

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

Grupo de Trabalho “Questões Metodológicas  
Associadas aos Modelos Computacionais de  
Expansão e Operação”

## Relatório Técnico

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

Relatório Interno

Membros:

**MME**

**ANEEL**

**EPE**

**ONS**

**CCEE**

(Coordenação) **CEPEL**

Brasília, 16 de Março de 2016

## Conteúdo

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO</b>	<b>3</b>
<b>2</b>	<b>DESCRIÇÃO DO MODELO SUISHI</b>	<b>5</b>
<b>3</b>	<b>PROCESSO DE VALIDAÇÃO</b>	<b>10</b>
<b>3.1</b>	<b>VERSÃO 9.1</b>	<b>10</b>
<b>3.2</b>	<b>IMPLEMENTAÇÕES NA VERSÃO 9.1.1</b>	<b>13</b>
<b>4</b>	<b>CONCLUSÕES</b>	<b>16</b>
<b>5</b>	<b>RECOMENDAÇÕES</b>	<b>17</b>

# 1 Introdução

O modelo SUIHI - Modelo de Simulação a Usinas Individualizadas para Subsistemas 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 SUIHI 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 da energia garantida a um risco pré-fixado*. À exceção do modo de 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 SUIHI já foi objeto de três validações prévias. Em novembro de 2003, com o objetivo de avaliar e validar as funcionalidades do modelo, foi instituída pelo Operador Nacional do Sistema Elétrico - ONS a Força-Tarefa SUIHI (FT-SUIHI), que contou com a participação de 27 empresas do setor elétrico brasileiro. Em Agosto de 2010, após a conclusão dos trabalhos da FT-SUIHI, foi aprovada pela Agência Nacional de Energia Elétrica - ANEEL, por meio do Despacho ANEEL nº 2.518, de 27 de Agosto de 2010, a utilização da versão 7.0 nos estudos de planejamento da operação energética do sistema elétrico brasileiro. Em 17 de julho de 2015 foi concluído o relatório de validação do modo de energia firme do modelo SUIHI versão 8.2.11, no âmbito da 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. Finalmente, em 03 de novembro de 2015 foi concluído o relatório de validação do modo de simulação hidrotérmica do modelo SUIHI versão 8.2.24, posteriormente denominada versão 9.0, e em 05 de novembro 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.

Desde o fim do último processo de validação do modelo SUIHI no âmbito do GT7/CPAMP, o CEPEL disponibilizou as versões 9.1 à 9.1.4, as quais contêm aperfeiçoamentos metodológicos e novas funcionalidades em relação à versão 9.0, destacando-se a compatibilização do modelo com o descrito na Resolução Conjunta ANA/DAEE/IGAM/INEA nº 1382, de 07 de dezembro de 2015, que altera as regras vigentes para a operação das usinas pertencentes à bacia do rio Paraíba do Sul.

Este relatório apresenta os principais resultados do processo de validação das novas funcionalidades do modelo SUIHI pelo Grupo de Trabalho “Questões Metodológicas Associadas aos Modelos Computacionais de Expansão e Operação – GT7” no âmbito da Comissão Permanente para Análise de Metodologias e Programas Computacionais do Setor Elétrico - CPAMP, de modo que esta comissão, instituída e coordenada pelo Ministério de Minas e Energia<sup>1</sup>, com a participação da ANEEL, EPE, ONS, CCEE e CEPEL, possa aprovar o uso da atual versão desse modelo nos processos de planejamento da expansão e da operação do sistema elétrico brasileiro.

---

<sup>1</sup> A CPAMP foi criada por meio da Portaria MME nº47, de 19 de Fevereiro de 2008, a partir da Resolução nº1, de 25 de Abril de 2007, do Conselho Nacional de Política Energética - CNPE.

## **2 Descrição do Modelo SUIISHI**

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

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

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

O modo de simulação 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.

O modelo SUIISHI é estruturado da seguinte forma:

### **2.1 Programa Conversor de Dados**

Quase a totalidade dos dados de entrada para a elaboração de estudos com o modelo SUIISHI são provenientes de um caso do modelo NEWAVE. O programa CONVERSIONOR 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, 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

CONVERSOR, e exibi-los em diferentes telas de acordo com a natureza do dado. Caso necessário, a edição dos dados de entrada do modelo SUIHI 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 SUIHI 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 SUIHI 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 SUIHI 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 SUIHI. 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 SUIISHI. Este processo de solução é aplicado às simulações de configurações hidrotérmicas do sistema, os quais demandam o conhecimento de uma política de operação contida na função de custo futuro de cada mês.

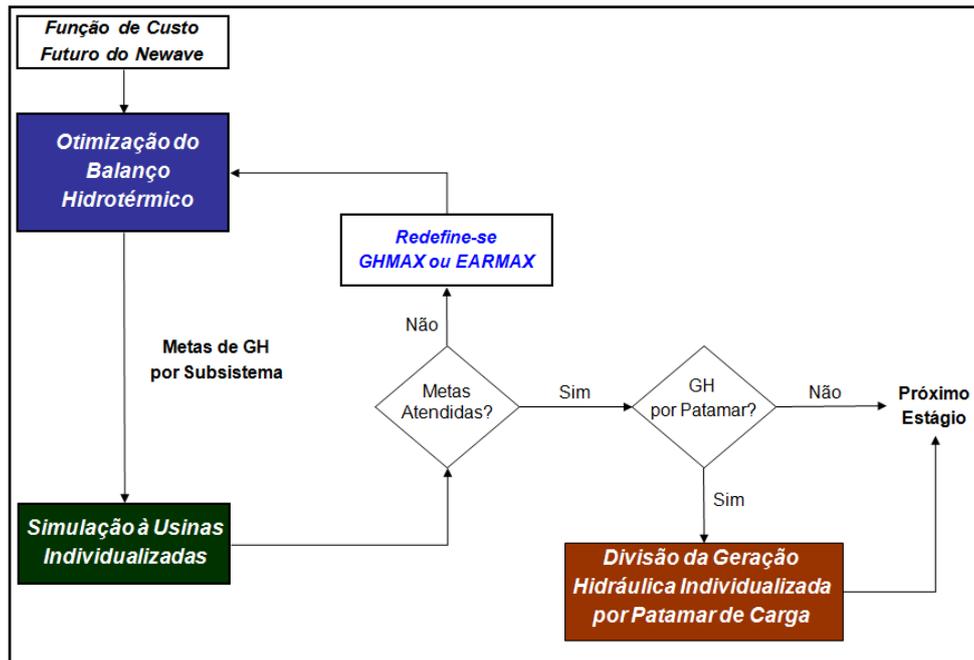


Figura 1- Fluxograma de funcionamento do modelo SUIISHI

## 2.4 Módulo de Simulação a Usinas Individualizadas

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

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

As prioridades citadas no item (iii) são baseadas nas produtibilidades acumuladas de cada usina hidroelétrica do subsistema, sendo que, as usinas com elevada produtividade acumulada possuem prioridade de esvaziamento frente às usinas com baixa produtividade acumulada. Por outro lado, as usinas com baixa produtividade

acumulada possuem prioridade de enchimento frente às usinas com alta produtividade acumulada.

Em resumo, o processo de simulação da operação do modelo SUIHI 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 SUIHI utilizam apenas o módulo de simulação a usinas individualizadas, sem que a mesma seja precedida pela execução do módulo de otimização do balanço hidrotérmico entre subsistemas.

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

Cabe destacar que o módulo de otimização do modelo SUIHI 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 SUIHI 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 SUIHI são:

- pode simular até dez subsistemas hidrotérmicos eletricamente interligados em malha, mas hidraulicamente independentes, levando em conta limites nas capacidades de intercâmbio de energia nos dois sentidos;
- considera restrições operativas locais decorrentes do uso múltiplo da água, tais como, vazão máxima para controle de cheias, vazão mínima para saneamento ou navegação, desvio de vazão do rio para irrigação, além de operar bacias especiais como as dos rios Paraíba do Sul e Tietê;
- simula múltiplas séries hidrológicas em paralelo, permitindo a fácil obtenção de índices probabilísticos de desempenho do sistema para cada estágio da simulação;

- utiliza regras de operação automáticas ou fornecidas pelo usuário;
- apresenta baixo custo computacional viabilizando estudos de maior porte e mais ambiciosos (configurações grandes, longos horizontes de estudo, utilização de séries sintéticas de vazões, etc.).
- calcula o período crítico de um sistema puramente hidráulico, com as usinas consideradas em um único sistema;
- calcula a energia firme do sistema e a respectiva participação de cada usina, para um período crítico calculado ou informado pelo usuário;
- disponibiliza valores de potências disponíveis por aproveitamento, para utilização em balanço de ponta e estudos de confiabilidade.

### 3 Processo de Validação

O processo de validação das novas funcionalidades do modelo SUIISHI no âmbito da CPAMP teve início no dia 01 de março de 2016, durante a 34ª reunião do GT7-CPAMP, sendo finalizado no dia 16 de março de 2016, durante a sua 38ª reunião. Em 17 de março de 2016 foi aprovado pela CPAMP o uso dos modos de *simulação para cálculo de energia firme e de simulação hidrotérmica* do modelo SUIISHI para estudos de planejamento da expansão e operação do sistema elétrico brasileiro.

O cronograma de trabalho incluiu a realização de cinco reuniões do grupo de trabalho (GT7) (vide Tabela 1), além da elaboração e implementação de um caderno de testes, o qual funcionou como guia para o processo de validação.

Tabela 1 – Cronograma de Reuniões do GT7-CPAMP Relativas à Validação das Novas Funcionalidades do Modelo SUIISHI

Data	Reunião	Instituições Participantes
01/03/2016	34ª	CEPEL, EPE, ONS, CCEE, MME, ANEEL
04/03/2016	35ª	CEPEL, EPE, ONS, CCEE, MME, ANEEL
09/03/2016 (Vídeo conferência)	36ª	CEPEL, EPE, ONS, CCEE, MME, ANEEL
11/03/2016 (Vídeo conferência)	37ª	CEPEL, EPE, ONS, CCEE, MME, ANEEL
16/03/2016	38ª	CEPEL, EPE, ONS, CCEE, MME, ANEEL

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

#### 3.1 Versão 9.1

Teste 1 - Adaptação do módulo SHP para simular a operação das usinas do rio Paraíba do Sul segundo as regras descritas na Resolução Conjunta ANA/DAEE/IGAM/INEA nº 1382 de 07 de Dezembro de 2015.

- Executar os casos teste nos modos de cálculo de energia firme e simulação hidrotérmica e verificar se a operação das usinas da bacia do Paraíba do Sul

obedecem às regras especiais definidas na resolução conjunta ANA/DAEE/EGAM/INEA nº 1382, de 07 de Dezembro de 2015.

- Verificar a adequação dos relatórios SHP.REL e SUIHI.REL no que tange a operação das usinas do Paraíba do Sul.
- Avaliação da operação do Paraíba do Sul nas seguintes situações:
  - Sistema Paraíba do Sul (todos os reservatórios em 100%) + Lajes (em 100%), processar o estudo com séries secas e úmidas;
  - Sistema Paraíba do Sul (todos os reservatórios em 20%) + Lajes (em 20%), processar o estudo com séries secas e úmidas;
  - Sistema Paraíba do Sul (todos os reservatórios em 100%) + Lajes (em 20%), processar o estudo com séries secas e úmidas;
  - Sistema Paraíba do Sul (todos os reservatórios em 20%) + Lajes (em 100%), processar o estudo com séries secas e úmidas.
  - Sistema Paraíba do Sul usando os níveis iniciais dos reservatórios do PMO de fevereiro de 2016, processar o estudo com séries secas e úmidas.
- Verificar se a operação dos reservatórios do Paraíba do Sul respeitam as restrições operativas de VMINT e VMAXT;
- Verificar o correto funcionamento das telas específicas das usinas do Paraíba do Sul no que tange às faixas de operação, matriz de prioridades e bombeamento objetivo em Santa Cecília.

Para a realização deste teste foi utilizado o PMO de fevereiro de 2016, executado com o modelo NEWAVE versão 20, e com o nível inicial dos quatro reservatórios do Paraíba do Sul e de Lajes alterados para contemplar as distintas situações de armazenamento inicial descritas no escopo deste teste. Adicionalmente, também foi considerado a situação de armazenamento inicial do PMO de fevereiro de 2016, tanto para séries secas quanto para séries úmidas.

A operação dos reservatórios de Paraibuna, Santa Branca, Funil, Jaguari e Lajes, além dos valores de vertimento e bombeamento em Santa Cecília foram analisadas em todas as situações, sendo comprovado que a operação destes reservatórios, assim como o atendimento aos requisitos mínimos estabelecidos, estão de acordo com a resolução conjunta ANA/DAEE/EGAM/INEA nº 1382. As séries hidrológicas escolhidas para estas análises foram as séries de 1952 e 1981.

Especificamente com relação ao atendimento das restrições de VMAXT, verificou-se que, apenas no primeiro mês do horizonte de estudo, estas restrições não estavam sendo atendidas nos reservatórios de Funil e Santa Branca. Adicionalmente, apesar de estar sendo respeitada nos demais meses do horizonte, o relatório SHP.REL não

imprimia os valores correntes de VMAXT. A adequação destes pontos foi feita na versão 9.1.3 do modelo SUIHI. Os testes foram repetidos com esta versão e os resultados se mostraram conforme o esperado.

Complementarmente aos testes realizados, utilizou-se o caso LEN A5-2015 para avaliar a operação das usinas do Paraíba do Sul. Os valores das faixas operativas e a ordem de prioridade de deplecionamento/replecionamento dos reservatórios do Paraíba do Sul foram alterados, e os resultados obtidos respeitaram as alterações realizadas. Adicionalmente, também foram alterados os valores do bombeamento objetivo em Santa Cecília e os resultados obtidos também respeitaram as alterações feitas na entrada de dados.

**Conclusão:** De acordo com o Teste 1 esta funcionalidade foi considerada validada pelo GT7/CPAMP.

**Teste 2 - Escrita da altura de queda líquida, por patamar de carga, no arquivo USIHID.CSV quando realizadas simulações que utilizam o módulo de divisão da geração hidráulica individualizada por patamar de carga (módulo PQS).**

- Executar simulações hidrotérmicas nos casos teste ativando o módulo PQS para a distribuição da geração hidráulica por patamar de carga, e verificar se os valores escritos no relatório são os esperados;
- Verificar o correto funcionamento da interface gráfica, tanto na utilização da tela de seleção de variáveis, quanto na exibição dos resultados em tabelas e gráficos.

Na versão 8.2.13 o processo de divisão da geração hidráulica individualizada por patamar de carga foi corrigido quando são utilizadas as regras especiais de operação das usinas da bacia do rio Paraíba do Sul.

Para a realização deste teste foram utilizados os casos do PLD de Abril, Julho e Setembro de 2015, executados na versão 9.1.2 do modelo SUIHI com o modo de simulação hidrotérmica. O teste consistiu em escolher diferentes usinas hidrelétricas, em diferentes meses e séries hidrológicas, e comparar o valor da altura de queda líquida por patamar de carga com o valor calculado de forma exógena ao modelo. Foram escolhidas as usinas de Camargos, Marimbondo, Água Vermelha, Tucuruí, Três Marias, Sobradinho, São Simão, Ilha Solteira Equivalente, Teles Pires, Itutinga e Emborcação. Foram ainda observadas as situações em que as usinas sofrem o efeito remanso.

Os resultados foram obtidos conforme o esperado, exceto para as usinas de Água Vermelha, quando a mesma se encontrava sujeita ao efeito remanso, Foz do Rio Claro e Ilha Solteira Equivalente. Nestes casos foram observadas diferenças não desprezíveis entre as alturas de queda calculada e obtida pelo modelo. Adicionalmente, nos testes associados à interface gráfica, verificou-se que a altura de queda média entre patamares de carga não estava sendo exibida corretamente. A adequação destes pontos foi feita na versão 9.1.3, e complementada na versão 9.1.4 do modelo SUISHI. Os testes foram repetidos com esta versão e os resultados se mostraram conforme o esperado.

**Conclusão:** De acordo com o Teste 2 esta funcionalidade foi considerada validada pelo GT7/CPAMP.

### **3.2 Implementações na versão 9.1.1**

Teste 3 - Nas simulações hidrotérmicas, flexibilização da premissa adotada pelo modelo SUISHI, até a versão 9.1, que aloca as usinas localizadas na bacia do rio Paraíba do Sul no primeiro submercado/subsistema informado no conjunto de dados. A partir da versão 9.1.1, sempre que consideradas as regras especiais de operação daquela bacia, o usuário informará o submercado/subsistema em que se encontram aquelas usinas;

- Converter e executar os casos teste no modo de simulação para cálculo de energia firme e verificar se a interface gráfica alocou as usinas do Paraíba do Sul no submercado/subsistema 1 (subsistema único);
- Repetir o teste anterior porém por meio da importação do mesmo caso teste e verificar a igualdade de resultados;
- Converter e executar os casos teste no modo de simulação hidrotérmica com as usinas do rio Paraíba do Sul alocadas em um determinado submercado/subsistema. Alterar os casos NEWAVE e repetir as execuções considerando aquelas usinas alocadas em outro submercado/subsistema. Verificar a consistência dos resultados com base nas diferentes configurações;
- Testar o correto funcionamento da interface gráfica no que tange à informação sobre a localização das usinas do rio Paraíba do Sul.

O teste foi realizado utilizando-se o deck do PMO de julho de 2015 executado tanto no modo de simulação para cálculo de energia firme quanto para simulação hidrotérmica. Em ambos os casos os resultados obtidos estavam de acordo com o esperado, cabendo observar que nas simulações hidrotérmicas as usinas do rio

Paraíba do Sul foram inicialmente alocadas no submercado sudeste, e, em um segundo momento, no submercado norte.

O funcionamento da interface gráfica também ocorreu conforme o esperado.

**Conclusão:** De acordo com o teste 3 esta funcionalidade foi considerada validada pelo GT7/CPAMP.

**Teste 4** - Na sua versão 9.0, quando considerado o controle de cheias, o conversor também atribui uma vazão de restrição aos reservatórios que possuem restrição de VMINT. Na versão 9.1, apenas os reservatórios com restrição VMAXT possuem vazão de restrição associada

- Converter os casos teste e verificar se as usinas que possuem restrição de VMINT, mas não possuem restrição de VMAXT, não possuem vazão de restrição associada.

Este teste foi realizado com os casos PDE 2024 e LEN A5-2015 comparando os arquivos importados pela interface gráfica nas versões 9.0 e 9.1.1. As diferenças observadas estavam de acordo com o esperado, sendo que os valores exibidos na versão 9.1.1 estavam integralmente coerentes com os arquivos de entrada de dados do modelo NEWAVE. Neste teste foram analisadas as usinas de Mascarenhas de Moraes, Sinop, entre outras.

**Conclusão:** De acordo com o teste 4 esta funcionalidade foi considerada validada pelo GT7/CPAMP.

**Teste 5** - Nas simulações hidrotérmicas, ajuste da consideração da vazão de restrição quando o VMAXT da usina passa a ser igual a 100%.

- Executar os casos teste considerando a realização do controle de cheias e verificar a correta consideração da vazão de restrição. Enfatizar os anos em que o reservatório possui a função de controle de cheias em determinados meses, e não a possui em outros meses do ano.

Os testes foram realizados com o PMO de fevereiro de 2016. Os resultados obtidos estavam conforme o esperado, exceto quando consideradas as regras especiais de operação das usinas do rio Paraíba do Sul. Neste caso não foi associada uma

vazão de restrição aos reservatórios de Funil e Santa Branca no primeiro mês do horizonte de estudo. A adequação deste ponto foi feita na versão 9.1.3 do modelo SUIHI. Os testes foram refeitos com esta versão e os resultados obtidos se mostraram conforme o esperado.

**Conclusão:** De acordo com o Teste 5 esta funcionalidade foi considerada validada pelo GT7/CPAMP.

## 4 Conclusões

Este relatório apresenta os principais resultados do processo de validação das novas funcionalidades do modelo SUIHI, versões 9.1 a 9.1.4, pelo Grupo de Trabalho “Questões Metodológicas Associadas aos Modelos Computacionais de Expansão e Operação - GT7”, no âmbito da Comissão Permanente para Análise de Metodologias e Programas Computacionais do Setor Elétrico - CPAMP, de modo a que esta comissão, instituída e coordenada pelo Ministério de Minas e Energia, aprove o uso da atual versão desse modelo nos processos de planejamento de expansão e da operação do sistema elétrico brasileiro.

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

O processo de validação das novas funcionalidades do modelo SUIHI no âmbito da CPAMP, em particular a compatibilização do modelo com o descrito na Resolução Conjunta ANA/DAEE/IGAM/INEA nº 1382, de 07 de dezembro de 2015, que altera as regras vigentes para a operação das usinas pertencentes à bacia do rio Paraíba do Sul, teve início no dia 01 de março de 2016, durante a 34ª reunião do GT7-CPAMP, sendo finalizado no dia 16 de março de 2016, durante a sua 38ª reunião.

A plenária da CPAMP, com base nos resultados obtidos pelo GT7, concluiu em reunião do dia 17 de março de 2016, pela validação dos modos de simulação para cálculo de energia firme e de simulação hidrotérmica da versão 9.1.4 do modelo SUIHI, passando o mesmo a estar apto para ser usado em estudos de planejamento da expansão e da operação, e em estudos oficiais que requeiram autorização do poder concedente, incluindo os processos de dimensionamento de usinas hidrelétricas, os processos de revisão ordinária, ou extraordinária, de garantia física de energia das usinas hidrelétricas, assim como o processo de cálculo de garantia física de energia de novas usinas hidrelétricas.

Com os testes realizados, descritos na seção 3, das versões 9.1 a 9.1.4, concluiu-se que as novas funcionalidades e adequações realizadas funcionam de acordo com o esperado. A versão 9.1.4 passará a ser denominada versão 10.0.

## **5 Recomendações**

O GT7/CPAMP recomenda a utilização dos modos de simulação para cálculo de energia firme e de simulação hidrotérmica da versão 10.0 do modelo SUIHI em estudos de planejamento da expansão e da operação, e em estudos oficiais que requeiram autorização do poder concedente, incluindo os processos de dimensionamento de usinas hidrelétricas, os processos de revisão ordinária, ou extraordinária, de garantia física de energia das usinas hidrelétricas, assim como o processo de cálculo de garantia física de energia de novas usinas hidrelétricas.

Não obstante, o GT7/CPAMP recomenda ainda que o CEPEL continue aprimorando metodologicamente o modelo SUIHI, e que o grupo acompanhe e teste esses aperfeiçoamentos bem como novos desenvolvimentos.