

AVALIAÇÃO DE OTIMIZADORES DE SISTEMAS HIDROTÉRMICOS.

MACHADO, Leandro Augusto Ribeiro¹; **Lima**, Wagner da Silva².

Palavras-chave: Otimizadores, Sistema Hidrotérmico, Simulador.

1. INTRODUÇÃO (justificativa e objetivos)

A geração de energia elétrica no Brasil é predominantemente hidrelétrica, sendo o restante da geração de origem termelétrica e outras fontes de geração, tais como eólica e solar. Com base no Plano Decenal 2006/2015 (TOLMASQUIM,2006), tem-se como previsão de mercado apontando um crescente consumo de energia elétrica a uma taxa de 5,2 % ao ano. Como consequência desse crescimento é imposto ao setor de energia elétrica aumento nos investimentos, o que impõe aos planejadores e operadores do sistema aproveitar da melhor maneira os recursos hídricos do país. O planejamento da operação do setor elétrico é realizado em três etapas: longo prazo, médio prazo, curto prazo. Para todas estas etapas são necessárias ferramentas matemáticas e computacionais que devem fazer parte da cadeia de planejamento. Isto envolve ainda ferramentas de simulação, otimização, apoio à decisão, a previsão de carga, de vazões e a análise econômico-financeira conforme designado pela conjuntura atual do Setor Elétrico e das mudanças previstas na implantação do Novo Modelo Institucional do Setor Elétrico Brasileiro. O que se discute até então é o desempenho dos otimizadores existentes no setor elétrico brasileiro, porém para que se possa avaliar e comparar estes otimizadores é necessária uma ferramenta de simulação da operação das usinas hidrelétricas do sistema.

2. METODOLOGIA

2.1 – Um sistema hidrotérmico de potência pode ser dividido em quatro partes: geração, transmissão, distribuição e uso final. Para simular o comportamento do sistema hidrotérmico é preciso utilizar a função de balanço energético do sistema, apresentada na Equação 1 abaixo. O valor da demanda é fornecido ao simulador como dado de entrada para todo o horizonte de simulação. Estes dados podem vir de banco de dados ou de um previsor de mercado.

2.2 – A geração hidráulica de cada usina (modelo individualizado) ou de todas as usinas (modelo agregado ou equivalente) depende da política operacional definida através do otimizador. No modelo individualizado o otimizador já fornece a meta de geração, de volume do reservatório ou de defluência ótima a ser seguido pela usina. O simulador implementa estas políticas de operação. Logo, o desempenho dos otimizadores pode ser avaliado de acordo com a trajetória de volume e energia gerada no sistema com as metas de geração sendo implementadas pelo simulador.

2.3 – Com a meta de geração definida pela otimizador, no simulador, além do balanço energético do sistema, é necessário avaliar o balanço hidráulico em cada usina hidrelétrica.

2.4 – Primeiramente para que se possa avaliar o funcionamento do simulador HiTSim tivemos que definir o horizonte de simulação, a usina hidrelétrica a ser trabalhada entre outras configurações. As mesmas informações foram introduzidas no otimizador HydroMax a qual será nossa principal ferramenta-suporte para avaliar o funcionamento do simulador. O otimizador pode gerar

como resultados três tipos de políticas de operação a serem adotadas para cada usina hidrelétrica: Geração (MW), Defluência (m^3/s) e Volume (hm^3).

2.5 – Após a execução do otimizador, inserimos os dados de uma das políticas acima no banco de dados para ser utilizado pelo simulador. As políticas de operação são metas que uma unidade de geração ou um sistema de usinas hidrelétricas têm que cumprir até o final de um período de simulação. O simulador com posse desses dados implementará a política de operação calculando o novo estado do sistema definido como o valor das variáveis acima descritas no balanço energético e no balanço hidráulico. A análise das séries temporais destas variáveis permitirá realizar a avaliação da performance dos otimizadores

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 – Procuramos manter as mesmas configurações do simulador e do otimizador para que com posse dos resultados pudéssemos ter garantia do real funcionamento do simulador em relação aos resultados do otimizador (Hidro Max 3.1). Para exemplificar os resultados obtidos temos gráficos da simulação da usina de Furnas.

3.2 – O funcionamento do simulador pode ser analisado com as duas outras variáveis: volume e taxa de defluência. Essas variáveis vão mostrar o comportamento do simulador, pois fixada a meta de operação para este, parte dos outros dados de entrada (volume inicial, engolimento máximo, taxa de afluência, etc.) do simulador são equivalentes aos dados de entrada do otimizador.

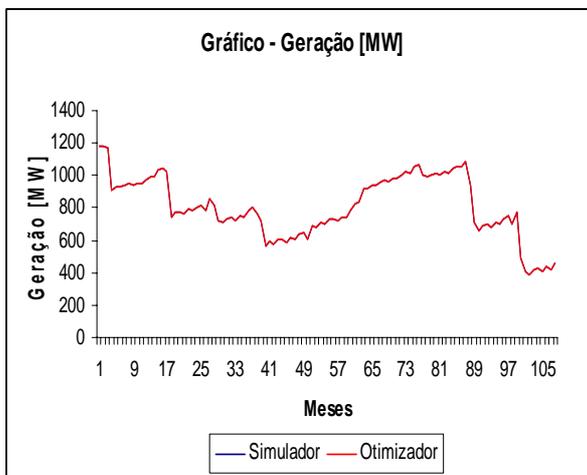


Figura 1 – Gráfico da geração obtido do simulador versus otimizador

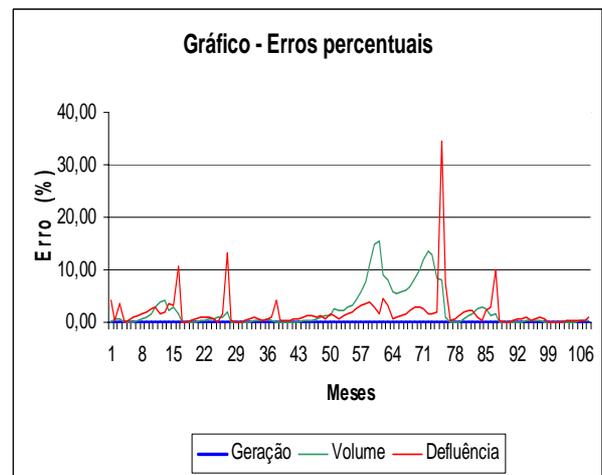


Figura 2 – Gráfico dos erros percentuais do simulador versus otimizador

3.3 – Ignorando neste momento diferenças de lógica de funcionamento podemos perceber que mesmo assim o simulador apresenta-se em estado de bom funcionamento e pode garantir de agora em diante uma boa análise de desempenho de otimizadores utilizando como meta as três políticas de operação da unidade geradora hidráulica em planejamentos de longo prazo.

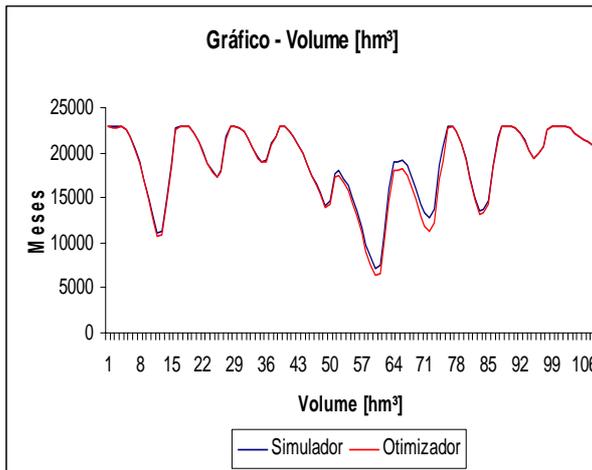


Figura 3 – Gráfico do volume obtido do simulador versus otimizador

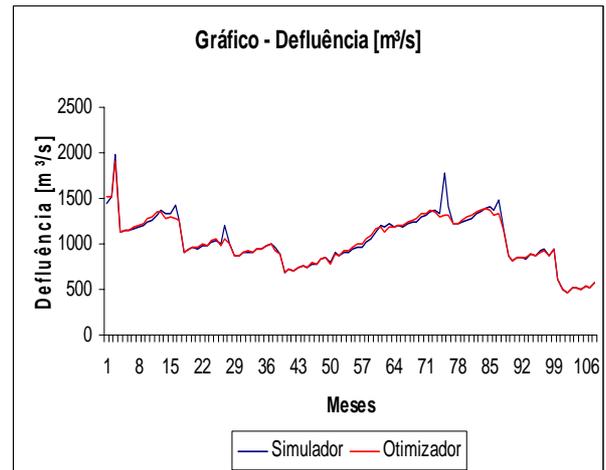


Figura 4 – Gráfico da defluência do simulador versus otimizador

4. CONCLUSÕES

- 4.1 – Já está pronta parcialmente uma ferramenta capaz de simular a operação de uma usina hidrelétrica de um sistema hidrotérmico. Os dados gerados pelo simulador darão suporte futuramente à análise e comparação de otimizadores;
- 4.2 – Domínio parcial dos algoritmos de simulação e otimização;
- 4.3 – Domínio parcial das técnicas de simulação e otimização;
- 4.4 – Domínio do software de otimização HydroMax 3.1;
- 4.5 – Já há ferramentas matemáticas e computacionais para adicionar à regra de negócio do simulador para que seja possível simular o caso de um sistema de usinas hidroelétricas em cascatas.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- CICOGNA M. A. Modelo de Planejamento da Operação Energética de Sistemas Hidrotérmicos a Usinas Individualizadas Orientado por Objetos. Dissertação de Mestrado. FEEC/UNICAMP, fevereiro, 1999.
- CICOGNA M. A. Sistema de Suporte à Decisão para o Planejamento e a Programação da Operação de Sistemas de Energia Elétrica. Tese de Doutorado. FEEC/UNICAMP, dezembro, 2003.
- CRUZ JR, G. Modelo Equivalente Não Linear para o Planejamento da Operação a Longo Prazo de Sistemas de Energia Elétrica. Tese de Doutorado. UNICAMP, dezembro, 1998.
- ONS, Modelos Computacionais. Procedimentos de Rede, Submódulo 18.2. Disponível em: www.ons.org.br. Acesso em: 15/03/2006.
- TOLMASQUIM M. T., Plano Decenal de Expansão do Setor de Energia Elétrica: 2006-2015. Palestra ministrada em 14 de março de 2006. Empresa de Planejamento Energético. Rio de Janeiro, RJ. 87 p.

FONTE DE FINANCIAMENTO - UFG

¹ Bolsista de iniciação científica. Escola de Engenharia Elétrica e Computação – NEPE augustoleandro@gmail.com

² Orientador/Escola de Engenharia Elétrica e Computação/UFG, wagner@eee.ufg.br
Órgão Financiador: UFG