

## 6 Conclusões

O presente estudo considerou uma empresa comercializadora que atua no mercado de energia elétrica brasileiro e que realiza operações descasadas. A carteira de contratos desta empresa inclui um contrato de venda de um montante mensal fixo de energia, um contrato de compra da energia elétrica de uma usina eólica e um contrato de compra de energia de uma hidrelétrica que pode ser sazonalizado entre os meses do ano. As diferenças entre os montantes vendidos e comprados são liquidadas através da compra ou venda de energia elétrica no mercado de curto prazo ao valor do PLD mais o ágio.

A complementaridade entre os regimes naturais eólico e hídrico, sendo a geração eólica mais intensa no segundo semestre do ano enquanto a vazão nas hidrelétricas atinge seus menores patamares, motivou a análise da utilização da flexibilidade contratual da sazonalização para otimizar os lucros da carteira de contratos da comercializadora.

A maximização da medida  $\hat{\Omega}$  foi o critério adotado para encontrar as sazonalizações ótimas, que permitem obter os melhores resultados para a carteira de contratos nos diversos cenários analisados. Nesse sentido este trabalho inova ao utilizar esta técnica de otimização para avaliar uma carteira composta de contratos de compra de energia de uma usina eólica e de uma hidrelétrica, que pode alcançar maiores ganhos através da sazonalização. A medida  $\Omega$  foi escolhida pelo fato de incorporar todos os momentos da distribuição estatística dos resultados, além de capturar nas análises de risco-retorno o impacto benéfico dos ganhos e o efeito negativo das perdas em relação a uma meta estabelecida.

Utilizando-se a medida  $\Omega$ , de fato se verificou que a sazonalização do contrato de compra de energia da usina hidrelétrica, no caso uma PCH, permite alcançar lucros acima da margem esperada para o cenário de alocação uniforme dos montantes mensais de energia. Os valores obtidos para a medida  $\Omega$ , no entanto, diminuíram rapidamente com o aumento do limite  $L$  indicando que a

adoção de metas muito ousadas para o tamanho da operação prejudicam a relação entre ganho e perda.

Nas análises realizadas foi considerado, ainda, o caso de uma carteira composta de contratos de compra de energia de duas usinas eólicas para comprovar que as características complementares dos regimes hídrico e eólico e a flexibilidade da sazonalização proporcionam à comercializadora a possibilidade de alcançar maiores ganhos.

Inserindo o controle de risco nas verificações através do VaR percebeu-se que à medida que sua restrição torna-se mais severa a distribuição dos montantes de energia elétrica aproxima-se da uniformidade entre os meses do ano. Assim, considerando um VaR com valor zero (ausência de risco), montantes iguais de energia elétrica devem ser comprados durante os meses do ano, não existindo grau de liberdade para realizar a sazonalização. A flexibilidade da sazonalização possibilita alcançar lucros acima da margem normal, mas está associada à exposição da comercializadora ao risco de mercado, que deve ser limitada com a utilização de medidas de controle de risco.

A análise realizada utilizando preços contratados 10% inferiores aos originalmente assumidos no estudo resultou numa curva de valores da medida  $\Omega$  com comportamento semelhante ao da original, indicando que apenas a margem de lucros possíveis através da sazonalização diminuiu. Isto significa que mesmo a utilização de preços contratuais diferentes dos considerados neste trabalho não acarretaria grandes alterações nos resultados encontrados, desde que mantidas as margens entre compra e venda de energia.

O perfil de sazonalização ideal encontrado quando não existe restrição de VaR ou quando esta é mais branda consiste em concentrar toda a compra de energia da usina hidrelétrica no segundo semestre do ano. Neste período a produção da usina eólica apresenta os maiores valores e o excedente de energia elétrica é vendido no mercado de curto prazo ao valor do PLD (somado ao valor do ágio), que nesta época do ano geralmente apresenta suas maiores médias. No primeiro semestre, então, será necessário comprar energia elétrica no mercado de curto prazo para complementar a produção eólica e esta operação será realizada no período em que os valores médios de PLD são mais baixos. Como o preço de venda contratado é fixo durante todo o período, este cenário também possibilita auferir maiores ganhos durante os primeiros meses do ano.

O resultado da análise realizada aponta como perfil ideal de sazonalização para maximizar a medida  $\Omega$  e, portanto, aumentar o lucro da carteira de contratos, a concentração de toda compra de energia da hidrelétrica no segundo semestre do ano. As restrições de controle de risco adotadas, porém, precisam garantir alguma flexibilidade para utilizar a sazonalização.

Entretanto, este estudo possui algumas limitações que devem ser apontadas, como o fato das séries históricas de velocidades dos ventos utilizadas para determinar os parâmetros das distribuições Weibull terem sido obtidas a partir de medições realizadas durante apenas um ano. Conforme já mencionado, o ideal seria utilizar dados de medições realizadas por um período mínimo de cinco anos no intuito de capturar as variações anuais dos ventos.

Os preços contratuais de compra e venda de energia elétrica utilizados na análise foram assumidos a partir de informações de um profissional do mercado, entretanto, como os valores são negociados livremente nos contratos bilaterais e não existe um mercado futuro do qual se possa extrair uma previsão, os dados são imprecisos neste sentido. A mesma situação ocorre com o valor do ágio, que também foi estimado a partir de valores típicos de mercado.

O perfil de sazonalização ótimo é muito influenciado pelas projeções de PLDs consideradas para o período analisado, se o método utilizado para simular estes valores não for preciso, pode-se adotar uma decisão de sazonalização incorreta.

Como sugestão para trabalhos futuros sobre o tema abordado, a análise realizada pode ser repetida utilizando índices clássicos de medida de desempenho de carteiras. Pode ser estudado também o perfil de sazonalização ideal para o cenário em que a carteira da comercializadora abrigue um contrato de compra de energia produzida a partir do bagaço de cana, além de contratos de compra de energia eólica e hidrelétrica.