

9 Conclusões

9.1. Considerações Finais

O objetivo desta tese foi o de estimar as fronteiras de eficiência para empresas de distribuição de energia, visando auxiliar na proposta de um novo cálculo para o fator X. Como dito no capítulo 6, a ANEEL utiliza atualmente a teoria da Empresa Modelo (EM) ou Empresa de Referência (ER). Neste modelo, não se identificam *benchmarks* “reais” para o setor, mas sim, como o próprio nome já diz, um “modelo” de empresa eficiente.

O *survey* realizado neste trabalho de tese indicou na experiência internacional que os métodos mais utilizados são os de *frontier benchmarking* utilizando técnicas de programação linear (não paramétricas), como o DEA, e técnicas econométricas (paramétricas), como Mínimos Quadrados Corrigidos (MQC) e Análise de Fronteira Estocástica (AFE).

A metodologia proposta e empregada na tese foi então conjugar a AFE a uma análise *a priori* de classificações de padrões entre as empresas. Ressalta-se que o objetivo era o de concentrar a análise no chamado X operacional (X^O), isto é, no ajuste de eficiência dentro do setor elétrico. Este ajuste intra-setor, combinado com o ajuste iter-setorial, ou seja, do setor elétrico ao restante da economia (X econômico ou X^E calculado através da estimação da produtividade total dos fatores da economia e do setor) forneceriam as parcelas componentes do fator X a ser aplicado como redutor do IGPM aplicado no reajuste tarifário de cada empresa.

Para classificação de padrões entre as empresas, implementou-se ainda uma técnica de “poda” de forma a ajudar na determinação do número adequado de padrões a se encontrar. A implementação do PSOM implicou na formação de 3 “tipos” de empresas no setor elétrico brasileiro, o que corroborou análises feitas anteriormente no decorrer da tese e que se baseavam em um método *top-down* de classificação de padrões (utilizando uma rede neural artificial com topologia

bidimensional, com posterior redução de dimensionalidade baseada na análise de protótipos). Um ganho advindo desta implementação é sua replicabilidade, ou seja, pode-se utilizá-la em vários problemas de identificação de padrões.

É importante ressaltar que procurou-se realizar análises criteriosas para a escolha de variáveis que alimentariam os modelos (tanto de classificação de padrões quanto os econométricos).

Quanto à estimação das fronteiras de eficiência, onde são obtidas estimativas de indicadores de eficiência, fez-se testes acerca de hipóteses importantes como as relacionadas aos rendimentos de escala, indicando-se presença de retornos constantes de escala⁵⁶. Foram trabalhadas também formas diferentes de funções de produção e custo e formas diferentes para a distribuição de probabilidades dos resíduos dos modelos. Isto é, diferentes especificações de modelos econométricos foram aplicadas em uma *cross-section* com dados anuais de 60 concessionárias de distribuição que operam no setor elétrico brasileiro.

Especificamente, foram estimados modelos de fronteira de custo, formulados segundo uma função Cobb-Douglas ou por uma Translog, onde o único *input* é o custo operacional, explicado pelos montantes de três *outputs*: energia distribuída, número de consumidores e extensão das redes de distribuição. Com o auxílio do programa Frontier 4.1, foram estimados modelos SFA com distribuições *Half-Normal* e Normal truncada para a componente do erro composto associada com a ineficiência.

Os resultados obtidos pelos modelos SFA foram comparados com os indicadores encontrados por modelos de Análise Envoltória de Dados com orientação *input* (DEA-CRS e DEA-VRS). Os resultados obtidos mostram a grande variabilidade dos indicadores de eficiência obtidos pelos diferentes modelos, mostrando que a metodologia escolhida, a especificação do modelo e as variáveis utilizadas podem afetar os indicadores de eficiência e o *ranking* das concessionárias.

É importante ressaltar que a análise de classificação de padrões realizada a priori, traz maior visibilidade e consistência na análise dos indicadores de eficiência estimados.

⁵⁶ Mesmo assim, na implementação do DEA, usou-se também a hipótese de retornos variáveis de escala para fins de simulação.

Apesar da grande variabilidade dos indicadores, os resultados apresentados neste trabalho mostram que modelos SFA, em especial os modelos com especificação Translog, apresentam maior correlação com o modelo DEA-CRS. Quanto ao efeito da distribuição da componente u_i , observou-se que nos modelos com distribuição Normal truncada foram obtidos indicadores ligeiramente maiores que os encontrados pelos modelos com distribuição *Half-Normal*.

O trabalho também apresenta os indicadores de eficiência definidos pela média geométrica dos melhores modelos deste trabalho: modelo DEA-CRS, modelos SFA com forma funcional Translog e modelo SFA com forma funcional Cobb-Douglas e Normal truncada.

Acredita-se que os desenvolvimentos realizados geraram resultados que podem subsidiar as decisões do órgão regulador no que tange ao processo de revisão das tarifas de energia elétrica no Brasil. Este processo, como é sabida, está em andamento e é campo aberto a novas pesquisas.

9.2. Trabalhos Futuros

Como sugestão de trabalhos futuros no tema, é sugerida a montagem de um painel de dados das concessionárias de forma a utilizar modelos que permitam decompor a eficiência econômica nas componentes técnica e alocativa e, principalmente, que estimem a evolução temporal dos indicadores de eficiência.

Um outro aspecto importante, diz respeito o desenvolvimento de metodologias de previsão para aplicação do fator X. Atenta-se que o cálculo do fator X (independente de qual metodologia se utilize para tal) depende fundamentalmente de boas previsões do mercado de energia. Alguns usam, por exemplo, o índice de Malmquist para estimar o deslocamento da fronteira (crescimento de mercado)⁵⁷. Tendo em vista o estado da arte em técnicas de previsão, muitos estudos nesta área podem ser implementados e relacionados ao cálculo do fator X.

Como pôde ser visto, existem diversas metodologias para se obter os indicadores de eficiência. Atenta-se que dentro de uma mesma metodologia para estimação da fronteira de eficiência, existe ainda a possibilidade de se chegar em

⁵⁷ Ferreira (2003).

indicadores diferentes, como pôde ser visto nesta tese. A aplicação de métodos econométricos, mais especificamente a Análise de Fronteira Estocástica, simulando formas funcionais distintas e diferentes distribuições de probabilidade para os resíduos, gerou indicadores de eficiência diferentes. Desta forma, uma outra possibilidade de estudos futuros refere-se ao desenvolvimento de técnicas de combinação dos indicadores.

Por fim, acredita-se que mais análises podem ser realizadas de forma a incorporar outras variáveis não contempladas⁵⁸ nos modelos apresentados, tendo em vista a encontrar modelos que melhor caracterizem a realidade.

⁵⁸ Como, por exemplo, a questão da qualidade.