
- Correção no cálculo da Potência Disponível Revisada da UHE Belo Monte. Nas simulações em que eram consideradas o Hidrograma da UHE Belo Monte, a sua Potência Disponível Revisada recebia valores negativos em determinados meses;
- Nas simulações hidrotérmicas, correção na execução do modelo SUIISHI quando a escrita do relatório SUIISHI.REL está desabilitada e são informadas regras operativas "Cota de Montante x Defluência Máxima" para alguma UHE. Nestes casos, a execução não era concluída com sucesso. O mesmo problema ocorria quando a opção "Imprimir Relatório do Período Pré" era desabilitada em casos deste tipo;
- Na interface gráfica do modelo SUIISHI, correção da exibição do CMO médio do mês.

A versão 16.2.0 do SUIISHI é compatível com as versões 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27 e 28 do modelo NEWAVE. Atenção: A interface gráfica do modelo SUIISHI 16.2.0 precisa de, no mínimo, a versão 5.6.44 do programa Encad instalada.

SUIISHI versão 16.2.4

- Inclusão de nova opção de função prioridade para o deplecionamento dos reservatórios das UHEs. Além da função "produtibilidade acumulada" e "adaptativa", foi incluída a opção "adaptativa - sem derivada", que se baseia na função adaptativa, porém sem o termo referente a derivada do polinômio cota x volume.

SUIISHI versão 16.2.7

- Foi dada ao usuário a possibilidade de suprimir dos arquivos de extensão CSV os resultados do período de pré-estudo;
- Nas simulações hidrotérmicas de casos com período de pré-estudo, correção da importação dos dados de Cargas Adicionais, os quais estavam sendo considerados com um ano de defasagem;

□ Nas simulações hidrotérmicas, ajuste na escrita dos nomes dos subsistemas e nós fictícios no arquivo sistema.dat pelo conversor. Na versão anterior, em casos em que a soma dos subsistemas e dos nós fictícios era superior a doze. Conseqüentemente, o mesmo ajuste foi feito na leitura dos nomes pelo SUIISHI.

Em versões anteriores, o número máximo de subsistemas mais nós fictícios escritos no arquivo sistema.dat pelo conversor e lidos pelo SUIISHI estavam fixados em 14 e 11, respectivamente. Na versão 16.2.7, essa escrita foi automatizada para definir o número de nomes escritos de acordo com o número de subsistemas e nós fictícios do caso. A leitura desse dado pelo SUIISHI também foi automatizada.

□ Na interface gráfica, correção da exibição do CMO médio mensal;

□ Na interface gráfica, possibilidade de o usuário selecionar a escrita do arquivo ATENDE_DEMANDA.CSV, o qual traz as informações para fechamento das equações de atendimento à demanda de cada período;

□ Na interface gráfica, correção da exibição dos resultados relacionados à "Média das Séries Selecionadas", por submercado. Na versão anterior alguns resultados não eram exibidos com a respectiva ponderação pelos patamares de carga.

Para utilizar essa versão do modelo SUIISHI, é necessário atualizar o ENCAD para a versão 5.6.51 ou superior.

SUIISHI versão 16.2.8

□ Correção do processo de conversão do arquivo de expansão para casos hidrotérmicos com período pré e com CMONT sazonalizada.

SUIISHI versão 16.3.0

□ Compatibilização com Newave 29;

- Possibilidade de rodar com FCF individualizada (apenas versão Linux por questão de memória);
- Compatibilização com leitura de arquivos de cortes por período;

□ Correção na leitura do arquivo de perdas (LOSS);

□ Atualização em 06/05/2024 por conta de problemas com bibliotecas externas;

Para utilização dessa versão da interface do modelo SUIISHI 16.3.0 é necessário atualizar o ENCAD para a versão 5.7.0 ou superior.

Nesta versão os códigos da versão Windows foram unificados com o da versão Linux.

SUIISHI versão 16.3.1

- Correção da interface na recuperação das opções de execução da bacia do Paraíba do Sul de um caso existente;
- Correção de um erro apresentado em versões anteriores para casos de simulação hidrotérmica em que a soma dos anos de estudo e anos pré ultrapassava 30 anos.

SUIISHI versão 16.3.2

- Ajuste na dimensão de variáveis, e adaptações associadas, de forma a permitir que, nas simulações hidrotérmicas, sejam executados casos com horizonte total superior a 30 anos (pré mais estudo), até 40 anos;
- Na execução de simulações hidrotérmicas, realizou-se o ajuste do cálculo do limite inferior das perdas fio d'água de forma a não ocorrerem valores negativos. Tal problema foi identificado na execução do PMO de dezembro de 2024.

SUIISHI versão 16.3.3

- Aumento das dimensões de variáveis relacionadas a escrita e leitura dos arquivos de expansão e modif pelo conversor e SUIISHI;
- Ajuste na leitura do número da usina no arquivo modif.dat do NEWAVE pelo conversor;
- Ajuste na verificação do tipo de cortes a ser utilizado para casos PDE (arquivo único ou por período).

SUIISHI versão 16.4.0

- Compatibilização do SUIISHI com a identificação e leitura do arquivo polinjus em formato csv das libs;
- Ajuste na consistência da leitura do polinômio vazão nível jusante escrito no hydr.dat para casos em que são informados através do arquivo polinjus.dat ou polinjus.csv;
- Na utilização do modo de Simulação Hidrotérmica, compatibilização da leitura das informações contidas no arquivo NEWDESP.DAT escrito pela versão 30.0.4 do modelo NEWAVE;
- Correção no formato da escrita do relatório de canal de fuga para que a coluna "SOMA GH" não ficasse "*" em alguns casos.

Esta versão do modelo SUIISHI (16.4.0) deve ser utilizada junto com ENCAD 5.8.2 ou posterior.

SUIISHI versão 16.5.0

- Adaptação do código fonte e da interface gráfica do modelo SUIISHI de modo a elevar para 15 o número de usinas cuja operação é simulada considerando as regras operativas que relacionam a defluência máxima da usina com a sua cota de montante.

- Adaptação do código fonte e da interface de forma que se permita ignorar linhas na tabela de curva da funcionalidade que relaciona defluência máxima de uma UHE com sua cota de montante.
- Adaptação do código fonte e da interface gráfica do modelo SUIISHI de modo a flexibilizar qual deve ser a restrição a ser atendida de forma prioritária na operação de cada usina hidrelétrica, a restrição de vazão defluente mínima ou a restrição de vazão defluente máxima.
- Adaptação do código fonte e da interface gráfica do modelo SUIISHI de modo a permitir que a restrição de volume mínimo operativo de uma determinada usina hidrelétrica seja definida com base no nível do reservatório de outra usina localizada a montante da primeira, mas não necessariamente imediatamente a montante.
- Incorporar uma funcionalidade que permita, na simulação da operação de usinas hidrelétricas, restringir o nível máximo do reservatório em função da sua vazão afluente (com interpolação para valores intermediários de vazão afluente).
- Adaptação do código fonte e da interface gráfica do modelo SUIISHI de modo a permitir que o usuário defina o tipo de representação a ser adotada para a UHE Fontes na simulação da operação das regras especiais das usinas do Paraíba do Sul. As escolhas seriam feitas entre as opções: (i) Fontes A e BC e (ii) Fontes AB e C, cada qual representadas por diferentes códigos no arquivo de entrada de dados do modelo NEWAVE.
- Realização dos seguintes ajustes no código fonte e na interface gráfica do modelo SUIISHI:
 - Aumentar a precisão (para 5 casas decimais) do mercado de convergência nas simulações para cálculo de energia firme;
 - Nas simulações para cálculo de energia firme, compatibilizar a escrita das energias firmes individuais das UHEs e da energia firme total do SIN, de tal forma que a soma dos valores individuais coincida com o valor agregado no arquivo EFGA.CSV;
 - Na interface gráfica do SUIISHI, permitir a visualização da variável vazão mínima com duas casas decimais, assim como na impressão do arquivo “modif” convertido pelo SUIISHI. Adicionalmente, incluir na interface gráfica uma tabela que exiba, um valor para cada mês do horizonte, a restrição de VAZMINT, também com duas casas decimais.
 - Ocultar da interface gráfica do modelo SUIISHI a informação do rendimento do conjunto turbina gerador;

- Ajustar a importação dos “flags de controle” quando estes são recuperados de um caso SUIISHI previamente executado e que contém em sua configuração uma usina hidrelétrica com restrição de “Volume Máximo Operativo Sazonal” informado, porém, no caso atual, esta usina não está presente na configuração. Nesta situação a interface gráfica não permite a execução do modelo;
- Na interface gráfica, no menu “Dados do Caso” - “Flags de Controle”, corrigir o item “Resultados por Patamar para o Período Pré”, cujo texto está aparecendo cortado;
- Uniformizar o cabeçalho dos arquivos de resultados USIHID das usinas 183 e 184 (Fontes A e Fontes BC) com o cabeçalho escrito para as outras UHEs.

Esta versão do modelo SUIISHI (16.5.0) deve ser utilizada junto com Encad 5.8.9 ou posterior.

SUIISHI versão 16.5.1

Retirada da crítica relacionada a não consideração da defluência máxima referente ao menor valor de cota na regra defluência máxima x cota.

SUIISHI versão 16.5.2_i1.27.1

Remoção das usinas que não constam na configuração da tela de Vazão Mínima do período pré;

Ajustes na importação das curvas de operação: Defluência x Cota e Potência x Cota;

Inclusão da opção para importar faixas de operação a partir de casos antigos;

Alteração da unidade utilizada nas regras Volume Mínimo x Nível Montante e Volume Máximo x Vazão Afluente de [%] para [hm³];

Alteração na retirada da calha da CEDAE para a montante de Fontes Velha quando for utilizada a representação por Fontes C;

Ajuste no simulador para usinas que estejam com a funcionalidade Defluência Máxima x Cota de Montante ativada;

Alteração na escrita, pelo conversor, e na leitura, pelo SUIISHI, de VOLMAX e VOLMIN, de forma que ambas passassem a considerar duas casas decimais;

Esta versão do modelo SUIISHI (16.5.2) deve ser utilizada junto com ENCAD 5.8.10 ou posterior.

SUIISHI versão 16.5.2_i1.27.4

Importação padrão das faixas de operação: a rotina de importação foi ajustada para, por padrão, importar as faixas de operação de todas as usinas.

- Edição das colunas iniciais em Regras Operativas: as telas de Regras Operativas foram ajustadas para permitir a edição das colunas mais à esquerda, responsáveis pela definição dos campos-chave/identificadores da regra.
- Alteração do arquivo default shp.dat quando a representação de Fontes for Fontes C e Fontes AB: inclusão do valor de retirada da calha da CEDAE (5,5 m³/s) a montante de Fontes C.
- Alteração da representação da UHE Picada de regularização para fio d'água no diagrama do Paraíba do Sul.

Esta versão é compatível com Encad 5.8.11 ou superior.

SUISHI versão 16.5.3

- Alteração do nome da "Regra de Operação - Volume Mínimo x Nível" para "Regra de Operação - Volume Mínimo Jusante x Volume Montante" e do cabeçalho da primeira coluna da tabela de "Volume Mínimo" para "Volume Mínimo Jusante";
- Alteração do volume de referência de volume inicial para volume final na funcionalidade “Restrição de volume mínimo operativo de uma usina a jusante em função do volume do reservatório de outra usina localizada a montante”;
- Utilização da vazão afluyente com duas casas decimais na regra Volume Máximo x Vazão Afluyente;
- Ajuste no processo iterativo do simulador para as usinas que possuem regra Volume Máximo x Vazão Afluyente.
- Ajuste na funcionalidade da retirada de calha da CEDAE quando Fontes Velha é representada por Fontes C;
- Inclusão da unidade das variáveis no cabeçalho da tabela de cada regra de operação.
- Ajuste na impressão da vazão mínima (QMIN) no convert.rel.
- Retirada da coluna de rendimento do conjunto turbina-gerador da tabela "dados das usinas" no suishi.rel;
- Arredondamento de QEVP para 3 casas decimais antes da escrita nos arquivos de saída usihid_XXX.csv;

SUISHI versão 16.5.4

- Ajuste no agrupamento dos resultados de Fontes Velha e Fontes Nova para o arquivo de saída .csv de Fontes quando SHP ativado;
- Correção do cálculo de EARMU de Lajes quando Fontes é representada por Fontes C e AB;

- Ajuste para que todas as usinas do Paraíba utilizem o polinômio vazão x nível jusante do arquivo polinjus;
- Ajuste na regra Volume Mínimo Jusante x Volume de Montante para utilizar o Volume Final para usina de referência corretamente.

Esta versão é compatível com Encad 5.8.11 ou superior.

SUISHI versão 16.5.5

- Ajuste da escrita da variável QINC no usihid_132.csv quando SHP está ativado;
- Alteração do texto na tela de recuperação de opções de execução de casos existentes de "Volume Mínimo x Nível" para "Volume Mínimo Jusante x Volume Montante";
- Ajustes de texto nos manuais.

SUISHI versão 16.6.0

- Criada a partir da versão 16.5.5, com a alteração na precisão (de simples para dupla) das variáveis relacionadas à leitura do hydr.dat, à leitura do modif e utilizadas nos cálculos envolvendo os polinômios.

SUISHI versão 16.6.1

- Alterações na precisão (simples para dupla) de variáveis envolvidas na leitura do hydr.dat e cálculo com os polinômios; [CONVERSOR]
- Mudança no formato de escrita dos polinômios PVC e PCA no modif do SUISHI; [CONVERSOR]
- Mudança no formato de leitura dos polinômios PVC e PCA no modif do SUISHI; [SUISHI]
- Alteração na precisão (simples para dupla) da variável utilizada para escrita da COTAF nos arquivos usihid_xxx.csv; [SUISHI]
- Mudança no formato de escrita de COTAF nos arquivos usihid_xxx.csv para um maior número de casas decimais; [SUISHI]

SUISHI versão 16.6.2

- Ajuste na precisão de variáveis que são utilizadas em determinadas rotinas com nomes diferentes.

A versão 16.6.2 está sendo disponibilizada apenas com o executável SUISHI. Para utilizá-la é necessário seguir o seguinte passo a passo: 1) Baixar e instalar a versão 16.6.1; 2) Baixar o executável da 16.6.2; 3) Substituir o executável "suishi.exe" existente no diretório C:\Encad 5.x\Suishi16.6.x\bin pelo da versão 16.6.2.

SUISHI versão 16.6.3_Executável

□ Correção em arredondamentos realizados internamente pelo modelo para duas variáveis que foram alteradas de precisão simples para dupla. Os arredondamentos não ajustados para a nova precisão fazia com que essas variáveis assumissem valores incorretos.

A versão 16.6.3 está sendo disponibilizada apenas com o executável SUISHI. Para utilizá-la é necessário seguir o seguinte passo a passo: 1) Baixar e instalar a versão 16.6.1; 2) Baixar o executável da 16.6.3; 3) Substituir o executável "suishi.exe" existente no diretório C:\Encad 5.x\Suishi16.6.x\bin pelo da versão 16.6.3.

SUISHI versão 16.6.3 _i1.29.0

□ Versão 16.6.3 com ajuste na interface para conversão e exportação de casos que não consideram usinas fictícias e possuem polinômios informados para as mesmas no arquivo de modificações.

Esta versão é compatível com Encad 5.8.16 ou superior.

SUISHI versão 16.6.3

- Implementações na interface:

- Ajuste na escrita do volume mínimo no arquivo modif após exportação do caso;
- Tornar a opção "Operar Lajes em Paralelo com as Usinas do Paraíba do Sul" ativa no arquivo default das regras do SHP;
- Inclusão da flag "Priorizar a restrição de defluência máxima em relação à restrição de defluência mínima" na recuperação de opções de execução de casos existentes.

Esta versão é compatível com Encad 5.8.17 ou superior.

SUISHI versão 16.6.4

- Ajuste na interface relacionado a cópia dos valores de turbinamento mínimo na tela de recuperação de flags de casos antigos;
- Ajuste na funcionalidade Volume Mínimo Jusante x Volume Montante.

Esta versão é compatível com Encad 5.8.17 ou superior.

3.2 Testes Realizados e Resultados Obtidos

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

Para os testes foi utilizado o deck do Caso Base do LEN A-5/2025 como o caso de referência², considerando a parametrização do SUIISHI³ para cálculo de garantia física de usinas despachadas centralizadamente.

Os decks Newave e SUIISHI utilizados nos testes estão disponíveis no seguinte link: <https://www.epe.gov.br/pt/areas-de-atuacao/energia-eletrica/garantia-fisica>.

3.2.1 Teste 1: Compatibilidade de versões ENCAD e SUIISHI

a. ENCAD 5.8.0 x 5.8.17 (mantendo-se a versão 16.0.0 do SUIISHI)

O caso de referência foi primariamente executado nas versões 16.0.0 do SUIISHI e 5.8.0 do ENCAD.

Os resultados obtidos para o caso de referência importado na versão 5.8.17 do ENCAD e executado na versão 16.0.0 do SUIISHI são idênticos aos do caso de referência:

Tabela 1 – Energia Firme do SIN – ENCAD 5.8.0 x 5.8.17 (versão 16.0.0 do SUIISHI)

Energia Firme SIN (MWmed) SUIISHI 16.0.0		Diferença de EF SIN (MWmed)	Variação de EF SIN (%)
ENCAD 5.8.0	ENCAD 5.8.17		
53 943,820	53 943,820	0,000	0,000%

O mesmo acontece para o caso de referência convertido na versão 5.8.17 do ENCAD e executado na versão 16.0.0 do SUIISHI. As opções de execução foram recuperadas do caso importado. Foi necessário atualizar as faixas de operação da UHE Jirau, além dos postos de Belo Monte e Salto Apiacás e dos desvios d'água em Belo Monte, Ilha dos Pombos e Simplício.

A energia firme do SIN foi obtida pela soma das energias firmes de todas as usinas hidrelétricas, pois, na versão 16.0.0, o SUIISHI não realizava o arredondamento dos valores de EF das UHEs e do SIN, apenas utilizava um formato de escrita que truncava

² Link: <https://www.epe.gov.br/pt/leiloes-de-energia/leiloes/leilao-de-energia-nova-a5-2025>

³ Link (revisão 5): <https://www.epe.gov.br/pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/parametrizacao-do-SUIISHI-para-calculo-de-garantia-fisica-de-usinas-despachadas-centralizadamente>

os valores para três casas decimais. Isso causava a diferença entre o valor escrito de EF do SIN em relação à soma de EF de todas as UHEs.

Conclusão: os resultados oficiais do caso de referência (SUIISHI 16.0.0, ENCAD 5.8.0) são reproduzidos no ENCAD 5.8.17 (SUIISHI 16.0.0).

b. SUIISHI 16.0.0 x 16.6.3 (mantendo-se a versão 5.8.17 do ENCAD)

- i. Importar o caso de referência na versão 5.8.17 do ENCAD e executá-lo nas versões 16.0.0 e 16.6.3. Na versão 16.6.3, não considerar as funcionalidades disponíveis em versões posteriores à versão 16.0.0. Verificar se os resultados obtidos são idênticos.

O caso de referência foi primariamente executado nas versões 16.0.0 do SUIISHI e 5.8.0 do ENCAD.

Os resultados obtidos após a importação no ENCAD 5.8.17 e execução nas versões 16.0.0 e 16.6.3 do SUIISHI foram:

Tabela 2 – Energia Firme do SIN – SUIISHI 16.0.0 x 16.6.3 (ENCAD 5.8.17) – Casos Importados

Energia Firme SIN (MWmed) ENCAD 5.8.17		Diferença de EF SIN (MWmed)	Variação de EF SIN (%)
versão 16.0.0	versão 16.6.3		
53 943,820	53 943,856	0,036	0,0001%

Como na versão 16.6.3 consta alteração na precisão (de simples para dupla) das variáveis relacionadas à leitura do hidr.dat, à leitura do modif e utilizadas nos cálculos envolvendo os polinômios, o caso de referência foi importado e executado na última versão sem esta alteração, ou seja, na versão 16.5.5.

Tabela 3 – Energia Firme do SIN – SUIISHI 16.0.0 x 16.5.5 (ENCAD 5.8.17) – Casos Importados

Energia Firme SIN (MWmed) ENCAD 5.8.17		Diferença de EF SIN (MWmed)	Variação de EF SIN (%)
versão 16.0.0	versão 16.5.5		
53 943,820	53 944,310	0,490	0,001%

Considerando que, desde a versão 16.5.2, há um ajuste no simulador para a funcionalidade defluência máxima x cota de montante, os dois casos foram duplicados e novamente executados, desabilitando essa funcionalidade. Os resultados obtidos foram idênticos:

Tabela 4 – Energia Firme do SIN – SUIISHI 16.0.0 x 16.5.5 (ENCAD 5.8.17) – Casos Importados –
Defluência Máxima x Cota de Montante desativada

Defluência Máxima x Cota de Montante desativada			
Energia Firme SIN (MWmed) ENCAD 5.8.17		Diferença de EF SIN (MWmed)	Variação de EF SIN (%)
versão 16.0.0	versão 16.5.5		
54 019,947	54 019,947	0,000	0,000%

Os valores de energia firme do SIN para os casos executados na versão 16.0.0 foram obtidos pela soma das energias firmes de todas as usinas hidrelétricas.

Conclusão: os resultados oficiais do caso de referência (SUIISHI 16.0.0, ENCAD 5.8.0) não são reproduzidos nas versões SUIISHI 16.6.3 e ENCAD 5.8.17 em virtude do ajuste realizado na funcionalidade defluência máxima x cota de montante e da alteração na precisão (de simples para dupla) das variáveis relacionadas à leitura do hidr.dat, à leitura do modif e utilizadas nos cálculos envolvendo os polinômios.

- ii. Converter o caso de referência na versão 5.8.17 do ENCAD e executá-lo na versão 16.6.3. Não considerar as funcionalidades disponíveis em versões posteriores à versão 16.0.0. Verificar se os resultados obtidos são idênticos aos do caso de referência.

O caso de referência foi primariamente executado nas versões 16.0.0 do SUIISHI e 5.8.0 do ENCAD.

Após a conversão para a versão 16.6.3 do SUIISHI (ENCAD 5.8.17), é possível recuperar as opções de execução do caso de referência. Em função de implementações posteriores à versão 16.0.0, é necessário desconsiderar a importação dos seguintes itens:

- “Simula Bacia do rio Paraíba do Sul com regras especiais”;
- “Considera Regras de Operação – Volume mínimo Jusante x Volume Montante”;
- “Considera Regras de Operação – Volume Máximo x Vazão”.

As regras especiais da bacia do Paraíba do Sul devem ser importadas considerando o arquivo *default* do SUIISHI e a representação da UHE Fontes como Fontes A e BC.

Adicionalmente devem ser realizados os ajustes nos postos de Belo Monte e Salto Apiacás, nos desvios d'água de Belo Monte, Ilha dos Pombos e Simplício, conforme parametrização do SUIISHI⁴ para cálculo de garantia física de usinas despachadas centralizadamente.

Os resultados obtidos foram:

Tabela 5 - Energia Firme do SIN – SUIISHI 16.0.0 x 16.6.3 (ENCAD 5.8.17) – Casos Convertidos

Energia Firme SIN (MWmed) ENCAD 5.8.17		Diferença de EF SIN (MWmed)	Variação de EF SIN (%)
versão 16.0.0	versão 16.6.3		
53 943,820	53 943,859	0,039	0,0001%

Como na versão 16.6.3 consta alteração na precisão (de simples para dupla) das variáveis relacionadas à leitura do hidr.dat, à leitura do modif e utilizadas nos cálculos envolvendo os polinômios, o caso de referência foi convertido e executado na última versão sem esta alteração, ou seja, na versão 16.5.5.

Tabela 6 - Energia Firme do SIN – SUIISHI 16.0.0 x 16.5.5 (ENCAD 5.8.17) – Casos Convertidos

Energia Firme SIN (MWmed) ENCAD 5.8.17		Diferença de EF SIN (MWmed)	Variação de EF SIN (%)
versão 16.0.0	versão 16.5.5		
53 943,820	53 944,318	0,498	0,001%

Considerando que, desde a versão 16.5.2, há um ajuste no simulador para a funcionalidade defluência máxima x cota de montante, os dois casos foram duplicados e novamente executados, desabilitando essa funcionalidade.

Os resultados obtidos foram:

Tabela 7 – Energia Firme do SIN – SUIISHI 16.0.0 x 16.5.5 (ENCAD 5.8.17) – Casos Convertidos – Defluência Máxima x Cota de Montante desativada

Defluência Máxima x Cota de Montante desativada			
Energia Firme SIN (MWmed) ENCAD 5.8.17		Diferença de EF SIN (MWmed)	Variação de EF SIN (%)
versão 16.0.0	versão 16.5.5		
54 019,947	54 019,685	-0,262	-0,0005%

Na versão 16.5.5, as variáveis VOLMAX, VOLMIN, VAZMIN e VAZMINT estão sendo consideradas com duas casas decimais.

⁴ Link (revisão 4): <https://www.epe.gov.br/pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/parametrizacao-do-SUIISHI-para-calculo-de-garantia-fisica-de-usinas-despachadas-centralizadamente>

Portanto, para que os casos executados em versões anteriores fossem comparáveis, foi necessário alterar o arquivo de modificações (modif55.eas), de forma a considerar as restrições de vazão mínima e de volumes mínimo e máximo como variáveis inteiras truncadas, conforme considerado na versão 16.0.0 do SUIHI (Encad 5.8.0).

Ao converter o caso com o arquivo modif55.eas alterado e executá-lo na versão 16.5.5, considerando a funcionalidade defluência máxima x cota de montante desativada, a energia firme do SIN obtida é igual ao do caso de referência, com a referida funcionalidade desativada.

Tabela 8 - Energia Firme do SIN – SUIHI 16.0.0 x 16.5.5 (ENCAD 5.8.17) – Casos Convertidos – Defluência Máxima x Cota de Montante desativada e VOLMIN, VOLMAX, VAZMIN e VAZMINT truncados

Defluência Máxima x Cota de Montante desativada VOLMIN, VOLMAX, VAZMIN e VAZMINT truncados			
Energia Firme SIN (MWmed) ENCAD 5.8.17		Diferença de EF SIN (MWmed)	Variação de EF SIN (%)
versão 16.0.0	versão 16.5.5		
54 019,947	54 019,947	0,000	0,000%

Os valores de energia firme do SIN para os casos executados na versão 16.0.0 foram obtidos pela soma das energias firmes de todas as usinas hidrelétricas.

Conclusão: A versão 16.6.3 do SUIHI (ENCAD 5.8.17) não reproduz os resultados da versão vigente (16.0.0) em virtude do ajuste realizado na funcionalidade defluência máxima x cota de montante, do aumento de precisão adotada para as variáveis VAZMIN, VAZMINT, VOLMIN e VOLMAX e da alteração na precisão (de simples para dupla) das variáveis relacionadas à leitura do hydr.dat, à leitura do modif e utilizadas nos cálculos envolvendo os polinômios.

3.2.2 Teste 2: Ajustes no código fonte e na interface gráfica do modelo SUIHI

Converter um caso de energia firme a partir de um deck NEWAVE e executá-lo na versão 16.5.2. Verificar se as alterações listadas a seguir foram incorporadas corretamente.

- a. Verificar a compatibilização da escrita das energias firmes individuais das UHEs e da energia firme total do SIN, de tal forma que a soma dos valores individuais coincida com o valor agregado no arquivo EFGA.CSV.

O caso de referência foi convertido e executado nas versões 16.6.3 do SUIHI e 5.8.17 do ENCAD, sem considerar funcionalidades posteriores à versão 16.0.0.

Verificou-se, no arquivo EFGA.csv e na interface gráfica, que a soma dos valores individuais de energia firme coincide com o valor de energia firme total apresentado no referido arquivo. O mesmo resultado se observa para a energia média, conforme ilustrado a seguir.

EFGA.csv

Usina	Energia Firme	Energia Média
TOTAL	53943.859	59231.771
Soma	53943.859	59231.771

Interface Gráfica

(Caso 11.58 conversão CB 2025-03) - Resultados da Simulação de Energia Firme

Mercado obtido na convergência: 48860,00000

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	46,982	55,854	0,08709425108055388
18	A. VERMELHA	716,331	827,383	1,3279194578941775
47	A.A. LAYDNER	31,714	50,258	0,058790751325373244
16	A.S. OLIVEIRA	15,063	16,790	0,027923475033552917
38	A.SOUZA LIMA	57,998	71,609	0,10751548197543664
143	AIMORES	175,570	165,075	0,3254680018350186
312	B. COQUEIROS	50,436	58,274	0,0934972041951985
190	B. ESPERANCA	137,305	153,253	0,2545331434297274
314	B.MONTE COMP	146,192	149,286	0,27100767855707153

Totais

Energia Firme: 53943,859 Energia Média: 59231,771

Fechar

Teste aprovado.

(Caso 11.58 conversão CB 2025-03) - Usinas Hidroelétricas

Número	Nome	REE
83	BAIXO IGUACU	SIN
277	BALBINA	SIN
37	BARRA BONITA	SIN
185	BARRA BRAU...	SIN
86	BARRA GRAN...	SIN
20	BATALHA	SIN
288	BELO MONTE	SIN
118	BILLINGS	SIN
32	CACH.DOURA...	SIN
204	CACH CALDEIR	SIN
14	CACONDE	SIN
311	CACU	SIN
1	CAMARGOS	SIN
90	CAMPOS NOV...	SIN
252	CANA BRAVA	SIN
361	CANASTRA	SIN

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

Cadastro
 Nome: BAIXO IGUACU | Posto: 81 - BAIXO IGUACU
 REE: SIN | Usina de desvio: Nenhuma
 Usina a jusante: MAR | Posto BDH: 0
 Indicador da usina: Usina existente | Usinas a montante: 82 - SALTO CAXIAS
 Empresa: 61

Usina
 Produtibilidade Específica: .009094 MW/m³/s/m | Vazão Nominal: 2520.00 m³/s
 Nível médio do Canal de Fuga: 243.06 m | Vazão Min. Histórico: 160.00 m³/s
 Tipo de Turbina: Kaplan | Vazão Mínima: 256.25 m³/s
 Perda hidráulica média nas tubulações: .29 m | Vazão Mínima Relaxada: m³/s
 Fator usado para o cálculo do fator de carga máximo: .948

(Caso 11.58 conversão CB 2025-03) - Usinas Hidroelétricas

Número	Nome	REE
34	I. SOLTEIRA	SIN
39	IBITINGA	SIN
10	IGARAPAVA	SIN
130	ILHA POMBOS	SIN
148	IRAPE	SIN
92	ITA	SIN

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

Volume do Reservatório
 Mínimo: 15563.63 hm³
 Máximo: 21060.00 hm³
 Referência: 21060.00 hm³

Cota
 Mínima: 314.0 m
 Máxima: 328.0 m

Assim como a impressão das variáveis VOLMIN e VOLMAX com duas casas decimais nos arquivos USIHID:

USIHID

NUMUHE	ANO	MES	QAFL	QTUR	QVERT	VOLF
311	1931	1	278.91	250.52	28.31	214.08
311	1931	2	416.74	250.31	166.39	214.08
311	1931	3	483.84	250.16	233.55	214.08
311	1931	4	343.44	250.36	92.83	214.08
311	1931	5	259.63	250.61	8.65	214.08
311	1931	6	196.41	195.98	0	214.08
311	1931	7	145.96	145.55	0	214.08
311	1931	8	113.2	112.79	0	214.08

Teste aprovado.

- c. Verificar a inclusão, na interface gráfica, de uma tabela que exiba os valores mensais da restrição VAZMINT com duas casas decimais. Adicionalmente, verificar se na

interface e no arquivo vazmintp são impressos os valores apenas para as usinas da configuração hidrelétrica.

O caso de referência foi convertido e executado nas versões 16.6.3 do SUIISHI e 5.8.17 do ENCAD, sem considerar funcionalidades posteriores à versão 16.0.0.

Verifica-se, na interface gráfica e no arquivo vazmintp.dat, que são apresentadas apenas as usinas da configuração hidrelétrica (as informações referentes às usinas fictícias foram suprimidas), conforme ilustrado a seguir:

Interface Gráfica

Usina	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov
BATALHA	30,10	30,10	30,10	30,10	23,00	23,00	23,00	23,00	23,00	23,00	30,10
MACHADINHO	295,00	295,00	295,00	295,00	120,00	120,00	120,00	120,00	120,00	295,00	295,00
MARIMBONDO	330,00	330,00	312,00	312,00	312,00	312,00	312,00	312,00	312,00	312,00	330,00
MIRANDA	135,00	135,00	135,00	135,00	53,00	53,00	53,00	53,00	53,00	53,00	135,00
NOVA PONTE	55,00	55,00	55,00	55,00	47,00	47,00	47,00	47,00	47,00	47,00	55,00
QUEIMADO	8,80	8,80	8,80	8,80	17,00	17,00	17,00	17,00	17,00	17,00	8,80
SERRA MESA	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	300,00	300,00	300,00	300,00	300,00	300,00

Vazmintp.dat

```

1  VAZMINT PARA O PERIODO PRE
2  NUM  MES  QMIN
3  XXXX  XX  XXXXXXXXXXXX
4    17   1   330.00
5    17   3   312.00
6    17  11   330.00
7    20   1   30.10
8    20   5   23.00
9    20  11   30.10
10   25   1   55.00
11   25   5   47.00
12   25  11   55.00
13   26   1  135.00
14   26   5   53.00
15   26  11  135.00
16   91   1  295.00
17   91   5  120.00
18   91  10  295.00
19  162   1    8.80
20  162   5   17.00
21  162  11    8.80
22  251   1  100.00
23  251   6  300.00
24  251  12  100.00
25  999

```

Adicionalmente, verificou-se que, os valores editados na interface foram registrados no arquivo vazmintp.dat, conforme ilustrado a seguir:

Interface Gráfica

(Caso 6.69_DUP_caso61_vazmintp_2cd) - Volume Mínimo Sazonal PRÉ ou E.F. Unidade: m³/s

Usina	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov
BATALHA	30,10	30,10	30,10	30,10	23,00	23,00	23,00	23,00	23,00	23,00	30,10
MACHADINHO	295,00	295,00	295,00	295,00	120,00	120,00	120,00	120,00	120,00	295,00	295,00
MARIMBONDO	330,00	330,00	312,00	312,00	312,00	312,00	312,00	312,00	312,00	312,00	330,00
MIRANDA	135,00	135,00	135,00	135,00	53,00	53,00	53,00	53,00	53,00	53,00	135,00
NOVA PONTE	55,37	55,37	55,00	55,00	47,00	47,00	47,00	47,00	47,00	47,00	55,00
QUEIMADO	8,80	8,80	8,80	8,80	17,00	17,00	17,00	17,00	17,00	17,00	8,80
SERRA MESA	100,22	100,22	100,22	100,00	100,00	300,00	300,00	300,00	300,00	300,00	300,00

Vazmintp.dat

```

VAZMINT PARA O PERIODO PRE
NUM  MES  QMIN
XXXX XX  XXXXXXXXX
  17  1    330.00
  17  3    312.00
  17 11    330.00
  20  1     30.10
  20  5     23.00
  20 11     30.10
  25  1     55.37
  25  3     55.00
  25  5     47.00
  25 11     55.00
  26  1    135.00
  26  5     53.00
  26 11    135.00
  91  1    295.00
  91  5    120.00
  91 10    295.00
 162  1      8.80
 162  5    17.00
 162 11      8.80
 251  1    100.22
 251  4    100.00
 251  6    300.00
 251 12    100.00
999
    
```

Teste aprovado.

d. Verificar se a informação referente ao rendimento do conjunto turbina gerador foi ocultado da interface gráfica do modelo SUIISHI, do arquivo SUIISHI.rel e dos manuais de referência e do usuário.

O SUIISHI não utiliza explicitamente a aceleração da gravidade e a massa específica da água nos seus cálculos, e nem assume valores para estes parâmetros. Os cálculos de energia e geração são feitos com base na produtividade específica lida do HIDR.

Para a escrita do arquivo SUIISHI.REL e para o rendimento do conjunto turbina gerador apresentado na janela de usinas hidrelétricas no Encad, a produtividade específica é dividida pela constante 0,00981. Entretanto, para algumas usinas, a produtividade específica é obtida a partir da massa específica da água e da aceleração da gravidade locais. Portanto, de forma a não induzir a uma leitura equivocada, optou-se por não apresentar a informação de rendimento do conjunto turbina gerador no Encad, nos relatórios e nos manuais.

O caso de referência foi convertido e executado nas versões 16.5.2 do SUIISHI e 5.8.10 do ENCAD, sem considerar funcionalidades posteriores à versão 16.0.0. Verificou-se que a informação de rendimento do conjunto turbina gerador da usina foi devidamente ocultada da interface gráfica, conforme ilustrado a seguir.

(Caso 6.61_CONV_CRef) - Usinas Hidroelétricas

Dados Gerais Reservatório Polinomios Polinomios Vazão Jusante Conjuntos Suishi

Cadastro

Nome: 14 DE JULHO Posto: 284 - 14 DE JULHO

REE: SIN Usina de desvio: Nenhuma

Usina a jusante: MAR Posto BDH:

Indicador da usina: Usina existente Usinas a Montante: 98 - MONTE CLARO

Empresa: 61

Usina

Produtibilidade Específica: .009083 MW/m³/s/m Vazão Nominal: 340.00 m³/s

Nível médio do Canal de Fuga: 71.16 m Vazão Min. Histórico: 8.00 m³/s

Tipo de Turbina: Kaplan Vazão Mínima: .00 m³/s

Perda hidráulica média nas tubulações: .95 m Vazão Mínima Relaxada: m³/s

Fator usado para o cálculo do fator de carga máximo: .973

Taxa de Indisponibilidade

Forçada: .0860 % Fator de carga

Programada: 2.6610 % Mínimo: .000

Histórico de Vazões

Ano Inicial: 1931

Ano Final: 2023

Observou-se, entretanto, que foi mantida a impressão do rendimento do conjunto turbina gerador da usina no arquivo suishi.rel.

D A D O S D A S U S I N A S																		
REE	NUM	JUS	NOME	POSTO	V.MAX	V.MIN	V.VERT	Q.NOM	Q.MIN	CF.MED	H.REF	PERDH	TU	REND	FCMAX	PERD.T	P.INST	P.BASE
* SIN	20	21	BATALHA	22	1782.	430.	614.	154.	13.	755.8	37.7	1.2M	2	0.92	0.93	0.	52.	52.
* SIN	21	24	SERRA FACAO	251	5199.	1752.	2777.	323.	19.	675.4	73.7	1.9M	1	0.91	0.99	0.	213.	213.
* SIN	24	31	EMBORCACAO	24	17725.	4669.10626.	1048.	72.	522.0	130.3	1.3%	1	0.89	0.98	0.	1192.	596.	
* SIN	25	26	NOVA PONTE	25	12792.	2412.	5500.	576.	47.	697.2	96.0	0.9M	1	0.94	0.96	0.	510.	340.
* SIN	26	27	MIRANDA	206	1120.	974.	975.	674.	53.	624.6	66.4	2.4M	1	0.93	0.98	0.	408.	272.
* SIN	27	28	CAPIM BRANC1	207	241.	228.	228.	509.	72.	566.0	54.1	1.8M	1	0.90	0.98	0.	243.	243.

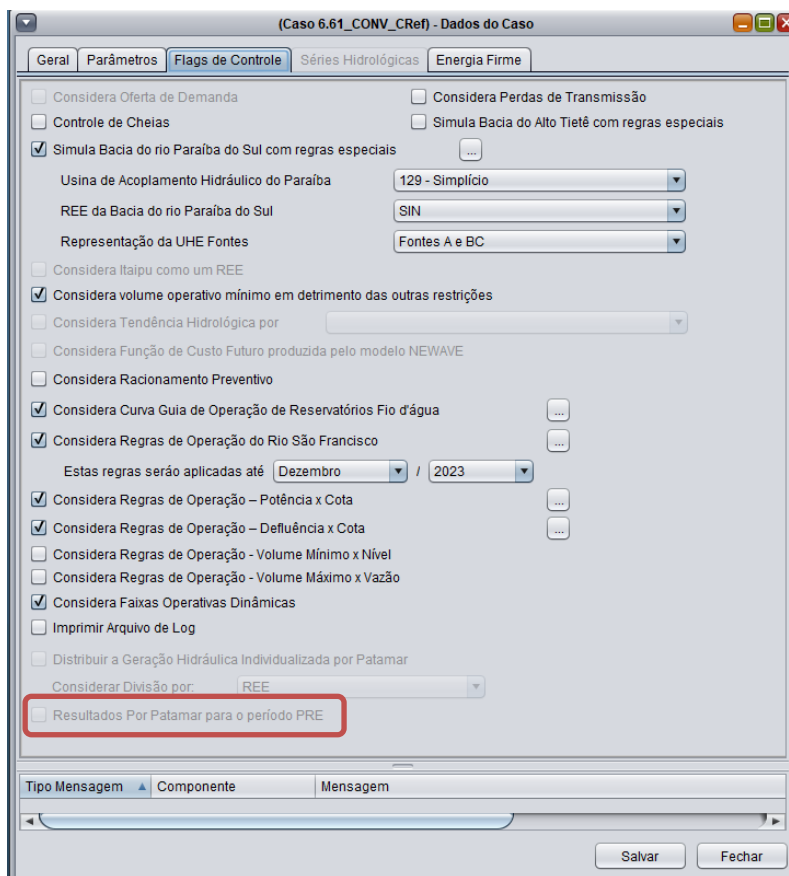
Para o caso de referência convertido e executado nas versões 16.6.3 do SUIISHI e 5.8.17 do ENCAD, a informação de rendimento médio do conjunto turbina-gerador foi ocultada.

D A D O S D A S U S I N A S																	
REE	NUM	JUS	NOME	POSTO	V.MAX	V.MIN	V.VERT	Q.NOM	Q.MIN	CF.MED	H.REF	PERDH	TU	FCMAX	PERD.T	P.INST	P.BASE
* SIN	20	21	BATALHA	22	1782.	430.	614.	154.	13.	755.8	37.7	1.2M	2	0.93	0.	52.	52.
* SIN	21	24	SERRA FACAO	251	5199.	1752.	2777.	323.	19.	675.4	73.7	1.9M	1	0.99	0.	213.	213.
* SIN	24	31	EMBORCACAO	24	17725.	4669.10626.	1048.	72.	522.0	130.3	1.3%	1	0.98	0.	1192.	596.	
* SIN	25	26	NOVA PONTE	25	12792.	2412.	5500.	576.	47.	697.2	96.0	0.9M	1	0.96	0.	510.	340.

Teste aprovado.

e. Verificar se, na interface gráfica, no menu “Dados do Caso” - “Flags de Controle”, o item “Resultados por Patamar para o Período Pré”, está sendo impresso integralmente.

Para o caso de referência, convertido e executado nas versões 16.6.3 do SUIISHI e 5.8.17 do ENCAD, o texto está aparecendo integralmente, conforme ilustrado a seguir.



Teste aprovado.

- f. A partir do caso Newave de referência, excluir da configuração uma usina que possua restrição de “Volume Máximo Operativo Sazonal”. Converter o caso e importar os flags de controle do caso de referência. Verificar se é possível executar este caso.

O caso de referência foi convertido e executado nas versões 16.6.3 do SUIISHI e 5.8.17 do ENCAD, sem considerar funcionalidades posteriores à versão 16.0.0.

Do caso NEWAVE de referência foi excluída a UHE Sinop (no arquivo confh.eas o flag U.EXIS foi alterado de EX para NC), que possui restrição de volume máximo operativo sazonal. Este caso foi convertido e foram importados os flags de controle do caso de referência. Verificou-se que este caso foi executado normalmente e que os resultados são idênticos aos do caso em que os flags de controle foram incluídos manualmente.

Teste aprovado.

- g. Verificar se é permitida a edição na interface gráfica de todos os campos das tabelas de Regras de Operação.

Para o caso de referência convertido e executado nas versões 16.6.3 do SUIISHI e 5.8.17 do ENCAD, a edição de todos os campos das tabelas de regras de operação (potência x cota e defluência x cota) estão disponíveis.

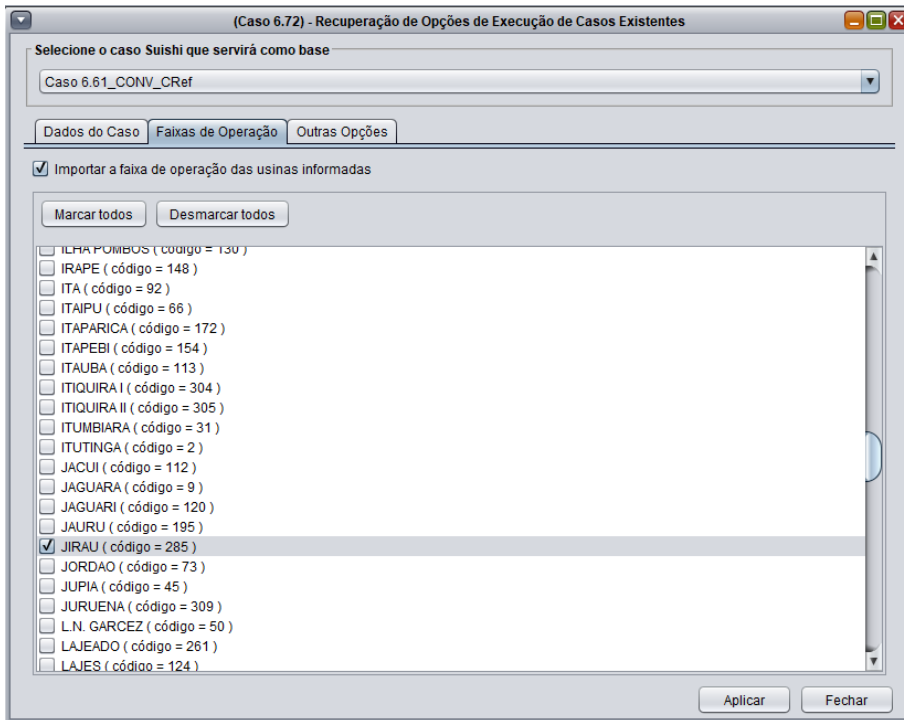
Usina	Potência Máxima Operativa (MW)	Jan (m)	Fev (m)	Mar (m)	Abr (m)	Mai (m)	Jun (m)	Jul (m)	Ago (m)	Set (m)	Out (m)	Nov (m)	Dez (m)
TUCURUI	4245,00	51,60	51,60	51,60	51,60	51,60	51,60	51,60	51,60	51,60	51,60	51,60	51,60
	5805,00	60,50	60,50	60,50	60,50	60,50	60,50	60,50	60,50	60,50	60,50	60,50	60,50
	8535,00	62,00	62,00	62,00	62,00	62,00	62,00	62,00	62,00	62,00	62,00	62,00	62,00

Usina	Defluência Máxima (m³/s)	Jan (m)	Fev (m)	Mar (m)	Abr (m)	Mai (m)	Jun (m)	Jul (m)	Ago (m)	Set (m)	Out (m)	Nov (m)	Dez (m)
A.A. LAYDNER	147,00	559,70	559,70	559,70	559,70	559,70	559,70	559,70	559,70	559,70	559,70	559,70	559,70
CAPIVARA	182,00	562,48	562,48	562,48	562,48	562,48	562,48	562,48	562,48	562,48	562,48	562,48	562,48
CHAVANTES	99999,99	563,35	563,35	563,35	563,35	563,35	563,35	563,35	563,35	563,35	563,35	563,35	563,35
SERRA MESA													

Teste aprovado.

h. Verificar se a importação das faixas de operação de uma usina está sendo realizada corretamente.

O caso de referência foi convertido e a opção de recuperação das faixas de operação de usinas hidrelétricas foi selecionada para a UHE Jirau.



Os dados foram devidamente importados:

Usina	Faixa Operação	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
JIRAU	1	,999	,999	,999	,999	,999	,985	,497	,052	,000	,096	,776	,999
JORDAO	2	,999	,999	,999	,999	,999	,985	,497	,052	,000	,096	,776	,999
LAJES	3	,999	,999	,999	,999	,999	,985	,497	,052	,000	,096	,776	,999
M. DE MORAES	4	,999	,999	,999	,999	,999	,985	,497	,052	,000	,096	,776	,999
MACHADINHO	5	,999	,999	,999	,999	,999	,985	,497	,052	,000	,096	,776	,999
MANSO	6	,999	,999	,999	,999	,999	,985	,497	,052	,000	,096	,776	,999
MARIMBONDO	7	,999	,999	,999	,999	,999	,985	,497	,052	,000	,096	,776	,999
MAUA	8	,999	,999	,999	,999	,999	,985	,497	,052	,000	,096	,776	,999
MIRANDA	9	,999	,999	,999	,999	,999	,985	,497	,052	,000	,096	,776	,999
NOVA PONTE	10	,999	,999	,999	,999	,999	,985	,497	,052	,000	,096	,776	,999
P. CAVALO	11	,999	,999	,999	,999	,999	,985	,497	,052	,000	,096	,776	,999
PARAIBUNA	12	,999	,999	,999	,999	,999	,985	,497	,052	,000	,096	,776	,999
PASSO FUNDO	13	,999	,999	,999	,999	,999	,985	,497	,052	,000	,096	,776	,999
PASSO REAL	14	,999	,999	,999	,999	,999	,985	,497	,052	,000	,096	,776	,999
PEIXE ANGIC	15	,999	,999	,999	,999	,999	,985	,497	,052	,000	,096	,776	,999
PROMISSAO	16	,999	,999	,999	,999	,999	,985	,497	,052	,000	,096	,776	,999
QUEBRA QUEIX	17	,999	,999	,999	,999	,999	,985	,497	,052	,000	,096	,776	,999
QUEIMADO	18	,999	,999	,999	,999	,999	,985	,497	,052	,000	,096	,776	,999
RETIRO BAIXO	19	,999	,999	,999	,999	,999	,985	,497	,052	,000	,096	,776	,999
RONDON 2	20	,999	,999	,999	,999	,999	,985	,497	,052	,000	,096	,776	,999

O caso foi executado nas versões 16.6.3 do SUIISHI e 5.8.17 do ENCAD, sem considerar funcionalidades posteriores à versão 16.0.0.

Os resultados obtidos são idênticos aos do caso de referência no qual a alteração das faixas de operação foi realizada manualmente.

Teste aprovado.

3.2.3 Teste 3: Alterar o tipo de regularização de uma usina, de mensal para diária, via arquivo hydr.dat, via ENCAD ou via arquivo modif55.eas. Verificar se os resultados obtidos ao executar os casos na versão 16.6.3 são idênticos.

Uma forma de alterar o tipo de regularização de uma usina, de mensal para diária, num caso SUIISHI é a partir da conversão de um caso NEWAVE, alterando o parâmetro “Regulação” do arquivo HIDR.dat. Outra forma é alterar o valor do volume mínimo para o valor do volume máximo, via ENCAD ou via arquivo modif55.eas do NEWAVE.

Inicialmente, serão apresentados os resultados das três simulações nas versões 16.0.0 e 16.5.5 e, posteriormente, na versão 16.6.3.

O caso de referência já simulado no SUIISHI foi duplicado, o volume mínimo de Sinop foi alterado para o valor de volume máximo no ENCAD e a restrição de volume máximo sazonal foi excluída.

A partir do caso de referência, foi incluído no modif55.eas a alteração do volume mínimo para o volume máximo da UHE Sinop. O caso foi convertido e as opções de execução foram recuperadas do caso de referência. A restrição de volume máximo sazonal foi excluída.

A partir do caso de referência, foi realizada a alteração do tipo de regularização para diária da UHE Sinop no HIDR. O caso foi convertido e as opções de execução foram recuperadas do caso de referência. Na versão 16.6.3, é possível recuperar as faixas de operação, neste caso, desmarcar a UHE Sinop. A restrição de volume máximo sazonal foi excluída.

Em todos os casos foram considerados apenas as funcionalidades disponíveis na versão 16.0.0.

Na versão 16.0.0, observam-se diferenças em vários arquivos e os resultados de energia firme foram diferentes, conforme tabela a seguir. Os valores de energia firme do SIN foram obtidos pela soma das energias firmes de todas as usinas hidrelétricas.

Tabela 9 – Energia Firme do SIN – SUISHI 16.0.0 (ENCAD 5.8.17) – UHE Sinop com regularização diária

Energia Firme SIN (MWmed) SUISHI 16.0.0		
Via HIDR	Via ENCAD	Via modif NW
53 941,533	53 942,408	53 941,987

Na versão 16.5.5, os valores de volume mínimo e máximo passaram a ser escritos com duas casas decimais, em virtude disso, os resultados dos casos com alteração via ENCAD ou via modif foram iguais, entretanto, diferentes do caso com alteração via HIDR, conforme tabela a seguir.

Tabela 10 – Energia Firme do SIN – SUISHI 16.5.5 (ENCAD 5.8.17) – UHE Sinop com regularização diária

Energia Firme SIN (MWmed) SUISHI 16.5.5		
Via HIDR	Via ENCAD	Via modif NW
53 941,846	53 942,749	53 942,749

Entretanto, na versão 16.6.3, na qual consta a alteração da precisão das variáveis relacionadas aos polinômios, os resultados obtidos são idênticos:

Tabela 11 – Energia Firme do SIN – SUISHI 16.6.3 (ENCAD 5.8.17) – UHE Sinop com regularização diária

Energia Firme SIN (MWmed) SUISHI 16.6.3		
Via HIDR	Via ENCAD	Via modif NW
53 942,097	53 942,097	53 942,097

Um teste adicional foi realizado para uma usina cujos dados de cadastro, no arquivo hydr.dat, referentes aos volumes mínimo, máximo e de referência, à cota máxima e ao tipo de regularização, foram alterados no arquivo modif55.eas.

Dados de cadastro (hydr.dat):

ONS
Operador Nacional do Sistema Elétrico
Cadastro

311 CACU
Reservatório

Regulação: **M - Mensal**
Volume de Referência: **227.45 hm3**
Volume Máximo: **227.45 hm3** Cota Máxima: **477.00 m** Volume Vertedouro: **77.96 hm3**
Volume Mínimo: **195.76 hm3** Cota Mínima: **475.00 m** Volume Desvio: **0.00 hm3**

Polinômios

	A0	A1	A2	A3	A4
Cota x Volume	4.540780E+02	1.752570E-01	-5.358190E-04	1.179230E-06	-1.156690E-09
Área x Cota	4.308780E+03	-1.985980E+01	2.067440E-02	0.000000E+00	0.000000E+00

Evaporação Mensal (mm/mês):

	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ
	12	5	21	39	62	69	69	69	68	19	7	24

Atualmente a UHE Caçu é modelada com regularização mensal no arquivo hydr.dat e “transformada” em fio d’água no arquivo modif55.eas - com alteração dos valores de

volume máximo, mínimo e de cota máxima - ao considerar VOLMIN e VOLMAX iguais e VOLCOTA constante, conforme transcrito abaixo.

```
USINA      311                      CACU
VOLMIN     214.08 'h'
VOLMAX     214.08 'h'
VAZMIN     30.00
VOLCOTA    476.18 0.00 0.00 0.00 0.00
```

O teste consistiu em alterar no hidr.dat a regularização para fio d'água (68) e os volumes de referência, mínimo e máximo para 214,08 hm³, como constava no modif55.eas. O VOLMIN e o VOLMAX do modif55.eas foram apagados.

O PVC de Caçu impresso no suishi.rel foi o mesmo para os dois casos:

```
29.      311      CACU                      0.4761799926757812E+03          0.0000000000000000E+00
0.0000000000000000E+00          0.0000000000000000E+00          0.0000000000000000E+00
```

O PCA, no entanto, foi diferente. No caso original, em que Caçu tinha regularização mensal no hidr.dat, o PCA impresso no suishi.rel e considerado na simulação é o PCA cadastrado no arquivo hidr.dat. Já no caso novo, em que Caçu tem regularização diária no hidr.dat, o PCA foi substituído por um valor constante.

Caso original:

```
29.      311      CACU                      0.4308779785156250E+04          -0.1885980033874512E+02
0.2067440003156662E-01          0.0000000000000000E+00          0.0000000000000000E+00
```

Caso novo:

```
29.      311      CACU                      0.1598685918184128E+02          0.0000000000000000E+00
0.0000000000000000E+00          0.0000000000000000E+00          0.0000000000000000E+00
```

Isso ocorre porque, para usinas com regularização semanal ou diária, o SUIISHI calcula uma cota de referência e uma área de referência com base no volume de referência e os polinômios PVC e PCA cadastrados no hidr.dat e substitui os polinômios PCV e PCA por constantes iguais à cota de referência e à área de referência, respectivamente. Então, o SUIISHI lê o arquivo modif55.eas e substitui os polinômios constantes obtidos na etapa anterior pelos polinômios cadastrados no arquivo modif55.eas.

Essa diferença de PCA considerado na simulação é o motivador da diferença de resultados entre os dois casos.

O teste foi então refeito retirando o VOLCOTA do modif55.eas. Dessa forma, os resultados das duas representações da UHE Caçu como fio d'água (via hidr.dat e via modif55.eas) foram idênticos. Foi feita ainda uma representação com a alteração de volume máximo e

volume mínimo no Encad, em vez de fazer no modif55.eas, e os resultados também foram idênticos.

O teste foi refeito também mantendo o VOLCOTA e acrescentando o COTAREA. Dessa outra forma, os resultados das três representações (via hydr.dat, via modif.dat e via Encad) também foram idênticos.

Conclusão: a alteração do tipo de regularização de mensal para fio d'água, via arquivo hydr.dat (alteração somente o tipo de regularização de 77 para 68) ou via ENCAD (igualando o volume mínimo ao máximo) ou via arquivo modif55.eas (incluindo VOLMIN igual ao volume máximo) **são equivalentes** para usinas sem alterações no arquivo modif55.eas de volume mínimo, máximo ou de cota máxima.

Entretanto, se houver modificações no arquivo modif55.eas de volume mínimo, máximo ou de cota máxima, para a troca do tipo de regularização de mensal para fio d'água via hydr.dat, via ENCAD ou via modif55.eas ser equivalente, são necessárias algumas alterações adicionais, como por exemplo:

- Se no modif55.eas constam alterações de volume mínimo ou máximo: é necessário alterar, além do tipo de regularização no hydr.dat, os valores de volume de referência, mínimo e máximo para aqueles cadastrados no modif55.eas;
- No modif55.eas consta alteração de cota máxima: é necessário incluir alteração do valor de área (COTAREA) neste arquivo.

3.2.4 Teste 4: Avaliação dos valores de cota do reservatório em função da alteração da precisão, de simples para dupla, das variáveis relacionadas à leitura do hydr.dat, à leitura do modif55.eas e utilizadas nos cálculos envolvendo os polinômios na versão 16.6.3.

Para o caso de referência executado nas versões 16.0.0 e 16.6.3, foram comparados os valores de cota mensais obtidos em cada uma das versões, assim como os valores de cotas máxima e mínima, com os obtidos exogenamente pela aplicação do polinômio volume-cota (**PVC**) cadastrado no arquivo hydr.dat.

Cotas máxima e mínima

- A partir dos arquivos hydr.dat e modif55.eas, foram obtidos os volumes máximo e mínimo operacionais;
- Os valores de cota máxima e mínima operacionais foram obtidos para:

- PVC cadastrado no arquivo hydr.dat
- PVC impresso no arquivo SUIISHI.rel – versão 16.0.0
- PVC impresso no arquivo SUIISHI.rel – versão 16.6.3

Cota mensal (histórico de simulação):

- Para as simulações nas versões 16.0.0 e 16.6.3, a partir da variável VOLF, foram calculados os valores de cota de todo histórico de simulação, considerando o respectivo PVC impresso no respectivo arquivo SUIISHI.rel.

Os valores de cota foram arredondados em duas casas decimais. A diferença entre os valores impresso e calculado foi arredondada em duas casas decimais.

Para a usina Belo Monte Complementar, no SUIISHI.rel está cadastrado como PVC a cota de referência, mas essa usina compartilha reservatório com BM, então, para verificar o cálculo de COTAF, tem que considerar o PVC de Belo Monte.

Resultados obtidos:

- Cotas máximas e mínimas operacionais
 - Na **versão 16.0.0**, das 162 usinas simuladas, 18 apresentam diferença entre o valor de **cota máxima** obtida pelo PVC impresso no SUIISHI.rel e o cadastrado no HIDR, sendo que para 5 usinas a diferença é de -0,01m; para 12 usinas, de 0,01m e para uma usina, de 0,07 m.
 - Na **versão 16.0.0**, das 68 usinas com regularização mensal, 25 apresentam diferença entre o valor de **cota mínima** obtida pelo PVC impresso no SUIISHI.rel e o cadastrado no HIDR, sendo que para 8 usinas a diferença é de -0,01m; para 16 usinas, de 0,01m e para uma usina, de 0,06 m.
 - Na **versão 16.6.3**, os valores obtidos para as cotas máxima e mínima operacionais a partir do PVC impresso no SUIISHI.rel são todos iguais aos valores obtidos com o PVC cadastrado no HIDR.
- Cotas mensais (histórico de simulação):
 - Na **versão 16.0.0**, para 63 das 162 usinas simuladas, os valores mensais de cota obtidos a partir do PVC impresso no SUIISHI.rel são diferentes dos obtidos com o PVC cadastrado no HIDR, sendo esta diferença igual a -0,02 ou -0,01 ou 0,01 ou 0,06 ou 0,07

- Na **versão 16.6.3**, para 40 das 162 usinas simuladas, os valores mensais de cota obtidos a partir do PVC impresso no SUIISHI.rel são diferentes dos obtidos com o PVC cadastrado no HIDR, sendo esta diferença igual a -0,01 ou 0,01
- As usinas Fontes A e BC não têm sua cota de montante calculada segundo seus polinômios. Durante o módulo de simulação do rio Paraíba do Sul, o SUIISHI calcula a cota de Fontes A com base na cota de Lajes, enquanto a cota de Fontes BC é obtida com base nas cotas das usinas de Lajes e Vigário.

Conclusão: Na versão 16.6.3, como os valores de cota obtidos a partir do polinômio volume-cota impresso no SUIISHI.rel são idênticos àqueles obtidos exogenamente com o polinômio volume-cota cadastrado no arquivo HIDR.dat, não foi necessário incluir no arquivo modif55.eas os polinômios volume-cota.

3.2.5 Teste 5: Avaliação dos valores de área do reservatório em função da alteração da precisão, de simples para dupla, das variáveis relacionadas à leitura do hydr.dat, à leitura do modif55.eas e utilizadas nos cálculos envolvendo os polinômios na versão 16.6.3.

Para o caso de referência executado nas versões 16.0.0 e 16.6.3, foram comparados os valores de áreas mensais obtidos em cada uma das versões, assim como os valores de áreas máxima e mínima, com os obtidos exogenamente pela aplicação do polinômio cota-área (**PCA**) cadastrado no arquivo hydr.dat.

Área máxima e mínima

- A partir dos arquivos hydr.dat e modif55.eas, foram obtidos os volumes máximo e mínimo operacionais;
- Utilizando o PVC cadastrado no respectivo arquivo SUIISHI.rel, foram calculados os valores de cota máxima e mínima operacionais;
- Os valores máximo e mínimo de área foram obtidos para:
 - PCA cadastrado no arquivo hydr.dat
 - PCA impresso no arquivo SUIISHI.rel – versão 16.0.0
 - PCA impresso no arquivo SUIISHI.rel – versão 16.6.3

Área mensal (histórico de simulação):

- Para as simulações nas versões 16.0.0 e 16.6.3, a partir da variável COTAM, foram calculados os valores de área de todo histórico de simulação, considerando o respectivo PCA impresso no respectivo arquivo SUIISHI.rel

Resultados obtidos:

- Áreas negativas:
 - Na simulação com a versão 16.0.0, foram identificadas 4 usinas com valores negativos de área em todo histórico de simulação.
 - Na simulação com a versão 16.6.3, não foi identificada nenhuma usina com valor negativo de área no histórico da simulação.
- Áreas máximas e mínimas:
 - O número de usinas com valores de área máxima e mínima obtidos com a versão 16.6.3 iguais aos obtidos com o PCA cadastrado no HIDR, 110 e 111, respectivamente, supera o número de usinas considerando a versão 16.0.0, que é 80 e 78, respectivamente.
 - Apenas para 6 usinas os valores de área máxima e mínima obtidos com a versão 16.6.3 estão mais distantes dos valores obtidos com o PCA cadastrado no HIDR do que os obtidos com a versão 16.0.0

Tabela 12 – Avaliação dos valores de área obtidos nas versões 16.0.0 e 16.6.3

Número de usinas		
	Área máxima	Área mínima
Valor de área obtido com o PCA da versão 16.0.0 igual ao valor obtido com o PCA do HIDR	80	78
Valor de área obtido com o PCA da versão 16.6.3 igual ao valor obtido com o PCA do HIDR	110	111
Valor de área obtido com o PCA da versão 16.6.3 diferente do valor obtido com o PCA do HIDR	52	51
Diferença entre o valor de área obtido com o PCA da versão 16.6.3 e o obtido com o PCA do HIDR é menor que a diferença entre o valor de área obtido com o PCA da versão 16.0.0 e o obtido com o PCA do HIDR	43	41
Diferença entre o valor de área obtido com o PCA da versão 16.6.3 e o obtido com o PCA do HIDR é maior que a diferença entre o valor de área obtido com o PCA da versão 16.0.0 e o obtido com o PCA do HIDR	6	6
Diferença entre o valor de área obtido com o PCA da versão 16.6.3 e o obtido com o PCA do HIDR é igual à diferença entre o valor de área obtido com o PCA da versão 16.0.0 e o obtido com o PCA do HIDR	3	4

Entretanto, ao cadastrar no modif55.eas o PCA para todas as usinas da configuração de referência, os valores de área obtidos com o PCA impresso no SUIISHI.rel, para o caso de referência executado na versão 16.6.3, são idênticos aos valores obtidos exogenamente com o PCA do hidr.dat.

Isso decorre do fato de que na versão 16.6.3 os polinômios cadastrados no modif55.eas são lidos com precisão dupla e os cálculos são feitos com precisão dupla, enquanto os polinômios cadastrados no HIDR são lidos com precisão simples e depois alterados para precisão dupla, o que degrada a informação cadastrada.

O impacto nos valores de energia firme ao considerar o polinômio cota-área no arquivo modif55.eas é marginal, conforme tabela a seguir. Das 156 usinas simuladas, há variação de energia firme em 71 usinas, de -0,1% a 0,02%.

Tabela 13 – Energia Firme do SIN – SUIISHI 16.6.3 (ENCAD 5.8.17) – com e sem PCA no arquivo modif55.eas

Energia Firme SIN (MWmed) ENCAD 5.8.17		Diferença de EF SIN (MWmed)	Variação de EF SIN (%)
versão 16.6.3	versão 16.6.3 com PCA no modif		
53 943,859	53 943,067	-0,792	-0,001%

Conclusão: Na versão 16.6.3, como os valores de área obtidos a partir do PCA impresso no SUIISHI.rel são distintos daqueles obtidos exogenamente com o PCA cadastrado no arquivo HIDR.dat, foi necessário incluir no arquivo modif55.eas os polinômios cota-área.

3.2.6 Teste 6: Comparar os resultados obtidos entre as versões 16.0.0 e 16.6.3 ao considerar apenas as funcionalidades disponíveis na versão 16.0.0.

a. Sem considerar os polinômios cota-área no arquivo modif55.eas

A partir do deck NEWAVE, sem considerar os polinômios cota-área no arquivo modif55.eas, foi realizada a conversão nas versões 16.0.0 e 16.6.3 do SUIISHI.

Tabela 14 – Energia Firme do SIN – Sem PCA no arquivo modif55.eas

Energia Firme SIN (MWmed) ENCAD 5.8.17		Observação
versão 16.0.0	versão 16.6.3	
53 943,820	53 943,859	Casos convertidos a partir do deck NEWAVE
53 943,820	53 943,856	Caso na versão 16.6.3: importação do caso executado na versão 16.0.0
53 943,821	53 943,859	Caso na versão 16.0.0: importação do caso executado na versão 16.6.3

A diferença de resultados dos casos convertidos, conforme apresentado no Teste 1, decorre do ajuste realizado na funcionalidade defluência máxima x cota de montante, do

aumento de precisão adotada para as variáveis VAZMIN, VAZMINT, VOLMIN e VOLMAX e da alteração na precisão (de simples para dupla) das variáveis relacionadas à leitura do hidr.dat, à leitura do modif e utilizadas nos cálculos envolvendo os polinômios.

No Teste 1, também foi observada diferença de resultados ao importar e executar na versão 16.6.3 um caso executado na versão 16.0.0, em virtude do ajuste realizado na funcionalidade defluência máxima x cota de montante e da alteração na precisão (de simples para dupla) das variáveis relacionadas à leitura do hidr.dat, à leitura do modif e utilizadas nos cálculos envolvendo os polinômios.

Por fim, ao importar e executar na versão 16.0.0 um caso executado na versão 16.6.3, observa-se alteração no resultado em relação ao caso convertido e executado na versão 16.0.0. Esse comportamento é observado porque os decks não ficam exatamente iguais.

Enquanto a versão 16.6.3 do modelo considera até duas casas decimais nas modificações de vazão mínima, na versão 16.0.0 tanto o conversor quanto o SUISHI desconsideram essas casas decimais, de modo que os valores escritos pelo conversor no arquivo modif são truncados.

Ao importar um caso da versão 16.6.3 para a 16.0.0, a interface realiza o arredondamento dos valores para o número par mais próximo (critério conhecido como *banker's rounding*), o que resulta nas diferenças observadas em relação ao caso convertido diretamente pela versão 16.0.0.

b. Considerar os polinômios cota-área no arquivo modif55.eas

Na versão 16.0.0, o caso convertido a partir do deck NEWAVE com os polinômios cota-área no arquivo modif55.eas não converge.

Tabela 15 – Energia Firme do SIN – Com PCA no arquivo modif55.eas

Energia Firme SIN (MWmed) ENCAD 5.8.17		Observação
versão 16.0.0	versão 16.6.3	
Não convergiu	53 943,067	Casos convertidos a partir do deck NEWAVE
Não convergiu	Não convergiu	Caso na versão 16.6.3: importação do caso executado na versão 16.0.0
53 909,465	53 943,067	Caso na versão 16.0.0: importação do caso executado na versão 16.6.3

Por outro lado, ao importar e executar na versão 16.0.0 o caso convertido na versão 16.6.3, a diferença em relação ao obtido com o caso convertido na versão 16.6.3 é um pouco maior (-0,1%).

Nestes testes, vale destacar que, embora o PCA tenha sido informado com base nos valores cadastrados no arquivo hidr.dat, o polinômio efetivamente utilizado pela versão

16.0.0 não coincide nem com o informado no modif55.eas do deck NEWAVE nem com o presente no hydr.dat.

Essa discrepância ocorre devido ao formato de escrita adotado pelo conversor nessa versão, aliado ao uso de variáveis de precisão simples tanto por parte do conversor quanto pelo modelo.

Notou-se que a utilização do polinômio gerado pelo conversor da versão 16.0.0 levou à não convergência do caso, tanto na própria versão 16.0.0 quanto na versão 16.6.3. Por outro lado, o polinômio gerado pela versão 16.6.3 não impactou a convergência do caso.

Conclusão: não é possível considerar os polinômios cota-área em todas as usinas nas simulações com a versão 16.0.0, em virtude da precisão simples adotada na leitura, escrita e cálculos realizados com os polinômios de reservatório.

A tabela a seguir apresenta as diferenças entre as energias firmes dos casos executados com a versão 16.6.3 (incluindo os polinômios cota-área no arquivo modif55.eas) e com a versão 16.0.0 do SUIHI.

Tabela 16 – Energia Firme por usina – v 16.6.4 (com PCA no arquivo modif55.eas) x v 16.0.0

Codigo	Usina	Energia Firme (MWmed)			Diferença (%)
		v16	v16.6.3	Diferença	
99	14 DE JULHO	46.982	46.983	0.001	0.002%
18	A. VERMELHA	716.329	716.329	0	0.000%
47	A.A. LAYDNER	31.714	31.714	0	0.000%
38	A.S. LIMA	57.996	57.997	0.001	0.002%
16	A.S.OLIVEIRA	15.062	15.063	0.001	0.007%
143	AIMORES	175.57	175.57	0	0.000%
312	B. COQUEIROS	50.435	50.436	0.001	0.002%
190	B. ESPERANCA	137.304	137.305	0.001	0.001%
314	B.MONTE COMP	146.218	146.192	-0.026	-0.018%
141	BAGUARI	86.422	86.422	0	0.000%
83	BAIXO IGUACU	162.909	162.909	0	0.000%
277	BALBINA	127.261	127.261	0	0.000%
37	BARRA BONITA	48.84	48.84	0	0.000%
185	BARRA BRAUNA	22.095	22.095	0	0.000%
86	BARRA GRANDE	332.772	332.769	-0.003	-0.001%
20	BATALHA	29.504	29.505	0.001	0.003%
288	BELO MONTE	4184.072	4184.033	-0.039	-0.001%
204	CACH CALDEIR	121.009	121.009	0	0.000%
32	CACH.DOURADA	384.363	384.364	0.001	0.000%
14	CACONDE	34.257	34.257	0	0.000%
311	CACU	35.192	35.192	0	0.000%
1	CAMARGOS	22.699	22.697	-0.002	-0.009%
90	CAMPOS NOVOS	407.828	407.829	0.001	0.000%
252	CANA BRAVA	242.066	242.071	0.005	0.002%
361	CANASTRA	23.682	23.682	0	0.000%
139	CANDONGA	63.435	63.435	0	0.000%
52	CANOAS I	46.473	46.475	0.002	0.004%
51	CANOAS II	38.012	38.015	0.003	0.008%
27	CAPIM BRANC1	150.556	150.558	0.002	0.001%
28	CAPIM BRANC2	128.162	128.165	0.003	0.002%
61	CAPIVARA	306.278	306.283	0.005	0.002%
97	CASTRO ALVES	63.408	63.409	0.001	0.002%
49	CHAVANTES	140.076	140.09	0.014	0.010%
280	COARA NUNES	62.671	62.671	0	0.000%
228	COLIDER	189.111	188.977	-0.134	-0.071%
176	COMP PAF-MOX	1768.445	1768.437	-0.008	0.000%
30	CORUMBA I	222.963	222.964	0.001	0.000%
203	CORUMBA III	46.634	46.634	0	0.000%
29	CORUMBA IV	63.145	63.145	0	0.000%

Codigo	Usina	Energia Firme (MWmed)			Diferença (%)
		v16	v16.6.3	Diferença	
272	CURUA-UNA	30.485	30.485	0	0.000%
114	D. FRANCISCA	76.324	76.324	0	0.000%
310	DARDANELOS	133.873	133.873	0	0.000%
15	E. DA CUNHA	49.546	49.546	0	0.000%
24	EMBORCACAO	502.27	502.27	0	0.000%
290	ESPORA	19.416	19.416	0	0.000%
8	ESTREITO	496.087	496.088	0.001	0.000%
267	ESTREITO TOC	616.291	616.295	0.004	0.001%
260	ESTRELA	29.09	29.092	0.002	0.007%
284	FERREIRA GOM	140.87	140.871	0.001	0.001%
183	_FONTES A	27.249	27.249	0	0.000%
184	_FONTES BC	22.459	22.458	-0.001	-0.004%
103	FOZ CHAPECO	432.405	432.405	0	0.000%
315	FOZ R. CLARO	38.375	38.376	0.001	0.003%
72	FUNDAO	64.867	64.864	-0.003	-0.005%
123	FUNIL PB SUL	102.989	102.992	0.003	0.003%
4	FUNIL-GRANDE	80.404	80.404	0	0.000%
6	FURNAS	623.752	623.749	-0.003	0.000%
74	G.B. MUNHOZ	601.233	601.233	0	0.000%
115	G.P. SOUZA	106.219	106.253	0.034	0.032%
89	GARIBALDI	84.6	84.6	0	0.000%
196	GUAPORE	42.25	42.25	0	0.000%
192	GUILMAN-AMOR	67.616	67.616	0	0.000%
119	HENRY BORDEN	111.114	111.105	-0.009	-0.008%
34	I. SOLTEIRA	1613.221	1613.231	0.01	0.001%
39	IBITINGA	64.732	64.734	0.002	0.003%
10	IGARAPAVA	128.259	128.259	0	0.000%
130	ILHA POMBOS	73.49	73.49	0	0.000%
148	IRAPE	198.775	198.776	0.001	0.001%
92	ITA	757.203	757.202	-0.001	0.000%
66	ITAIPU	7072.133	7072.179	0.046	0.001%
172	ITAPARICA	767.69	767.687	-0.003	0.000%
154	ITAPEBI	215.825	215.819	-0.006	-0.003%
113	ITAUBA	171.365	171.365	0	0.000%
304	ITIQUEIRA I	43.26	43.26	0	0.000%
305	ITIQUEIRA II	69.795	69.795	0	0.000%
31	ITUMBIARA	940.905	940.899	-0.006	-0.001%
2	ITUTINGA	27.811	27.811	0	0.000%
112	JACUI	114.65	114.65	0	0.000%

Codigo	Usina	Energia Firme (MWmed)			Diferença (%)
		v16	v16.6.3	Diferença	
9	JAGUARA	321.229	321.23	0.001	0.000%
120	JAGUARI	11.113	11.113	0	0.000%
195	JURU	78.551	78.551	0	0.000%
285	JIRAU	2184.225	2184.225	0	0.000%
45	JUPIA	857.7	857.706	0.006	0.001%
309	JURUENA	40.263	40.262	-0.001	-0.002%
50	L.N. GARCEZ	44.64	44.643	0.003	0.007%
261	LAJEADO	497.858	497.865	0.007	0.001%
7	M. DE MORAES	299.36	299.359	-0.001	0.000%
91	MACHADINHO	543.947	543.95	0.003	0.001%
278	MANSO	87.655	87.655	0	0.000%
17	MARIMBONDO	696.695	696.702	0.007	0.001%
144	MASCARENHAS	134.461	134.462	0.001	0.001%
57	MAUA	166.955	166.948	-0.007	-0.004%
26	MIRANDA	194.604	194.604	0	0.000%
94	MONJOLINHO	40.903	40.902	-0.001	-0.002%
98	MONTE CLARO	55.289	55.29	0.001	0.002%
42	NAVANHANDAVA	125.427	125.429	0.002	0.002%
131	NILO PECANHA	338.427	338.419	-0.008	-0.002%
25	NOVA PONTE	266.171	266.17	-0.001	0.000%
249	OURINHOS	20.871	20.873	0.002	0.010%
189	P. CAVALO	59.096	59.097	0.001	0.002%
12	P. COLOMBIA	207.595	207.596	0.001	0.000%
135	P. ESTRELA	63.257	63.257	0	0.000%
133	P. PASSOS	45.07	45.069	-0.001	-0.002%
46	P. PRIMAVERA	901.173	901.177	0.004	0.000%
121	PARAIBUNA/PA	45.697	45.698	0.001	0.002%
53	PARANAPANEMA	16.29	16.293	0.003	0.018%
93	PASSO FUNDO	107.624	107.624	0	0.000%
111	PASSO REAL	67.334	67.334	0	0.000%
102	PASSO S JOAO	37	37	0	0.000%
257	PEIXE ANGIC	266.948	266.952	0.004	0.001%
126	PICADA	32.27	32.27	0	0.000%
48	PIRAJU	28.994	28.994	0	0.000%
281	PONTE PEDRA	135.487	135.487	0	0.000%
40	PROMISSAO	94.094	94.094	0	0.000%
95	QUEBRA QUEIX	58.399	58.393	-0.006	-0.010%
162	QUEIMADO	64.898	64.888	-0.01	-0.015%
155	RETIRO BAIXO	32.79	32.792	0.002	0.006%
276	RONDON 2	39.652	39.652	0	0.000%

Codigo	Usina	Energia Firme (MWmed)			Diferença (%)
		v16	v16.6.3	Diferença	
217	ROSAL	30.761	30.761	0	0.000%
63	ROSANA	169.442	169.444	0.002	0.001%
122	S.BRANCA PAR	27.207	27.208	0.001	0.004%
193	SA CARVALHO	57.333	57.333	0	0.000%
262	SALTO	66.634	66.637	0.003	0.005%
82	SALTO CAXIAS	592.402	592.4	-0.002	0.000%
134	SALTO GRANDE	77.626	77.626	0	0.000%
78	SALTO OSORIO	505.09	505.088	-0.002	0.000%
215	SALTO PILAO	112.241	112.241	0	0.000%
279	SAMUEL	89.614	89.614	0	0.000%
153	SAO DOMINGOS	33.445	33.445	0	0.000%
101	SAO JOSE	28.415	28.415	0	0.000%
230	SAO MANOEL	434.018	433.878	-0.14	-0.032%
88	SAO ROQUE	80.044	80.044	0	0.000%
253	SAO SALVADOR	141.83	141.833	0.003	0.002%
33	SAO SIMAO	1199.101	1199.117	0.016	0.001%
76	SEGREDO	595.601	595.601	0	0.000%
21	SERRA FACAO	102.372	102.373	0.001	0.001%
251	SERRA MESA	588.563	588.565	0.002	0.000%
129	SIMPLICIO	156.116	156.115	-0.001	-0.001%
227	SINOP	217.987	217.79	-0.197	-0.090%
225	SLT APIACAS	23.124	23.124	0	0.000%
241	SLT VERDINHO	59.768	59.77	0.002	0.003%
77	SLT.SANTIAGO	741.969	741.965	-0.004	-0.001%
169	SOBRADINHO	464.293	464.288	-0.005	-0.001%
127	SOBRAGI	38.658	38.658	0	0.000%
283	STA CLARA MG	27.482	27.482	0	0.000%
71	STA CLARA PR	64.404	64.404	0	0.000%
286	STO ANT JARI	202.998	202.998	0	0.000%
287	STO ANTONIO	2263.871	2263.871	0	0.000%
145	SUICA	21.615	21.615	0	0.000%
62	TAQUARUCU	176.461	176.464	0.003	0.002%
229	TELES PIRES	1024.762	1024.425	-0.337	-0.033%
43	TRES IRMAOS	209.145	209.144	-0.001	0.000%
156	TRES MARIAS	230.041	230.034	-0.007	-0.003%
275	TUCURUI	4008.783	4008.781	-0.002	0.000%
11	VOLTA GRANDE	227.111	227.111	0	0.000%
178	XINGO	1852.633	1852.627	-0.006	0.000%
	TOTAL	53943.820	53943.067	-0.753	-0.001%

Das 156 usinas simuladas, há variação de energia firme em 90 usinas, de -0,753 MWmed a 0,046 MWmed. Percentualmente, a variação é de -0,09% a 0,032%.

4 Conclusões

Este relatório apresenta os resultados do processo de validação da alteração de precisão, de simples para dupla, das variáveis relacionadas à leitura do hidr.dat, à leitura do modif55.eas e utilizadas nos cálculos envolvendo os polinômios, bem como pequenos ajustes no código fonte e na interface gráfica do modelo SUIISHI, a fim de aprovar o uso do modo de simulação para cálculo de energia firme da versão 16.6.3 desse modelo - considerando apenas as funcionalidades existentes na versão 16.0.0 - em 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.

Por se tratar apenas de um ajuste de precisão, a alteração não se enquadra no artigo 2º da Resolução CNPE nº 1, de 12 de março de 2024, portanto não há necessidade de realização de consulta pública.

Este processo de validação incluiu a elaboração e a implementação de um caderno de testes, o qual funcionou como guia para o processo de validação. Após a realização dos testes, foi feita a avaliação dos resultados e, com base nos resultados obtidos, concluiu que **o modo de simulação para cálculo de energia firme da versão 16.6.3 do modelo SUIISHI está apto a ser utilizado, considerando apenas as funcionalidades existentes na versão 16.0.0.**

A versão 16.6.3 do SUIISHI (ENCAD 5.8.17) não reproduz os resultados da versão vigente (16.0.0) em virtude do ajuste realizado na funcionalidade defluência máxima x cota de montante, do aumento de precisão adotada para as variáveis VAZMIN, VAZMINT, VOLMIN e VOLMAX e da alteração na precisão (de simples para dupla) das variáveis relacionadas à leitura do hidr.dat, à leitura do modif e utilizadas nos cálculos envolvendo os polinômios.

Na versão 16.6.3, a inclusão no arquivo modif55.eas dos polinômios cota-área faz com que a sua leitura e os cálculos sejam feitos com precisão dupla. Dessa forma contorna-se a degradação ocorrida quando os polinômios são lidos do arquivo HIDR, com precisão simples e posterior alteração para precisão dupla. Com relação aos polinômios volume-cota, como os valores de cota obtidos a partir do polinômio impresso no SUIISHI.rel são idênticos àqueles obtidos exogenamente com o polinômio cadastrado no arquivo HIDR.dat, não foi necessário incluí-los no arquivo modif55.eas.

O impacto nos valores de energia firme ao considerar o polinômio cota-área no arquivo modif55.eas é marginal. Das 156 usinas simuladas, há variação de energia firme em 71 usinas, de -0,1% a 0,02%.

Destaca-se que o impacto das novas funcionalidades nos modos de *simulação hidrotérmica e para cálculo de energia garantida* não foram validadas.

Após a validação da versão 16.6.3, foi incluído apenas um ajuste em uma funcionalidade nova, culminando na versão 16.6.4. A validação das novas funcionalidades constantes na versão 16.6.4 está em curso pela EPE e será estendido aos agentes setoriais, em cumprimento ao estabelecido no artigo 2º da Resolução CNPE nº 1/2024.

5 Recomendações

Este relatório recomenda o uso do modo de simulação para cálculo de energia firme da versão 16.6.3 do modelo SUIHI - considerando apenas as funcionalidades existentes na versão 16.0.0 - 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.

Este relatório recomenda também que o CEPEL continue aprimorando metodologicamente o modelo SUIHI e mantendo-o compatível com as novas versões do modelo NEWAVE.

6 Bibliografia

- [1] Operador Nacional do Sistema Elétrico – ONS, “Relatório de Validação do Modelo SUIHI-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 SUIHI – 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.
- [10] Comissão Permanente para Análise de Metodologias e Programas Computacionais do Setor Elétrico – CPAMP, “Relatório de Validação da Versão 14 do Programa SUIISHI – Modelo de Simulação a Usinas Individualizadas de Sistemas Hidrotérmicos Interligados”, Abril de 2020.
- [11] Comissão Permanente para Análise de Metodologias e Programas Computacionais do Setor Elétrico – CPAMP, “Relatório de Validação da Versão 15 do Programa SUIISHI – Modelo de Simulação a Usinas Individualizadas de Sistemas Hidrotérmicos Interligados”, Abril de 2021.
- [12] Comissão Permanente para Análise de Metodologias e Programas Computacionais do Setor Elétrico – CPAMP, “Relatório de Validação da Versão 16 do Programa SUIISHI – Modelo de Simulação a Usinas Individualizadas de Sistemas Hidrotérmicos Interligados”, Maio de 2022.