

6 Conclusões e Trabalhos Futuros

6.1. Considerações Gerais

O planejamento da operação energética do Sistema Interligado Nacional (SIN), realizado de maneira centralizada pelo Operador Nacional do Sistema Elétrico (ONS), objetiva o melhor aproveitamento dos recursos minimizando o custo total de operação ao longo de todo o horizonte de planejamento.

A significativa presença de usinas hidroelétricas nas diversas regiões do país, ao mesmo tempo em que permite um ganho de confiabilidade e segurança pela sinergia na operação das diversas cascatas, incorpora também um fator estocástico no planejamento da operação do sistema devido à natureza estocástica das afluições futuras.

As incertezas presentes na determinação das afluições futuras assim como a dependência temporal das decisões operativas tornam o processo de decisão da política de operação mais complexo. Para um sistema equilibrado entre oferta e demanda, o vertimento e o déficit de energia significam que uma política de operação no passado, estabelecida *a priori* ao conhecimento das afluições posteriores, conduziu, após a realização dessas afluições, respectivamente, a um desperdício e a uma escassez de energia. Ambas as situações representam perdas para a sociedade. O vertimento significa que a utilização de recursos com custos mais elevados poderiam ter sido evitados em algum instante anterior, tornando o custo da energia mais cara. E o déficit de energia, por sua vez, conduz a prejuízos econômico-político-sociais.

O planejamento da operação energética de médio prazo, no Brasil, é baseado em um modelo cujo critério de otimização é o mínimo custo total de operação ao longo do horizonte de planejamento.

A partir do racionamento de energia ocorrido em 2001 foi instaurado um instrumento de gestão operativa denominado de Curva de Aversão a Risco (CAR), no qual se busca atender, ao longo de um determinado período, requisitos mínimos de armazenamento de energia que possibilitem o atendimento pleno da carga de energia.

6.2. Conclusões

O Sistema Interligado Nacional, ao longo dos últimos anos, com o aumento da capacidade de intercâmbio entre as regiões, com a expansão de usinas termelétricas com diferentes custos variáveis unitários, com a diminuição da capacidade de regularização, com a evolução mercadológica, além da expansão das fronteiras do SIN, entre outros fatores, teve um ganho de complexidade sistêmica.

A presente dissertação, com o objetivo de analisar os impactos da utilização do instrumento de gestão operativa das Curvas de Aversão a Risco (CAR), apresentou as características atuais do SIN, a formulação do problema de planejamento da operação de médio prazo, um histórico de todas as CAR consideradas e a metodologia de construção dessas curvas.

A partir do Programa Mensal da Operação (PMO) de janeiro de 2011, foram elaborados os estudos de casos apresentados, avaliando-se, de maneira complementar, os impactos das CAR para diferentes criticidades do mercado de energia.

A consideração das CAR no planejamento da operação energética de médio prazo eleva a expectativa de armazenamento do SIN como um todo. Para os subsistemas Sudeste/Centro-Oeste e Sul, as variações com a utilização das CAR são correlacionadas negativamente, amenizando os desvios absolutos dos valores de energia armazenada do SIN. O subsistema Nordeste apresentou ganhos significativos de armazenamento ao longo dos dois primeiros anos e, ainda, no primeiro semestre do terceiro ano de simulação. E o subsistema Norte teve ganhos mais expressivos de energia armazenada ao longo do segundo semestre do segundo ano.

Os custos marginais de operação apresentaram um aumento de, aproximadamente, 40% desde o início do período de estudo até o final do período úmido do segundo ano para todos os subsistemas. A partir deste período, a tendência se inverteu de forma que os CMO com a consideração das CAR tiveram reduções em torno de 10% ao longo do segundo ano da simulação com essa diferença sendo reduzida do terceiro ano em diante.

As expectativas de vertimento não se alteraram significativamente para os subsistemas Sudeste/Centro-Oeste e Sul. Para o subsistema Nordeste, a alteração mais significativa ocorreu no período úmido do primeiro para o segundo ano, em que se observou um aumento de 240 MW_{méd} no vertimento

desta região. O valor médio de vertimento para o subsistema Norte também apresentou uma expectativa de elevação com a consideração das CAR, principalmente, para os períodos úmidos do primeiro para o segundo e do segundo para o terceiro ano de simulação.

A geração hidráulica para o SIN de uma maneira geral sofreu uma retração, principalmente, nos dois primeiros anos, período de vigência das CAR. Para este período observou-se, em contrapartida, o aumento da geração térmica. Para os demais anos a tendência, para esses dois tipos de geração foi invertida e atenuada.

A consideração das CAR, para o cenário de referência de mercado e oferta, reduziu significativamente o valor esperado da energia não suprida do SIN, aumentando dessa forma a segurança no atendimento energético.

A contrapartida deste aumento da segurança está no aumento do custo total da operação, mais especificamente, nas parcelas de custo referente à geração térmica e às penalidades associadas à violação das CAR. Por outro lado, além da redução do custo associada à diminuição da energia não suprida, houve também uma redução significativa da violação dos outros usos da água que, apesar desses usos não serem voltados para a geração de energia têm um grande impacto para a sociedade, seja para o abastecimento de cidades, para a dessedentação de animais, irrigação para produção de alimentos entre outros.

Para condições de criticidade de mercado mais severas, as conclusões são semelhantes às do cenário de referência para o comportamento dos armazenamentos, dos CMO e das gerações hidráulica e térmica. As diferenças, no entanto, são relativamente menores com o aumento do mercado sem a contrapartida do aumento da oferta de geração já que haveria uma margem de manobra menor para a operação do sistema nessas condições.

Através destes cenários de sensibilidade, pôde-se constatar também que, para condições de desequilíbrio entre o aumento da demanda sem um aumento correspondente da oferta de geração, a consideração das CAR não afetaria significativamente os valores esperados da energia não suprida ao SIN. No entanto para os valores associados à violação dos outros usos da água apresentaram reduções relevantes com a consideração deste mecanismo de aversão a risco.

Desta forma, para um cenário equilibrado entre a oferta e a demanda de energia elétrica, o instrumento de gestão operativa das CAR, ao mesmo tempo em que produziu uma elevação no custo total da operação, contribuiu também para uma maior segurança energética na operação do sistema elétrico, além da

redução da violação dos outros usos da água, sendo que esta última tendência manteve-se para todos os cenários avaliados. A CAR mostrou-se, assim, um instrumento eficaz de aversão a risco devendo ter continuada a sua utilização no planejamento da operação energética do SIN, no modelo atual, ao mesmo tempo em que devem ser buscadas alternativas e evoluções metodológicas, cada vez mais eficientes, que agreguem maior segurança energética para o sistema ao menor custo possível.

6.3. Trabalhos Futuros

Entre as propostas de trabalhos futuros e complementares a esta dissertação pode ser citada a análise da avaliação dos impactos das Curvas de Aversão a Risco acrescidas da Curva de Operação do Norte, como vem sendo representado pelo ONS ao longo dos anos nos relatórios dos Planos Anuais da Operação da Energética. Essa curva de operação da região Norte, apesar de não estar sendo utilizada na programação mensal da operação poderia trazer alguns benefícios na operação do sistema interligado.

Outra investigação de interesse para o sistema seria a avaliação das alterações na política operativa com a consideração das CAR em outros períodos e condições conjunturais e estruturais sistêmicas. Por exemplo, a avaliação dos impactos das CAR baseada em outros PMO de meses diferentes e com níveis de armazenamento iniciais diversos.

Além disso, propostas metodológicas diferentes também podem ser investigadas e analisadas como a questão da Superfície de Aversão a Risco, a utilização de premissas diferentes para a obtenção de valores de requisitos de armazenamento entre outros.

Com relação a alteração de premissas para obtenção das CAR, uma proposta a ser investigada é a alteração da forma de consideração da geração térmica. Em vez de se utilizar como premissa toda a geração térmica disponível na determinação das CAR, poderia ser utilizada apenas parte da geração que possua até um determinado valor de custo variável unitário. Com isso, as curvas de aversão seriam constituídas de requisitos de armazenamento mais elevados sendo acionadas com maior frequência e despachando térmicas a um custo menor. Neste caso, seriam necessárias investigações mais aprofundadas nos impactos gerais na operação do SIN contemplando esta alteração.