

# 1 Introdução

No início da década de 1980, ainda sob a ditadura militar, o Brasil entrou em um período econômico-social conhecido como a década perdida, que se caracterizou por grandes problemas econômicos e fortes reflexos sociais. A estagnação econômica e a eventual queda da produção industrial frearam o crescimento do produto interno bruto e impuseram a redução da renda per capita, com a iminente perda do poder aquisitivo da população. A instabilidade monetária aprofundou o quadro de crise e a taxa de inflação disparou, alcançando números exorbitantes.

A reversão deste contexto econômico-social teve início com a eleição direta para presidente da república ao findar o governo José Sarney, sendo Fernando Affonso Collor de Mello eleito presidente.

Fernando Collor, de início, adotou, em algumas áreas econômicas, uma postura neoliberal, como por exemplo, a determinante flexibilização da política de comércio exterior, dando mais liberdade para a entrada de produtos importados, com o intuito de tornar a indústria nacional mais competitiva em relação ao mercado internacional. Isto, em contraposição as políticas econômicas anteriores, que buscavam, basicamente, a substituição de importações e o conseguinte crescimento da indústria nacional.

As medidas econômicas adotadas para conter o processo inflacionário herdado causaram grande impacto na sociedade e nas relações com o poder legislativo, gerando por consequência um estado de instabilidade política que culminou com a votação, pelo Congresso Nacional, do *impeachment* do Presidente da República, apesar da sua antecedente renúncia.

A perspectiva econômica apontada no governo Fernando Collor, em parte e com inovações, foi adotada no governo sucessor de Itamar Franco e na sequência, ampliada por Fernando Henrique Cardoso.

Ainda no governo Itamar Franco, tornou-se evidente a necessidade de expressivos investimentos nas empresas estatais para superar a defasagem

tecnológica e a perda de produtividade, e também atender, ao inexorável processo de modernização de alguns setores básicos e vitais para a retomada do desenvolvimento econômico.

Por se tratarem de setores muitas vezes considerados monopólios naturais, onde não existe a esperada concorrência, e, considerando também, a incapacidade crescente do governo federal em aportar novos e vultosos recursos financeiros nas estatais, optou-se por acelerar o processo de concessões e privatizações. Como medida complementar, foram instituídas as agências reguladoras, com objetivo de fiscalizar o comportamento e possíveis abusos por parte das empresas concedidas ou privatizadas e também estabelecer os marcos regulatórios para esses setores.

O setor elétrico brasileiro (SEB) passou por essa transformação a partir de meados do ano de 1997, quando iniciaram as privatizações das empresas estatais que administravam o antigo monopólio estatal e foi emitido um conjunto de medidas visando à reestruturação do setor.

O Ministério de Minas e Energia coordenou o Projeto de Reestruturação do Setor Elétrico Brasileiro (Projeto RE-SEB), que tinha como principais características:

- A desverticalização da produção, transmissão, distribuição e comercialização;
- Os segmentos de produção e comercialização passaram a ser uma atividade competitiva com preços contratados e definidos pelo mercado;
- O livre acesso das empresas geradoras e das comercializadoras às redes de transmissão e distribuição;
- Criação do Mercado Atacadista de Energia (MAE), que posteriormente foi substituído pela Câmara de Comercialização de Energia Elétrica (CCEE), instituída com a precípua função de contabilizar e de liquidar as transações de energia elétrica.

As concessões e privatizações cumpriram o seu objetivo, aumentaram a eficiência dos agentes do SEB, contribuíram para a diminuição da dívida pública e geraram um ambiente propício para o crescimento sustentável do país nos anos seguintes.

A Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL) foi criada em 1996, no governo Fernando Henrique como ente responsável pela regulação e fiscalização da produção, da transmissão e da comercialização de energia elétrica, subordinando-se as políticas e diretrizes do Governo Federal, como uma autarquia, sob o regime de agência reguladora.

As criações do MAE e do Operador Nacional do Sistema Elétrico (ONS) ocorreram em 1998, com o objetivo de estimular a concorrência e, por conseguinte, a eficiência dos agentes do SEB.

A CCEE foi criada em substituição a MAE, com o objetivo de ser o ambiente ideal para a ocorrência de transações com energia elétrica, enquanto o ONS seria o responsável pela coordenação e controle da geração de energia elétrica pelas usinas e pela operação dos sistemas interligados.

No final da década 1990 sucessivas crises econômicas afetaram a economia mundial. No Brasil, foram observados sérios problemas cambiais que levaram a perda de parte das reservas de divisas. Com a escassez do crédito no mercado mundial o Governo Federal decidiu não realizar a privatização das maiores geradoras de energia pertencentes ao complexo Eletrobrás. A falta de liquidez financeira no mercado internacional dificultou ainda mais a negociação da dívida externa brasileira, o que gerou cortes no orçamento público e a ausência de investimentos no desenvolvimento e na ampliação do SEB.

A não integralização dos investimentos primordiais, somada a um período de estiagem, gerou entre os anos de 2001 e 2002 o chamado “apagão”, onde algumas regiões do país foram obrigadas a economizar energia, gerando um prejuízo econômico e de bem estar para a população.

O baixo nível dos reservatórios das geradoras hidroelétricas, matriz até hoje dominante e a falta de interconectividade entre os diferentes sistemas geradores inviabilizaram uma possível transferência de energia elétrica entre as regiões do país, o que, por certo, reduziria os transtornos e prejuízos.

Em 2003, no início da nova gestão presidencial, uma nova ordem política se estabeleceu, gerando propostas que convergiram, em 2004, para a aprovação da Lei n.º 10.848 de 15 março de 2004, cujas principais diretrizes são:

- Promover a modicidade tarifária;
- Mecanismos de proteção a consumidores;
- Mecanismos de realocação para mitigação de risco hidrológico;

- Garantia de suprimento;
- Estabilidade do marco regulatório;
- Condições gerais e processos de contratação regulados;
- Condições de contratação livre.

A busca pela mitigação do risco hidrológico levou ao desenvolvimento de uma nova matriz energética, a térmica, onde as termoeletricas passaram a ter um papel mais atuante no equilíbrio da oferta de energia elétrica; e a construção do Sistema Integrado Nacional (SIN), que buscava interligar, através da malha de transmissão, todos os sistemas antes isolados, com o propósito de evitar a escassez de energia e aumentando a confiabilidade do fornecimento.

Instituído um Ambiente de Contratação Regulada (ACR) e um Ambiente de Contratação Livre (ACL), com a emissão do Decreto n.º 5.163, de julho de 2004, o formato de negociação foi regulamentado atendendo a procedimentos de comercialização específicos e chegando a um nível maior de eficiência.

No ACR ocorrem as licitações públicas que seguem as regras previamente estabelecidas nos órgãos reguladores responsáveis. É o ambiente de contratação utilizado pelos agentes de geração e pelas distribuidoras que são obrigadas a comprar 100% de sua demanda prevista por esse método e nesse ambiente.

No ACL ocorrem as operações de compra e venda de energia elétrica por contratos bilaterais livremente negociados. Nele participam as empresas geradoras, as comercializadoras, as exportadoras, as importadoras e as consumidoras livres.

Devido eminente necessidade de ajustes entre as previsões e as demandas reais, houve a necessidade de criação de outro mercado específico, agora de atuação no curto prazo. Nesse mercado são contabilizadas as diferenças entre o que foi produzido ou consumido e o que foi contratado. O valor de negociação do Preço de Liquidação das Diferenças (PLD) é aferido semanalmente e segmentado por patamar de carga para cada submercado, levando em consideração, ainda, o custo marginal de operação do sistema.

As empresas comercializadoras de energia elétrica podem negociar energia diretamente no ACL, com empresas geradoras e grandes consumidores, devendo escolher entre operações casadas e descasadas.

Nas operações casadas o risco é reduzido, pois as quantidades de energia e o prazo de fornecimento são iguais tanto na compra como na venda, o que permite apenas um ganho na margem sobre essa operação. Dessa forma não existe o risco de mercado, esse só estará presente caso seja escolhida a modalidade de apreamento via PLD, ou seja, ao invés de cobrar uma margem, a distribuidora usa o PLD como base de preço de compra e venda, passando assim, a estar sujeita ao risco de mercado, caso a compra e a venda sejam feitas em submercados distintos. Isso é feito como uma forma de aumentar o ganho por parte do agente comercializador de energia elétrica.

Nas operações descasadas os montantes de energia elétrica negociados são iguais, porém dependendo da posição que o agente comercializador adotar ele pode ficar em uma posição vendida ou comprada. Caso esteja vendido na posição deverá fazer um contrato de longo prazo na venda e comprará no mercado *spot*. Se estiver comprado, terá um contrato de compra de longo prazo e irá vender a energia no mercado *spot*. Se estiver comprado, tem a expectativa de que o mercado sofra uma falta de oferta e o preço à vista aumente e se estiver vendido, tem a expectativa de que ocorra um excesso de oferta de energia elétrica e assim o preço à vista caia.

Na maioria dos contratos as comercializadoras optam por contratos casados para compor sua carteira e assim não correrem os riscos de mercado. No entanto a busca por maiores lucros acaba por levá-las a deixar certa parte da carteira descoberta ou a arriscar em contratos casados baseados no PLD. Essa busca por maiores lucros levou também essas empresas a pensarem no risco e em formas de obterem o maior retorno esperado possível dentro de um valor máximo de risco aceitável por seus *stakeholders*. Assim, medidas de limitações de risco como o VaR e o CVaR passaram a fazer parte do dia a dia dessas empresas.

Hoje, no Brasil, existem quatro submercados de energia elétrica. Nesses submercados, o PLD pode ter valores diferentes, com possibilidade de compra e venda, sendo esse movimento chamado de *Swap* de energia elétrica.

Analisando o caso de uma empresa fictícia, comercializadora de energia elétrica, que faz contratos apenas com operações casadas, onde os preços da energia negociada são balizados no PLD. Essa empresa monta uma carteira com operações de *Swap* de energia entre diferentes submercados com o objetivo de maximizar o lucro, condicionado a um limite de risco e a um limite de lucro

mínimo. Arelado a essas condições este trabalho tem por propósito a construção de uma solução para seguinte questão:

**“Qual é a carteira ótima de *Swaps* de energia elétrica entre submercados a ser contratada pela empresa comercializadora em operações casadas que maximiza o seu ganho esperado tendo uma meta de lucro e com a restrição de um CVaR definido?”**

A medida  $\hat{\Omega}$  foi escolhida como critério a ser maximizado na escolha da quantidade de energia ideal a ser negociada em cada um dos submercados, em busca da composição da melhor carteira de *Swaps*.

Nesse trabalho, apesar de representar uma empresa fictícia, os dados utilizados são reais, sendo assim passível de ser uma situação real. Também são abordados assuntos atuais, como *Swaps* de energia entre diferentes submercados, CVaR e a medida  $\hat{\Omega}$ .

O estudo está organizado em seis seções. A próxima etapa apresenta um apanhado geral de como foi a evolução do mercado de energia elétrica no Brasil até se chegar ao presente modelo de negociação, uma apresentação dos seus principais atores, além da descrição do modelo atual. A seguir o referencial teórico apresenta uma revisão de literatura sobre os conceitos básicos de seleção de carteiras e medidas de riscos. Na seção 4 é descrita a metodologia adotada para se encontrar os resultados que serão apresentados, analisados e sensibilizados. A seção 5 trata dos resultados encontrados com a modelagem, a otimização e a simulação, para avaliar a sensibilidade. Por fim, na última seção, são apresentadas as conclusões, assim como, as recomendações para trabalhos futuros.