1 Introdução

A matriz de geração de energia elétrica brasileira tem base predominantemente renovável, destacando-se como principal a fonte hidráulica, que responde por aproximadamente 67% da capacidade instalada de geração (ANEEL, 2012). Esta parcela de participação, embora ainda muito significativa, vem diminuindo nos últimos anos devido aos incentivos governamentais à diversificação da matriz iniciados a partir da crise energética, em parte causada por um período prolongado de seca, e que culminou com o racionamento de energia elétrica entre os anos de 2001 e 2002.

Inicialmente, os investimentos foram concentrados na implantação de usinas termelétricas a gás ou óleo combustível, mas em 2004 foi instituído o Programa de Incentivo às Fontes Alternativas de Energia Elétrica (PROINFA). O programa tinha como objetivo aumentar a participação no Sistema Interligado Nacional (SIN) de empreendimentos concebidos com base em fonte eólica, biomassa e pequenas centrais hidrelétricas (PCHs), o que promoveria a diversificação e aumentaria a segurança no abastecimento de energia elétrica. Esta iniciativa pioneira impulsionou a energia eólica, que em pouco mais de três anos saltou de 22 MWmed para 414 MWmed de capacidade instalada. Ao final de 2010, segundo dados do Balanço Energético Nacional (BEN) de 2011 produzido pela Empresa de Pesquisa Energética (EPE), o parque eólico correspondia a 928 MWmed. Considerando o potencial eólico brasileiro conservadoramente estimado em 143 GWmed, com destaque para região Nordeste com cerca de 75 GWmed de capacidade instalável (CEPEL, 2001), é possível verificar que esta fonte renovável ainda é pouco explorada. No entanto, o Plano Decenal de Expansão Energia (PDEE, 2020) prevê que em 2020 a capacidade instalada do parque eólico brasileiro será de 11.532 MWmed, o que representará 6,7% da capacidade instalada de geração de energia elétrica nacional.

O regime natural eólico apresenta complementaridade em relação ao hidrológico em relevantes regiões do Brasil. Assim, no período de maio a

novembro em que os reservatórios das hidrelétricas apresentam níveis mais baixos, as velocidades médias dos ventos são maiores. A energia eólica, portanto, pode exercer um papel importante na estabilização da oferta de energia elétrica no país. Além disso, grande parte das áreas favoráveis para empreendimentos eólicos estão situadas ao longo da costa brasileira, coincidindo com locais de maior consumo no extremo das linhas de transmissão. Desta forma, o aproveitamento do potencial eólico pode também contribuir para o reforço e redução das perdas das redes elétricas (Amarante et al, 2001).

O modelo atual do setor elétrico define que a comercialização de energia elétrica é realizada em dois ambientes de mercado: o Ambiente de Contratação Regulada (ACR) e o Ambiente de Contratação Livre (ACL). No ACR a contratação é formalizada através de contratos bilaterais regulados, denominados Contratos de Comercialização de Energia Elétrica no Ambiente Regulado (CCEAR), celebrados entre agentes vendedores (comercializadores, geradores, produtores independentes ou autoprodutores) e compradores (distribuidores). Já no ACL empresas de comercialização e geração de energia elétrica negociam livremente, sendo os acordos de compra e venda celebrados através de contratos bilaterais. Todos os contratos dos dois ambientes são registrados na Câmara de Comercialização de Energia Elétrica (CCEE) e servem de base para a contabilização e liquidação das diferenças no mercado de curto prazo.

No ACL as transações realizadas podem ser classificadas como operações casadas ou operações descasadas. As operações casadas são caracterizadas pelo fato das quantidades de energia elétrica comprada e vendida serem as mesmas, eliminando o risco de mercado e proporcionando um ganho fixo. Já nas operações descasadas, numa ponta o preço é travado no longo prazo através da negociação e registro de contrato bilateral na CCEE, e na outra, o preço é de curto prazo obtido pela compra ou venda de energia no mercado à vista. Neste tipo de operação a empresa fica exposta ao risco de mercado, mas tem possibilidades de obter maiores ganhos.

Embora na gestão das carteiras de contratos de comercializadoras e geradoras predominem as operações casadas, muitas empresas realizam operações descasadas com o objetivo de obter lucros acima da margem normal e dentro de parâmetros de controle de risco. Entre os tipos de operações descasadas mais comuns estão as compras sazonais com vendas uniformes, as vendas descasadas e

as compras descasadas. Nas compras descasadas a empresa compra energia por meio de contratos de longo prazo e vende no mercado à vista. No caso das vendas descasadas, a venda é realizada através de contratos de longo prazo e a compra ocorre no mercado à vista. Já as compras sazonais com vendas uniformes se caracterizam pela entrega do mesmo montante de energia em todos os meses do ano e pela compra de energia de forma sazonal durante o período. Neste caso a compra ou venda de energia necessária para compensar possíveis diferenças, é realizada no mercado à vista.

A flexibilidade contratual da Sazonalização, que consiste no processo de dividir as quantidades anuais de um contrato de fornecimento de energia elétrica em montantes mensais, pode ser utilizada por uma empresa comercializadora que pretende maximizar seus ganhos através de operações descasadas. A escolha do perfil ideal de sazonalização por parte do agente comprador, que geralmente impõe esta condição contratual, possibilita ao mesmo alcançar lucros acima da margem normal.

Considerando uma empresa comercializadora que possui uma carteira composta de contratos de compra de energia de uma hidrelétrica com sazonalização mensal e de uma usina eólica, além de um contrato de venda de um montante fixo mensal de energia, o objetivo deste trabalho é determinar o perfil de sazonalização mais adequado para maximizar seu resultado.

O critério utilizado para determinar como deve ser a sazonalização do contrato de compra de energia da usina hidrelétrica é a maximização da medida $\hat{\Omega}$, que consegue incorporar todos os momentos estatísticos da distribuição de resultados simulados para a carteira de contratos. Nesse sentido este estudo aborda um problema real e 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 flexibilidade da sazonalização.

A presente dissertação está estruturada da seguinte forma. O Capítulo 2 traz uma revisão de literatura sobre medidas de otimização de carteiras e índices de controle de risco. No Capítulo 3 são apresentadas algumas características importantes do mercado de energia elétrica brasileiro. O Capítulo 4 é dedicado a demonstrar a metodologia utilizada para encontrar o perfil de sazonalização ideal para maximizar os ganhos da carteira de contratos utilizando como métrica a

medida Ômega. No Capítulo 5 os resultados encontrados são apresentados e o Capítulo 6 abriga as conclusões do estudo e as recomendações para estudos futuros.