



## REVISTA AMBIENTE CONTÁBIL

Universidade Federal do Rio Grande do Norte

ISSN 2176-9036

Vol. 8. n. 2, jul./dez. 2016

Sítios: <http://www.periodicos.ufrn.br/ambiente>

<http://ccsa.ufrn.br/ojs/index.php?journal=contabil>

<http://www.atena.org.br/revista/ojs-2.2.3-06/index.php/Ambiente>

Artigo recebido em: 14.03.2016. Revisado por pares em: 23.03.2016. Reformulado em: 04.04.2016. Avaliado pelo sistema double blind review.

### UM ESTUDO COMPARATIVO DA EFICIÊNCIA DE DISTRIBUIDORAS BRASILEIRAS DE ENERGIA ELÉTRICA PRIVADAS E PÚBLICAS

### A COMPARATIVE STUDY OF THE EFFICIENCY OF PRIVATE AND PUBLIC BRAZILIAN ELECTRICITY UTILITIES

### UN ESTUDIO COMPARATIVO DE LA EFICIENCIA DE LAS DISTRIBUIDORAS BRASILEÑAS DE ENERGÍA ELÉCTRICA PRIVADAS Y PÚBLICAS

#### Autores

##### **Diego Rodrigues Boente**

Doutorando em Ciências Contábeis (UnB/UFPB/UFRN). Mestre em Ciências Contábeis (UnB/UFPB/UFRN). Analista de Finanças e Controle e Gerente de Normas e Procedimentos Contábeis (GENOC) da Coordenação-Geral de Normas de Contabilidade Aplicadas à Federação (CCONF) da Secretaria do Tesouro Nacional/MF. Endereço: Setor de Autarquias Sul - Quadra 3 - Edifício Órgãos Regionais – Asa Sul CEP: 70079-900 – Brasília, DF – Brasil - Telefone: (61) 3412-4905

E-mail: [diegoboente@gmail.com](mailto:diegoboente@gmail.com)

##### **Paulo Roberto Barbosa Lustosa**

Doutor em Contabilidade e Controladoria pela Universidade de São Paulo (USP). Professor do Departamento de Ciências Contábeis e Atuariais da Universidade de Brasília (UnB). Endereço: Campus Universitário Darcy Ribeiro - Asa Norte CEP: 70910-900 – Brasília, DF – Brasil - Telefone: (61) 3107-0798

E-mail: [prblustosa@gmail.com](mailto:prblustosa@gmail.com)

#### RESUMO

O presente estudo teve como foco a comparação de eficiência de entidades privadas e públicas do segmento de distribuição de energia elétrica. Para tanto, foi realizado o cálculo dos *scores* de eficiência através do modelo DEA-CRS, orientado a *input*, e, em seguida, aplicado o Teste Mann-Whitney-Wilcoxon, para identificar eventuais diferenças. A presente pesquisa foi realizada com as 62 concessionárias brasileiras de distribuição de energia elétrica. A eficiência no desempenho econômico-financeiro dessas entidades depende, sobretudo, da gestão eficiente dos recursos, que refletem diretamente nos índices que determinam sua eficiência. A análise dos dados e o resultado do teste sugere uma interpretação que as entidades privadas possuem mediana dos *scores* de eficiência diferente as entidades públicas. Os resultados, porém, devem ser interpretados com cautela à luz das variáveis de controle como porte e região de atuação.

**Palavras-chave:** Eficiência. Setor elétrico. Entidades privadas e públicas.

### ABSTRACT

This study aims a comparison of efficiency of private and public utilities. For this, we performed the calculation of scores of efficiency through DEA-CRS model-driven input, and then we applied the Mann-Whitney-Wilcoxon test to identify any differences. This survey was conducted with 62 Brazilian utilities of electricity distribution. Efficiency in the financial performance of these entities depends, above all, efficient resources management, which reflect directly in its efficiency index. Data analysis and the test result suggest an interpretation that private entities have, on average, a different efficiency and higher public entities. However, the results should be interpreted with caution as control variables as firm size and area of operation.

**Keywords:** Efficiency. Electricity sector. Private and public entities.

### RESUMEN

Este estudio se centró en la comparación de la eficiencia de las entidades privadas y públicas en el segmento de distribución de energía eléctrica. Por lo tanto, se realiza el cálculo de las puntuaciones de la eficiencia DEA-CRS dirigido a la entrada, a continuación, aplica la prueba de Mann-Whitney-Wilcoxon para identificar cualquier diferencia. Esta investigación se llevó a cabo con 62 empresas de servicios públicos brasileños de distribución de energía eléctrica. La eficiencia en el desempeño financiero de estas entidades depende, sobre todo, la gestión eficiente de los recursos, lo que refleja directamente en los índices que determinan su eficacia. Análisis de datos y el resultado de la prueba sugiere una interpretación que las entidades privadas tienen índices de eficiencia mediana diferentes de las entidades públicas. Los resultados, sin embargo, deben ser interpretados con precaución en función de las variables de control como el tamaño y área de operaciones.

**Palabras clave:** Eficiencia. Sector eléctrico. Entidades públicas y privadas.

## 1. INTRODUÇÃO

O setor de energia elétrica, como utilidade pública e agente indutor dos demais setores da economia, condiciona características importantes para a análise de seu desempenho econômico-financeiro. Frequentemente, associa-se o desenvolvimento da economia de um país aos níveis de oferta e de demanda de energia elétrica.

A teoria econômica clássica preceitua que a livre concorrência produz o maior nível de bem-estar possível comparado a qualquer outra forma de mercado. Mas não é o caso do setor de energia elétrica, especificamente o segmento de distribuição, que é sujeito à falha de mercado tradicionalmente conhecida como monopólio natural. Quando o máximo nível de produção exige a presença de um único produtor, o Governo deve garantir que essa empresa não utilize seu poder monopolista para gerar lucros excessivos ou para restringir quantidade e qualidade dos serviços prestados (DEMSETZ, 1968; JARREL, 1978).

Acrescente-se ainda que, nesse setor, a incerteza associada ao longo período de maturação dos projetos (construção de subestações, ampliação da rede elétrica, etc.) e a possibilidade de mudanças de condições ao longo desse período reduzem os incentivos ao investimento de capitais privados e públicos no setor (BAUMOL; WILLING, 1981).

A partir dos anos 1990, alguns estudos têm concentrado sua análise em segmentos de transmissão e distribuição. Isso se deve, em parte, a separação estrutural do setor ocorrido no período em diversos países, mas também por questões como monopólios naturais e privatizações (ABBOTT, 2005).

No Brasil, as entidades reguladas operam em diferentes regiões e em diferentes condições operacionais e ambientais. Parte-se da premissa que o modelo de gestão da firma

possa afetar a eficiência dessas entidades. Entretanto, a heterogeneidade é tratada de forma distinta nos vários modelos utilizados pelo órgão regulador, o que pode resultar em estimativas de custos operacionais discrepantes. Sobre esse ponto, há poucos avanços no conhecimento científico, lacuna a qual este trabalho procura preencher.

Como a estimativa de custos operacionais definida pelo regulador afeta o estabelecimento da tarifa de energia elétrica, um erro de estimativa pode conduzir a um ônus excessivo sobre a sociedade, se os custos forem sobre-estimados, ou um ônus excessivo sobre as entidades reguladas, se os custos forem subestimados. Portanto, são necessários mais estudos que contribuam para a compreensão e a discussão das variáveis que influenciam a eficiência dos agentes, como fator de aberto interesse pelos agentes econômicos, pelos reguladores e pela sociedade.

Considerando todo o exposto anteriormente, esse estudo se orienta pela seguinte questão problema: **há diferença significativa no score de eficiência entre entidades privadas e públicas?**

Portanto, o presente estudo teve como foco a comparação de eficiência de entidades privadas e públicas do segmento de distribuição de energia elétrica. O estudo busca trazer contribuições de cunho teórico e metodológico através do cálculo dos *scores* de eficiência através do modelo DEA-CRS, orientado a *input*, e, em seguida, aplicado o Teste Mann-Whitney-Wilcoxon, para identificar eventuais diferenças. Uma eventual diferença de eficiências entre essas entidades sugere um indicativo que este fator deva ser considerado nos modelos utilizados pelo regulador quando do estabelecimento do seu modelo tarifário.

O estudo utiliza a base de dados consolidada na Agência Nacional de Energia Elétrica (Aneel), órgão regulador brasileiro, de 2010 a 2014. Em princípio, todas as entidades são obrigadas a divulgar informações que representem adequadamente a situação econômico-financeira das concessionárias de distribuição de energia elétrica por força da Resolução Aneel nº 396/2010. Contudo, dados anteriores a esse período não foram disponibilizados pelo órgão regulador.

Além dessa introdução, o estudo foi estruturado em quatro outras seções. Na seção 2, são apresentados uma breve contextualização do modelo de regulação do setor elétrico brasileiro e estudos sobre a eficiência de entidades privadas e públicas. Os procedimentos metodológicos adotados no estudo são apresentados na seção 3. Na seção 4, são apresentadas a análise e a interpretação dos resultados. As conclusões são apresentadas na seção 5, seguidas das referências utilizadas.

## 2. REFERENCIAL TEÓRICO

### 2.1. BREVE CONTEXTUALIZAÇÃO DO MODELO DE REGULAÇÃO DO SETOR ELÉTRICO BRASILEIRO

No Brasil, o processo de reforma do setor elétrico baseou-se na mudança de paradigma da própria atividade. Até meados dos anos 1990, o paradigma envolvia a integração vertical dos diversos segmentos (geração, transmissão, distribuição e comercialização), todos conduzidos pelo Poder Público.

Com a Lei n. 9.427, de 26 de dezembro de 1996, foi criada a Agência Nacional de Energia Elétrica – Aneel, uma autarquia em regime especial, vinculada ao Ministério de Minas e Energia (MME). A Aneel tem a missão de proporcionar condições favoráveis para que o mercado de energia elétrica se desenvolva com equilíbrio entre os agentes e em benefício da sociedade (Aneel, 2015).

A partir do ano de 2004, o então modelo institucional definiu a criação de uma entidade responsável pelo planejamento do setor elétrico a longo prazo, a Empresa de Pesquisa Energética (EPE); uma instituição com a função de avaliar permanentemente a

segurança do suprimento de energia elétrica, o Comitê de Monitoramento do Setor Elétrico (CMSE); e uma instituição para dar continuidade às atividades do Mercado Atacadista de Energia (MAE), relativas à comercialização de energia elétrica no Sistema Interligado Nacional (SIN), e a Câmara de Comercialização de Energia Elétrica (CCEE).

Também se definiu o exercício do poder concedente ao Ministério de Minas e Energia (MME) e a ampliação da autonomia do Operador Nacional do Sistema Elétrico (ONS).

Outra importante alteração foi introduzida com a Lei n. 10.848, de 15 de março de 2004, exigindo que as concessionárias, permissionárias e autorizadas de serviço público de distribuição de energia elétrica, atuando no Sistema Integrado Nacional (SIN), não possam desenvolver atividades de: geração de energia elétrica; transmissão de energia elétrica; venda de energia a consumidores, salvo algumas exceções; participação em outras sociedades de forma direta ou indireta.

Na prática, isso implicou a desverticalização societária de diversas entidades, fazendo com que as informações econômico-financeiras, antes agregadas pela combinação de operações (geração, transmissão, distribuição e comercialização), passassem a refletir cada uma separadamente.

O objetivo original que conduziu o processo de reforma foi maximizar os benefícios para a sociedade e o estabelecimento de condições econômicas eficientes no setor, criando mercados competitivos em todos os segmentos possíveis e regulações de eficiência onde não fosse possível. O propósito tem alcançado o desenvolvimento de uma energia de distribuição de baixo custo, com qualidade de serviço, aumentando o uso eficiente e reduzindo perdas.

Os governos têm investido fortemente na iniciativa privada, envolvendo funções tradicionais de investimento e funções regulatórias. Isto permitiu que companhias, resultantes de cisão de estatais, fornecessem energia elétrica para nichos de consumidores (industriais, por exemplo). Por outro lado, surgiram algumas companhias que se integraram a grupos de multinacionais estrangeiras, principalmente europeias (RUDNICK; ZOLEZZI, 2001).

Em relação ao segmento de distribuição no Brasil, o processo de reforma introduziu princípios de um “pseudo” mercado competitivo. O legislador considerou que era socialmente conveniente para esta atividade desenvolver monopólios geográficos, dado a uma relevante economia de escala da tecnologia de distribuição, o que possibilita que o custo individual de uma empresa diminui com o aumento da densidade população na área de atuação.

O maior desafio da regulação na atividade de distribuição é garantir que a escolha da tarifa permita a companhia cobrir seus custos mais uma taxa de retorno razoável ao mesmo tempo em que promova incentivos para atingir maior eficiência. Esquemas regulatórios têm sido desenvolvidos para estimular eficiências entre os agentes, sob o que tem sido chamado de regulação por *benchmarking*.

Basicamente, é produzir uma competição artificial entre os agentes monopolistas e uma referência de eficiência, um modelo do tipo *yardstick competition*, proposto por Shleifer (1985). Isto corresponde a uma competição por comparação, onde a taxa de retorno de cada distribuidor não está assegurada nem limitada, mas depende dos seus indicadores de eficiência comparada com um modelo de referência, base para o cálculo da tarifa.

As principais críticas desta metodologia envolvem a complexidade da aplicação e o argumento que os ganhos de eficiência obtidos nem sempre são compartilhados com os consumidores finais.

## **2.2. ESTUDOS SOBRE A ANÁLISE DE EFICIÊNCIA DE ENTIDADES PRIVADAS E PÚBLICAS**

A análise de eficiência no setor elétrico torna-se fundamental para o planejamento de projetos de sustentabilidade do fornecimento de energia no longo prazo e o alcance de metas e

melhorias para uma boa gestão. Essa análise torna-se imprescindível quando o ambiente é sujeito a falhas de mercado (monopólios naturais, por exemplo), que demanda a atuação da regulação como um mecanismo para restaurar o potencial de eficiência na operação dos mercados. Assim, alguns estudos avançaram nessa discussão, conforme visto a seguir.

Para Megginson (2005), existem diversas razões para que um Estado lance mão de privatizações, mas a mais importante para que uma empresa estatal seja transferida para o setor privado é, sem dúvida, a insatisfação da sociedade com o desempenho operacional apresentado e a perspectiva de que os investidores privados possam promover o desenvolvimento e ampliação dos serviços, introduzindo significativos ganhos na qualidade do serviço prestado e, por consequência, desonerando o Estado dessa tarefa. O risco nesses casos é que na presença de monopólios naturais, as empresas privadas possam agir segundo seus interesses privados, prejudicando ou apropriando-se de parte do bem-estar social de modo a maximizar seus resultados.

E por que se esperaria melhor desempenho das entidades enquanto privadas que enquanto públicas? Para Lima (1997), o seu desempenho eficiente é claramente um bem público (bem cujo consumo por um indivíduo, não exclui o consumo de outro indivíduo simultaneamente). O conjunto da sociedade será beneficiado, mas cada cidadão individualmente terá um benefício muito pequeno. Além disso custo de um monitoramento dessas entidades é muito alto para cada cidadão individualmente. Os governantes, entretanto, têm incentivos mais forte para tentar monitorar as entidades públicas de acordo com o interesse público. O primeiro deles é que uma performance eficiente das empresas pode ser utilizada como instrumento de *marketing* político do governo. Outro incentivo é que um desempenho financeiro satisfatório pode contribuir para um maior equilíbrio das contas públicas.

Para Vickers e Yarrow (1988), os administradores públicos poderão implementar políticas que maximizarão o bem-estar social, pois sem a competição privada a firma poderá ajustar melhor os preços do serviço ao verdadeiro custo social, proporcionando significativos ganhos com as externalidades produzidas.

Shapiro e Willig (1990) defendem que o modelo de gestão pública proporciona uma função de utilidade que concilia o interesse social e o bem-estar privado, esse último refletindo o interesse individual e as melhorias proporcionadas pelas políticas públicas desenvolvidas ao longo do tempo. Quando a gestão política é eficiente, os administradores das empresas públicas são forçados a maximizar o bem-estar social, bem como o interesse do negócio sob a ótica do Estado.

Contudo, Kessler (2006) ressalta que, em geral, a prática mostra que as empresas públicas estão fortemente expostas ao risco de desvio de função provocado pelo interesse político, suportando, nesses casos, despesas e investimentos que traduzem o interesse de grupos específicos e não os interesses da sociedade em geral.

A entidade privada, por outro lado, tem como principal incentivo o lucro. Hanke (1991) argumenta que a empresa é de propriedade de indivíduos que estão livres para usar e transferir, dentro dos limites da lei, seus ativos. Consequentemente, eles possuem interesse residual no valor desses ativos e, em última instância, podem assumir obrigações em caso de falência.

Conforme Kessler (2006), aumentos de receita e redução de custos retornam maiores dividendos para os acionistas. Assim, há um forte incentivo para que os administradores maximizem os resultados e invistam em aumento de eficiência e produtividade no desenvolvimento de novos e melhores produtos.

Bubicz et al (2014) ressalva que, para muitas empresas, além do problema ambiental, o custo da energia elétrica é elevado e o aumento da eficiência energética pode ser benéfico.

No entanto, alterar a forma de contratação para fontes incentivadas requer planejamento e investimentos.

As evidências empíricas não são conclusivas sobre uma prevalência na performance de um ou outro modelo de gestão. Por exemplo, Yarrow (1986) resenha vários 28 trabalhos realizados que tentaram comparar as diferenças de performance entre empresas públicas. Deles, 17 concluíram serem as empresas privadas mais eficientes, 6, as empresas públicas e 5 deram resultado indiferente ou ambíguo.

Koh, Berg e Kenny (1995) conduziram um estudo com hidrelétricas americanas e concluíram que as entidades públicas são mais eficientes que as privadas quando o nível de geração de energia é baixo, e menos eficientes na situação inversa. Resultados semelhantes também foram encontrados no estudo de Arocena e Price (2002) nas empresas geradoras de energia da Espanha.

Sampaio, Ramos e Sampaio (2005) investigaram a transição do setor brasileiro de geração de energia elétrica do modelo estatal para o privado visa garantir recursos para construção de novas usinas hidrelétricas e concluíram que o setor público foi mais eficiente que o privado no período analisado.

Especificamente no segmento de distribuição de energia elétrica, Bagdadioglu, Price e Weyman-Jones (1996) encontraram que os melhores *scores* de eficiência são de distribuidoras privadas na Turquia. Contudo, ressaltaram que não necessariamente implica sucesso do modelo de gestão privado na distribuição de energia elétrica, pois também existem organizações públicas eficientes.

Os resultados são consistentes com os achados de Kumbahkar e Hjalmarsson (1996) que conduziram estudo semelhante nas distribuidoras de energia elétrica da Suécia entre os 1970 a 1990.

### **3. PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS**

#### **3.1. CARACTERIZAÇÃO DA PESQUISA**

Esta seção descreve os procedimentos metodológicos adotados no estudo. Esta pesquisa caracteriza-se como empírico-analítica sendo descritiva em relação aos objetivos, com abordagem principalmente quantitativa na análise dos dados.

#### **3.2. COLETA E BASE DE DADOS**

Adotou-se como população todas as 63 concessionárias brasileiras de energia elétrica (para fins deste estudo, são chamadas entidades), de acordo com dados da Aneel. No entanto, por limitações de dados, uma entidade foi retirada para compor a amostra, perfazendo o total de 62 entidades. Essas entidades possuem várias formas de organização jurídica: sociedade anônima, sociedade limitada, cooperativa e autarquia (órgão público).

O período analisado é de 2010 a 2014. Em princípio, todas as entidades são obrigadas a divulgar informações que representem adequadamente a situação econômico-financeira das concessionárias de distribuição de energia elétrica por força da Resolução Aneel nº 396/2010. Entre os dados divulgados, estão as Demonstrações Contábeis Regulatórias – DCRs dessas concessionárias e permissionárias. Os números são informados pelos próprios agentes. Dados anteriores a esse período não foram disponibilizados pelo órgão regulador.

Essas entidades atualizam suas informações, provendo informações detalhadas sobre aspectos operacionais e financeiros. Isto inclui, por exemplo, custos operacionais, o número de clientes atendidos, a extensão da rede, a energia demandada, entre outras. Ressalva-se que o fenômeno em estudo trata de influências sobre a eficiência em um espaço de tempo específico (2010-2014). Este fenômeno, contudo, ocorre continuamente ao longo do tempo, cujos efeitos podem ter sido ou não captados pela janela de tempo selecionada. Com uma

janela de tempo curta, não foi possível traçar adequadamente uma tendência sobre o efeito do modelo de gestão sobre a eficiência. Estudos posteriores poderão investigar nesse sentido.

### 3.3. ANÁLISE E INTERPRETAÇÃO DOS DADOS

Para a análise dos dados também foram coletadas as informações técnicas sobre os atributos físico-elétricos dos agentes. Esses atributos são informações utilizadas para calcular os *scores* de eficiência. As variáveis que compõem o cálculo do indicador de eficiência são as mesmas estabelecidas no modelo da ANEEL, conforme Resolução Aneel nº 457/2011, ou seja, três produtos (outputs) e um insumo (input). A Tabela 1 sumariza as variáveis selecionadas. Todas as variáveis são quantitativas e positivas. Isso permite a eliminação de zeros existentes na base de dados, o que é importante para o cálculo do indicador de eficiência.

**Tabela 1 - Variáveis selecionadas para o cálculo do *score* de eficiência**

Indicadores	I/O	Sigla	Descrição
Custos operacionais	Input	OPEX	Custos com pessoal, materiais, serviços e outros custos operacionais.
Número de clientes	Output	CL	Número de clientes atendidos em um ano.
Energia distribuída	Output	ED	Quantidade de energia em MWh demandada em um ano.
Densidade da rede	Output	DR	Quantidade de linhas de distribuição (km) dividida pela área de concessão (km <sup>2</sup> ).

Fonte: Elaborado pelos autores.

Selecionadas as variáveis, as resultantes medidas de eficiência são avaliadas com o uso dos escores fornecido pelo método de *benchmarking* da Análise Envoltória de Dados (DEA) para os anos 2010 a 2014.

Os métodos de *benchmarking* podem ser definidos como um processo comparação de alguma medida de desempenho em relação a uma referência (FARSI; FILIPPINI; GREENE, 2006). A eficiência comumente tem como medida é a distância em relação a uma fronteira de custo, formada pelo potencial de alocação dos inputs. A estimativa da eficiência pode ser realizada utilizando uma grande variedade de modelos, mas classificadas em duas categorias principais de paramétricos e não paramétricos.

A abordagem não-paramétrica, como a Análise Envoltória de Dados (DEA), usa programação linear para determinar a eficiência de fronteira de uma empresa. Nessa abordagem a fronteira custo é considerada como uma função determinística das variáveis observadas é mais fácil de estimar usando poucas observações.

DEA é um método não-paramétrico e usa programação linear para calcular a fronteira de eficiência ou melhores práticas de uma amostra (FARRELL, 1957). As unidades de tomada de decisão (DMU) eficientes formam a fronteira “envelope” que contém as entidades ineficientes. A eficiência das empresas é calculada em termos de pontuação em uma escala de 0 a 1, com as eficientes recebem uma pontuação de 1. Os modelos DEA podem ser orientados para inputs ou para outputs, bem como pode ser orientado como retornos constantes de escala (CRS) ou retornos variáveis de escala (VRS).

Modelos orientados para output procuram maximizar a produção para uma determinada quantidade de fatores de entrada. Por outro lado, orientada para inputs buscam minimizar os fatores de entrada necessários para um determinado nível de produção. Os modelos orientados para inputs são apropriados para o setor de distribuição de energia elétrica, uma vez que a demanda por serviços de distribuição é uma demanda relevante fora

do controle das entidades, mas que deve de ser atendida. O presente estudo adota apenas modelos CRS, orientados para inputs.

O cálculo do escore de eficiência da  $i$ -ésima empresa em uma amostra de  $N$  entidades em modelos CRS pode ser especificado conforme a equação 1 abaixo:

$$\begin{aligned} & \min_{\theta, \lambda} \theta \\ & \text{sujeito a:} \\ & -y_i + Y\lambda \geq 0 \\ & \theta x_i - X\lambda \geq 0 \\ & \lambda \geq 0 \end{aligned} \quad (1)$$

Onde  $\theta$  é um escalar (escore de eficiência) e  $\lambda$  representa um vetor  $N \times 1$  de constantes. Assumindo que as entidades utilizam  $E$  inputs e  $M$  outputs,  $X$  e  $Y$  representam a matriz de inputs  $E \times N$  e a matriz de output  $M \times N$ , respectivamente.

O método DEA é o mais comumente utilizado na prática de *benchmarking* no setor de energia elétrica (JAMASB; POLLITT, 2003). Isto pode ser explicado pela relativa simplicidade dos modelos DEA e a possibilidade da sua implementação em um pequeno conjunto de dados. Cabe ressaltar que cada abordagem existe vários modelos que pode ser utilizado e a escolha do modelo não é simples. Vários estudos relataram discrepâncias nas estimativas de eficiência entre diferentes abordagens e especificações do modelo (ESTACHE; ROSSI; RUZZIER, 2004; FARSI; FILIPPINI; GREENE, 2006; JAMASB; POLLITT, 2003).

Visando determinar a eficiência no desempenho econômico-financeiro de cada concessionária, inicialmente foi encontrado um *score* de eficiência para cada entidade, com base no modelo DEA-CRS, em cada período de análise. Definidos os *scores*, cada entidade foi classificada com base nos grupos identificados pelo tipo de capital (GPi = privado e GPu = público).

Em seguida, foi aplicado o Teste Mann-Whitney-Wilcoxon (MWW), por ano, a partir do *score* gerado pelos grupos. Existe uma extensa literatura que compara testes paramétricos (o mais conhecido é teste  $t$ ) com o teste MWW. O teste  $t$ , por exemplo, tem mais robustez para distribuições normais com variâncias iguais (BLAIR; HIGGINS, 1980; CRIBBIE; KESELMAN, 2003; DE WINTER; DODOU, 2010; RASCH; GUIARD, 2004; ZIMMERMAN; ZUMBO, 1993). Para distribuições altamente não normais, por outro lado, tais como exponencial, logarítma, ou com presença de *outliers*, o teste MWW tem mais robustez.

Há também uma preferência ao uso de teste não paramétricos em relação ao efeito tamanho da amostra. Conforme Lumley *et al.* (2002), muitos livros-texto e artigos mencionam que testes não paramétricos são preferíveis quando o tamanho da amostra é pequeno e o teste  $t$  torna-se superior quando o tamanho da amostra aumenta.

Assim, para o cálculo da soma dos *ranks*, considerou-se:

- (a) a posição de cada entidade, se eficiência menor que 1;
- (b) o resultado da equação  $\frac{\Sigma(1+2+...+n_e)}{n_e}$ , se a eficiência igual a 1, onde  $n_e$  é o número de entidades eficientes (com eficiência igual a 1).



Para o cálculo dos índices *U-values* foram utilizadas a seguintes equações 2 e 3:

$$U_{GPi} = n_i n_u + 0,5 \times (n_i) \times (n_i + 1) - S_i \quad (2)$$

$$U_{GPu} = n_i n_u + 0,5 \times (n_u) \times (n_u + 1) - S_u \quad (3)$$

onde:

$U_{GPi}, U_{GPu}$  = U-values para os grupos de entidades privadas e públicas, respectivamente.

$n_i, n_u$  = tamanho dos grupos de entidades privadas e públicas, respectivamente.

$S_i, S_u$  = soma dos *ranks* dos grupos de entidades privadas e públicas, respectivamente.

O Teste MWW soma os postos pelo *ranking* das observações dos grupos, em conjunto, em ordem crescente. Os dois grupos não precisam ter o mesmo tamanho, mais amostras razoavelmente grandes possuem resultados, como resultado do Teorema do Limite Central.

#### 4. RESULTADOS E ANÁLISES

Esta seção descreve a análise e a interpretação dos resultados encontrados, com base no *score* de eficiência das concessionárias de distribuição de energia elétrica. Com isso, partiu-se para um comparativo entre as concessionárias privadas e públicas.

A Tabela 2 mostra o resumo da estatística para as variáveis selecionadas no estudo.

**Tabela 2 - Estatística descritiva das variáveis selecionadas**

Variáveis	Unidade	Média	Desvio-padrão	Mínimo	Máximo
OPEX	R\$ milhões	343,68	481,69	1	2.904
CL	Milhares	1.148	1.598	3	7.782
ED	GWh	5.000	7.417	12	37.874
DR	Km / Km <sup>2</sup>	0,9738	0,8678	0,0099	4,7059

Fonte: Dados de pesquisa.

Em seguida, a Tabela 3 foi elaborada para sumarizar a eficiência das entidades analisadas em cada um dos períodos.

**Tabela 3 - Estatística descritiva dos scores de eficiências**

Grupos	2014	2013	2012	2011	2010
<b>GPI</b>					
<i>Nº de entidades</i>	45	45	45	45	45
<i>Média</i>	0,6566	0,6566	0,6329	0,6762	0,6255
<i>Desvio-padrão</i>	0,1651	0,1870	0,1809	0,2031	0,2051
<i>Mínimo</i>	0,3202	0,2892	0,2686	0,1419	0,1202
<i>Máximo</i>	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000
<b>GPU</b>					
<i>Nº de entidades</i>	17	17	17	17	17

<i>Média</i>	0,4518	0,4417	0,4772	0,4988	0,4367
<i>Desvio-padrão</i>	0,1963	0,2045	0,2450	0,2182	0,1818
<i>Mínimo</i>	0,1574	0,1238	0,1172	0,1271	0,1027
<i>Máximo</i>	1,0000	0,9056	1,0000	1,0000	0,9122

Fonte: Dados de pesquisa.

Na Tabela 3, cada período de análise é demonstrado em uma coluna, constando as principais estatísticas descritivas. O modelo CRS considera retornos constantes de escala dado um conjunto de *I* inputs e *O* outputs. O *score* varia de 0 a 1. Quanto maior o *score*, mais se aproxima da fronteira de eficiência. O *score* igual a 1 significa que a entidade é eficiente, ou seja, atingiu o ponto máximo da fronteira, formado pelos índices de eficiências encontradas as demais entidades. Por outro lado, os menores *scores* remetem às entidades com menor eficiência entre o grupo analisado, pois são as mais distantes da fronteira.

O Anexo I mostra os *scores* individuais por período. Neste sentido, destacam-se como eficientes entre as privadas, CPFL Jaguarari e Muxenergia (2010 a 2014), Sulgipe (2012 a 2014), Coelce (2011), Coelba e CPFL Paulista (2010). Entre as públicas, as eficientes são Celesc (2011 e 2014) e Celg (2012).

Na outra ponta, as menos eficientes entre as privadas são: a Empresa Força e Luz João Cesa Ltda – EFLJC (0,3202 em 2014; 0,2892 em 2013 e 0,2686 em 2012) e Caiuá (0,1419 em 2011 e 0,1202 em 2010). Entre as públicas, a menos eficiente é a Amazonas em todos os períodos (0,1574 em 2014; 0,1238 em 2013; 0,1172 em 2012; 0,1271 em 2011 e 0,1027 em 2010).

Vale destacar que a mediana dos *scores* das entidades privadas é superior que a das entidades públicas em todos os períodos. O Teste Mann-Whitney-Wilcoxon é utilizado para calcular, com base nos *ranks* de cada entidade que compõem a amostra, se a diferença entre as medianas dos *scores* dos grupos é estatisticamente significativa.

A Tabela 4 apresenta os resultados do teste de normalidade conforme o Teste de Jarque-Bera para os *scores* de eficiências.

**Tabela 4 - Resultados do Teste de normalidade de Jarque-Bera**

Descrição	2014	2013	2012	2011	2010
Estatística	0,2193	0,9493	0,9846	0,6526	1,0051
P-valor	0,8961	0,6221	0,6112	0,7216	0,6050

Fonte: Dados de pesquisa.

O Teste de Jarque-Bera tem como hipótese nula a normalidade. Assim, se o p-valor for menor que o nível crítico estabelecido ( $p < 5\%$ , por exemplo), então rejeita-se a normalidade dos *scores* de eficiências. Já se  $p > 5\%$ , não se rejeita a hipótese nula. Os resultados sugerem que, no período considerado no estudo, os *scores* se comportam em distribuição normal ao nível crítico de 5%.

A Tabela 5 retrata os resultados do Teste MWW em cada um dos períodos.

**Tabela 5 - Resultados do Teste Mann-Whitney-Wilcoxon**

Grupos	2014	2013	2012	2011	2010
Soma dos <i>Ranks</i>					
<i>G<sub>Pi</sub></i>	1.665,50	1.633,00	1.594,50	1.588,50	1.630,00
<i>G<sub>Pu</sub></i>	287,50	320,00	358,50	364,50	323,00
W (soma dos postos, <i>G<sub>Pu</sub></i> )	287,50	320,00	358,50	364,50	323,00
Z	-3,9133	-3,4005	-2,7930	-2,6983	-3,3531
Prob. ( $Z < z$ )	0,000046	0,000336	0,002612	0,003485	0,000400
P-valor bicaudal	0,000091	0,000673	0,005223	0,006970	0,000799

Fonte: Dados de pesquisa.

Na Tabela 5, as primeiras duas linhas contemplam a soma dos *ranks* de cada entidade analisada nesta pesquisa, por período. Mais detalhadamente, o Anexo II mostra os *ranks* individuais, ordenados de acordo com o *score* gerado, partindo do menor para o maior. O *score* varia de 1 a 62 de acordo com a posição na amostra. O *score* igual a 1 significa que a entidade tem a posição nº 1 (mais eficiente) enquanto o *score* igual a 62 significa que a entidade tem a posição nº 62 (menos eficiente).

Na terceira linha, são apresentados os índices *W* a partir da soma dos *ranks* do grupo das entidades públicas (*G<sub>Pu</sub>*). Nas demais linhas, apresentam a estatística *z*. Se estatística *z* calculada for menor que *Z* crítico, significa que as medianas dos *scores* dos grupos são estatisticamente diferentes entre si.

Desse modo, em todos os períodos analisados, as medianas dos grupos são diferentes entre si, ao nível de 1,0%. A análise dos dados e o resultado do teste sugere uma interpretação que as entidades privadas possuem uma mediana diferente as entidades públicas. Alguns estudos corroboram com esses achados dessa pesquisa como Bagdadioglu, Price e Weyman-Jones (1996) e Kumbahkar e Hjalmarsson (1996).

Mesmo assim, a natureza da ocorrência dos dados requer o uso de controles para que os resultados das comparações sejam confiáveis, e testes de robustez adicionais são necessários. Para tanto, formulou-se dois testes de robustez que exploram mais diretamente a diferença de *scores* entre as entidades: a tendência temporal e a inclusão de variáveis de controle (porte da entidade e região de atuação).

No primeiro teste, considera-se avaliar a persistência da diferença em relação ao tempo. A ideia é incluir a iteração dos *scores* de eficiência, uma variável *dummy* para presença do governo (0 = não e 1 = sim), e variáveis para cada período analisado (*dummy14* para ano 2014, *dummy13* para ano 2013, e assim por diante). Como os dados estão disponíveis em *cross-section* para cada período de tempo, as variações *dummy* por ano indica as iterações destas com as entidades analisadas.

Se os coeficientes estimados destas iterações forem estatisticamente significativos, então as diferenças entre as entidades persistem com o passar dos anos, com sinal positivo, se há tendência de aumento da diferença, ou negativo, caso haja tendência de queda.

Os resultados desta regressão encontram-se na Tabela 6 a seguir.

**Tabela 6 - Resultados da regressão eficiência x governo x ano**

Variáveis	coeficiente	erro padrão	razão-t	p-valor
constante	0,625379	0,0255148	24,51	0,0001 ***
Governo	-0,188347	0,0246633	-7,637	0,0000 ***
dummy14	0,0267245	0,0347929	0,7681	0,4430
dummy13	0,0239108	0,0347929	0,6872	0,4925
dummy12	0,0164708	0,0347929	0,4734	0,6363
dummy11	0,0538071	0,0347929	1,5460	0,1230

Fonte: Dados de pesquisa.

\*\*\* significativo a 1%.

A variável dummy10 referente ao ano 2010 foi omitida devido a colinearidade exata e não é significativa. Pode-se perceber que nenhuma das variáveis *dummy* associadas ao tempo são estatisticamente significativas. Isso implica não rejeita a hipótese nula de que a tendência temporal exerça influência nos *scores* de eficiência.

O segundo teste considera a inclusão de variáveis de controle. Foram selecionadas as variáveis porte da entidade e região de atuação. O Anexo III mostra as características das entidades conforme o porte e a região de atuação. Os resultados das regressões considerando a inclusão dessa variável são mostrados na Tabelas 7 a seguir.

A variável porte da entidade compreende o efeito que o tamanho da própria entidade exerce sobre a eficiência. Para fins de operacionalização da pesquisa, as entidades, privadas e públicas, foram divididas em dois grupos, conforme a quantidade de energia distribuída: abaixo de 5.000 GWh (*dummy* = 0) e acima de 5.000 GWh (*dummy* = 1).

**Tabela 7 - Resultados da regressão eficiência x governo x porte**

Variáveis	coeficiente	erro padrão	razão-t	p-valor
Constante	0,594538	0,0137573	43,22	0,0000 ***
Governo	-0,191584	0,0225311	-8,503	0,0000 ***
Porte	0,165071	0,0212379	7,772	0,0000 ***

Fonte: Dados de pesquisa.

\*\*\* significativo a 1%.

Note-se que a variável porte é estatisticamente significativa, ou seja, o porte exerce influência nos *scores* de eficiência. A Tabela 8 sumariza os *scores* de eficiência das entidades, divididas conforme o porte.

**Tabela 8 - Estatística descritiva dos scores de eficiências conforme o porte**

Grupos		2014	2013	2012	2011	2010
Acima de 5.000 GWh	GPI					
	<i>Nº de entidades</i>	15	16	15	15	14
	<i>Média</i>	0,7064	0,7129	0,7069	0,7861	0,7548
	GPu					
	<i>Nº de entidades</i>	6	6	6	6	6
	<i>Média</i>	0,6137	0,6301	0,7023	0,6609	0,5676
Abaixo de 5.000 GWh	GPI					
	<i>Nº de entidades</i>	30	29	30	30	31
	<i>Média</i>	0,6317	0,6255	0,5959	0,6212	0,5671
	GPu					
	<i>Nº de entidades</i>	11	11	11	11	11
	<i>Média</i>	0,3635	0,3389	0,3544	0,4103	0,3653

Fonte: Dados de pesquisa.

A variável região de atuação compreende o efeito que a localidade exerce sobre a eficiência. Para fins de operacionalização da pesquisa, foram criadas cinco variáveis *dummy*, uma para cada região (regN = norte, regNE = nordeste, regCO = centro-oeste, regSE = sudeste e regS = sul). Os resultados das regressões considerando a inclusão dessa variável são mostrados na Tabelas 9 a seguir.

**Tabela 9 - Resultados da regressão eficiência x governo x região**

Variáveis	coeficiente	erro padrão	razão-t	p-valor
constante	0,556558	0,0347945	16,00	0,0000 ***
Governo	-0,101483	0,0237126	-4,280	0,0000 ***
regN	-0,171949	0,0444603	-3,867	0,0001 ***
regNE	0,216068	0,0407045	5,308	0,0000 ***
regSE	0,098520	0,0378036	2,606	0,0096 ***
regS	0,055822	0,0380992	1,465	0,1439

Fonte: Dados de pesquisa.

\*\*\* significativo a 1%.

A variável regCO referente à região centro-oeste foi omitida devido a colinearidade exata e não é significativa. Apenas as variáveis regN, regNE e regSE são estatisticamente significativas. Contudo, o coeficiente da variável regN é negativo, o que implica uma influência negativa sobre os *scores* de eficiência. Isso se explica porque a região possui sistemas isolados, que respondem pelo fornecimento de energia em áreas de difícil acesso e de baixa densidade populacional.

A Tabela 10 sumariza os *scores* de eficiência das entidades, divididas conforme a região.

**Tabela 10 - Estatística descritiva dos *scores* de eficiências conforme a região**

Grupos		2014	2013	2012	2011	2010
Norte	GPi					
	<i>Nº de entidades</i>	2	2	2	2	2
	<i>Média</i>	0,4535	0,5074	0,4449	0,5317	0,4338
	GPu					
	<i>Nº de entidades</i>	5	5	5	5	5
	<i>Média</i>	0,2657	0,2109	0,2563	0,2524	0,2512
Nordeste	GPi					
	<i>Nº de entidades</i>	9	9	9	9	9
	<i>Média</i>	0,7839	0,8446	0,7774	0,8676	0,7649
	GPu					
	<i>Nº de entidades</i>	2	2	2	2	2
	<i>Média</i>	0,5073	0,4558	0,4765	0,6244	0,5032
Centro-Oeste	GPi					
	<i>Nº de entidades</i>	3	3	3	3	3
	<i>Média</i>	0,4824	0,4497	0,4562	0,5157	0,4528
	GPu					
	<i>Nº de entidades</i>	2	2	2	2	2
	<i>Média</i>	0,5369	0,6339	0,7772	0,4998	0,4666
Sudeste	GPi					
	<i>Nº de entidades</i>	20	20	20	20	20
	<i>Média</i>	0,6867	0,6793	0,6564	0,6760	0,6425
	GPu					
	<i>Nº de entidades</i>	2	2	2	2	2
	<i>Média</i>	0,3687	0,4140	0,3892	0,5088	0,4315
Sul	GPi					
	<i>Nº de entidades</i>	11	11	11	11	11
	<i>Média</i>	0,5823	0,5449	0,5543	0,5900	0,5625
	GPu					
	<i>Nº de entidades</i>	6	6	6	6	6
	<i>Média</i>	0,5878	0,5744	0,5907	0,6586	0,5608

Fonte: Dados de pesquisa.

A presente pesquisa foi realizada com as 62 concessionárias brasileiras de distribuição de energia elétrica. A eficiência no desempenho econômico-financeiro dessas entidades

depende, sobretudo, da gestão eficiente dos recursos, que refletem diretamente nos índices que determinam sua eficiência.

## 5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Com vistas a verificar a eficiência das concessionárias de distribuição de energia elétrica, adotou-se o modelo DEA-CRS para determinar um *score* a partir das variáveis selecionadas na pesquisa. O *score* gerado não determina, em termos absolutos, o quanto eficiente é cada entidade, mas permite identificar a eficiência relativa em relação ao conjunto de entidades da amostra.

Em relação à questão de pesquisa, a análise dos dados e o resultado do teste sugere uma interpretação que as entidades privadas possuem mediana dos *scores* de eficiência significativamente diferente das entidades públicas. Os resultados, porém, devem ser interpretados com cautela à luz das variáveis de controle como porte e região de atuação.

Logicamente, os resultados são limitados apenas para a amostra analisada, de modo que não pode ser generalizado às demais entidades fora do contexto brasileiro.

O *score* de eficiência é determinado a partir dos custos operacionais, densidade da rede, número de clientes e energia distribuída. Estes fatores, em conjunto, podem estar contribuindo para um melhor (ou pior) desempenho econômico-financeiro entre as entidades, principalmente os custos.

As entidades podem melhorar os índices de eficiência através de uma gestão mais eficiente dos recursos, que afetam os custos do serviço. Por conseguinte, a melhoria do desempenho maximiza o retorno à entidade, ao menos até a próxima revisão tarifária.

Recomenda-se analisar o desempenho de entidades privadas e públicas estrangeiras e compará-las com as brasileiras. Partindo da premissa que os países possuem um Poder Público atuante, é razoável afirmar que há interferências deste no setor elétrico, seja atuando como empresa ou como órgão regulador.

Em virtude dos resultados aqui apresentados, adstritos aos aspectos econômico-financeiros, recomenda-se a inclusão de outras variáveis para identificar outras influências e controles dos resultados obtidos, tais como formas de organização jurídica das entidades, concentração de capital do acionista majoritário, etc.

Por fim, a contribuição deste estudo se endereça também ao órgão regulador, a Aneel. Pelo lado do consumidor, a diferença entre entidades privadas e públicas não é contemplada no modelo regulatório; contudo, propõe-se aperfeiçoar os mecanismos que norteiam os reajustes das tarifas para o consumidor levando em consideração as diferenças entre as entidades, buscando um equilíbrio entre os custos assumidos pelos consumidores, a necessidade de investimentos e a modicidade tarifária.

## REFERÊNCIAS

ABBOTT, M. Determining levels of productivity and efficiency in the Electricity Industry. **The Electricity Journal**, 18(9), 62–72, 2005

AROCENA, P.; PRICE, C. W. Generating efficiency: economic and environmental regulation of public and private electricity generators in Spain. **International Journal of Industrial Organization**, 20, 41–69, 2002

BAGDADIOGLU, N.; PRICE, C. W.; WEYMAN-JONES, T. G. Efficiency and ownership in electricity distribution: a non-parametric model of the Turkish experience. **Energy Economics**, 18, 1-23, 1996

BAUMOL, W.; WILLING, R. D. Fixed cost, sunk costs, entry barriers, and sustainability of monopoly. **Quarterly Journal of Economics**, 96 (3), 405-431, 1981

BLAIR, R. C.; HIGGINS, J. J. A comparison of the power of Wilcoxon's rank-sum statistic to that of Student's t statistic under various non normal distributions. **Journal of Educational Statistics**, 5, 309–335, 1980

BRASIL. Agência nacional de energia elétrica – ANEEL. Disponível em: <<http://www.aneel.gov.br>>. Acesso em: 31 mar. 2015.

BRASIL. ANEEL. Agência Nacional de Energia Elétrica. Resolução ANEEL nº 396, de 23 de fevereiro de 2010. Institui a Contabilidade Regulatória e aprova alterações no Manual de Contabilidade do Setor Elétrico, instituído pela Resolução ANEEL nº 444, de 26 de outubro de 2001

BRASIL. ANEEL. Agência Nacional de Energia Elétrica. Resolução ANEEL nº 457, de 9 de novembro de 2011. Aprova o Módulo 2 dos Procedimentos de Regulação Tarifária - PRORET, o qual define a metodologia e os procedimentos gerais para realização do Terceiro Ciclo de Revisões Tarifárias Periódicas das Concessionárias de Distribuição de Energia Elétrica - 3CRTP

BRASIL. Lei nº 9.427, de 26 de dezembro de 1996. Institui a Agência Nacional de Energia Elétrica - ANEEL, disciplina o regime das concessões de serviços públicos de energia elétrica e dá outras providências. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**. Brasília – DF Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/leis/L9427cons.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/L9427cons.htm)>. Acesso em: 31 mar. 2015.

BRASIL. Lei nº 10.848, de 15 de março de 2004. Dispõe sobre a comercialização de energia elétrica, altera as Leis nº. 5.655, de 20 de maio de 1971, 8.631, de 4 de março de 1993, 9.074, de 7 de julho de 1995, 9.427, de 26 de dezembro de 1996, 9.478, de 6 de agosto de 1997, 9.648, de 27 de maio de 1998, 9.991, de 24 de julho de 2000, 10.438, de 26 de abril de 2002, e dá outras providências. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**. Brasília – DF. Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato2004-2006/2004/lei/110.848.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2004-2006/2004/lei/110.848.htm)>. Acesso em: 31 mar. 2015.

BUBICZ, M. E.; PEREIRA, G. M.; BORCHARDT, M.; SELBITTO, M. A. Ganhos de empresas industriais brasileiras com o mercado livre de energia elétrica. **GEINTEC**. 4(1), 588-603, 2014

CRIBBIE, R. A.; KESELMAN, H. J. The effects of nonnormality on parametric, nonparametric, and model comparison approaches to pairwise comparisons. **Educational and Psychological Measurement**, 63, 615–635, 2003

DE WINTER, J. C. F.; DODOU, D. Five-point Likert items: t test versus Mann-Whitney-Wilcoxon. **Practical Assessment, Research & Evaluation**, 15, 11, 2010

DEMSETZ, H. Why regulate utilities? **Journal of Law and Economics**, 55-65, 1968



ESTACHE, A.; ROSSI, M. A.; RUZZIER, C. A. The case for international coordination of electricity regulation: evidence from the Measurement of Efficiency in South America. **Journal of Regulatory Economics**, 25(3), 271-295, 2004

FARRELL, M. J. The measurement of productive efficiency. **Journal of the Royal Statistical Society. Series A** (3), 253-290, 1957

FARSI, M.; FILIPPINI, M.; GREENE, W. H. Application of panel data models in benchmarking analysis of the electricity distribution sector. In: **Annals of Public and Cooperative Economics**, 77(3), 271-290, 2006

HANKE, S. **Privatization**. In: *The New Palgrave Dictionary of Economics*. Basil Blackwell, v. 4, 1991

JAMASB, T. J.; POLLITT, M. G. International benchmarking and regulation: an application to European electricity distribution utilities. **Energy Policy**, 31(15), 1609-1622, 2003

JARREL, G. The demand for state regulation of the electric utility industry. **Journal of Law and Economics**, 21(2), 269-296, 1978

KESSLER, M. R. **A regulação econômica no setor elétrico brasileiro: teoria e evidências**. Dissertação (Mestrado Profissional em Economia) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Faculdade de Ciências Econômicas, Programa de Pós-Graduação em Economia, Porto Alegre, 2006. 169 p.

KOH, D. S.; BERG, S.; KENNY, L. W. A Comparison of costs in privately-owned and publicly-owned electric utilities: the role of scale. **Land Economics**, 1995

KUMBHAKAR, S. C.; HJALMARSSON, L. Relative performance of public and private ownership under yardstick competition: electricity retail distribution. **European Economic Review**, 42, 97-122, 1998

LIMA, E. C. P. **Empresas estatais, retorno de investimento e ajuste fiscal: a privatização é um bom negócio para o governo?** Brasília: ESAF, 1997, 58 p.

LUMLEY T; DIEHR P; EMERSON S; CHEN L. The importance of the normality assumption in large public health data sets. **Annual Review of Public Health**, 23, 151–169, 2002

MEGGINSON, W. L. **The Financial Economics of Privatization**. New York: Oxford University Press, 2005

RASCH, D.; GUIARD, V. The robustness of parametric statistical methods. **Psychology Science**, 46, 175–208, 2004

RUDNICK, H.; ZOLEZZI, J. Electric sector deregulation and restructuring in Latin America: lessons to be learnt and possible ways forward. **IEE**, 148(2), 180-184, 2001

SAMPAIO, L. M. B; RAMOS, F. S.; SAMPAIO, Y. Privatização e eficiência das usinas hidrelétricas brasileiras. **Econ. Aplic**, 9(3): 465-480, 2005

SHAPIRO, C.; WILLIG, R. **Economic Rationales for the Scope of Privatization**. In: SULEIMAN, B. N.; WATERBURY, J. (Ed.). *The Political Economy of Public Sector and Privatization*. London: Westview, 1990

SHLEIFER, A. A theory of yardstick competition. **Rand Journal of Economics**, 16(3), 319-327, 1985

VICKERS, J.; YARROW, G.. **Privatization: An Economic Analysis**. Cambridge: MIT, 1988

YARROW. G. Privatization in theory and practice. **Economic Policy**, 2, 1986

ZIMMERMAN, D. W.; ZUMBO, B. D. **The relative power of parametric and nonparametric statistical methods**. In G. Keren & C. Lewis (Eds.), *A handbook for data analysis in the behavioral sciences: Methodological issues* (pp. 481–517). Hillsdale, NJ: Erlbaum. 1993

## Anexo I

## Scores individuais por período analisado

Entidades	Grupo	2014	2013	2012	2011	2010
AES-SUL	Privado	0,7068	0,6941	0,7338	0,7401	0,8034
AMAZONAS	Público	0,1574	0,1238	0,1172	0,1271	0,1027
AMPLA	Privado	0,6004	0,6505	0,6173	0,7443	0,5848
BANDEIRANTE	Privado	0,7969	0,7511	0,8502	0,8478	0,8382
BOA VISTA	Público	0,2332	0,2039	0,2872	0,2696	0,2795
CAIUÁ-D	Privado	0,6629	0,6670	0,4648	0,1419	0,1202
CEB-DIS	Público	0,5428	0,4885	0,5543	0,4300	0,5289
CELESC-DIS	Público	1,0000	0,9056	0,9921	1,0000	0,9122
CELG-D	Público	0,5310	0,7792	1,0000	0,5695	0,4043
CEMIG-D	Público	0,4998	0,5221	0,4982	0,6109	0,4809
ELETCAR	Público	0,4247	0,4536	0,3322	0,4317	0,3634
CERON	Público	0,3532	0,2028	0,3190	0,3238	0,2888
CELPA	Privado	0,5363	0,5939	0,4948	0,5507	0,4600
COCEL	Público	0,5577	0,5283	0,5834	0,6206	0,5689
ELETOACRE	Público	0,3294	0,2938	0,3662	0,3159	0,4237
CEA	Público	0,2551	0,2301	0,1918	0,2254	0,1612
COELBA	Privado	0,7077	0,7493	0,6199	0,8944	1,0000
CEAL	Público	0,4198	0,4872	0,5230	0,5616	0,4800
CELPE	Privado	0,6492	0,7728	0,7697	0,9841	0,7777
COELCE	Privado	0,8769	0,9203	0,8722	1,0000	0,7714
CEMAR	Privado	0,7271	0,8829	0,8121	0,8648	0,8129
CEPISA	Público	0,5949	0,4244	0,4300	0,6872	0,5265
COSERN	Privado	0,7690	0,8890	0,8370	0,9792	0,9224
CEEE-D	Público	0,5324	0,5534	0,7120	0,7911	0,5467
CFLO	Privado	0,6622	0,8102	0,5479	0,6369	0,5128
CHESP	Privado	0,4796	0,4677	0,4777	0,5084	0,4302
CPFL JAGUARI	Privado	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000
CPFL LESTE PAULISTA	Privado	0,5817	0,5624	0,5640	0,5591	0,5470
CPFL MOCOCA	Privado	0,6283	0,6245	0,6598	0,6857	0,5994
CPFL SANTA CRUZ	Privado	0,6723	0,7194	0,6324	0,7031	0,6060
CNEE	Privado	0,6331	0,6924	0,5804	0,6020	0,5147
CPFL-PAULISTA	Privado	0,8384	0,8141	0,7943	0,9427	1,0000
CPFL- PIRATININGA	Privado	0,9565	0,8693	0,9844	0,9639	0,9857
CPFL SUL PAULISTA	Privado	0,6108	0,6571	0,6746	0,7403	0,7692
SULGIPE	Privado	1,0000	1,0000	1,0000	0,6633	0,5761
COOPERALIANÇA	Privado	0,5731	0,5586	0,5787	0,5469	0,5084
COPEL-DIS	Público	0,5761	0,5318	0,4570	0,5640	0,5323
DEMEI	Público	0,4357	0,4736	0,4678	0,5442	0,4415
DMED	Público	0,2376	0,3059	0,2803	0,4068	0,3821
ELEKTRO	Privado	0,7289	0,6919	0,6932	0,7386	0,9140
ELETROPAULO	Privado	0,7028	0,6952	0,6753	0,7165	0,6270
EDEV	Privado	0,7365	0,7690	0,5537	0,5766	0,4603
EEB	Privado	0,6268	0,6012	0,5452	0,5410	0,4980
EFLJC	Privado	0,3202	0,2892	0,2686	0,2901	0,4551
EFLUL	Privado	0,5609	0,3389	0,3617	0,3703	0,4335
ELFSM	Privado	0,5180	0,5028	0,5155	0,4863	0,5110
EBO	Privado	0,8739	0,9222	0,8086	0,9126	0,7191
EMT	Privado	0,4539	0,4457	0,4590	0,4968	0,4766
EMS	Privado	0,5136	0,4357	0,4320	0,5418	0,4518
EMG	Privado	0,6194	0,6284	0,5856	0,6746	0,5889
ENF	Privado	0,5370	0,5166	0,4836	0,5149	0,4420
EPB	Privado	0,8134	0,7885	0,6742	0,7886	0,6835
ESE	Privado	0,6377	0,6766	0,6030	0,7210	0,6209

Entidades	Grupo	2014	2013	2012	2011	2010
ETO	Privado	0,3706	0,4208	0,3950	0,5128	0,4075
ESCELSA	Privado	0,6544	0,5667	0,5773	0,6246	0,5800
FORCEL	Privado	0,3922	0,3205	0,3872	0,3633	0,3126
HIDROPAN	Privado	0,4717	0,4041	0,4943	0,5961	0,5333
IENERGIA	Privado	0,4560	0,4089	0,4996	0,6584	0,5811
LIGHT	Privado	0,6281	0,6076	0,6771	0,7159	0,6644
MUXENERGIA	Privado	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000
RGE	Privado	0,7595	0,6951	0,7851	0,8305	0,6636
UHENPAL	Privado	0,5032	0,4741	0,4405	0,4575	0,3834

## Anexo II

## Ranks individuais por período analisado

Entidades	Grupo	2014	2013	2012	2011	2010
AES-SUL	Privado	17	21	15	18	11
AMAZONAS	Público	62	62	62	62	62
AMPLA	Privado	31	27	25	16	24
BANDEIRANTE	Privado	10	16	8	12	9
BOA VISTA	Público	61	60	58	59	59
CAIUÁ-D	Privado	20	25	46	61	61
CEB-DIS	Público	38	42	33	52	33
CELESC-DIS	Público	1	6	5	1	8
CELG-D	Público	42	13	1	36	53
CEMIG-D	Público	46	39	40	32	40
ELETRCAR	Público	52	47	56	51	56
CERON	Público	56	61	57	56	58
CELPA	Privado	40	32	41	40	44
COCEL	Público	37	38	28	31	28
ELETROACRE	Público	57	57	54	57	51
CEA	Público	59	59	61	60	60
COELBA	Privado	16	17	24	10	1
CEAL	Público	53	43	37	38	41
CELPE	Privado	23	14	14	5	12
COELCE	Privado	6	5	7	1	13
CEMAR	Privado	15	8	10	11	10
CEPISA	Público	32	50	51	24	34
COSERN	Privado	11	7	9	6	6
CEEE-D	Público	41	36	16	14	30
CFLO	Privado	21	11	35	29	36
CHESP	Privado	47	46	44	47	50
CPFL JAGUARI	Privado	1	1	1	1	1
CPFL LESTE PAULISTA	Privado	33	34	32	39	29
CPFL MOCOCA	Privado	26	29	22	25	22
CPFL SANTA CRUZ	Privado	19	18	23	23	21
CNEE	Privado	25	22	29	33	35
CPFL-PAULISTA	Privado	8	10	12	8	1
CPFL- PIRATININGA	Privado	5	9	6	7	5
CPFL SUL PAULISTA	Privado	30	26	20	17	14
SULGIPE	Privado	1	1	1	27	27
COOPERALIANÇA	Privado	35	35	30	41	38
COPEL-DIS	Público	34	37	48	37	32
DEMEI	Público	51	45	45	42	48
DMED	Público	60	56	59	53	55
ELEKTRO	Privado	14	23	17	19	7
ELETROPAULO	Privado	18	19	19	21	19
EDEVP	Privado	13	15	34	35	43
EEB	Privado	28	31	36	44	39
EFLJC	Privado	58	58	60	58	45
EFLUL	Privado	36	54	55	54	49
ELFSM	Privado	43	41	38	49	37
EBO	Privado	7	4	11	9	15
EMT	Privado	50	48	47	48	42
EMS	Privado	44	49	50	43	46
EMG	Privado	29	28	27	26	23
ENF	Privado	39	40	43	45	47
EPB	Privado	9	12	21	15	16
ESE	Privado	24	24	26	20	20

Entidades	Grupo	2014	2013	2012	2011	2010
ETO	Privado	55	51	52	46	52
ESCELSA	Privado	22	33	31	30	26
FORCEL	Privado	54	55	53	55	57
HIDROPAN	Privado	48	53	42	34	31
IENERGIA	Privado	49	52	39	28	25
LIGHT	Privado	27	30	18	22	17
MUXENERGIA	Privado	1	1	1	1	1
RGE	Privado	12	20	13	13	18
UHENPAL	Privado	45	44	49	50	54

## Anexo III

## Porte e região de atuação

Entidades	Porte	Região de Atuação
AES-SUL	Grande (>5.000 GWh)	Sul
AMAZONAS	Pequeno (<5.000 GWh)	Norte
AMPLA	Grande (>5.000 GWh)	Sudoeste
BANDEIRANTE	Grande (>5.000 GWh)	Sudoeste
BOA VISTA	Pequeno (<5.000 GWh)	Norte
CAIUÁ-D	Pequeno (<5.000 GWh)	Sudoeste
CEB-DIS	Grande (>5.000 GWh)	Centro-Oeste
CELESC-DIS	Grande (>5.000 GWh)	Sul
CELG-D	Grande (>5.000 GWh)	Centro-Oeste
CEMIG-D	Grande (>5.000 GWh)	Sudoeste
ELETROCAR	Pequeno (<5.000 GWh)	Sul
CERON	Pequeno (<5.000 GWh)	Norte
CELPA	Grande (>5.000 GWh)	Norte
COCEL	Pequeno (<5.000 GWh)	Sul
ELETROACRE	Pequeno (<5.000 GWh)	Norte
CEA	Pequeno (<5.000 GWh)	Norte
COELBA	Grande (>5.000 GWh)	Nordeste
CEAL	Pequeno (<5.000 GWh)	Nordeste
CELPE	Grande (>5.000 GWh)	Nordeste
COELCE	Grande (>5.000 GWh)	Nordeste
CEMAR	Pequeno (<5.000 GWh)	Nordeste
CEPISA	Pequeno (<5.000 GWh)	Nordeste
COSERN	Pequeno (<5.000 GWh)	Nordeste
CEEE-D	Grande (>5.000 GWh)	Sul
CFLO	Pequeno (<5.000 GWh)	Sul
CHESP	Pequeno (<5.000 GWh)	Centro-Oeste
CPFL JAGUARI	Pequeno (<5.000 GWh)	Sudoeste
CPFL LESTE PAULISTA	Pequeno (<5.000 GWh)	Sudoeste
CPFL MOCOCA	Pequeno (<5.000 GWh)	Sudoeste
CPFL SANTA CRUZ	Pequeno (<5.000 GWh)	Sudoeste
CNEE	Pequeno (<5.000 GWh)	Sudoeste
CPFL-PAULISTA	Grande (>5.000 GWh)	Sudoeste
CPFL-PIRATINGA	Grande (>5.000 GWh)	Sudoeste
CPFL SUL PAULISTA	Pequeno (<5.000 GWh)	Sudoeste
SULGIPE	Pequeno (<5.000 GWh)	Nordeste
COOPERALIANÇA	Pequeno (<5.000 GWh)	Sul
COPEL-DIS	Grande (>5.000 GWh)	Sul
DEMEI	Pequeno (<5.000 GWh)	Sul
DMED	Pequeno (<5.000 GWh)	Sudoeste
ELEKTRO	Grande (>5.000 GWh)	Sudoeste
ELETROPAULO	Grande (>5.000 GWh)	Sudoeste
EDEVF	Pequeno (<5.000 GWh)	Sudoeste
EEB	Pequeno (<5.000 GWh)	Sudoeste
EFLJC	Pequeno (<5.000 GWh)	Sul
EFLUL	Pequeno (<5.000 GWh)	Sul
ELFSM	Pequeno (<5.000 GWh)	Sudoeste
EBO	Pequeno (<5.000 GWh)	Nordeste
EMT	Grande (>5.000 GWh)	Centro-Oeste
EMS	Pequeno (<5.000 GWh)	Centro-Oeste
EMG	Pequeno (<5.000 GWh)	Sudoeste
ENF	Pequeno (<5.000 GWh)	Sudoeste
EPB	Pequeno (<5.000 GWh)	Nordeste
ESE	Pequeno (<5.000 GWh)	Nordeste

Entidades	Porte	Região de Atuação
ETO	Pequeno (<5.000 GWh)	Norte
ESCELSA	Grande (>5.000 GWh)	Sudoeste
FORCEL	Pequeno (<5.000 GWh)	Sul
HIDROPAN	Pequeno (<5.000 GWh)	Sul
IENERGIA	Pequeno (<5.000 GWh)	Sul
LIGHT	Grande (>5.000 GWh)	Sudoeste
MUXENERGIA	Pequeno (<5.000 GWh)	Sul
RGE	Grande (>5.000 GWh)	Sul
UHENPAL	Pequeno (<5.000 GWh)	Sul