

# 1 Introdução

## 1.1. Motivação

O setor elétrico nos últimos anos vem passando por grandes mudanças estruturais em diversas regiões do planeta. As transformações que vêm ocorrendo visam reestruturar o setor energético com o intuito de possibilitar melhorias no produto e na qualidade dos serviços, por meio do estímulo à competição entre os participantes do mercado. A reestruturação no setor de energia elétrica é um evento que está ocorrendo com sucesso em inúmeros países tais como Holanda, Reino Unido, Suécia, Inglaterra, Estados Unidos, Austrália e Nova Zelândia.

No Brasil foram criados órgãos responsáveis pelo setor, de modo que se viabilize e regule estas mudanças, seja por meio da criação de instrumentos de incentivos à competição ou permitindo a participação de agentes privados nos processos de geração, distribuição e comercialização de energia.

A reestruturação visa implementar uma reforma institucional, com os principais objetivos de:

- (a) assegurar os investimentos necessários para a expansão da oferta de energia;
- (b) assegurar que o setor se torne economicamente eficiente.

Para atingir estes objetivos, foram adotados cinco princípios básicos similares com os princípios que nortearam os processos de reestruturação em outros países:

- i) Descentralização: separação (distinção entre produtos e serviços) das atividades de geração, transmissão, distribuição e comercialização de energia.
- ii) Privatização: transferência da responsabilidade sobre a expansão do setor para a iniciativa privada.
- iii) Aumento da eficiência na geração e na comercialização: estímulo à competição nestes setores.

iv) Despacho descentralizado baseado em oferta: os agentes do mercado são livres para operarem suas unidades geradoras e fazerem suas ofertas.

v) Garantia de livre acesso às redes de transmissão e distribuição.

A implementação desta nova estrutura exigiu o estabelecimento de limites, regulamentações técnicas e econômicas, além da criação de alguns agentes específicos para as funções de integração: (i) um operador independente (ONS – Operador Nacional do Sistema), para garantir a segurança operacional realizando o despacho das unidades geradoras; (ii) um órgão regulador (ANEEL – Agência Nacional de Energia Elétrica), responsável por instituir as regras de mercado de energia elétrica para assegurar a competitividade do setor; e (iii) um Mercado Atacadista de Energia (MAE), que caracteriza o local onde são realizadas a contabilização e liquidação da energia comprada e vendida pelos geradores e demandas do sistema.

Dentro das atribuições da ANEEL, está a realização de revisões tarifárias periódicas. Esta revisão tarifária compreende: a) reposicionamento das tarifas de fornecimento de energia elétrica em nível compatível com a preservação do equilíbrio econômico-financeiro do contrato de concessão; e b) determinação do fator X que será aplicado nos reajustes tarifários com o objetivo de compartilhar ganhos de produtividade com os consumidores (ANEEL, 2001)<sup>1</sup>.

Ressalta-se que, no ano de 2002, a ANEEL realizou processo de licitação para contratar instituições (públicas e/ou privadas) que pudessem auxiliar na estruturação do processo de revisão tarifária. A Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro (PUC-RJ) foi selecionado a realizar alguns trabalhos. O autor desta tese fez parte da equipe executora dos trabalhos que motivaram seu objeto de pesquisa: apresentar uma metodologia para calcular o fator X a partir da definição de fronteiras de eficiência no setor elétrico brasileiro.

## **1.2. Objetivo**

O processo de revisão tarifária é tema atual e está em andamento no setor elétrico brasileiro e, assim sendo, constitui campo aberto para pesquisas e proposições. O processo de privatização deste setor, concomitantemente à

---

<sup>1</sup> Nota Técnica 097/2001

mudança estrutural de um estado investidor para um estado regulador, implicam na necessidade de emular as condições de um mercado competitivo garantindo que todos os agentes envolvidos participem dos ganhos de produtividade.

O tema é particularmente relevante no sentido de que aborda o processo de revisão das tarifas de energia elétrica que, obviamente, determinam a composição das receitas das distribuidoras e, por assim ser, a geração de lucros ou prejuízos em um setor de base da economia. Neste sentido, a definição de fronteiras de eficiência precisa ser pensada de forma criteriosa de forma a permitir a integridade financeira e operacional das empresas. Um dos aspectos importantes, por exemplo, diz respeito à heterogeneidade existente entre as empresas de distribuição de energia no Brasil, um fato que precisa ser tratado.

Os métodos de construção de *frontier benchmarking* identificam ou estimam a fronteira de desempenho eficiente da melhor prática na indústria ou em uma amostra de empresas. Esta fronteira é a referência para a medida de performance das empresas. A revisão bibliográfica realizada aponta que os principais métodos de *frontier benchmarking* são *Data Envelopment Analysis* (DEA), *Corrected Ordinary Least Square* (COLS), e *Stochastic Frontier Analysis* (SFA), sendo o DEA baseado em técnicas de programação linear, enquanto COLS e SFA são técnicas estatísticas.

Ressalta-se, desta forma, que a tese tem o objetivo principal de estimar as fronteiras de eficiência através da análise de fronteira estocástica (AFE) conjugada à uma análise a priori de classificações de padrões entre as empresas. Esta metodologia é sugerida para calcular parte do fator X, cálculo este também proposta deste trabalho.

Neste contexto, a tese se propõe também a fazer um painel da experiência regulatória no setor elétrico de outros países apontando os instrumentos e técnicas utilizados pelos órgãos reguladores com os objetivos de incentivar as empresas a aumentar seus investimentos e eficiência na operação, e garantir que os consumidores beneficiem-se destes ganhos.

### 1.3.

#### Contribuições da Tese

- Pesquisa em um tema novo referente a um processo que está ocorrendo atualmente (revisão tarifária);
- Realização e organização de informações a partir do *survey* que abrangeu vários países e abordou obras de vários autores;
- Proposta para cálculo do Fator X conjugando ajuste de eficiência intra ( $X^O$ ) e inter ( $X^E$ ) setores da economia;
- Tratamento das dissimilaridades existentes no setor elétrico brasileiro através da adoção de técnicas de classificação de padrões:
  - utilização de uma análise de *clusters* (estatísticos);
  - utilização de uma técnica de Redes Neurais (SOM);
  - implementação de uma técnica de *pruning* (PSOM).
- Estimação da fronteira de eficiência utilizando métodos econométricos que abrangem ocorrência de choques aleatórios (fronteira estocástica), com a preocupação também de testar hipóteses importantes como retornos de escala e tratamento de pontos discrepantes;
- Estimação de fronteira de eficiência testando diferentes distribuições de probabilidade para componentes de erro e diferentes formas funcionais;
- Modelo híbrido: classificação de padrões e modelos econométricos;
- Implementação do modelo e análise de dados com primeiros resultados obtidos;
- Possibilidade de comparação de resultados com a metodologia utilizada atualmente pela ANEEL;
- Geração de resultados que podem subsidiar as decisões do órgão regulador no que tange ao processo de revisão das tarifas de energia elétrica no Brasil.

### 1.4.

#### Organização da Tese

Além desta Introdução, este documento encontra-se dividido em mais 8 capítulos. Nos capítulos 2 e 3 é feita, consecutivamente, uma explanação sobre métodos de regulação por incentivo utilizados no mundo, e mostra-se um painel

da experiência internacional quanto à utilização de métodos e técnicas de *benchmarking*. Já no capítulo 4, os métodos de definição fronteira (*frontier benchmarking*) são apresentados de forma mais detalhada tendo em vista sua importância para o desenvolvimento deste trabalho. Da mesma forma, no capítulo 5, é apresentada a técnica de rede neural que será utilizada para a classificação de padrões de empresas e que será usada como análise prévia da definição das fronteiras de eficiência. No capítulo 6 faz-se uma apresentação do modelo de regulação adotado no Brasil, contextualizando-se a proposta desta tese no que tange ao cálculo do fator X. Complementarmente, no capítulo 7, apresenta-se o modelo proposto de conjugação de metodologias para definição das fronteiras de eficiência visando auxiliar no cálculo do fator X. No capítulo 8 podem ser visualizados os resultados da aplicação da conjugação das metodologias apresentadas. Por fim, no capítulo 9, encontram-se as conclusões e sugestão de futuros trabalhos. Esta tese inclui ainda referências bibliográficas.