

# 1 INTRODUÇÃO

O setor elétrico brasileiro (SEB) passou por grandes mudanças nos últimos anos, destacando-se a reformulação do setor, que foi iniciada a partir do segundo semestre de 1997 quando foram efetuadas as primeiras privatizações. Até aquele ponto a situação era, basicamente, traduzida por um monopólio estatal administrado por empresas federais e estaduais. A partir daquele momento as privatizações foram iniciadas, o que acarretou uma grande reestruturação do setor.

As mudanças então iniciadas foram baseadas no chamado Projeto de Reestruturação do Setor Elétrico Brasileiro (Projeto RE-SEB), coordenado pelo Ministério de Minas e Energia, apresentando como principais características:

- a desverticalização da produção, transmissão, distribuição e comercialização de energia elétrica;
- a liberalização da competição nos segmentos de produção e comercialização, com preços contratados definidos pelo mercado;
- a permissão a geradores e comercializadores de ter livre acesso às redes de transmissão e distribuição;
- a criação do Mercado Atacadista de Energia (MAE), atualmente rebatizado de Câmara de Comercialização de Energia Elétrica (CCEE), como sendo um ambiente de contabilização e liquidação da energia elétrica negociada.

Posteriormente, o formato de negociação de energia foi aprimorado. Os ambientes de negociação de energia elétrica foram estabelecidos no decreto nº 5.163 de 30 de Julho de 2004, sendo regulamentados na forma do Ambiente de Contratação Livre (ACL) e do Ambiente de Contratação Regulada (ACR).

O ACL é definido como o segmento do mercado no qual se realizam as operações de compra e venda de energia elétrica, objeto de contratos bilaterais livremente negociados. Já o ACR é o ambiente que envolve as contratações de energia com as distribuidoras por meio de processos regulados.

Empresas de geração podem vender energia tanto no ACR como no ACL, dependendo da estratégia adotada. No caso específico das hidrelétricas, essas possuem uma capacidade máxima de contratação de energia que é dada por sua energia assegurada.

Atualmente a energia assegurada é calculada conforme a Resolução nº 9 do MME, de 28 de julho de 2008, que alterou o critério de cálculo da energia assegurada, definindo a igualdade CMO (Custo Marginal de Operação) = CME (Custo Marginal de Expansão) além do puro cálculo estatístico da energia que uma hidrelétrica consegue disponibilizar ao sistema em uma situação hidrológica crítica, dado um nível de confiabilidade de 95%. Por exemplo, uma hidrelétrica pode ter 450 MWmed de capacidade instalada mas apenas 200 MWmed de energia assegurada. Assim, esta hidrelétrica só poderá realizar contratos de venda totalizando até 200 MWmed.

Devido ao consumo sazonal de energia no Brasil, foi estabelecida uma flexibilidade para as hidrelétricas conhecida como sazonalização da energia assegurada, esta sendo de particular interesse e objeto deste trabalho.

A sazonalização permite que, a cada ano, o agente de geração hidrelétrica declare para o ano seguinte o quanto será a energia mensal fornecida, respeitando-se os limites inferior de zero e superior da capacidade instalada, assim como o total anual da energia assegurada.

Assim, considerando o exemplo anterior, uma hidrelétrica que detém 200 MWmed de energia assegurada poderia escolher uma sazonalidade a partir da qual fornece 400 MWmed no mês de janeiro e 0 MWmed no mês de dezembro, mantendo-se em 200 MWmed a energia assegurada

nos outros meses. A média anual permaneceu em 200 MWmed e o limite superior da capacidade instalada não foi violado (450 MWmed).

Dessa forma, é possível haver fornecimentos de energia, durante o período contratado, acima ou abaixo da média especificada, desde que o total fornecido no período obedeça ao contrato firmado.

Quando isso acontece, com a energia assegurada mensal sendo maior ou menor do que a energia contratada, as diferenças contabilizadas a maior ou a menor são liquidadas de acordo com os preços de curto prazo (Preço de Liquidação das Diferenças - PLD), que podem ser maiores ou menores do que o preço fixo contratual.

A análise da decisão da sazonalização é uma questão prática com a qual os agentes de geração hidrelétrica se deparam anualmente, sendo uma das principais decisões comerciais de um gerador.

Ressalta-se que as empresas de geração, que realizam a sazonalização como uma operação descasada, têm uma preocupação muito grande em controlar o risco e conseqüentemente o tamanho do descasamento. É comum que estas empresas utilizem o *Value at Risk* (VaR) para controlar a exposição ao risco de mercado. Na seção 3.1 será apresentada a definição de VaR.

Assim, a questão de pesquisa que se pretende abordar no presente trabalho diz respeito à seguinte situação: **“Qual é a melhor forma de sazonalizar a Energia Assegurada maximizando o resultado da hidrelétrica, considerando-se restrições de valor em risco (VaR)”?**

No sentido de responder a esta questão, a maximização da medida ômega ( $\Omega$ ) foi escolhida como critério de seleção da sazonalização, dado um determinado nível de VaR. A medida  $\Omega$  foi escolhida porque consegue incorporar todos os momentos da distribuição de resultados, fornecendo uma completa descrição das características do risco-retorno, de tal modo que resulta em uma medida intuitivamente atrativa e facilmente computável.

No caso específico de trabalhos sobre comercialização de energia elétrica no Brasil, observam-se distribuições de preços extremamente

afastadas da normalidade, o que torna o uso da medida  $\Omega$  particularmente valioso devido a sua independência a hipóteses de normalidade.

Além de procurar responder a uma pergunta associada a um problema real, este artigo contribui com a utilização de uma técnica recente de otimização de carteira que é a maximização da medida  $\Omega$  com restrição de VaR.

Este trabalho está organizado da seguinte forma: a seguir será feita uma introdução ao mercado de energia elétrica no Brasil, buscando apontar e explicar algumas características deste. Em continuidade, será feita uma revisão da literatura com uma explicação sobre a função  $\omega$  e suas particularidades. Após esta explicação, serão apresentadas a modelagem do problema, as soluções obtidas e, finalmente, serão enunciadas as conclusões e recomendações.