

1

INTRODUÇÃO

1.1

CONSIDERAÇÕES INICIAIS

O Sistema Interligado Nacional – SIN caracteriza-se por ser um sistema hidrotérmico de grande porte, com significativa predominância de geração de origem hidroelétrica.

Em função desta característica, observa-se uma estreita correlação entre os estoques existentes nos reservatórios das usinas e as afluições a estes para a garantia do atendimento futuro aos seus requisitos de carga. Todavia, as afluições futuras apresentam significativas incertezas, o que confere ao planejamento da operação do SIN um viés estocástico.

Entretanto, há necessidade de se mitigar os riscos decorrentes da relação entre os estoques presentes, as afluições futuras e o não atendimento aos requisitos de carga do SIN.

Neste contexto, a expansão do SIN foi efetuada ao longo dos anos através da inserção de usinas com reservatórios de regularização. Tipicamente, estes reservatórios armazenam água nos períodos úmidos, disponibilizando este recurso durante o período seco. Este fato permite que se mantenha um adequado fluxo de água nos rios, disponibilizando recursos hídricos para a geração das usinas localizadas a jusante.

Além disso, houve a expansão do sistema de transmissão possibilitando a interligação das diversas regiões do país. Este fato foi de extrema importância, uma vez que o SIN dispõe de bacias hidrográficas com uma significativa diversidade hidrológica. Assim sendo, a malha de transmissão passou a funcionar como uma verdadeira “usina virtual”, permitindo a produção de energia elétrica nas bacias onde os recursos hídricos são mais abundantes, reduzindo o custo de geração.

Além da implantação dos reservatórios de regularização, houve a expansão de um parque gerador térmico, para efetuar a complementação dos recursos de geração hidroelétrica.

Desta forma, fez-se necessário o estabelecimento de parâmetros que indiquem o momento de despachar os recursos térmicos, para reduzir o uso dos estoques armazenados nos reservatórios das usinas hidroelétricas.

Para tal, foi desenvolvido o conceito de Valor da Água – VA (Pereira, 1989) para valorar os estoques presentes armazenados nos reservatórios do SIN.

Entretanto esta valoração depende das afluições futuras, uma vez que há um acoplamento temporal entre a decisão presente de se usar os estoques armazenados e o estado futuro de armazenamento do sistema.

As estratégias e Políticas de Operação do SIN são definidas com o auxílio de modelos computacionais de otimização da operação de médio e curto prazo (Maceira et al., 2002) que analisam os estados presente e futuro dos estoques do SIN, levando em conta o acoplamento temporal das decisões tomadas e a estocasticidade das afluições.

Estes modelos têm como função objetivo minimizar o valor esperado do Custo Total de Operação, representado pelo Custo Presente mais o Custo Futuro, no horizonte temporal do Planejamento da Operação Energética.

As decisões adotadas por esta cadeia de modelos envolvem a definição da geração hidrotérmica, e dos intercâmbios de energia entre os subsistemas que compõem o SIN e, eventualmente, de cortes de carga.

O Valor da Água é calculado para cada um dos quatro subsistemas que compõem o SIN, e permite estabelecer onde se encontram os recursos energéticos de menor custo, através da comparação entre os valores da água para os diversos subsistemas e entre estes e o custo de operação das usinas térmicas.

Admitindo-se que para um determinado horizonte de planejamento o valor presente da água seja inferior ao Custo Variável Unitário de Operação – CVU das usinas térmicas, não haverá despacho térmico para complementação energética. Isto significa que o estado presente de armazenamento do sistema, bem como os armazenamentos futuros decorrentes dos cenários futuros de afluições, indicam o atendimento aos requisitos de carga apenas por geração de origem hidroelétrica.

Neste raciocínio, à medida que há o desestoque presente de água nos reservatórios e os cenários futuros de afluições não se apresentem favoráveis, haverá uma elevação no valor presente da água. Assim sendo, haverá o despacho por ordem de mérito de custo de todas as usinas cujo custo de operação seja inferior ao Valor da Água para complementação energética, ou seja, para reduzir o uso dos estoques presentes de água existentes nos reservatórios.

Todavia, ao longo do tempo, tem-se observado uma redução continuada na capacidade de regularização do SIN, dado que houve uma significativa redução na capacidade de regularização das novas usinas. Este fato pode ser analisado por duas vertentes: a primeira, em função da significativa necessidade de capital para a implantação de usinas com reservatórios de regularização. A segunda, em função dos requisitos crescentes associados ao Meio Ambiente e ao Uso Múltiplo da Água, que podem ter inviabilizado a construção de usinas hidroelétricas com grandes reservatórios.

Estes fatos conduziram a uma perda significativa na capacidade de regularização do SIN, o que se traduz em uma crescente dependência de períodos hidrológicos favoráveis. Neste contexto, acentua-se a importância da definição das previsões de aflúências e dos cenários hidrológicos para a composição das Estratégias e Políticas de Operação.

1.2

OBJETIVO

Tendo o exposto como referência, esta dissertação visa apresentar uma aplicação prática do uso de séries temporais no planejamento energético do Sistema Interligado Nacional.

Para tal, a abordagem consistirá na apresentação dos modelos da cadeia de planejamento energético do SIN, com enfoque na estrutura matemática dos modelos de previsão de vazões e geração de cenários de aflúências, visto que os mesmos baseiam-se em séries temporais.

Neste contexto, haverá a caracterização do acoplamento do modelo de planejamento de médio prazo, responsável pela definição das estratégias de operação a sistemas equivalentes¹, com o de planejamento de curto prazo, que define as políticas de operação a usinas individualizadas. Sumariamente, este acoplamento é definido a partir da Função de Custo Futuro – FCF (Benders, 1962), que fornece o Valor da Água (em valor presente) em função do estado de armazenamento dos reservatórios do SIN. Para efetuar-lo, o modelo de curto prazo utiliza-se de cenários de aflúências gerados para o segundo mês do estudo (mês probabilístico) tendo como referência as aflúências determinísticas² previstas para o primeiro

1 Sistemas equivalentes – A energia é armazenada por subsistema, e não por usinas individualizadas. Para se obter um sistema equivalente, todas as usinas do subsistema são somadas de modo que resulte em um único reservatório agregado.

2 Aflúências Determinísticas – As previsões semanais de aflúências são consideradas determinísticas por que é dado um único valor de probabilidade futura.

mês (mês determinístico). Assim sendo, ao percorrer os cenários do segundo mês, o modelo de curto prazo efetua o acoplamento com a Função de Custo Futuro – FCF produzida pelo modelo de médio prazo. Entretanto, os estados de armazenamento obtidos pelo modelo de curto prazo ao percorrer os cenários de afluições do segundo mês podem se acoplar na FCF, gerada pelo modelo de médio prazo, em uma Região desta não tão bem construída. Este fato pode distorcer o sinal econômico do Valor da Água, com reflexos diretos nas Políticas de Operação de curto prazo. Considerando-se a relevância deste fato, esta dissertação fará uma análise de sua ocorrência em dois casos do Planejamento Mensal elaborados para o SIN, destacando suas conseqüências.

1.3

ESTRUTURA DA DISSERTAÇÃO

No Capítulo 2 é feita uma explanação sobre o Sistema Interligado Nacional e suas características.

O Capítulo 3 faz uma abordagem sobre o planejamento da operação de sistemas elétricos, estabelecendo as diferenças entre sistemas térmicos e hidrotérmicos.

O Capítulo 4 descreve os modelos de séries temporais utilizados na previsão de vazões e geração de cenários hidrológicos, quais sejam: os modelos estacionários AR (p), MA (q), ARMA (p,q) e os modelos Periódicos PAR (p), e PARMA (p,q).

O Capítulo 5 discorre sobre as ferramentas computacionais utilizadas pelo ONS na execução de suas funções de planejamento e otimização da operação, preparando o leitor para um melhor entendimento do estudo de casos.

No Capítulo 6 são mostrados dois estudos de casos de aplicação de séries temporais ao planejamento energético do Sistema Interligado Nacional – SIN.

O Capítulo 7 conclui o estudo deixando clara a importância da previsão para o planejamento energético do SIN.