

**UNIVERSIDADE DO VALE DO RIO DOS SINOS - UNISINOS  
UNIDADE ACADÊMICA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS CONTÁBEIS  
NÍVEL MESTRADO**

**MARILIZA RECH**

**DETERMINANTES DA EFICIÊNCIA ECONÔMICA DO SETOR ELÉTRICO: UM  
ESTUDO DE EMPRESAS DA PENÍNSULA IBÉRICA E BRASIL**

**SÃO LEOPOLDO**

**2017**

MARILIZA RECH

DETERMINTES DA EFICIÊNCIA ECONÔMICA DO SETOR ELÉTRICO: UM ESTUDO  
DE EMPRESAS DA PENÍNSULA IBÉRICA E BRASIL

Dissertação apresentada como requisito parcial  
para obtenção do título de Mestre em Ciências  
Contábeis, pelo Programa de Pós-Graduação  
em Ciências Contábeis da Universidade do  
Vale do Rio dos Sinos - UNISINOS

Orientador: Prof. Dr. Carlos Alberto Diehl

Co-orientador: Prof. Dr. Clóvis Antônio Kronbauer

São Leopoldo

2017

R296d

Rech, Mariliza

Determinantes da eficiência econômica do setor elétrico : um estudo de empresas da Península Ibérica e Brasil / por Mariliza Rech. – 2017.

122 f. : il. ; 30 cm.

Dissertação (Mestrado) — Universidade do Vale do Rio dos Sinos, Programa de Pós-graduação em Ciências Contábeis, São Leopoldo, RS, 2017.

Orientador: Dr. Carlos Alberto Diehl.

Co-orientador: Dr. Clóvis Antônio Kronbauer.

1. Eficiência econômica. 2. Setor elétrico. 3. Península Ibérica. I. Título.

CDU: 657:620.91

Mariliza Rech

DETERMINANTES DA EFICIÊNCIA ECONÔMICA DO SETOR ELÉTRICO: UM  
ESTUDO DE EMPRESAS DA PENÍNSULA IBÉRICA E BRASIL

Dissertação apresentada como requisito parcial  
para a obtenção do título de Mestre em  
Ciências Contábeis, pelo Programa de Pós-  
Graduação em Ciências Contábeis da  
Universidade do Vale do Rio dos Sinos -  
UNISINOS

Orientador: Prof. Dr. Carlos Alberto Diehl

Co-orientador: Prof. Dr. Clóvis Antônio Kronbauer

Aprovado em 31/08/2017

BANCA EXAMINADORA

---

Prof. Dr. Vinícius Zonatto – FURB

---

Prof. Dr. Francisco Antônio Mesquita Zanini – UNISINOS

---

Prof. Dr. Tiago Wickstrom Alves – UNISINOS

Para Iliza Teles de Souza. (*In memoriam*).  
Àquela que primeiro me ensinou a importância  
do aprendizado, da honestidade, do respeito e  
da coragem.

## AGRADECIMENTOS

Experiência, tempo, dedicação, valorização e aceitação — manifestações que somaram essências com objetivos de conquista: esta de agora. Magnífica realização, alimentando conhecimento, entendimento, reação, equilíbrio e integração, — calculados humanamente na formação intelectual dos mestres, oportunizando a continuidade de mais pessoas vivenciarem um mundo melhor, possibilitado de realismo. Nesta trajetória, aprendi a entender e aceitar pessoas, objetivos, reações, companheirismo e maneiras diversas de transmitir conhecimento. Como a natureza, vesti o mental da sabedoria nos complementos, o equilíbrio tempestivo na presença do aprendizado, mas, principalmente, na correspondência de graus para este encontro. Agradeço a Deus, fonte maior, que qualificou o portal marcante na minha vida, e nas vidas para a continuidade futura.

Agradeço ao meu orientador, Professor Doutor Carlos Alberto Diehl, por todo ensinamento, empenho, paciência e disponibilidade ao longo do desenvolvimento deste trabalho. Os seus direcionamentos foram de crucial importância para esta conquista, assim como levo as suas contribuições ao longo deste percurso para a vida. Deixo registrada a minha admiração e respeito pelo educador que tive o mérito de conviver. Obrigada pela sua capacidade de instigar seus alunos a identificarem e superarem seus próprios limites.

Agradeço aos demais professores integrantes do PPGCC da UNISINOS, pelos conhecimentos partilhados, mas faço um destaque importante ao meu co-orientador, Professor Doutor Clóvis Antônio Kronbauer, e ao Professor Doutor Tiago Wickstrom Alves, por suas contribuições no desenvolvimento deste trabalho.

Um agradecimento especial à professora convidada do ICEAC da FURG, Professora Doutora Débora Gomes Machado, pelos ensinamentos ministrados nas aulas, experiências partilhadas e palavras de estímulo em momentos decisivos desta trajetória.

Aos colegas de curso, agradeço pelos trabalhos desenvolvidos, pela contribuição no aprendizado da palavra humildade e pela magnífica oportunidade de convívio.

Aos familiares e amigos, os de perto e os de longe, a minha eterna gratidão por toda a ajuda e carinho recebidos.

*“O conhecimento precisa ser melhorado,  
desafiado e aumentado constantemente, ou  
desaparece.”*

*(Peter Drucker)*

## RESUMO

A energia elétrica, um produto não-armazenável e cuja geração pode variar em curtos períodos de tempo, é essencial para o funcionamento da sociedade e tem o preço como fator decisivo para a competitividade. Por outro lado, a gestão correta dos custos permite obter uma lucratividade superior. Uma das formas de avaliar a magnitude dos custos é medir a eficiência das operações. Portanto, melhores resultados alcançados estão diretamente relacionados à melhor eficiência econômica atingida pelas empresas do setor de energia e, assim, as características que tornam uma empresa mais eficiente representam elementos importantes a serem identificados. Considerando-se a contribuição que a eficiência relativa de empresas sob padrões internacionais podem acrescentar para o desenvolvimento do setor esta pesquisa *cross-country* analisa os determinantes da eficiência econômica relativa das empresas de capital aberto do setor elétrico brasileiro e da península Ibérica. Trata-se de um estudo descritivo, com abordagem quantitativa, realizado com dados do período de 2010 a 2014. Por meio da aplicação de métodos econométricos procurou-se determinar a eficiência econômica relativa de uma população de 38 empresas, que geraram 190 observações. Como resultado do estudo, identificou-se que pertencer à península Ibérica representa um impacto positivo sobre o Ebitda, gerando resultados mais elevados em relação à amostra brasileira. Dentre as empresas que apresentaram escores mais elevados de eficiência, a empresa espanhola Endesa figurou como *benchmarking* para as demais. A empresa Cemig – GT destacou-se dentre as empresas brasileiras. Quanto às variáveis analisadas, o consumo per capita (GWh), o ativo imobilizado e o número de funcionários foram identificados como fatores explicativos para a obtenção da eficiência. Concluiu-se que as empresas que apresentam uma maior eficiência econômica, obtiveram-na por meio da utilização mais eficiente dos seus recursos de imobilizado e de funcionários, bem como apresentaram reduções de consumo per capita e aumentos do Ebitda.

**Palavras-chave:** Eficiência Econômica. Setor Elétrico. Península Ibérica.

## ABSTRACT

Electricity, as a non-storable product which varies in short periods of time, is essential for the functioning of society and has its price as a decisive factor for competitiveness. On the other hand, the correct management of costs allows obtaining a superior profitability. An alternative to determine the magnitude of costs is to measure the efficiency of operations. Therefore, the best results achieved are directly related to the better economic efficiency achieved by energy companies, and thus the characteristics that make a company more efficient represent important elements to be identified. Considering the contribution that the relative efficiency of companies under international standards may add to the development of the sector, this *cross-country* research analyzes the determinants of the relative economic efficiency of public companies in the Brazilian electric sector and the Iberian Peninsula.. It is a descriptive study, with a quantitative approach, carried out with data from the period of 2010 to 2014. Using econometric methods, the relative economic efficiency of 38 companies of the population was determined, which resulted in 190 observations. As a result of the study, it was identified that the fact of belonging to the Iberian Peninsula represents a positive impact on the Ebitda, generating higher results in relation to the Brazilian sample. The company Cemig - GT stood out among the Brazilian companies. Regarding the analyzed variables, per capita consumption (GWh), fixed assets and number of employees were identified as explanatory factors to obtain efficiency. It was concluded that the companies with the highest economic efficiency obtained through the more efficient use of their fixed assets and employees resources, as well as reductions in per capita consumption and Ebitda increases.

**Key-words:** Economic Efficiency. Electrical Sector. Iberian Peninsula.

## LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Balancete elétrico anual espanhol por sistema, ano 2015 (GWh).....	39
Quadro 2 – Variáveis de insumos e produtos dos estudos relacionados. ....	48
Quadro 3 – Empresas brasileiras utilizadas na pesquisa. ....	54
Quadro 4 – Empresas espanholas do setor de energia elétrica. ....	55
Quadro 5 – Modelo de cálculo da variável “pib_pc”. ....	58
Quadro 6 – Classificação para o IDH. ....	59
Quadro 7 – Variáveis pré-selecionadas. ....	61
Quadro 8 – Taxas de Câmbio: Cotação de Fechamento de Venda (€ e US\$).....	61
Quadro 9 – Premiações recebidas pelas empresas brasileiras. ....	72
Quadro 10 – Empresas com maiores valores nas variáveis observadas. ....	82
Quadro 11 – Dados da empresa Endesa para os cinco períodos. ....	87
Quadro 12 – Dados da empresa Endesa no período 2010. ....	89
Quadro 13 – Dados da empresa Endesa no período 2011. ....	90
Quadro 14 – Dados da empresa Endesa no período 2012. ....	90
Quadro 15 – Dados da empresa Endesa no período 2013. ....	91
Quadro 16 – Dados da empresa Endesa no período 2014. ....	92
Quadro 17 – Empresas mais eficientes do segmento de distribuição.....	96

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Comparação entre estimações.....	63
Tabela 2 – Resultado do Teste Hausman.....	63
Tabela 3 – Matriz de correlação das variáveis observadas.....	73
Tabela 4 – Estatística descritiva da amostra: total de empresas e total de anos. ....	74
Tabela 5 – Comportamento da distribuição dos dados das variáveis do modelo. ....	75
Tabela 6 – Comportamento da distribuição dos dados das variáveis normalizados por logaritmo natural (ln).....	75
Tabela 7 – Distribuição dos resíduos.....	76
Tabela 8 – Distribuição dos resíduos normalizados por logaritmo natural (ln). ....	76
Tabela 9 – Diagnóstico de multicolinearidade entre a variáveis. ....	77
Tabela 10 – Média de variações percentuais do ativo imobilizado por período. ....	80
Tabela 11 – Estatísticas da regressão da equação (2). ....	84
Tabela 12 – Escores de eficiência por região. ....	85
Tabela 13 – Estatística descritiva dos escores de eficiências. ....	86
Tabela 14 – Variações (%) dos dados da empresa Endesa.....	88

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Localização da Península Ibérica.....	31
Figura 2 – Rede de relacionamentos do setor elétrico brasileiro.....	35
Figura 3 – Localização geográfica dos sistemas elétricos da Espanha.....	37
Figura 4 – Rede de transmissão do sistema elétrico de Portugal de 2014.....	43

## LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 – Eficiência e Ineficiência Técnica. ....	29
Gráfico 2 – Produção bruta de energia elétrica Português (GWh). ....	41
Gráfico 3 – Consumo de energia elétrica Português (GWh). ....	42
Gráfico 4 – Diagnóstico do comportamento dos resíduos em função da variável dependente. ....	78
Gráfico 5 – Diagrama de dispersão das variáveis em relação ao Ebitda. ....	79
Gráfico 6 – Diagrama de dispersão das variáveis em relação ao Escore. ....	87

## LISTA DE SIGLAS

ABRACEEL	Associação Brasileira dos Comercializadores de Energia Elétrica
ABRADEE	Associação Brasileira de Distribuidores de Energia Elétrica
ADENE	Agência Nacional de Energia
AES Sul	AES Sul Distribuidora Gaúcha de Energia S.A.
AES Tietê	AES Tietê S.A.
AIC	Akaike's Information Criterion — Critério de Informação Akaike
AMPLA	Ampla Energia e Serviços S.A.
ANEEL	Agência Nacional de Energia Elétrica
ANEFAC	Associação Nacional dos Executivos de Finanças, Administração e Contabilidade
BAESA	Energética Barra Grande S.A.
BANDEIRANTE	Bandeirante Energia S.A.
BCB	Banco Central do Brasil
BM	Banco Mundial
BM&FBOVESPA	Bolsa de Valores, Mercadorias e Futuros de São Paulo
BSs	Balanços Sociais
CE	Comunidade Europeia
CEEE – D	Companhia Estadual de Distribuição de Energia Elétrica
CEEE – GT	Companhia Estadual de Geração e Transmissão de Energia Elétrica
CELPA	Centrais Elétricas do Pará S.A.
CELPE	Companhia Energética de Pernambuco
CEMAR	Companhia Energética do Maranhão
CEMIG – D	Companhia Energética de Minas Gerais, Distribuição S.A.
CEMIG – GT	Companhia Energética de Minas Gerais, Geração e Transmissão S.A.
CESP	Companhia Energética de São Paulo
CMBEU	Comissão Mista Brasil – Estados Unidos para o Desenvolvimento Econômico
COELBA	Companhia de Eletricidade do Estado da Bahia
COELCE	Companhia Energética do Ceará
CONTEST	Grupo de Pesquisa Implementação e Controle Estratégico
COSERN	Companhia Energética do Rio Grande do Norte
CPC	Comitê de Pronunciamentos Contábeis
CPFL – G	Companhia Paulista de Força e Luz - Geração de Energia
CPFL Paulista	Companhia Paulista de Força e Luz - Distribuição
CPFL Piratininga	Companhia Piratininga de Força e Luz
CTEEP	Companhia de Transmissão de Energia Elétrica Paulista
CVM	Comissão de Valores Mobiliários
DEA	<i>Data Envelopment Analysis</i> — Método de Análise por Envoltória de Dados
DEC	Duração Equivalente de Interrupção por Unidade Consumidora

DIEESE	Departamento Intersindical de Estatística e Estudos Socioeconômicos
DFPs	Demonstrações Financeiras Padronizadas
DGC	Índice de Desempenho Global de Continuidade
DGEG	Direção Geral de Energia e Geologia
DMUs	<i>Decision Making Units</i> — Unidade Tomadora de Decisão
DUKE	<i>Duke Energy International</i> Geração Paranapanema S.A.
EBITDA	<i>Earnings Before Interest, Taxes, Depreciation and Amortization</i> — Lucro Antes dos Juros, Impostos, Depreciação e Amortização
EDP	Energias de Portugal S.A.
EDP – ESCELSA	Espírito Santo Centrais Elétricas S.A.
ELEKTRO	Elektro Eletricidade e Serviços S.A.
ELETROBRAS	Centrais Elétricas Brasileiras S.A.
ELETROPAULO	Eletropaulo Metropolitana Eletricidade de São Paulo S.A.
EMAE	Empresa Metropolitana de Águas e Energia S.A.
ENDESA	Endesa, Sociedad Anonima
ENERGISA – MS	Energisa Mato Grosso do Sul, Distribuidora de Energia S.A.
ENERGISA – MT	Energisa Mato Grosso, Distribuidora de Energia S.A.
EPE	Empresa de Pesquisa Energética
ERSE	Entidade Reguladora dos Serviços Energéticos
EUROSTAT	Gabinete de Estatísticas da União Europeia
FASB	<i>Financial Accounting Standard Board</i>
FEC	Frequência Equivalente de Interrupção por Unidade Consumidora
FERSA	Fersa Energías Renovables S.A.
FGV	Fundação Getúlio Vargas
FURG	Universidade Federal do Rio Grande
GLS	<i>Generalized Least Squares</i> — Método dos Mínimos Quadrados Generalizados
IAS	<i>International Accounting Standards</i> — Normas Internacionais de Contabilidade
IBERDROLA	Iberdrola S.A.
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
ICEAC	Instituto de Ciências Econômicas, Administrativas e Contábeis
ICPC	Interpretação Técnica do Comitê de Pronunciamentos Contábeis
IDH	Índice de Desenvolvimento Humano
IFRIC	<i>International Financial Reporting Interpretations Committee</i> — Comitê Internacional de Interpretações de Relatórios Financeiros
INVESTCO	Investco S.A.
IPC	Índice de Potencial de Consumo
IUEE	Imposto Único sobre Energia Elétrica
LIGHT SESA	Light Serviços de Eletricidade S.A.
MEA	Modelo de Efeitos Aleatórios
MEF	Modelo de Efeitos Fixos

MEID	Ministério da Economia, da Inovação e do Desenvolvimento
MIBEL	Mercado Ibérico de Energia Elétrica
MINETAD	<i>Ministerio de Energía, Turismo y Agenda Digital</i>
MME	Ministério de Minas e Energia
NBC	Normas Brasileiras de Contabilidade
OEI	Organización de Estados Iberoamericanos
OMC	Organização Mundial do Comércio
OMIE	Operadores del Mercado Ibérico – Polo Español
OPEX	<i>Operational Expenditure</i> — Gastos Operacionais
PCH	Pequenas Centrais Hidrelétricas
PEE	Política Energética Europeia
PEN	Plano de Energia
PIB	Produto Interno Bruto
PMSO	Despesas com Pessoal, Material, Serviços de Terceiros e Outros
PND	Programa Nacional de Desestatização
PNQ	Prêmio Nacional da Qualidade
PPGCC	Programa de Pós-Graduação em Ciências Contábeis
PRE	Produção em Regime Especial
PRO	Produção em Regime Ordinário
PRODIST	Procedimentos de Distribuição de Energia Elétrica no Sistema Elétrico Nacional
RA	Relatórios de Administração
RED	Red Eléctrica Corporación S.A.
ELÉCTRICA	
REE	Red Eléctrica de España S.A.
REN	Redes Energéticas Nacionais
RENOVA	Renova Energia S.A.
RE-SEB	Reestruturação do Setor Elétrico Brasileiro
RGE	Rio Grande Energia S.A.
RL	Resultado Líquido do Período
RNT	Rede Nacional de Transmissão
SEB	Setor Elétrico Brasileiro
SEN	Sistema Elétrico Nacional
SEP	Sistema Elétrico Português
SOM	<i>Self Organized Maps</i> — Redes Neurais Auto-Organizáveis
TAESA	Transmissora Aliança de Energia Elétrica S.A.
TMA	Tempo Médio de Atendimento
TRACTEBEL	Tractebel Energia S.A.
UE	União Europeia
UGH	Unidade de Gestão Hidráulica
UHE	Usinas Hidrelétricas
UNDP	United Nations Development Programme
UNESA	Asociación Española de la Industria Eléctrica

UNISINOS

UNSD

UTE

Universidade do Vale do Rio dos Sinos

United Nations Statistics Division

Usinas Termelétricas

## LISTA DE SÍMBOLOS

GWh	Gigawatt-hora
km	Quilômetro
km <sup>2</sup>	Quilômetro Quadrado
ktep	Consumo Total de Energia Primária
kVA	Quilovolt-ampere
kWh	Quilowatt-hora
MVA	Megavolt-ampere
MW	Megawatt
MWh	Megawatt-hora
TWh	Terawatt-hora
R\$	Real – moeda corrente utilizada no Brasil desde 1994
€	Euro – moeda utilizada por países da União Européia desde 2002
US\$	Dólar – moeda corrente utilizada nos Estados Unidos e outros países

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO .....</b>	<b>20</b>
1.1 CONTEXTUALIZAÇÃO DO TEMA .....	20
1.2 PROBLEMA DE PESQUISA .....	22
1.3 OBJETIVOS .....	22
<b>1.3.1 Objetivo Geral .....</b>	<b>22</b>
<b>1.3.2 Objetivos Específicos .....</b>	<b>23</b>
1.4 JUSTIFICATIVA DE PESQUISA .....	23
<b>1.4.1 Relevância .....</b>	<b>23</b>
<b>1.4.2 Contribuição .....</b>	<b>24</b>
<b>1.4.3 Oportunidade .....</b>	<b>25</b>
<b>1.4.4 Viabilidade .....</b>	<b>25</b>
1.5 DELIMITAÇÃO DE PESQUISA .....	26
1.6 ESTRUTURA DE PESQUISA .....	26
<b>2 REVISÃO DE LITERATURA.....</b>	<b>28</b>
2.1 EFICIÊNCIA .....	28
2.2 PENÍNSULA IBÉRICA E O SETOR ELÉTRICO.....	30
<b>2.2.1 Setor elétrico brasileiro .....</b>	<b>32</b>
<b>2.2.2 Setor elétrico espanhol .....</b>	<b>36</b>
<b>2.2.3 Setor elétrico português .....</b>	<b>40</b>
2.3 ESTUDOS RELACIONADOS .....	44
<b>3 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS .....</b>	<b>51</b>
3.1 DELINEAMENTO DA PESQUISA.....	51
3.2 POPULAÇÃO .....	53
<b>3.2.1 Empresas brasileiras .....</b>	<b>53</b>
<b>3.2.2 Empresas da Península Ibérica .....</b>	<b>55</b>
3.3 DEFINIÇÃO DAS VARIÁVEIS .....	56
<b>3.3.1 Variável Dependente Ebitda.....</b>	<b>56</b>
<b>3.3.2 Variáveis Independentes .....</b>	<b>57</b>
3.3.2.1 Ativo Imobilizado.....	57
3.3.2.2 Número de funcionários .....	57
<b>3.3.3 Variáveis de Controle.....</b>	<b>57</b>
3.3.3.1 Produto Interno Bruto (PIB) per capita .....	57

3.3.3.2 Consumo (KWh) per capita:.....	59
3.3.3.3 Índice de Desenvolvimento Humano (IDH):.....	59
<b>3.3.4 Dummy de região.....</b>	<b>60</b>
3.4 COLETA E TRATAMENTO DOS DADOS.....	60
3.5 MODELO ECONOMETRICO .....	62
3.6 LIMITAÇÃO DA PESQUISA.....	65
<b>4 ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS .....</b>	<b>66</b>
4.1 CARACTERIZAÇÃO DA POPULAÇÃO.....	66
4.2 ANÁLISE ESTATÍSTICA DAS VARIÁVEIS .....	72
4.3 ANÁLISE DO RELACIONAMENTO DA VARIÁVEL EBITDA EM RELAÇÃO ÀS DEMAIS VARIÁVEIS .....	78
4.4 ANÁLISE DA EFICIÊNCIA RELATIVA .....	83
4.5 SÍNTESE DOS RESULTADOS .....	93
<b>5 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....</b>	<b>98</b>
<b>REFERÊNCIAS .....</b>	<b>101</b>
<b>APÊNDICE A – BASE DE DADOS DAS EMPRESAS PESQUISADAS.....</b>	<b>113</b>
<b>APÊNDICE B – BOXPLOTS DAS VARIÁVEIS POR SEGMENTO.....</b>	<b>117</b>
<b>APÊNDICE C – BOXPLOTS DAS VARIÁVEIS POR REGIÃO .....</b>	<b>118</b>
<b>APÊNDICE D – ESCORE DE EFICIÊNCIA POR EMPRESA .....</b>	<b>119</b>

## 1 INTRODUÇÃO

### 1.1 CONTEXTUALIZAÇÃO DO TEMA

O desenvolvimento da sociedade é afetado diretamente pelo uso da energia, que impacta no comportamento, na cultura, no meio ambiente e nas atividades econômicas (AUGUSTONI; MARETTI, 2012). Ao longo do tempo, evidenciou-se no Brasil o aumento da utilização da energia em diversos setores, como a indústria, o comércio e a agricultura. Para a solução de problemas como a deficiência de oferta e a qualidade da energia, são utilizados no setor de energia mecanismos que visam a melhorar a eficiência dos sistemas, como regulamentação setorial e investimentos em inovação tecnológica (DIEESE, 2015). Com respeito à eficiência econômica, Farrell (1957) descreveu como o resultado da combinação de medidas técnicas e alocativas. O autor discorre que a eficiência econômica pode ser alcançada por meio do processo produtivo com a redução dos custos, ao se produzir sem utilizar mais insumos do que o necessário, ou pelo aumento dos lucros, que pode ser gerado pela utilização dos insumos em proporções ótimas.

Na busca pela eficiência e autonomia econômica, na década de 1990, o setor elétrico mundial passou por reformas estruturais (ABRADEE, 2015). Na península Ibérica, países e regiões desenvolvidas adotaram políticas de eficiência energética distintas, na busca de atingir melhores níveis de sustentabilidade, segurança e competitividade. A este respeito Lima, Brandão e Souza (2011) destacam que o plano de ação adotado para a Política Energética Europeia (PEE) observou as peculiaridades e características do cenário energético de cada país ou região. Como resultado, após as reformas aplicadas e com um marco regulador do setor mais claro e estável, empresas europeias do setor passaram a investir em outros países (BEZERRA, 2013).

No Brasil, na década de 1990, o modelo adotado para o setor elétrico brasileiro (SEB) foi o monopólio estatal (ANEEL, 2015). Embora esse modelo tenha contribuído para a expansão da indústria elétrica brasileira, a situação financeira das diferentes esferas governamentais inviabilizou sua manutenção (TOLMASQUIM, 2011). O SEB, influenciado pela conjuntura político-econômica internacional e fundamentado em experiências internacionais, desenvolveu um modelo institucional, com ênfase na competitividade setorial (TOLMASQUIM, 2011). A reforma realizada nesse período separou os segmentos de geração, transmissão, distribuição e comercialização de energia elétrica, que passaram a ser administrados e operados por agentes distintos (ANEEL, 2015).

Para garantir o melhor desempenho na prestação dos serviços e assim atender aos interesses dos stakeholders, as concessionárias estatais do setor elétrico modificaram sua estrutura de funcionamento e investiram em formas organizacionais mais eficientes (TEODORO, 2006). O marco regulatório contribuiu para a expansão da capacidade de geração, enquanto os contratos de longo prazo, e os leilões de energia contribuíram para atrair investidores nacionais e estrangeiros (TOLMASQUIM, 2011). Conforme explica Teodoro (2006), a entrada de investimentos privados em regime de concorrência provocou modificações nas estratégias utilizadas até então pelas concessionárias, forçando-as a adaptarem-se ao novo ambiente, a fim de garantirem sua permanência no mercado.

Quanto à evolução do setor de energia, o estudo de Souza (2012), que analisou o período de 1993 a 2009, demonstrou que os países desenvolvidos procuram aperfeiçoar seus processos produtivos para o melhor desempenho energético, enquanto que os países em desenvolvimento estão em processo de crescimento. Por sua vez, as influências culturais, linguísticas e históricas de Brasil e Portugal foram apontadas por Silva (2005) e Costa (2006), como fatores que favorecem estudos envolvendo esses países. Neste sentido, o estudo de Laimer (2013) destacou as áreas científicas e tecnológicas de Brasil e Portugal, como setores que apresentam desenvolvimento similar.

De outra forma, Sanches (2014) buscou avaliar a replicabilidade do modelo espanhol do setor de energia para o Brasil e outros países, que têm potencial natural para o desenvolvimento de geração de energia solar térmica. Embora existam diferenças geográficas, sociais e culturais, Ferreira (2010) salienta que ao considerar-se uma diferença temporal, Brasil e Espanha possuem indicadores socioeconômicos comuns, como histórico de alta inflação, transição do regime militar para democracia liberal e a liberação de mercados, que implicaram em reformas estruturais. O autor buscou respostas para a expansão dos investimentos de empresas espanholas no Brasil, onde a participação da Espanha na comunidade europeia, combinada com investimentos em diversos setores, e as reformas políticas e econômicas executadas pelo Brasil foram identificadas dentre as causas da aproximação (FERREIRA, 2010).

Nesse contexto, Silva et al. (2016) identificaram a oportunidade para a realização de estudos na área contábil, considerando países pertencentes à península Ibérica, dado o baixo número de pesquisas realizadas no período de 2008 a 2015. Foram observadas, na literatura, pesquisas que buscaram determinar a eficiência econômica de empresas do setor elétrico, no entanto, não foram encontrados estudos anteriores que investigam os determinantes da eficiência econômica relativa em estudo comparado entre Brasil, Espanha e Portugal.

Em razão da importância de identificar os determinantes da eficiência econômica para o setor elétrico, Zorzo (2015) e Zambon (2015) desenvolveram estudos longitudinais, referentes ao período de 2010 a 2013, utilizando-se das empresas do SEB. Zorzo (2015) apontou que não há correlação significativa entre os esforços despendidos em inovação e a obtenção de melhoria dos escores de eficiência econômica. Por sua vez, Zambon (2015) identificou que o escore médio de eficiência reduziu no período de 2010 para 2013, enquanto que não foi encontrada relação significativa entre a eficiência econômica e o índice de governança.

Em uma abordagem diferente das anteriores, o estudo de Martins (2014) procurou determinar a eficiência econômica relativa das distribuidoras do SEB, no período de 2012, e reconheceu que as variáveis que mais contribuíram para a obtenção de eficiência foram o ativo total e a receita líquida. Sob outro aspecto, Boente e Lustosa (2016) analisaram 62 concessionárias brasileiras de distribuição de energia elétrica, no período de 2010 a 2014. O estudo teve como foco a comparação da eficiência econômica de entidades privadas e públicas. Dentre as 16 unidades tomadoras de decisão (DMUs) eficientes identificadas, figuraram seis empresas privadas e duas públicas.

Ao considerar-se que novas pesquisas podem contribuir com novos achados, para se determinar a eficiência econômica do setor de energia, e no entendimento de que estudos *cross-country* podem contribuir para o regulador avaliar a eficiência relativa das empresas sob padrões internacionais, surge o problema deste estudo.

## 1.2 PROBLEMA DE PESQUISA

Em razão do contexto apresentado, o presente estudo busca responder ao seguinte problema de pesquisa: Quais são os determinantes de eficiência econômica relativa dos setores elétricos brasileiros e da península Ibérica?

## 1.3 OBJETIVOS

### 1.3.1 Objetivo Geral

Avaliar os determinantes de eficiência econômica relativa dos setores elétricos brasileiro e da península Ibérica.

### 1.3.2 Objetivos Específicos

Para atingir ao objetivo geral estabelecido, foram definidos os seguintes objetivos específicos:

- a) Determinar as variáveis de insumos (*inputs*) e produtos (*outputs*);
- b) Identificar os escores de eficiência econômica relativa das empresas brasileiras comparado às empresas da península Ibérica;
- c) Definir as empresas *benchmarking*.

## 1.4 JUSTIFICATIVA DE PESQUISA

### 1.4.1 Relevância

Por sua natureza estratégica para a infraestrutura de um país, o setor elétrico é um tema considerado de longo prazo (ANEEL, 2015). Para alcançar os objetivos financeiros as empresas do setor precisam maximizar a eficiência técnica, econômica e ambiental de forma a atender questões como: a redução das emissões de gases de efeito estufa, a busca da geração de energia por métodos sustentáveis, a utilização de diversas fontes primárias para, assim, aumentar a segurança do abastecimento energético e o uso eficiente dos recursos (ADENE, 2017a). Assim, a relevância deste estudo se deve à participação que o setor elétrico representa para a sociedade, e pela influência no seu desenvolvimento, por ser um bem indispensável para a sociedade, causando impactos comportamentais, culturais, ambientais e nas atividades econômicas (AUGUSTONI; MARETTI, 2012).

De forma a contribuir para o desenvolvimento deste estudo, utilizou-se do estudo de Bezerra (2013), no qual a autora destacou que os princípios do serviço público, dentre eles, as agências reguladoras de Espanha e Brasil, seguem a concepção francesa. Dessa forma, identifica-se esse fato como favorável para a comparabilidade entre os países e a identificação das diferenças do setor elétrico. Diz a autora que, em traços gerais, o Brasil assemelha-se muito ao modelo espanhol e, embora a Espanha tenha aderido à União Europeia (UE), gerando mudanças no setor, identificou-se uma tendência à mesma adaptação conceitual no Brasil (BEZERRA, 2013).

Também contribui para a realização deste estudo, o fato da Espanha ter conquistado experiências positivas no setor de energia. Conforme Jiménez, Laville e Drilha (2013), após as diretivas europeias ditadas pelo compromisso de redução de CO<sub>2</sub>, a Espanha alcançou

objetivos de redução de dependência externa de recursos energéticos e desenvolveu a indústria de energia renovável. Em contrapartida, Alonso (2012) destaca que, de acordo com dados até 2011, dentre os países da UE, a Espanha foi o país que mais gastou para promover a difusão de energias. Como resultado, de acordo com o Gabinete de Estatísticas da União Europeia (EUROSTAT, 2016a), a Espanha atingiu o quinto maior preço da eletricidade a consumidores residenciais da UE no ano de 2015.

Em função dos compromissos assumidos pelos países da UE que buscam adotar modelos energéticos para alcançar melhores desempenhos, Portugal tem como fundamento a racionalidade econômica e a sustentabilidade (ADENE, 2017a). Dessa forma, dentre os planos e programas implantados, provenientes da Resolução do Conselho de Ministros nº 20 de 2013, está o programa Eco.AP, que tem o objetivo de alcançar 30% de eficiência energética no setor público até 2020 (ADENE, 2017b). Sob essa perspectiva, entende-se que as experiências conquistadas por Portugal podem contribuir para a eficiência econômica de outros países. Por sua vez, Silva (2005) e Costa (2006) destacam nos seus estudos a influência de determinantes culturais, como afinidades linguísticas, históricas e culturais entre Brasil e Portugal, favorecendo, assim, estudos que utilizam esses países, enquanto Laimer (2013) destaca a similaridade no desenvolvimento dos parques científicos e tecnológicos de Brasil e Portugal.

As experiências das empresas espanholas e portuguesas podem contribuir para a identificação de novas formas de melhoria da eficiência do setor elétrico brasileiro e, também, possibilitar novas oportunidades de desenvolvimento. A oportunidade de pesquisa é reforçada pelo estudo de Silva et al. (2016), que identificaram um baixo número de publicações de estudos científicos brasileiros da área contábil nos países pertencentes à península Ibérica, no período de 2008 a 2015.

#### **1.4.2 Contribuição**

O presente estudo busca contribuir, primeiramente, para a identificação das empresas *benchmarking* do setor de energia elétrica da península Ibérica e Brasil. Procura, também, cooperar com a identificação dos escores e dos determinantes de eficiência, ao dizer o que cada um representa, pois esses parâmetros de desempenho são usados na determinação dos custos operacionais das companhias, a fim de controlar o valor das tarifas repassadas aos consumidores.

As análises e o desenvolvimento resultantes do estudo poderão ser utilizados para avaliação dos aspectos de eficiência praticados pelos três países. Além disso, como complemento aos processos já adotados para a determinação da eficiência econômica do setor e, assim, auxiliar na tomada de decisões futuras dos *stakeholders*.

A contribuição para a literatura se dará por meio dos resultados que poderão ser apropriados pelos pesquisadores e órgãos reguladores, como estudo relacionado e fonte alternativa de pesquisa para futuros trabalhos. Pode-se citar, principalmente, a contribuição advinda do comparativo entre os escores e determinantes de eficiência econômica dos setores elétricos da península Ibérica e Brasil.

### **1.4.3 Oportunidade**

O aumento constante do consumo de energia pela população mundial (BRASIL, 2015) oportuniza a realização de novos estudos, que contribuem de alguma forma, para a melhoria da eficiência econômica do setor. Considerando-se os quatro segmentos do setor elétrico de geração, transmissão, distribuição e comercialização, foi efetuada busca nas bases da Ebscohost, Capes e *Google Scholar*, por estudos sobre eficiência econômica que também contemplem países pertencentes à península Ibérica e Brasil. Pelo fato de que não foram encontrados estudos que contemplem essa configuração, interpretou-se, então, como uma oportunidade de pesquisa para se encontrar novas informações complementares às pesquisas já existentes sobre o setor elétrico.

### **1.4.4 Viabilidade**

A pesquisa foi viável:

- I. Pelo acesso que houve às informações necessárias para o desenvolvimento do trabalho;
- II. Pelo tempo disponível para a realização do estudo, que foi compatível com o período de desenvolvimento da dissertação;
- III. Por estar inserida na linha de pesquisa de Controle de Gestão, do Programa de Pós-Graduação em Ciências Contábeis (PPGCC), da Universidade do Vale do Rio dos Sinos (UNISINOS), com pesquisas desenvolvidas anteriormente sobre o setor elétrico.

## 1.5 DELIMITAÇÃO DE PESQUISA

Alguns pontos devem ser destacados como delimitação da pesquisa realizada. A primeira questão refere-se à eficiência relativa, uma vez que esta dissertação não pretende analisar a eficiência absoluta das empresas selecionadas, mas a comparação de cada uma em relação às demais. Segundo Mariano, Almeida e Rebelatto (2006), na eficiência absoluta, a produtividade máxima é um valor teórico e inatingível (ideal), enquanto que, na eficiência relativa, a produtividade máxima é a produtividade da concorrente mais eficiente dessa unidade tomadora de decisão (DMU). Isso é resultado da expressão:  $\text{Eficiência} = P / P_{\max}$ . Considerando “P” como a produtividade atual e “ $P_{\max}$ ” como a produtividade máxima que pode ser alcançada. Na eficiência absoluta, pode-se atribuir um  $P_{\max}$  que, na prática, não se pode realizar; enquanto que, na eficiência relativa, os valores atribuídos a  $P_{\max}$  baseiam-se nas produtividades das DMUs mais eficientes.

A segunda delimitação diz respeito ao fato de que o estudo se baseou em dados disponíveis. Não foi objetivo do mesmo verificar a veracidade das informações, mas utilizá-las para cálculo dos escores de eficiência técnica relativa das empresas brasileiras, espanholas e portuguesas do setor elétrico. Quanto ao modelo utilizado, esta dissertação não objetiva testar todos os fatores relacionados aos processos do setor elétrico, mas variáveis utilizadas pelos agentes reguladores e em pesquisas do setor elétrico. Embora diversos aspectos devam ser considerados na operação do setor a ser estudado, em vista de sua importância social e pelo fato de que há peculiaridades que devem ser respeitadas, este estudo se concentra em avaliar unicamente a eficiência econômica, por meio da análise linear multivariada.

Por fim, este estudo se insere na linha de pesquisa de Controle de Gestão, do Programa de Pós-Graduação em Ciências Contábeis (PPGCC), da Universidade do Vale do Rio dos Sinos (UNISINOS), no grupo de pesquisa Implementação e Controle Estratégico (CONTEST), sob a liderança do Prof. Dr. Carlos Alberto Diehl, orientador desta dissertação.

## 1.6 ESTRUTURA DE PESQUISA

Esta dissertação está estruturada em cinco capítulos. O primeiro trata da introdução e contempla a contextualização do tema, o problema de pesquisa, os objetivos, a justificativa, a delimitação e a estrutura de pesquisa. No segundo capítulo, é apresentada a fundamentação teórica, que dá sustentação ao estudo e abordados o conceito de eficiência, os aspectos relevantes sobre a península Ibérica e os setores elétricos brasileiro, espanhol e português. Por

fim, são apresentados estudos relacionados com o tema. O terceiro capítulo destina-se aos aspectos metodológicos adotados no desenvolvimento da pesquisa, como o delineamento e as etapas da pesquisa, a caracterização da população, a definição das variáveis, as técnicas utilizadas de coleta, o tratamento e a aplicação do método, o processamento dos dados e as limitações da pesquisa. No quarto e quinto são apresentados e discutidos os resultados encontrados na pesquisa e, por fim, são apresentadas as referências utilizadas.

## 2 REVISÃO DE LITERATURA

Neste capítulo, são apresentadas três seções com os temas nos quais essa dissertação se fundamenta. A primeira aborda o conceito de eficiência e a segunda discorre sobre a península Ibérica e os setores elétrico brasileiro, espanhol e português. Na terceira seção são apresentados estudos relacionados à eficiência no setor elétrico.

### 2.1 EFICIÊNCIA

A eficiência pode ser descrita, de acordo com Jubran (2006), como sendo a característica de uma unidade produtiva alcançar o melhor rendimento com mínimos erros ou mínimo consumo de recursos. Já, a produtividade, de acordo com o mesmo autor, é uma relação entre a quantidade ou valor produzido (saídas ou *outputs*); e a quantidade ou valor dos insumos aplicados àquela produção (entradas ou *inputs*). Mello et al. (2005) corroboram ao conceituar eficiência como o resultado do que foi produzido, de acordo com os recursos disponíveis, em relação ao que poderia ser produzido utilizando-se dos mesmos recursos.

De acordo com Ferreira e Gomes (2009), os estudos sobre eficiência da produção foram impulsionados por Michael James Farrell, com a publicação do seu artigo *The Measurement of Productive Efficiency*, em 1957, quando procurou desenvolver métodos para avaliar a produtividade, utilizando conceitos de análise de atividades. Em sua proposta, ele separou a mensuração da eficiência de uma unidade de produção de forma distinta (FARRELL, 1957):

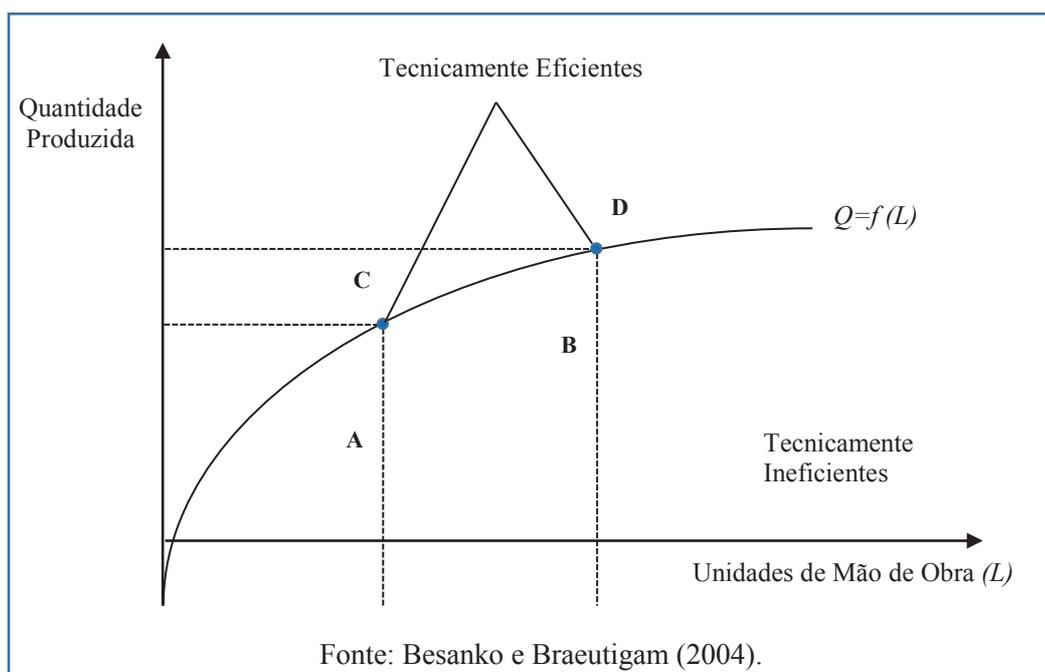
- A eficiência técnica requer que se utilize um processo de produção que não use mais insumos do que o necessário, para obtenção de dado nível de produto;
- A eficiência alocativa, que reflete a habilidade da firma em utilizar os insumos em proporções ótimas, dada a relação de preços existente entre eles;
- A eficiência econômica, que se refere à capacidade dos produtores em conduzirem o processo de produção com minimização de custos ou com maximização de lucros, obtida pela combinação das medidas técnica e alocativa.

Farrell (1957) também avaliou aspectos gerenciais do sistema produtivo, com margens a melhorias, o que mais tarde veio a ser chamado de *benchmarking*. Spendolini (1993) destaca que o *benchmarking* é uma forma prática na busca por melhorias, porque propicia a otimização do aprendizado com a utilização de processos em que outros obtiveram êxito anteriormente. Por sua vez, Brigatte et al. (2011) destacam que podem ser utilizadas duas

orientações para a avaliação de medidas de eficiência: a orientada a “insumo” — que é fundamentada na redução de insumos — e a orientada a “produto” — que se baseia na elevação do nível de produto.

Besanko e Braeutigam (2004) descreveram matematicamente a eficiência técnica, utilizando-se da função produção  $Q=f(L, K, T)$ , onde:  $Q$  é a quantidade produzida;  $L$  é a quantidade de mão de obra;  $K$  é o capital utilizado; e  $T$  é a tecnologia envolvida na produção. Enquanto o capital e o trabalho geram variações ao longo da função produção, a tecnologia atua deslocando a função, o que resulta em uma produção maior pela empresa, mantendo a utilização dos mesmos insumos, ou redução destes, para um determinado nível de produção.

Gráfico 1 – Eficiência e Ineficiência Técnica.



No Gráfico 1, é apresentada a função produção  $Q=f(L)$ , com os pontos A, B, C e D representando os volumes de produção de quatro empresas sob determinadas condições de utilização de insumos. Os pontos sobre a função de produção C e D representam as empresas que atingiram a eficiência técnica, pois alcançaram os maiores volumes de produção em relação às demais, considerando-se as mesmas quantidades de mão de obra, capital e tecnologia. Portanto, as empresas que ficam abaixo da função produção, A e B, são consideradas tecnicamente ineficientes. A função produção demonstra que aumentos de mão de obra resultam em aumentos de produção, mas que estas crescem a taxas decrescentes (BESANKO; BRAEUTIGAM, 2004).

A eficiência é entendida por Gumbau-Albert e Maudos (2002) como um determinante de custo da Gestão Estratégica de Custos, onde a maximização do nível de produção pode ser obtida pela combinação de fatores. Na área econômica, eficácia é a capacidade de uma organização atingir suas metas e objetivos pré-determinados, enquanto eficiência é a capacidade de atingir as saídas com um nível mínimo de entradas (SOWLATI, 2005).

Enflo e Henriques (2007) destacam que, convencionalmente, a eficiência energética é definida pela produção econômica dividida pelo consumo de energia, e que, nas últimas quatro décadas, a eficiência tem aumentado significativamente nos países desenvolvidos. Esse fato foi questionado por pesquisadores como Hu e Wang (2006), por entenderem que o uso de um indicador de eficiência energética convencional, relacionado ao consumo energético e desenvolvimento econômico, pode gerar resultados inconsistentes, pois a eficiência energética pode ser influenciada por diversos fatores, como: estrutura econômica, clima, hábitos dos consumidores e nível de autossuficiência energética, entre outros.

Por sua vez, Zago, Saidel e Souza (2011) efetuaram um estudo bibliométrico sobre os temas energia e eficiência energética em países em desenvolvimento. O resultado mostrou que os artigos que apresentaram maior frequência de citações, apresentam uma análise da relação de causalidade entre o consumo de energia e o Produto Interno Bruto (PIB).

Na literatura, a medição da eficiência energética é apresentada por indicadores termodinâmicos, físicos e econômicos, que servem propósitos e objetivos determinados. De forma geral, a melhoria da eficiência energética se dá pelo uso de menos energia para produzir a mesma quantidade de serviços ou de saída útil, e, assim, alguns métodos de cálculo são mais indicados em relação a outros, de acordo com sua finalidade (SOUZA, 2012).

Para o cálculo da eficiência, são utilizados os métodos de cálculo paramétricos, que são baseados em parâmetros estatísticos tradicionais e não-paramétricos. O método paramétrico é relacionado à mensuração de dados e utiliza a escala de intervalo ou de razão, a partir de pressupostos para o teste de amostra. Utiliza-se o método não paramétrico quando os parâmetros violam os pressupostos da amostra (FERREIRA; GOMES, 2009).

## 2.2 PENÍNSULA IBÉRICA E O SETOR ELÉTRICO

A península Ibérica é a segunda maior península da Europa em área. É situada no sudoeste da Europa e é formada por Espanha, Portugal, Andorra e o território britânico de Gibraltar. As principais línguas oficiais são o castelhano, o português, o catalão e o inglês (OEI, 2016).

Figura 1 – Localização da Península Ibérica.



Fonte: Organización de Estados Iberoamericanos (OEI, 2016).

Dentre as três acepções fundamentais que definem o conceito de Ibero-americano, o de maior consenso por parte dos autores é que se refere como o nome com o qual se conhece a região da América formada pelo conjunto de países que, no passado, foram colônias de Espanha e Portugal (LEANDRO, 2011). A palavra é composta pela palavra “Ibéria”, nome da península ocidental da Europa, onde estão Espanha e Portugal, e “América”, referindo-se ao continente onde as ex-colônias estão localizadas.

O conceito de Ibero-américa pode entender-se de forma sociocultural ou geopolítico. Sociocultural porque se refere a questões de caráter histórico e culturais que o grupo de países que compõem a Ibero-américa tem em comum por terem sido colônias da Espanha ou de Portugal. Dessa forma, se distingue esses países de outros, pelo passado colonial que estão vinculados a outras culturas e histórias de outras potências europeias, como França, Holanda e Grã-Bretanha (LEANDRO, 2011). Conceito geopolítico diz respeito à associação de um grupo de países americanos e europeus com interesses estratégicos políticos e econômicos comuns. Eles são agrupados em blocos de nações para estabelecer parcerias, intercâmbios e acordos de cooperação mútua.

Estudos sobre a temática contábil, desenvolvidos por países Ibero-americanos, estavam em expansão, como foi demonstrado por Lunkes, Feliu e Rosa (2012), ao analisarem publicações no período de 2001 a 2010. Mais recentemente, Silva et al. (2016) demonstraram, por meio de seu estudo, a existência de oportunidades para a inserção de pesquisas científicas brasileiras em contabilidade, em países integrantes do grupo Ibero-americano.

### 2.2.1 Setor elétrico brasileiro

O desenvolvimento do sistema elétrico brasileiro (SEB) pode ser descrito em cinco períodos (ABRADEE, 2015). O ano de 1879, época em que o café formava a base da economia brasileira, é considerado como a origem do setor e tem como marco a inauguração da iluminação elétrica na estação central da ferrovia Dom Pedro II, no Rio de Janeiro (GOMES et al., 2002). Os primeiros atos de regulamentação do SEB ocorreram no início do século XX, com a primeira lei do setor aprovada pelo Congresso Nacional, em 1903, mesmo período em que houve o aumento da entrada de empresas estrangeiras no país e da produção energética (VILLELA; SUZIGAN, 1973).

Os anos entre 1930 e 1945 são considerados como o segundo período de desenvolvimento do setor, caracterizado pela aceleração do processo de industrialização (ABRADEE, 2015). Os primeiros exemplos de controle de preços ocorridos no Brasil originam-se dessa época, por meio da promulgação do Código de Águas (Decreto 24.643, de 10 de julho de 1934), que conferiu ao governo federal o poder de fixar as tarifas de eletricidade. (VILLELA; SUZIGAN, 1973). No terceiro período de desenvolvimento, já na década de 1950, a Comissão Mista Brasil — Estados Unidos para o Desenvolvimento Econômico (CMBEU) — atribuiu o desequilíbrio entre oferta e demanda de energia elétrica à urbanização crescente e ao desenvolvimento industrial, entre outros (BAER; KERSTENETZKY; VILLELA, 1973).

Com o objetivo de construir usinas geradoras e linhas transmissoras de alta tensão, foi aprovada, na década de 1960, a união de várias empresas estatais de geração de energia, formando a *holding*: Centrais Elétricas Brasileiras - ELETROBRAS (BRASIL, 2016a). Gomes et al. (2002) destacam que a década de 1980 foi considerada como o quarto período de desenvolvimento do setor. Teve como resultado direto da promulgação da Constituição da República Federativa do Brasil em 1988, o aumento do custo operacional em decorrência da eliminação do Imposto Único sobre Energia Elétrica (IUEE) e da elevação da alíquota do Imposto de Renda das empresas do setor. Ainda, de acordo com os mesmos autores, vários debates na época foram realizados para a superação da crise e geraram como resultado mudanças na legislação em vigor.

O quinto período de desenvolvimento do setor elétrico é considerado a partir da década de 1990, e vai até os dias atuais (ABRADEE, 2015). A Lei 8.031/90 instituiu o Programa Nacional de Desestatização (PND) e, a partir dela, as privatizações de empresas estatais foram modificadas sob muitos aspectos (GOMES et al., 2002). Já, a Lei 8.631/93

gerou modificações nas regras de funcionamento do setor elétrico, impondo novos limites no controle da União sobre os preços de serviços do setor elétrico, a retirada do regime de remuneração garantida e da equalização tarifária (ELETROBRAS, 2016).

Na década de 1990, vários países instauraram reformas no setor elétrico, nos quais a regulação por incentivos foi utilizada para a busca por eficiência, comparando o desempenho real com o desempenho de referência (JASMAB; POLLITT, 2001). No entendimento de Pessanha, Souza e Laurencel (2007), a reestruturação efetuada no SEB se baseou no setor elétrico do Reino Unido, porque se caracterizam pela orientação ao mercado, privatização das empresas e desverticalização da indústria.

No ano de 1995, novas alterações foram introduzidas no setor elétrico, pelas Leis 8.987 e 9.074/95, como: (i) a licitação de novos empreendimentos de geração; (ii) a criação do Produtor Independente de Energia; (iii) o livre acesso aos sistemas de transmissão e distribuição; e (iv) a liberdade de escolha dos fornecedores de energia para os grandes consumidores. (GOMES et al., 2002). Para novos contratos de concessão com as distribuidoras, o controle adotado passou a ser o *price-cap*, ou preço teto, com o objetivo de regular as tarifas (PESSANHA; SOUZA; LAURENCEL, 2007).

Seguindo-se o período de mudanças no setor elétrico, e na busca de um maior controle e eficiência, foi criada a Agência Nacional de Energia (ANEEL), autarquia vinculada ao Ministério de Minas e Energia (MME), por meio da Lei 9.427/96 e pelo Decreto 2.335/97 (BRASIL, 2016b). Dentre as principais atribuições da ANEEL, estão: regular a geração, transmissão, distribuição e comercialização de energia elétrica; implementar as políticas e diretrizes do governo federal relativas à exploração da energia elétrica e ao aproveitamento dos potenciais hidráulicos; estabelecer tarifas; e promover as atividades de outorgas de concessão, permissão e autorização de empreendimentos e serviços de energia elétrica. (ANNEEL, 2016).

No período de 1996 a 1998, foi implantado o Projeto de Reestruturação do Setor Elétrico Brasileiro (RE-SEB). Dentre as sugestões propostas e implantadas posteriormente, de acordo com Brasil (2001), destacou-se a desverticalização das atividades, mas a manutenção da administração dos preços dos monopólios naturais de transmissão e distribuição permaneceu com o governo. A implantação do projeto foi efetuada de forma progressiva até 2006, e a Lei 9.648/98 representou o impulso inicial (BRASIL, 2001).

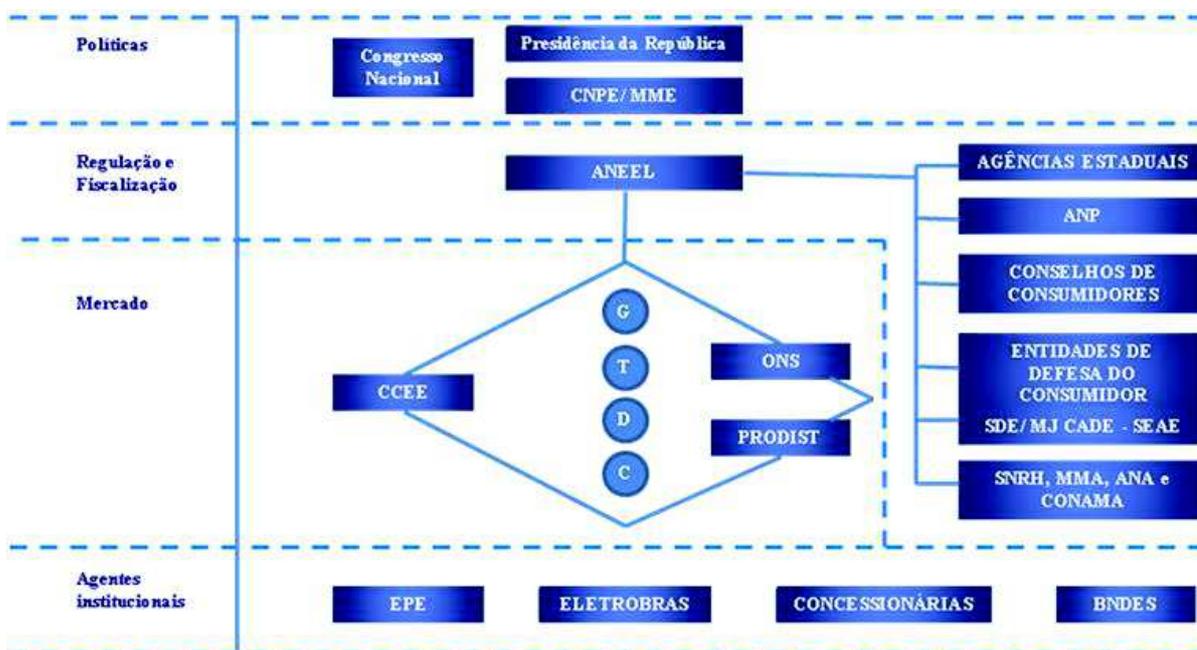
As atividades do SEB foram agrupadas nos segmentos de:

- I. Geração: abrange todas as atividades de produção de energia (usinas hidrelétricas, termelétricas, termonuclear, eólica e outras fontes alternativas) incluindo importações (ANEEL, 2016);
- II. Transmissão: 77 concessionárias responsáveis por mais de 100 km de linhas que interligam as fontes geradoras e a rede de distribuição em todo o país, e as atividades de transporte da energia produzida até os centros de consumo (ABRADEE, 2016);
- III. Distribuição: composta por 63 concessionárias de serviços públicos, que fazem a energia chegar ao consumidor final (ABRADEE, 2016);
- IV. Comercialização: formada por empresas que realizam as operações de compra e venda no mercado regulado (livre), onde são responsáveis pela contratação da geração e revenda aos consumidores, de forma competitiva (ABRACEEL, 2016).

Devido à escassez de chuvas, em 2001, o Brasil enfrentou uma nova crise energética, com os reservatórios das usinas hidrelétricas em baixa. Como resultado, o país investiu em novas fontes de geração de energia, como a biomassa e o gás natural (NEOENERGIA, 2016a). No ano de 2004, foram promulgadas as Leis 10.847/04 e 10.848/04, que introduziram o Novo modelo regulatório do SEB. Os principais objetivos do programa foram: garantir a segurança do suprimento; promover a modicidade tarifária; e estimular a inserção social no setor elétrico (NEOENERGIA, 2016b).

O SEB é composto por agentes e instituições que formam uma rede de relacionamentos, conforme é apresentado na Figura 2.

Figura 2 – Rede de relacionamentos do setor elétrico brasileiro.



Fonte: Atlas de energia elétrica do Brasil (ANEEL, 2008, p. 20).

Dentre as regulamentações implementadas no setor, a Interpretação Técnica do Comitê de Pronunciamentos Contábeis — ICPC 01-R1, de 2011 — que é convergente com a Norma do Comitê Internacional de Interpretação de Relatórios Financeiros — IFRIC 12 — diz respeito à forma de contabilização da infraestrutura referente à concessão dos serviços públicos (CPC, 2013). A infraestrutura não deverá ser reconhecida como ativo imobilizado, porque o contrato de prestação de serviços dá a permissão de operação para as concessionárias, mas estas não têm o direito de controlar seu uso. A norma diz que é condição para prestar um serviço público: que o concessionário construa, valorize, opere e mantenha as infraestruturas utilizadas durante um tempo determinado (CPC, 2013). Dessa forma, os valores recebidos ou a receber, devem ser reconhecidos como ativo financeiro ou ativo intangível, de acordo com as Normas Internacionais de Contabilidade, IAS 11 e 18. Enquanto o ativo financeiro representa o registro do direito contratual de receber pela prestação de serviços de construção, o intangível representa a autorização da cobrança dos usuários pela efetiva prestação de serviços públicos (CPC, 2013).

Outra mudança no setor elétrico ocorreu com a Lei 12.783/13, quando empresas geradoras e transmissoras puderam renovar antecipadamente seus contratos de concessão, desde que seus preços fossem regulados pela ANEEL. No contexto institucional do setor, as empresas geradoras, que atuavam em ambiente competitivo, passaram a ter seus preços

regulados, da mesma forma que já ocorria com as distribuidoras e transmissoras (ABRADEE, 2015).

O Brasil possuía em 2014 um total de total de 4.482 empreendimentos em operação, perfazendo mais de 142 GW de capacidade de geração e a matriz energética era formada por mais de mil usinas hidrelétricas, que respondiam por 65% da produção de energia do país (ANEEL, 2016). A opção pelo modelo hidrelétrico se deve pelo fato do país possuir uma grande quantidade de rios de planalto, que são alimentados pelas chuvas — em geral abundantes — além de operacionalmente ser uma energia mais barata e poluir menos que as termelétricas, por emitir menos gás carbônico. Em contrapartida, os custos de transmissão de grandes e médias usinas são significativos por estarem localizadas longe dos grandes centros (NEOENERGIA, 2016c).

Por sua vez, as termelétricas representavam 28% da geração da matriz energética (ANEEL, 2016) e suas matérias-primas estavam distribuídas em: gás natural, petróleo, carvão mineral e biomassa, como bagaço de cana de açúcar, capim e casca de arroz (NEOENERGIA, 2016c). As energias termonuclear, eólica e solar perfaziam os demais 7% e, para os anos seguintes, está previsto um aumento de 39 GW na capacidade de geração do país, resultantes de 192 empreendimentos que estão em construção e de mais 645 ainda não iniciados (ANEEL, 2016).

### **2.2.2 Setor elétrico espanhol**

O início da indústria elétrica espanhola foi em 1875 com a construção da primeira usina de energia em Barcelona. A primeira empresa, a *Electriware*, foi fundada em 1881 e, em 1910, as instalações elétricas já estavam em todo o país, principalmente nas grandes cidades. A expansão da capacidade de geração de energia foi interrompida pela guerra civil, de 1936 a 1939, e pelo embargo econômico internacional sofrido nos anos seguintes. Em 1944, foi criada a *Asociación Española de la Industria Eléctrica* (UNESA), por meio da união de 17 empresas que representavam 80% da produção total do setor. Até os anos de 1970, grandes usinas hidrelétricas e térmicas foram construídas (REE, 2016a).

Em 1975, foi aprovado o primeiro Plano de Energia (PEN), que promoveu o desenvolvimento da energia a carvão e nuclear. Em 1985, foi criada a Red Eléctrica de la España S.A. (REE), o que representou a nacionalização da rede de transmissão. A REE passou a ser responsável por gerenciar a operação unificada do sistema nacional de energia, ou seja, pela gestão técnica. A gestão econômica do sistema é executada pelo operador do

mercado, OMI – Polo Español, S.A. (OMIE), que são sociedades mercantis que intervêm nas transações econômicas do mercado (REE, 2016a).

De acordo com a REE, são quatro os sistemas elétricos que operam na Espanha, conforme a Figura 3: o Peninsular, o Balear, das Ilhas das Canárias e o sistema de Ceuta e Melilla CPFL (2014).

Figura 3 – Localização geográfica dos sistemas elétricos da Espanha.



Fonte: CPFL (2014).

O sistema Peninsular representa 94,6% da potência instalada, enquanto os outros sistemas representam: 2,3% (Balear), 2,9% (Ilhas Canárias) e menos de 1% (Ceuta e Melilla). Desses, o Peninsular e o Balear estão interconectados e os demais sistemas são isolados (REE, 2016a).

Arcos e Toledo (2009) revisaram as principais abordagens para a regulação de incentivos e discutiram vários métodos de *benchmarking*, na busca de identificar o comportamento da indústria elétrica espanhola, no período de 1987 a 1997. O estudo identificou que as empresas insulares possuíam níveis menores de eficiência, o que foi explicado em parte pelos problemas derivados da necessidade de manter sistemas independentes. Também, foi concluído que a indústria experimentou melhorias tecnológicas importantes no período, que resultaram em maiores eficiências (ARCOS; TOLEDO, 2009).

O setor elétrico espanhol é regulado pela legislação europeia e pela legislação nacional. De acordo com os fundamentos do sistema jurídico da UE, os princípios gerais sobre o regime de funcionamento do setor elétrico, estabelecido nas diretivas, devem ser

incorporados no regulamento nacional dos diferentes países membros. A liberalização do setor baseou-se na teoria aplicada internacionalmente, da divisão vertical das atividades e posterior regulamentação, que pode introduzir a concorrência e aumentar a eficiência global do setor elétrico. A divisão resultante foi geração, transmissão, distribuição e comercialização (REE, 2016b).

Também, devem ser seguidas as normas do Parlamento Europeu e do Conselho de 13 de julho de 2009, como a Diretiva 2009/72/CE, que se refere às regras comuns para o mercado interno de eletricidade, que revogou a Diretiva 2003/54/CE. Assim, como o Regulamento (CE) nº 714/2009, que trata das condições de acesso à rede para o comércio interfronteiras de eletricidade e do Regulamento (CE) nº 1228/2003 (REE, 2016 b).

Nacionalmente, a Lei do Setor Elétrico 24/2013, de 26 de dezembro, estabeleceu as regras para o exercício exclusivo das atividades de transmissão e operação do sistema, como o papel de gestor da rede de transporte. Ela revogou quase a totalidade da Lei 54/1997, que estabelecia o governo como o responsável por regular o preço da energia elétrica, que remunerava a totalidade dos custos incorridos (principalmente geração, transmissão e distribuição) a um conjunto de empresas de energia privadas. Foi mantida em vigor a disposição adicional 23<sup>a</sup>, que determina a estrutura básica do setor (REE, 2016a).

Na sequência da Lei 24/2013, foi aprovado, pelo Conselho de Ministros, o Real Decreto 1047/2013, que estabeleceu um modelo de cálculo da remuneração para a transmissão da eletricidade na Espanha. A metodologia buscou reforçar os princípios e critérios para estabelecer a remuneração das atividades reguladas, de acordo com empresas europeias comparáveis (REE, 2016a).

Por sua vez, os produtores de energia elétrica podem ser em regime ordinário ou especial. Regime ordinário é a pessoa física ou jurídica que tem a função de gerar, construir, operar e manter as instalações de produção. Regime especial são os produtores que utilizam energia proveniente de fontes renováveis ou cogeração de alta eficiência e autoprodutores, desde que a capacidade instalada da instalação não exceda 50 MW. No ano de 2015, as principais fontes geradoras foram as de origem nuclear (20,4%), carvão (19,7%) e eólica (17,9%), conforme informações do balancete elétrico anual — Quadro 1 (REE, 2016c).

Quadro 1 – Balancete elétrico anual espanhol por sistema, ano 2015 (GWh).

Origem	Peninsular	Canarias	Baleares	Ceuta	Melilla	Nacional (Total)	Δ%
Hidráulica	31.218	4	1.865			31.221	11,65
Nuclear	54.755					54.755	20,44
Carvão	50.924					52.789	19,70
Combustível + Gás		4.764	1.312	205	205	6.497	2,42
Ciclo combinado <sup>(2)</sup>	25.268	3.213	809			29.291	10,93
Geração auxiliar <sup>(3)</sup>			11				
Hidroelétrica	0	9				9	0,00
Eólica	47.713	397	5			48.115	17,96
Solar fotovoltaica	7.845	276	123		0,08	8.243	3,08
Solar térmica	5.085					5.085	1,90
Térmica renovável/ Outras renováveis	3.174	8	2			3.184	1,19
Cogeração e resíduos/ Cogeração	25.418		32			25.449	9,50
Resíduos	2.987		302		9	3.298	1,23
<b>Geração</b>	<b>254.387</b>	<b>8.669</b>	<b>4.461</b>	<b>205</b>	<b>213</b>	<b>267.936</b>	<b>100</b>
Consumos via bombeamento	-4.520					-4.520	
Conexão Península-Baleares	-1.336		1.336				
Saldo de intercâmbios internacionais <sup>(4)</sup>	-133					-133	
<b>Demanda de transmissão (b. c.)</b>	<b>248.398</b>	<b>8.669</b>	<b>5.796</b>	<b>205</b>	<b>213</b>	<b>263.283</b>	

<sup>(1)</sup> Atribuição de unidades de produção como combustível principal.  
<sup>(2)</sup> Inclui funcionamento em ciclo aberto.  
<sup>(3)</sup> Inclui todas as unidades com menos de 50 MW, que não pertencem a nenhuma unidade de gestão hidráulica (UGH).  
<sup>(4)</sup> Valor positivo: saldo importador; valor negativo: saldo exportador.

Fonte: REE (2016c).

As empresas que comercializam eletricidade são responsáveis pela venda de energia para clientes finais. As empresas distribuidoras são os interlocutores entre os produtores de energia em regime especial e o mercado de energia, interagindo com o operador do mercado, o operador do sistema, a Comissão Nacional de Energia e as empresas de distribuição. Conforme o Quadro 1, no item “saldos de intercâmbio”, a Espanha realiza transações de compra e venda de energia elétrica com outros países. Além de Portugal, a Espanha possui interconexões com a França, Andorra e Marrocos (REE, 2016d).

No período de 2010 a 2015, houve um incremento na geração oriunda de fontes eólica e solar, mas outras fontes, como o carvão, têm oscilado com períodos de redução e de aumento recorrentes. Quanto à exportação e importação de energia, o melhor período foi em 2012 e, desde então, tem apresentado reduções significativas. Em relação à rede de transmissão, de acordo com o *Ministerio de energía, turismo y agenda digital* (MINETAD), houve um crescimento da rede nacional (REE, 2016c).

### 2.2.3 Setor elétrico português

Como outros países europeus, Portugal passou por um processo de liberalização do mercado de eletricidade. A abertura ocorreu de forma progressiva, no período de 1995 a 2006 (EDP, 2016a). Dessa forma, com o Decreto-Lei 172/2006 — a chamada Lei Base da Eletricidade — os consumidores da parte continental puderam escolher o seu fornecedor de energia elétrica. O decreto foi republicado pelo Decreto-Lei 215-A/2012 e complementado pelo 215-B/2012, onde estabelecem as bases gerais da organização e funcionamento do sistema elétrico nacional (SEN), o regime jurídico e regras gerais (DGEG, 2016).

O Sistema Elétrico Português (SEP) foi formado pelo sistema único de transmissão e denominado de Rede Nacional de Transmissão (RNT), sendo operado pelas Redes Energéticas Nacionais (REN) (CPFL, 2016). Os segmentos foram divididos em: produção, transmissão, distribuição, comercialização e consumo. Enquanto produção e comercialização tornaram-se abertas à concorrência, sujeitas à obtenção de licenças e aprovações determinadas, transmissão e distribuição permaneceram sob a condição de concessão pública (EDP, 2016a).

O segmento de geração é dividido em dois regimes legais de produção. Existe a produção em regime ordinário (PRO), que é relativo à produção de eletricidade com base em fontes tradicionais não renováveis e em grandes centros eletroprodutores hídricos. Nele, as empresas integrantes podem vender sua energia livremente, mas concorrem em regime de mercado (Mercado Ibérico) com as centrais de produção espanholas, por meio da importação. O outro regime desse segmento é a produção em regime especial (PRE), relativa à cogeração e à produção elétrica a partir da utilização de fontes de energia renováveis (REN, 2016a).

A instituição que é responsável pela regulação do SEP é denominada Entidade Reguladora dos Serviços Energéticos (ERSE). Ela deve proteger os direitos e interesses dos consumidores, verificar o cumprimento das obrigações de serviço público e legais, e garantir às empresas reguladas o equilíbrio econômico financeiro. Também, é responsável pela aprovação das tarifas dos setores regulados de transmissão e distribuição (ERSE, 2016). Além da ERSE, existem outras instituições que integram o SEP, como Ministério da Economia, da Inovação e do Desenvolvimento (MEID) e a Direção-Geral de Energia e Geologia (DGEG) (ERSE, 2016).

A Rede Nacional de Transmissão (RNT) cobre a totalidade do território continental e tem interligações com a rede espanhola (REE). Em 1998, Portugal e Espanha iniciaram um

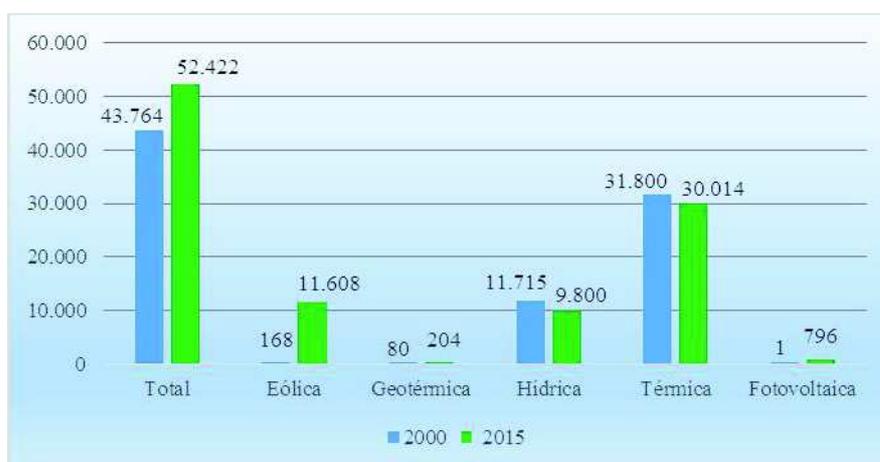
processo de cooperação e, a partir daí, houve a construção do Mercado Ibérico de Eletricidade (MIBEL), para promover a integração dos sistemas elétricos (REN, 2016a).

Em função da dependência externa, visto que é um país importador, o governo português iniciou, nos anos 2000, a chamada “Estratégia Nacional de Energia”, na busca de matrizes energéticas renováveis. O plano previa, além das fontes de energia hidrelétrica, eólica e solar, a implantação de *smartgrids* e novas formas de iluminação pública. Também, foi estimulada a instalação de painéis de energia solar nas casas, com a opção de fornecer a energia excedente para a rede elétrica, como meio de produção local (CPFL, 2014).

Nesse contexto, a produção bruta de energia elétrica, em 2015, atingiu 52.421 GWh, o que representou um crescimento de 20% no período de 15 anos (PORDATA, 2016a). No mesmo período, a produção de energia elétrica a partir de fontes renováveis passou de 30% para 48% (PORDATA, 2016b). Como produção bruta, entende-se a quantidade total de eletricidade produzida (produto primário ou secundário, em usinas de energia). Quando é tratado de produção líquida, significa que, da produção total da usina, se deduziu a eletricidade gasta para seu próprio uso (EUROSTAT, 2016b).

A política energética portuguesa adotada favoreceu o desenvolvimento de energias renováveis e, como resultado, houve um incremento significativo da capacidade de geração eólica do país, como apresentado no Gráfico 2. Dentre os programas de incentivos que propiciaram os aumentos, destaca-se a Diretiva 2009/28, da Comissão Europeia (CPFL, 2014).

Gráfico 2 – Produção bruta de energia elétrica Português (GWh).

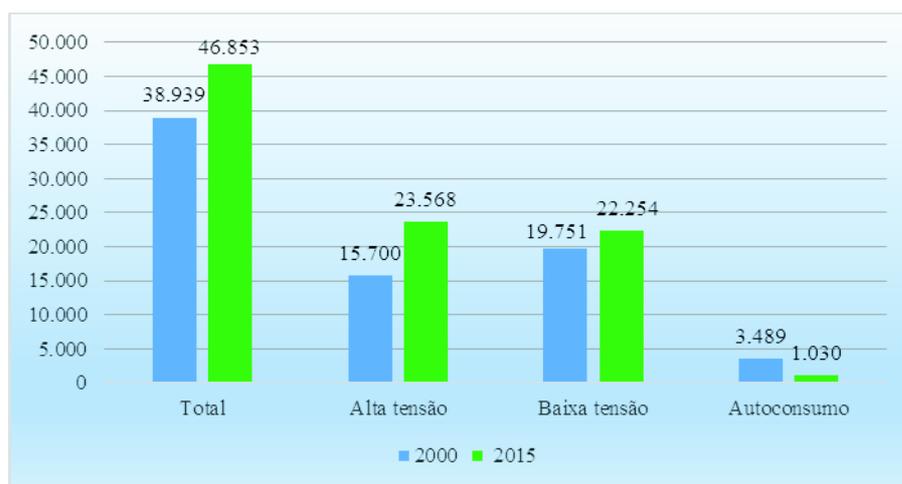


Fonte: PORDATA (2016a).

A produção de eletricidade em Portugal tem fontes variadas, como o carvão, o gás natural, o óleo, a água e o vento. O número de produtores de menor potência teve aumento

significativo na parte continental, com o surgimento de cogeração e de origem renovável. A geração de energia de origem fotovoltaica cresceu de forma lenta, enquanto a energia hidrelétrica sofreu períodos de menor capacidade de geração, atribuída aos períodos de poucas precipitações de chuvas (CPFL, 2014).

Gráfico 3 – Consumo de energia elétrica Português (GWh).



Fonte: PORDATA (2016c).

Quanto ao consumo de energia elétrica, houve um aumento no mesmo período, como se observa no Gráfico 3. A RNT de Portugal possuía 8630 km de rede de transmissão, em 2014 (REN, 2016b), conforme Figura 4, e uma extensão de 224.794 km de linhas de distribuição, em 2013, formadas por linhas aéreas e cabos subterrâneos (EDP, 2016b). A quantidade de clientes teve um incremento de 12%, em um horizonte de dez anos, saindo de 5.415.304, em 2003, para 6.074.993, em 2013, sendo que 37% correspondem ao setor não-regulado e 63% ao setor regulado (EDP, 2016b).

Figura 4 – Rede de transmissão do sistema elétrico de Portugal de 2014.



Fonte: Rede Nacional de Transporte - RNT (REN, 2017).

As reformas realizadas, no Brasil, na Espanha e em Portugal, no setor de energia elétrica contribuíram para tornar mais evidente a importância da eficiência econômica para o setor. Os três países têm em comum a liberalização do setor que se baseou na divisão vertical das atividades e posterior regulamentação, que pode introduzir a concorrência e aumentar a eficiência global do setor elétrico. Embora a matriz energética brasileira tenha como fonte principal a hidrelétrica, que é mais barata e que polui menos, os custos de transmissão são mais expressivos em razão das geradoras localizarem-se distantes dos grandes centros. Por sua vez, Espanha e Portugal têm a seu favor a interligação dos seus sistemas elétricos e o desenvolvimento do MIBEL, bem como a diversificação da produção por meio de fontes variadas.

## 2.3 ESTUDOS RELACIONADOS

Para identificar estudos acadêmicos relacionados ao tema deste estudo, realizou-se pesquisa bibliográfica nas bases de dados científicas Ebscohost e Capes, seguindo as orientações de busca contidas nos respectivos sistemas. De forma complementar, usou-se o mecanismo de busca *Google Scholar*.

Nesta seção, são apresentados estudos acadêmicos sobre eficiência relativa do setor elétrico, publicados dentro do horizonte de dez anos, referente ao período de 2007 a 2016. Também, são apresentadas as variáveis de insumos (*inputs*) e produtos (*outputs*) dos estudos relacionados, no Quadro 2.

Durante a realização da revisão bibliográfica, foi identificado o trabalho de Pessanha, Souza e Laurencel (2007). Os autores propuseram uma nova implementação da regulação por comparação de desempenho — *yardstick competition* — utilizando níveis toleráveis de DEC e FEC (duração e frequência das interrupções do fornecimento) para duas concessionárias de distribuição do Rio de Janeiro e seus conjuntos de unidades consumidoras. O modelo proposto reduziu a assimetria de informação entre o regulador e as concessionárias, assim como reduziu a discricionariedade do regulador.

Por sua vez, o estudo realizado por Meza et al. (2007) mostrou o aperfeiçoamento aos métodos de seleção de variáveis, em modelos que utilizaram a Análise por Envoltória de Dados (DEA), e mediu a eficiência energética dos 27 estados brasileiros. A análise de eficiência demonstrou que os estados da região amazônica possuem um bom desempenho, mas não foi considerado no cálculo o uso de geradores individuais, característicos da região pela deficiência que a rede de energia elétrica apresenta. Os maiores índices de eficiência foram resultado de melhores valores de indicadores socioeconômicos associados a menores consumos de energia elétrica.

Santana (2008) identificou a relação entre os investimentos socioambientais e o valor da empresa de 20 distribuidoras de energia elétrica brasileiras, compreendendo o período de 2002 a 2006. A autora fez uma análise horizontal (resultados em conjunto de todas as empresas ao longo dos anos) e outra vertical (resultados de cada empresa a cada ano), permitindo validar que há relação entre investimentos socioambientais e o valor da empresa.

Pessanha, Mello e Souza (2010) discutem o modelo utilizado pela ANEEL na revisão tarifária das transmissoras de energia elétrica, compreendendo o período de 2003 a 2005, propondo alterações no modelo adotado pela reguladora. Os autores concluem que os níveis de tensão das linhas devem ser considerados para efeitos de determinação da eficiência das

transmissoras, pois os mesmos guardam uma relação direta com o investimento e, portanto, afetam os custos operacionais.

Brigatte et al. (2011) buscaram apresentar os indicadores de eficiência na operação de empresas do setor elétrico nacional, destinadas à distribuição de eletricidade das regiões Sudeste e Nordeste. De acordo com o estudo, as distribuidoras dessas regiões, por não apresentarem indicadores extremamente distintos entre si, podem ser vistas como um conjunto de empresas bastante homogêneo na produção e com grau de eficiência elevado caracterizando-se, assim, como um ramo do setor elétrico nacional competitivo, eficiente e qualificado o bastante para o atendimento da demanda de energia elétrica pelos estados que mais a consomem no Brasil.

O estudo de Tovar, Ramos-Real e Almeida (2011) analisou se o tamanho influencia a eficiência das empresas. Efetuaram estudo documental do período compreendido entre 1998 e 2005, em 17 empresas do SEB. Não foram encontradas evidências de que o tamanho das empresas está diretamente relacionado com a eficiência global da empresa, mas que é importante para a produtividade da empresa. Os autores sugerem que tal aspecto deve ser considerado pelo regulador, para criar políticas públicas para o setor.

Pinheiro (2012) efetuou um estudo documental referente ao período de 2007 a 2010, com 48 distribuidoras de energia elétrica de capital aberto, para averiguar a relação entre eficiência econômica e qualidade da energia fornecida. Ele verificou a eficiência das empresas, tanto incluindo variáveis de qualidade quanto apenas variáveis de custos, e não encontrou correlação entre empresas mais eficientes no modelo econômico e empresas mais eficientes no modelo com variáveis de qualidade. Concluiu que não há relação entre empresas com melhor desempenho em custos em relação à empresa com melhor desempenho em qualidade.

Souza (2012) efetuou um estudo de avaliação comparativa do desempenho energético entre países em desenvolvimento, em função do crescimento econômico, sustentabilidade e desenvolvimento humano. O período do estudo foi de 1993 a 2009, e utilizou para análise o grupo do G-20, criado pela Organização Mundial do Comércio (OMC). A pesquisa identificou os melhores resultados em relação às estratégias de políticas energéticas. Enquanto os países desenvolvidos procuram otimizar seus processos produtivos, os países em desenvolvimento precisam continuar o processo de crescimento, por meio de novas tecnologias e do uso racional de energia.

Çelen (2013) estudou a eficiência técnica das empresas turcas, entre 2002 e 2009, comparando o desempenho antes e após as fusões das regiões de distribuição, ocorridas em

2005. A análise dos resultados demonstrou que a reestruturação efetuada com as fusões aumentou os níveis de eficiência das empresas. Identificou que o impacto positivo da densidade de clientes sobre a eficiência não foi alterado pelas fusões. As empresas que operavam em uma região com maior densidade de clientes foram mais eficientes do que no comparativo com outras, tanto na pré como na pós-reestruturação. No período antes das fusões, a eficiência das empresas, que serviam principalmente a clientes residenciais, era mais elevada do que a de outras empresas. No entanto, o impacto positivo dos clientes residenciais sobre as eficiências diminuiu significativamente após as fusões. O modelo utilizado ainda indicou a presença de um progresso tecnológico no mercado de distribuição de energia elétrica, ao longo do período do estudo.

Rempel (2013) pesquisou a eficiência técnica das distribuidoras brasileiras de energia elétrica, no ano de 2012. A partir de seu estudo, concluiu que as empresas situadas na fronteira de eficiência figuraram entre as melhores no ranking operacional dos indicadores técnicos de continuidade, no ano de 2012. Por meio da sua pesquisa, foi possível identificar a relação entre os indicadores de continuidade e os escores de eficiência. Também foi possível encontrar relação razoável entre os escores da eficiência das empresas analisadas e o indicador operacional de Tempo Médio de Atendimento (TMA).

Andrade et al. (2014) apresentaram uma abordagem alternativa àquela desenvolvida pela ANEEL para análise dos custos operacionais eficientes dos distribuidores de energia elétrica. Foram utilizadas as redes neurais artificiais (SOM), para agrupar os distribuidores com variáveis ambientais semelhantes nas áreas de concessão, e, posteriormente, avaliar a eficiência dos distribuidores, por meio do mesmo modelo de primeira etapa da ANEEL. A abordagem elimina o procedimento da segunda etapa, apresentando uma nova forma de analisar a eficiência dos distribuidores. Foram analisadas 59 distribuidoras para o período compreendido entre 2003 e 2009.

Martins (2014) efetuou um estudo documental para analisar a eficiência econômica relativa das distribuidoras brasileiras de energia elétrica, no período de 2012. O índice de desenvolvimento humano, o tamanho da área de concessão, o tamanho da rede, e a densidade populacional não são fatores explicativos dos escores de eficiência. O ativo total e a receita líquida são as variáveis que mais contribuem para a obtenção de eficiência. Conclui que as empresas não eficientes precisam reduzir o ativo imobilizado e melhorar seus resultados do período.

O trabalho de Tschaffon e Meza (2014) avaliou a eficiência de vinte distribuidoras de eletricidade brasileiras, participantes da ABRADÉE, com base no ano de 2008. Foram

discutidas algumas abordagens para lidar com as chamadas variáveis indesejáveis (DEC e FEC), ou seja, que se deseja minimizar. Para determinar a classificação dos distribuidores de energia, utilizou-se da Fronteira Invertida e do índice de eficiência composto. Os resultados mostraram que todas as abordagens utilizadas para lidar com resultados indesejáveis forneceram a mesma classificação, e a fronteira invertida e o índice de eficiência composto ajudaram na obtenção de um ranking de distribuidores sem qualquer subjetividade.

Alves e Mello (2015) apresentaram um modelo híbrido de clusterização, que utilizou a técnica de DEA e a SOM. O modelo utilizado foi orientado ao input, com a finalidade de gerar os pesos de cada variável. O modelo proposto gerou perfis segundo o impacto das variáveis em cada DMU, tornando possível uma análise mais profunda dos inputs e outputs.

O estudo de Moreno et al. (2015) buscou avaliar a eficiência de vinte distribuidoras de energia elétrica do Brasil, utilizando os modelos relacional e aditivo, com retornos constantes e variáveis de escala. A primeira fase avaliou a eficiência quanto à dispersão geográfica dos consumidores e no âmbito da operação da rede de distribuição, ou seja, quão eficiente foi o uso das despesas operacionais (OPEX), dada à extensão da rede. A segunda fase buscou avaliar a eficiência da distribuição na administração da extensão da rede e uso de OPEX, em relação à distribuição de energia para atender ao seu mercado consumidor. Foi utilizado um modelo de input compartilhado, de modo que a proporção dos custos operacionais atribuídos a cada uma das 2 fases de rede é uma variável do problema. No final, foi realizada a comparação dos resultados, verificando-se que nenhum distribuidor foi eficiente, simultaneamente, nas duas etapas. No modelo relacional, nenhum distribuidor foi considerado eficiente, enquanto no aditivo, quatro foram consideradas eficientes.

O estudo de Zorzo (2015) verificou se as empresas brasileiras distribuidoras de energia elétrica que dispõem maior foco em inovação obtêm comparativamente melhor eficiência econômica. Concluiu que as baixas correlações entre os esforços despendidos em inovação e a obtenção de melhoria dos escores de eficiência não possuem relação direta. O pesquisador entende que isso ocorreu porque os esforços em inovação são incipientes e recebem baixa atenção por parte das empresas. Quanto à eficiência, ao analisar-se a correlação entre indicadores de qualidade e eficiência econômica, as empresas mais eficientes economicamente são aquelas que possuem melhores relações entre a minimização de investimentos e gastos e a maximização de receita.

Zambon (2015) procurou identificar a correlação entre eficiência econômica e governança corporativa de 20 empresas do setor de distribuição de energia elétrica listadas na BM&FBovespa, referente ao período de 2010 a 2013. Dentre os resultados do estudo, sete

unidades figuraram como eficientes. A eficiência média das empresas apresentou redução de 2010 para 2013. Não foram identificadas correlações significativas entre o índice de governança com os escores de eficiência econômica. Para a análise separada de amostras classificadas como “fraca governança” e “forte governança”, foram identificadas correlações positivas no segundo grupo e relações negativas para o primeiro.

Boente e Lustosa (2016) compararam a eficiência de 62 concessionárias de distribuição de energia elétrica do setor brasileiro, no período de 2010 a 2014. Os autores procuraram demonstrar que uma eventual diferença de eficiência entre empresas públicas e privadas seria um indicativo de que esse fator devesse ser considerado nos modelos tarifários utilizados pelo regulador. A mediana dos escores das empresas privadas foi superior às públicas, em todos os períodos, e o porte das empresas demonstrou exercer influência nos escores de eficiência. Da mesma forma que a região de atuação, pois as regiões norte, nordeste e sudeste demonstraram ser estatisticamente mais eficientes.

Machado, Mello e Roboredo (2016) apresentaram uma metodologia para a identificação de *benchmarking*, combinando o modelo de eficiência cruzada do DEA Game, que considera a eficiência ideal para todas as DMUs e análise de cluster de forma sequencial, utilizando a técnica de agrupamento hierárquico, ou método de Ward. Dessa forma, o modelo permitiu que as unidades ineficientes estabelecessem metas e objetivos tangíveis para melhorar os desempenhos futuros. Para o estudo, foram consideradas as 61 distribuidoras elétricas brasileiras, e os dados analisados são referentes ao ano de 2009.

Quadro 2 – Variáveis de insumos e produtos dos estudos relacionados.

<b>Autores</b>	<b>Publicação</b>	<b>Insumos (Inputs)</b>	<b>Produtos (Outputs)</b>
Meza, Mello, Gomes e Fernandes (2007)	Nacional	Consumo residencial per capita.	Produto interno bruto (PIB); índice de potencial de consumo (IPC); índice de desenvolvimento humano (IDH).
Pessanha, Souza e Laurencel (2007)	Nacional	Participação da classe industrial no mercado da concessionária (% IND); consumo por consumidor (CPC); carregamento da rede (MWh/ km).	Duração equivalente de continuidade (DEC); frequência equivalente de continuidade (FEC).
Santana (2008)	Nacional	Custo de serviços prestados; investimento em máquinas e equipamentos; ativo diferido; investimentos em responsabilidade socioambiental.	Valor da empresa.
Pessanha, Mello e Souza (2010)	Nacional	Custos operacionais totais.	Capacidade de transformação; comprimento das linhas; quantidade de transformadores; número de módulos.

*Continua...*

... Continuação

<b>Autores</b>	<b>Publicação</b>	<b>Insumos (Inputs)</b>	<b>Produtos (Outputs)</b>
Brigatte, Gomes, Santos e Costa (2011)	Nacional	Despesas com compra de energia e despesas com PMSO (pessoal, material, serviços de terceiros e outros).	Receita operacional líquida.
Tovar, Ramos-Real e Almeida (2011)	Internacional	Perdas de energia da rede em GWh; número de empregados; comprimento da rede (em km).	Quantidade de energia distribuída (em GWh) e número de clientes.
Pinheiro (2012)	Nacional	Gastos operacionais; gastos totais; duração equivalente de continuidade - DEC; frequência equivalente de continuidade - FEC.	Número total de unidades consumidoras; energia total distribuída; comprimento total da rede de distribuição.
Souza (2012)	Nacional	Consumo total de energia primária (ktep), força de trabalho e capital.	PIB.
Çelen (2013)	Internacional	Número de empregados, comprimento da linha de distribuição (em km), capacidade de transformação em MVA e qualidade de distribuição de energia elétrica.	Eletricidade entregue em MWh e número de clientes.
Rempel (2013)	Nacional	Potência instalada (kVA), extensão da rede (km), número de empregados.	Índice de desempenho global de continuidade (DGC), tempo médio de atendimento em minutos (TMA), energia elétrica consumida (MWh), densidade demográfica (unidades/ km <sup>2</sup> ).
Andrade, Alves, Silva e Mello (2014)	Internacional	Custos operacionais (OPEX).	Número de consumidores, rede (Km) e mercado atendido (MWh).
Martins (2014)	Nacional	Ativo total, ativo imobilizado e total de funcionários.	Lucro antes dos juros, impostos, depreciação e amortização (EBITDA) por cliente, resultado do período e receita líquida.
Tschaffon e Meza (2014)	Internacional	OPEX (R\$): despesas gerenciáveis de pessoal, material, serviços de terceiros e outros gastos gerenciáveis.	Nº de consumidores atendidos; consumo em TWh; extensão de rede; DEC; FEC e Índice Aneel de Satisfação do Consumidor (IASC).
Alves e Mello (2015)	Internacional	OPEX (R\$): despesas gerenciáveis de pessoal, material, serviços de terceiros e outros gastos gerenciáveis.	Número de consumidores atendidos e consumo em TWh.
Moreno, Andrade, Ângulo e Mello (2015)	Internacional	Custo operacional (OPEX) e extensão da rede (km).	Extensão da rede (km), número de consumidores e consumo total (em MWh).
Zambon (2015)	Nacional	Ativo total, ativos de concessão, custos e despesas operacionais.	Receita líquida.
Zorzo (2015)	Nacional	Ativo total, custos e despesas operacionais.	Receita líquida.
Boente e Lustosa (2016)	Nacional	Custos Operacionais.	Números de clientes; energia distribuída; densidade da rede.
Machado, Mello e Roboredo (2016)	Internacional	OPEX (R\$): despesas gerenciáveis de pessoal, material, serviços de terceiros e outros gastos gerenciáveis.	Número de Consumidores e Mercado Total (TWh).

Fonte: Autores pesquisados.

Como pode ser verificado no Quadro 2, os estudos utilizam diferentes variáveis, de acordo com a eficiência que busca ser medida como a econômica ou técnica. Também, variam em razão dos objetivos de cada estudo, que propõem novas alternativas de medições de eficiência em relação as já utilizadas pelas empresas do setor. São exemplos, os estudos de: Pessanha, Souza e Laurencel (2007); Pessanha, Mello e Souza (2010); Andrade et al. (2014); Alves e Mello (2015) e Machado, Mello e Roboredo (2016).

A literatura demonstra que a identificação dos determinantes de eficiência técnica, econômica e socioambiental contribui para o desenvolvimento e melhoria do setor de energia elétrica. Enquanto Santana (2008) identificou a relação entre os investimentos socioambientais e o valor das empresas, Pessanha, Mello e Souza (2010) identificaram que os níveis de tensão das linhas devem ser considerados para efeitos de determinação da eficiência das transmissoras.

No entanto, Tovar, Ramos-Real e Almeida (2011) demonstraram que o tamanho das empresas não está diretamente relacionado com a eficiência global. O estudo de Martins (2014) não demonstrou a relação das variáveis IDH, tamanho da área de concessão, tamanho da rede, e densidade populacional com a eficiência econômica. Zorzo (2015) também não encontrou relação entre os esforços despendidos em inovação e a obtenção de melhoria dos escores de eficiência, e Zambon (2015) não apontou correlações significativas entre o índice de governança e os escores de eficiência econômica.

Por sua vez, Martins (2014) identificou as variáveis ativo total e a receita líquida como sendo as que mais contribuíram para os escores de eficiência econômica da amostra estudada. No seu estudo, Rempel (2013) identificou a relação entre os indicadores de continuidade e os escores de eficiência, enquanto Boente e Lustosa (2016) identificaram que o porte das empresas influencia nos escores.

Da mesma forma que a identificação dos determinantes da eficiência contribui para o desenvolvimento do setor, a identificação de *benchmarking* serve como referencial para as melhorias a serem alcançadas, como apresentado por Rempel (2013), Martins (2014), Zorzo (2015) e Zambon (2015). No entanto, poucos estudos são desenvolvidos especificamente sobre a configuração proposta nesta pesquisa de avaliar os determinantes de eficiência econômica do setor elétrico, especificamente no contexto Brasil, comparando-o a outros países. Assim, os estudos anteriores demonstram uma oportunidade de pesquisa para o tema proposto.

### 3 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Esta pesquisa trata-se de um levantamento por meio de relatórios de administração (RAs), balanços sociais (BS) e demonstrativos financeiros padronizados (DFPs), para avaliação da eficiência econômica relativa, por meio de modelos econométricos. Neste capítulo são apresentados os procedimentos metodológicos utilizados para a realização da pesquisa.

#### 3.1 DELINEAMENTO DA PESQUISA

A pesquisa científica, de acordo com Lakatos e Marconi (2007), é um procedimento formal que procura respostas para indagações propostas, e o método de abordagem do problema é o que caracteriza o aspecto científico da investigação. Para obter as respostas às suas indagações, os pesquisadores utilizam conhecimentos anteriormente acumulados e manipulam diversos métodos e técnicas diferentes (PRODANOV; FREITAS, 2013).

O período de análise desta pesquisa é classificado como estudo longitudinal, pois contempla um período de cinco anos, de 2010 a 2014. Além dessa classificação, Silva (2004) destaca três grupos de classificações: quanto à natureza, aos objetivos, abordagem do tema e aos procedimentos.

Dessa forma, esta pesquisa classifica-se como de natureza aplicada, a qual procura determinar a eficiência econômica relativa de empresas do setor elétrico e responde a um problema específico. De acordo com Mascarenhas (2012), a pesquisa aplicada é utilizada para o estudo de problemas em um determinado contexto, na busca de soluções para desafios encontrados nesse ambiente.

Quanto a seus objetivos, a pesquisa classifica-se como descritiva, pois relata os determinantes de eficiência econômica dos setores elétricos da península Ibérica e Brasil. Como o próprio nome sugere esse tipo de pesquisa busca descrever as características de uma população ou fenômeno e identificar se existe uma relação entre as variáveis que estão sob análise (MASCARENHAS, 2012). O pesquisador observa, registra, analisa e ordena os dados, mas não interfere neles (PRODANOV; FREITAS, 2013).

Como abordagem do tema, caracteriza-se como pesquisa quantitativa, pois, para o tratamento dos dados, utiliza-se a aplicação de métodos estatísticos e matemáticos (DIEHL; TATIM, 2004) com a utilização do *software EViews*, para o tratamento das variáveis (insumos e produtos) de cada uma das entidades analisadas do setor elétrico. Mascarenhas

(2012) salienta que essa abordagem tem base na quantificação para coletar e, após, tratar os dados obtidos, e possui como pontos importantes, a confiabilidade e capacidade de generalização.

Quanto aos procedimentos técnicos, classifica-se como um estudo do tipo *survey* ou levantamento. De acordo com Silva (2004), esse tipo de abordagem utiliza uma amostra selecionada, que toma como base uma população determinada, com o objetivo de analisar seu comportamento, caracterizando-se pelo uso de técnicas padronizadas de coleta de dados. Procura descobrir as características, a natureza e as relações com outros fatos.

Foram utilizados, como fonte de dados, os sites das bolsas de valores dos três países pesquisados — Brasil, Espanha e Portugal — bem como os sites das próprias empresas integrantes da pesquisa. Também foram usados sites de institutos de pesquisas nacionais e internacionais, que fornecem anuários estatísticos dos dados tratados no estudo.

Para a coleta de dados efetuada nas Demonstrações Financeiras Padronizadas (DFPs), nos Relatórios de Administração (RAs) e Balanços Sociais (BSs) das empresas brasileiras, foi utilizado o programa Empresas.Net; para a tabulação dos dados foi utilizado o *Microsoft Office Excel*; e a escolha do período foi realizada em função da atualidade e disponibilidade das informações necessárias para a realização do estudo.

Para a execução desta pesquisa, algumas etapas foram realizadas:

- I. Revisão da literatura: aprofundamento teórico sobre eficiência, métodos de medição de eficiência, península Ibérica, setores elétricos dos países selecionados e estudos relacionados.
- II. Definição das observações: definir as unidades de análise (homogêneas).
- III. Definição do período a ser analisado.
- IV. Seleção de variáveis: selecionar o conjunto de variáveis a ser utilizado, com base em estudos relacionados.
- V. Coleta de dados: de acordo com as fontes abordadas no delineamento da pesquisa.
- VI. Tratamento dos dados: (i) identificar as contas contábeis das empresas espanholas e portuguesa, segundo normas e critérios da legislação brasileira e sua normatização; (ii) tabular os dados com a utilização do Microsoft Office Excel; (iii) efetuar a conversão dos valores em moeda estrangeira, Euro (€) e dólar (US\$), para Reais (R\$); e (iv) realizar análise estatística dos dados, por meio do software *EViews*.
- VII. Análise de dados: definir o modelo de medição a ser utilizado.
- VIII. Definir a equação a ser utilizada para a regressão.

- IX. Aplicação do sistema escolhido: inserir os dados no software *EViews*, para geração dos escores de eficiência das observações.
- X. Avaliação dos resultados obtidos: analisar as variáveis de insumos (*inputs*) e produtos (*outputs*), os escores de eficiência econômica relativa e as empresas de *benchmarking*.

Sempre que identificada alguma inconsistência nas informações, deve-se retornar à etapa anterior para obtenção de novos dados e/ ou resultados.

### 3.2 POPULAÇÃO

A escolha de empresas de capital aberto pertencentes ao Brasil e à península Ibérica, Espanha e Portugal, como população a ser estudada, justificou-se pelo acesso às informações para o período definido para a pesquisa e pela padronização dos DFPs, RAs e BSs disponíveis. Também, justifica-se pelo fato de que não foram encontradas pesquisas anteriores que contemplassem o mesmo tema e os mesmos países abordados.

A escolha do setor elétrico é classificada como do tipo intencional ou seleção racional (BARROS; LEHFELD, 2004). Ele propicia qualidade das informações disponíveis por tratar-se de um setor regulado, em que as empresas estão sujeitas à divulgação obrigatória de uma série de dados. A acessibilidade às informações junto a BM&FBovespa, Bolsa de Madrid e Bolsa de Lisboa, bem como aos diversos anuários estatísticos nacionais e internacionais, viabilizaram o estudo.

#### 3.2.1 Empresas brasileiras

As empresas brasileiras analisadas neste estudo foram selecionadas entre as empresas de sociedade anônima (S.A.) de capital aberto, listadas na BM&FBovespa (2016), no ano de 2016, e classificadas no segmento de energia elétrica, totalizando uma população de 61 empresas. Para atingir os objetivos propostos, as empresas foram definidas com base em observações semelhantes em seus processos produtivos, atividades, insumos e produtos finais. Nesse caso, foram excluídas da amostra as empresas cuja atividade principal é a participação em outras sociedades (*holdings*) e empresas que não divulgaram a informação de número de funcionários, que é uma das variáveis utilizadas na pesquisa. O resultado da amostra é apresentado no Quadro 3.

Quadro 3 – Empresas brasileiras utilizadas na pesquisa.

EMPRESA	SEGMENTO	ATUAÇÃO POR ESTADO (UF)	Nº MUNICÍPIOS ATENDIDOS
AES SUL	Distribuição	RS	118
AES TIETÊ	Geração e Comercialização	SP	(*)
AMPLA	Distribuição	RJ e MG	66
BAESA	Geração	RS e SC	(*)
BANDEIRANTE	Distribuição	SP	28
CEEE - D	Distribuição	RS	72
CEEE - GT	Geração e Transmissão	RS	(*)
CELPA	Geração, Transmissão e Distribuição	PA	144
CELPE	Geração, Distribuição e Comercialização	PE, Fernando de Noronha e PB	184
CEMAR	Distribuição	MA	217
CEMIG - D	Distribuição e Comercialização	MG e RJ	774
CEMIG - GT	Geração, Transmissão e Comercialização	MG, RJ, CE e RO	(*)
CESP	Geração e Comercialização	SP	(*)
COELBA	Distribuição	BA, AL e TO	417
COELCE	Distribuição	CE	184
COSERN	Distribuição e Comercialização	RN	167
CPFL - G	Geração	RS, SC, GO, TO e PB	(*)
CPFL PAULISTA	Distribuição	SP	234
CPFL PIRATININGA	Distribuição	SP	27
CTEEP	Transmissão	RS, SC, PR, SP, MG, ES, RO, MT, MS, GO, TO, MA, PI, PB, PE e AL	(*)
DUKE	Geração e Comercialização	SP	(*)
ELEKTRO	Distribuição	SP e MS	228
ELETROPAULO	Distribuição e Comercialização	SP	24
EMAE	Geração	SP	(*)
ENERGISA - MS	Distribuição	MS	74
ENERGISA - MT	Distribuição	MT	141
EDP - ESCELSA	Distribuição	ES	70
INVESTCO	Geração, Transmissão, Distribuição e Comercialização	TO	6
LIGHT SESA	Distribuição	RJ	31
RENOVA	Geração e Comercialização	BA	(*)
RGE	Distribuição	RS	253
TAESA	Transmissão	AL, BA, GO, MA, MG, MT, PA, PB, PE, PI, RN, RS, SC, SE, SP e TO	(*)

Continua ...

... Continuação

EMPRESA	SEGMENTO	ATUAÇÃO POR ESTADO (UF)	Nº MUNICÍPIOS ATENDIDOS
TRACTEBEL	Geração e Comercialização	RS, SC, PR, SP, MG, MS, MT, GO, TO, MA, PI e CE	(*)
(*) Informação não disponibilizada pelas fontes pesquisadas das empresas.			

Fonte: Elaborado pela autora, com base em BM&FBovespa e RAs das empresas.

A amostra final brasileira totalizou 33 empresas, onde três empresas são do segmento de geração, duas de transmissão, 15 de distribuição e 13 empresas que participam em mais de um segmento.

### 3.2.2 Empresas da Península Ibérica

As empresas da Península Ibérica, que foram consideradas neste estudo, foram selecionadas na Bolsa de Madrid (2016) e na Bolsa de Lisboa (2016), no ano de 2016. As empresas espanholas estavam classificadas nos setores de Electricidad y Gas e, Energías Renovables e totalizaram uma amostra de 15 empresas. Desta, foram excluídas: empresas brasileiras que cotizam na Bolsa de Madrid, empresas que têm como objeto principal a distribuição de gás, e uma empresa que tem como produto principal a produção de equipamentos fotovoltaicos. O resultado da amostra final espanhola a ser contemplada no estudo totalizou quatro empresas, como é apresentado no Quadro 4.

Quadro 4 – Empresas espanholas do setor de energia elétrica.

EMPRESA	SEGMENTO
ENDESA, SOCIEDAD ANONIMA	Geração, Transmissão, Distribuição e Comercialização
FERSA ENERGIAS RENOVABLES S.A.	Geração
IBERDROLA S.A.	Geração, Distribuição e Comercialização
RED ELÉCTRICA CORPORACIÓN S.A.	Geração, Transmissão, Distribuição e Comercialização

Fonte: Elaborado pela autora, com base na Bolsa de Madrid.

As empresas portuguesas analisadas neste estudo foram selecionadas dentre as empresas listadas na Bolsa de Lisboa, no ano de 2016, e classificadas no setor de Energia. A amostra resultou em duas empresas e, destas, uma foi excluída porque a atividade principal era a exploração e produção de petróleo e gás natural. Como resultado, a amostra portuguesa

final foi constituída pela empresa EDP - Energias de Portugal, S.A. Dessa forma, o total da amostra da Península Ibérica foi de cinco empresas.

### 3.3 DEFINIÇÃO DAS VARIÁVEIS

Para os estudos que abordam a temática sobre eficiência econômica no setor elétrico, como quando se busca identificar as operações que são ineficientes para, então, executar as melhorias necessárias, podem ser utilizadas diversas variáveis que são passíveis de medições (KAO; LIN, 2012). Os valores das variáveis dependente e independentes utilizadas para a análise da eficiência das unidades selecionadas para o presente estudo estão restritas ao período de 2010 a 2014. A escolha do período foi realizada em função da atualidade e disponibilidade das informações obtidas nos relatórios publicados nos sítios da BM&FBovespa, Bolsa de Madrid e Bolsa de Lisboa; nos anuários estatísticos da ANEEL; Banco Mundial (BM); CIA World Factbook; Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE); United Nations Development Programme (UNDP); United Nations Statistics Division (UNSD); Atlas do Desenvolvimento Humano no Brasil; Fundação Getúlio Vargas (FGV); e Banco Central do Brasil (BCB).

As variáveis pré-selecionadas são convergentes com as variáveis adotadas por: Zago, Saidel e Souza (2011), Meza et al. (2007), Tovar, Ramos-Real e Almeida (2011), Pinheiro (2012), Souza (2012), Çelen (2013), Rempel (2013), Martins (2014), Alves e Mello (2015), Moreno et al. (2015) e Boente e Lustosa (2016), para suas pesquisas sobre a avaliação da eficiência relativa do setor elétrico, conforme apresentado anteriormente na seção 2.3. Após o levantamento dos dados e utilizando-se do *software* Stata 12.0 e *EViews* 8, foram efetuadas análises estatísticas das variáveis propostas, para, assim definir quais destas seriam utilizadas no cálculo da pesquisa. O Apêndice A apresenta os valores que constituem a base de dados desta pesquisa.

#### 3.3.1 Variável Dependente Ebitda

O Ebitda é um indicador de desempenho que representa quanto uma empresa gera de recursos por meio de suas atividades operacionais, sem considerar impostos e outros efeitos financeiros, ou seja, representa a geração operacional de caixa. O indicador é utilizado como um medidor da produtividade e da eficiência de um negócio (MARION, 2015). Para a realização desta pesquisa a fórmula de cálculo para a variável dependente “ebitda” está de

acordo com a instrução 527/ 12 da Comissão de Valores Mobiliários (CVM): resultado líquido do período (RL), acrescido dos tributos sobre o lucro, das despesas financeiras líquidas das receitas financeiras e das depreciações, amortizações e exaustões (CVM 527, 2012). A fonte de dados utilizada foram os DFPs e as RAs das empresas pesquisadas.

### **3.3.2 Variáveis Independentes**

#### 3.3.2.1 Ativo Imobilizado

O ativo imobilizado é todo ativo tangível ou corpóreo mantido para uso na produção, fornecimento de mercadorias, serviços, para aluguel e para fins administrativos, que se espera usar por mais de um ano (MARION, 2015). Como o setor de energia segue as regulamentações ICPC01 e IFRIC 12, a variável “at\_imob” contemplou os valores somados das contas de ativo imobilizado, ativo intangível e ativo financeiro de concessão, por empresa e ano. A fonte de dados foi os DFPs e RAs das empresas pesquisadas.

#### 3.3.2.2 Número de funcionários

Empregado ou funcionário é a pessoa física contratada para a prestação de serviços a um empregador, mediante salário (BRASIL, 1943). Para a variável “func”, foram considerados os empregados contratados, os terceirizados e estagiários, por empresa e ano. A fonte de dados foi os RAs e BSs das empresas pesquisadas.

### **3.3.3 Variáveis de Controle**

As variáveis de controle utilizadas nesta pesquisa foram inseridas na equação, com o objetivo de controlar possíveis fatores que afetem a qualidade dos resultados dos coeficientes. Foram selecionadas variáveis dentre as utilizadas por pesquisas anteriores, apresentadas na seção 2.3.

#### 3.3.3.1 Produto Interno Bruto (PIB) per capita

O produto interno bruto é a soma (em valores monetários) de todos os bens de uma região, que pode ser um país, estado ou município, em um período de tempo determinado, como: ano, semestre, trimestre ou mês. É utilizado como indicador macroeconômico para

medir a atividade econômica da região avaliada. A região pode ser classificada como: pobre, rica ou em desenvolvimento (SAMPAIO, 2016).

Quanto à análise do comportamento ao longo do tempo, o cálculo do PIB Nominal utiliza os preços correntes, que considera o ano de produção e comercialização do produto. Por sua vez, o cálculo do PIB Real utiliza preços constantes, no qual se escolhe um ano base para, assim, eliminar o efeito da inflação (SAMPAIO, 2016). Já, o PIB per capita é o PIB dividido pela quantidade de habitantes da região a ser medida. Por meio dele, procura-se identificar quanto uma população produziu em um tempo determinado (SAMPAIO, 2016).

Para a variável “pib\_pc”, foi utilizado o PIB per capita a preços constantes, com base no ano de 2010. As fontes utilizadas foram o IBGE (IBGE, 2015), para dados brasileiros, e Banco Mundial (BM, 2015a), para as informações de países. Como as empresas integrantes do estudo estão presentes em diversos estados, ou países, o valor considerado para a variável foi: a soma do valor do PIB per capita’ da região onde a empresa está presente, ponderado em relação à população dessa região e à soma da população de todas as regiões — conforme demonstrado no Quadro 5.

Quadro 5 – Modelo de cálculo da variável “pib\_pc”.

pib_pc BAESA 2010	= (PIB per capita RS 2010 * População RS 2010) / ( População Total BAESA 2010) + (PIB per capita SC 2010 * População SC 2010) / ( População Total BAESA 2010)	
pib_pc BAESA 2010	= ( 22.556,667 * 11.019.030 ) / 17.370.448 + ( 24.598,105 * 6.351.418 ) / 17.370.448	
Onde:		
	PIB Per Capita	População
RS – 2010	PIB per capita RS 2010	População RS 2010
SC – 2010	PIB per capita SC 2010	População SC 2010
BAESA 2010	Média PIB per capita BAESA 2010	População Total BAESA 2010
	PIB Per Capita	População
RS - 2010	22.556,667	11.019.030
SC - 2010	24.598,105	6.351.418
BAESA 2010	23.303,108	17.370.448

Fonte: Elaborado pela autora, com dados da pesquisa.

### 3.3.3.2 Consumo (KWh) per capita:

O consumo (KWh) per capita é o consumo de energia elétrica por habitante de uma região, como um país, um estado, um município (SAMPAIO, 2016). Para a variável “consumo\_pc”, foram utilizadas as informações da Empresa de Pesquisa Energética (EPE, 2015) e do Banco Mundial (BM, 2015b). Como as empresas integrantes do estudo estão presentes em diversos estados ou países, o valor considerado para a variável foi a soma do valor do consumo em KWh da região onde a empresa está presente, ponderado em relação à população dessa região e a soma da população de todas as regiões. Da mesma forma, que foi efetuado para o PIB per capita, conforme apresentado no Quadro 5.

### 3.3.3.3 Índice de Desenvolvimento Humano (IDH):

O índice de desenvolvimento humano (IDH) é um índice que compara os níveis de desenvolvimento econômico e qualidade de vida, oferecidos à população. É utilizado para países, cidades, estados ou regiões (SAMPAIO, 2016). O índice é baseado em dados econômicos e sociais e considera, na sua medição, o “zero” para nenhum desenvolvimento humano e “um” como desenvolvido. Quanto mais próximo de um, mais desenvolvido é o país, a cidade, o estado ou a região (UNDP, 2015).

Quadro 6 – Classificação para o IDH.

Descrição	De	Até
Extremamente Baixo	0.000	0.499
Baixo	0.500	0.599
Médio	0.600	0.699
Alto	0.700	0.799
Muito Alto	0.800	1.000

Fonte: Atlas Brasil (2015).

Para a variável “idh”, foram utilizadas as informações do *United Nations Development Programme* (UNDP, 2015) e do Atlas do Desenvolvimento Humano no Brasil (ATLAS BRASIL, 2015). Como existem empresas que estão presentes em vários estados ou países, o valor considerado para a variável foi: a soma do valor do IDH onde a empresa está presente, ponderado em relação à população dessa região e à soma da população de todas as regiões. Da mesma forma, que foi executado para a variável “PIB per capita”.

### 3.3.4 Dummy de região

A inclusão de variável tipo *dummy*, para as regiões, foi realizada com o objetivo de verificar a influência do Brasil e da península Ibérica no modelo utilizado na pesquisa. Dessa forma, foi criada a *dummy* “pais\_ep”, que considera o “zero” para as empresas brasileiras e o “um” para as empresas da península Ibérica.

## 3.4 COLETA E TRATAMENTO DOS DADOS

Nesta pesquisa, para acesso aos relatórios das empresas brasileiras, foi utilizado o programa Empresas.Net. É um programa padrão exigido pela Comissão de Valores Mobiliários (CVM) a ser utilizado pelas companhias abertas, para o envio das informações anuais obrigatórias para a CVM e para BM&FBovespa. Ele também pode ser utilizado por outros usuários, como investidores e pesquisadores, e, assim, efetuar o *download* dos formulários padronizados como DFPs, RAs e Notas Explicativas, disponibilizados nos sites eletrônicos. Para a coleta dos relatórios das empresas espanholas e portuguesas, foram utilizados os sites da Bolsa de Madrid e da Bolsa de Lisboa. Como fonte complementar, também se utilizou dos *sites* das empresas integrantes do estudo.

Os DFPs consolidados de cada empresa foram utilizados como fonte de dados monetários, observando-se quando ocorria a reapresentação dos mesmos, para, então, considerar os dados revistos e atualizados. Como fontes de dados em números absolutos, foram utilizados os Balanços Sociais (BS) ou os RAs, disponibilizados pelas empresas e, como fonte auxiliar, foram utilizadas as Notas Explicativas.

As variáveis pré-selecionadas a serem utilizadas para este estudo são apresentadas no Quadro 7.

Quadro 7 – Variáveis pré-selecionadas.

Variáveis	Descrição	Fonte
Ebitda (ebitda)	Indicador de desempenho utilizado como um medidor da produtividade e da eficiência de um negócio.	DFPs
PIB per capita (pib_pc)	PIB per capita a preços constantes, com base no ano de 2010.	IBGE e BM
Consumo de energia elétrica per capita (consumo_pc)	Consumo de energia elétrica por habitante de uma região como um país, um estado ou um município. (KWh).	BM
Ativo Imobilizado (at_imob)	Ativo imobilizado da empresa.	DFPs
Funcionários (func)	Número de funcionários da empresa.	BSs
Índice de Desenvolvimento Humano (idh)	Índice de desenvolvimento humano.	UNDP

Fonte: Elaborado pela autora, com dados da pesquisa.

O primeiro tratamento efetuado com os dados das empresas espanholas e portuguesa foi a identificação das contas contábeis, segundo normas e critérios da legislação brasileira e sua normatização. Seguindo os pronunciamentos de conversão de demonstrações contábeis em moeda estrangeira, FASB 8 e 52 e a Norma Brasileira de Contabilidade NBC T 7, o segundo tratamento dado aos valores utilizados na pesquisa foi a conversão dos valores dos DFPs apresentados em Euro (€), Dólar Americano (US\$) e para a moeda nacional brasileira, o Real (R\$). A conversão foi efetuada pela taxa vigente na data de encerramento de cada período das demonstrações. Para os dados brasileiros, não se identificou a necessidade de qualquer tratamento.

As taxas de câmbio utilizadas para a conversão foram retiradas do site do BCB e correspondem à cotação do Euro de venda e Dólar Americano da data de fechamento de cada período de objeto de análise. As taxas utilizadas para a conversão são apresentadas no Quadro 8, como segue.

Quadro 8 – Taxas de Câmbio: Cotação de Fechamento de Venda (€ e US\$).

Período	Taxa €	Taxa US\$
2010	2,2280	1,6662
2011	2,4342	1,8758
2012	2,9540	2,0435
2013	3,2265	2,3426
2014	3,2270	2,6562

Fonte: Banco Central do Brasil (BCB, 2015).

### 3.5 MODELO ECONOMÉTRICO

Para a estimação das variáveis da presente pesquisa, foi utilizado o modelo de dados em painel, que possibilita a avaliação de diversas entidades em dois ou mais períodos (STOCK, WATSON; 2004) e que leva em consideração os efeitos específicos do indivíduo para uma variável dependente  $Y_{it}$  (HAIR, J. F. et al., 2009):

$$Y_{it} = \beta_0 + \beta_1 X_{it} + \beta_2 X_{it} + \beta_3 X_{it} + \dots + \beta_n X_{it} + \varepsilon_{it} \quad (1)$$

Onde:

$Y$  = variável dependente;

$\beta_0$  = constante do modelo;

$\beta_{1...n}$  = coeficientes do modelo para as variáveis independentes;

$X_{1...n}$  = variáveis independentes;

$\varepsilon$  = erro de previsão (resíduo);

$i$  = representa a  $i$ -ésima unidade de corte transversal;

$t$  = representa o  $t$ -ésimo período de tempo.

A escolha do modelo mais adequado, de acordo com Gujarati e Porter (2011), depende da correlação provável entre o componente de erro ( $\varepsilon$ ) específico ou individual ao corte transversal e os regressores  $X$ . A medida do erro ( $\varepsilon$ ) são os resíduos da regressão linear efetuada para as empresas pertencentes à amostra do estudo, no período de 2010 a 2014.

Os resíduos em valores absolutos foram utilizados para a geração do índice de medição da eficiência dessas empresas. Aigner e Chu (1968) foram pioneiros em implantar a sugestão de Farrel sobre a vantagem de expressar a fronteira de eficiência de uma forma matemática simples. Os pesquisadores consideram somente os efeitos dos choques aleatórios sobre o processo de produção. Assim, todas as diferenças de eficiência ficam incluídas nos resíduos da equação e assumem que os erros de medida, em todas as variáveis, são negligenciáveis.

Para ser determinado o método mais apropriado para o cálculo da regressão a ser utilizada nesta pesquisa, foram efetuados testes para verificação: se modelos lineares ou por retornos constantes — bem como foi verificada a não linearidade dos dados. Foram efetuadas estimações: por efeito pols; por efeito pols com erros padrão robustos com agrupamento por

empresa; estimação *between*; por efeitos fixos; por efeitos aleatórios; por efeitos aleatórios com erros-padrão robustos com agrupamento por firma. A Tabela 1 apresenta a comparação entre as estimações, e os testes que foram efetuados para determinar o melhor modelo foram: Teste de Chow; Teste LM de Breush-Pagan; Teste de Hausman; Teste de Sargan' Hansen/Schaffer Stillman.

Tabela 1 – Comparação entre estimações.

Variable	POLSrob	BE	MEF	EFrob	MEA	EArob
at_imob	.47935996	.52534994	.11849969	.11849969	.33712657	.33712657
	.22050262	.14067651	.11758574	.26110533	.08647947	.18255589
func	.20949719	.18876397	.41486748	.41486748	.2595532	.2595532
	.07094971	.10963933	.17517963	.1734236	.09482328	.08364095
pib_pc	-.16935463	.03141601	-.03259764	-.03259764	-.2575141	-.2575141
	.28998571	.77654442	.16268127	.18216185	.14827603	.15925877
consumo_pc	.81541339	.57103128	-.86056549	-.86056549	.64985048	.64985048
	.54587607	.95985976	.62202029	.46731397	.3646776	.27737241
_cons	.12970648	-.64694963	15.654844	15.654844	3.9833245	3.9833245
	1.4170649	3.2152523	4.3791386	5.0794299	2.2701799	1.845954

Fonte: Dados da pesquisa, elaborado pela autora.

O resultado dos testes apresentados na Tabela 2 confirmou que o método mais indicado é o método por efeitos fixos (MEF), como é demonstrado no Teste de Hausman.

Tabela 2 – Resultado do Teste Hausman.

Correlated Random Effects - Hausman Test			
Equation: EQ_EA			
Test cross-section random effects			
Test Summary	Chi-Sq. Statistic	Chi-Sq. d. f.	Prob.
Cross-section random	88.236394	4	0.0000

Fonte: Dados da pesquisa, elaborado pela autora.

O teste de Hausman rejeita a hipótese nula, pois o valor de Qui-quadrado ( $\chi^2$ ), estimado para 4 graus de liberdade, é altamente significativo. Se a hipótese nula for verdadeira, a probabilidade de obter um valor de Qui-quadrado de até 88,23, ou maior, seria praticamente zero. Como resultado, pode-se rejeitar o MEA e preferir o MEF. Na última parte do teste, é apresentada a comparação dos coeficientes de efeito fixo e de efeito aleatório de cada variável, e os resultados são estatisticamente significativos. Dentre os métodos de estimação, o que se mostrou mais adequado foi o de mínimos quadrados generalizados (GLS).

As variáveis de controle estão associadas às características das operações das empresas pertencentes à pesquisa. Elas captam a influência do ambiente operacional e do modelo de negócio. Quanto às variáveis a serem utilizadas, foram feitas estimações partindo-se do modelo mais amplo para modelos com menos variáveis, utilizando-se, como critério de informação para a decisão, o Akaike Information Criterion (AIC), e, assim, o modelo de regressão foi definido conforme a Equação 2:

$$ebitda_{it} = \beta_0 + \beta_1 pais\_ep_{it} + \beta_2 pib\_pc_{it} + \beta_3 consumo\_pc_{it} + \beta_4 ativo\_imob_{it} + \beta_5 func_{it} + \varepsilon_{it} \quad (2)$$

Onde:

$ebitda_{it}$  = indicador de desempenho da empresa  $i$  no ano  $t$ ;

$\beta_0$  = constante do modelo;

$pais\_ep_{it}$  = variável que representa o país de origem das empresas, onde se considera Brasil = 0 e península Ibérica = 1 da empresa  $i$  no ano  $t$ ;

$pib\_pc_{it}$  = produto interno bruto do país ou estado da empresa  $i$  no ano  $t$ ;

$consumo\_pc_{it}$  = consumo de energia elétrica por habitante da região de atuação da empresa  $i$  no ano  $t$ ;

$ativo\_imob_{it}$  = ativo imobilizado da empresa  $i$  no ano  $t$ ;

$func_{it}$  = funcionário da empresa  $i$  no ano  $t$ ;

$\varepsilon$  = efeito para cada nível estabelecido de variável independente, que não consta no modelo sobre o  $ebitda$ ;

$i$  = representa a empresa;

$t$  = representa o período de tempo.

Tendo em vista o exposto, para esta pesquisa, foram utilizados:

- I. Modelo de regressão linear multivariada de 2º grau;
- II. Método de estimação foi os mínimos quadrados generalizados (GLS);
- III. Dados organizados em painel curto e balanceado;
- IV. Modelo de estimação foi o de efeitos fixos;
- V. Para as análises estatísticas descritivas e correlação, assim como os testes de modelo de regressão, foram utilizados os *softwares Stata 12.0 e EViews 8*.

### 3.6 LIMITAÇÃO DA PESQUISA

Sobre os dados da pesquisa, não foi verificado se os DFPs, BSs e os RAs utilizados estavam de acordo com a legislação vigente ou se possuíam irregularidades nas informações divulgadas. A pesquisa limitou-se à análise dos dados, com base em um modelo paramétrico das empresas selecionadas e das variáveis escolhidas. No entanto, observou-se que, para os RAs, as empresas não adotam um modelo padrão, pois algumas efetuam a apresentação da instituição e tecem comentários sobre o desempenho financeiro, enquanto outras aprofundam as descrições sobre a gestão ambiental, social e de pessoal. Também são apresentados dados e indicadores de desempenho não auditados por empresas de auditoria.

Quanto ao fator temporal, o período de análise restringe-se entre 2010 e 2014. Portanto, não é possível concluir sobre os fatores que levam cada observação ao grau de eficiência em que se encontram, assim como não seria factível prever o comportamento no futuro.

Outra limitação da pesquisa está relacionada ao tamanho da amostra final, pois de uma população de 61 empresas brasileiras listadas na BM&FBovespa, apenas 33 apresentaram os requisitos e dados necessários para compor a amostra do estudo no período analisado. Assim, entende-se que, pelos resultados obtidos, apesar de todos os testes realizados, é necessário ter precaução na generalização dos resultados, principalmente para outros ambientes.

Ainda assim, entende-se que os resultados obtidos contribuem para os pesquisadores, *stakeholders* e público interessado no setor de energia elétrica e eficiência econômica.

## 4 ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

Este capítulo é composto por cinco seções e inicia com a caracterização da população. Na segunda seção, são apresentadas as análises estatísticas das variáveis, e, na terceira, a análise do relacionamento entre as variáveis. Após, são apresentados os escores de eficiência econômica relativa, identificada pela pesquisa, às empresas *benchmarking* e seus determinantes. Por fim, é efetuada a síntese do capítulo.

### 4.1 CARACTERIZAÇÃO DA POPULAÇÃO

Esta pesquisa procurou avaliar os determinantes de eficiência econômica relativa, de uma amostra de 38 empresas, considerando o setor elétrico brasileiro comparado ao setor elétrico da península Ibérica. Nesta seção, são apresentadas as características das empresas estudadas, de acordo com os dados divulgados pelas empresas nos seus respectivos RAs e Notas Explicativas do ano de 2014.

A AES Sul fornece energia elétrica para uma área de 99,5 mil km<sup>2</sup>. Em 2014, a distribuidora atendeu a, aproximadamente, 1,3 milhão de unidades consumidoras e apresentou um crescimento de 6,27% na energia distribuída em relação ao ano anterior — de 7.853 para 8.345 GWh. No mesmo período, os indicadores de qualidade DEC e FEC apresentaram piores medições, com o aumento de 26,14% e 19,68%, respectivamente (AES SUL, 2014).

A AES Tietê possui capacidade instalada de 2.658 MW, composta de um parque gerador de 12 usinas hidrelétricas. Em 2014, as usinas geraram um total de 7.443 GWh de energia, representando 39% menos que o volume gerado em 2013, e a energia faturada teve uma redução de 4,6% (AES TIETE, 2014).

A AMPLA, em 2014, atendeu a 2,9 milhões de unidades consumidoras, o que representou um crescimento de 2,7% em relação a 2013. O volume de energia faturada no mesmo período teve um acréscimo de 5,2%. O indicador de qualidade DEC apresentou piora, com um aumento de 8,4%, e o FEC apresentou uma melhora nos resultados, com uma redução de 1,5% (AMPLA, 2014).

A BAESA possui uma capacidade instalada de 690 MW. Em 2014, foram gerados 4.285 GWh de energia, representando um acréscimo de 41,84% no volume gerado em comparação com 2013 (BAESA, 2014).

A BANDEIRANTE, em 2014, teve acréscimo de 1,8% em relação a 2013 na rede de distribuição, alcançando 27 mil Km<sup>2</sup>. No mesmo período, a empresa atendeu a 1,7 milhões de

unidades consumidoras e obteve um crescimento de 0,8% na energia distribuída. Os indicadores de qualidade DEC e FEC apresentaram melhores medições, com reduções de 5,69% e 3,09%, respectivamente (BANDEIRANTES, 2014).

A CEEE-D, em 2014, atendeu a 1,6 milhões de unidades consumidoras, o que representou um acréscimo de 2% em relação a 2013. A energia distribuída atingiu 8.921 GWh e representou um acréscimo de 5% em relação ao ano anterior. No mesmo período, os indicadores de qualidade DEC e FEC apresentaram piores medições, com aumentos de 18,57% e 12,13% (CEEE-D, 2014).

A CEEE-GT responde por 19% da energia hidrelétrica gerada no RS, com capacidade instalada de 909,9 MW. A rede de transmissão é composta de 6.055,6 km de linhas de transmissão e de 67 subestações, que respondem por 9.430 MVA (CEEE-GT, 2014).

A CELPA atua em uma área de 1,25 milhões km<sup>2</sup>. Em 2014, atendeu a 2,2 milhões de unidades consumidoras, o que correspondeu a um crescimento de 7,5% em relação ao ano anterior. A energia distribuída apresentou, em 2014, um crescimento de 11,7% em relação a 2013. No mesmo período, os indicadores de qualidade DEC e FEC apresentaram reduções nas medições de -33,4% e -21,1%, respectivamente (CELPA, 2014).

A CELPE possui uma área de concessão de 98,5 mil km<sup>2</sup>. Em 2014, a distribuidora teve um acréscimo de 2,94% nas unidades consumidoras em relação a 2013, e, no mesmo período, apresentou um crescimento de 4,19% na energia distribuída. Os indicadores de qualidade DEC e FEC, em 2014, apresentaram piores medições em relação a 2013, com aumentos de 12,02% e 4,45% (CELPE, 2014).

A CEMAR atua em uma área de 333 mil km<sup>2</sup>. Em 2014, a distribuidora atendeu a aproximadamente, 2,2 milhões de unidades consumidoras, o que representou um aumento de 3,38% em relação a 2013. A energia distribuída também apresentou um crescimento de 7,86% em relação ao ano anterior. No mesmo período, o indicador de qualidade DEC apresentou um melhor resultado, com redução de 10,2%, e o FEC apresentou um resultado pior, com o aumento de 1,1% (CEMAR, 2014).

A CEMIG-D possui 567 mil km<sup>2</sup> de área de concessão. Em 2014, a distribuidora atendeu a 8,01 milhões de unidades consumidoras, o que representou um aumento de 2,9% em relação a 2013. A energia distribuída apresentou um crescimento de 5,32% em relação ao ano anterior. No mesmo período, os indicadores de qualidade DEC e FEC apresentaram melhora nas medições, com reduções de 13,77% e 10,86%, respectivamente (CEMIG-D, 2014).

A CEMIG-GT possui capacidade instalada de 6.820 MW e 4.971 km de linhas de transmissão. O parque gerador é composto por 51 usinas, que estão distribuídas em 47 hidrelétricas, uma termelétrica e três eólicas. Em 2014, as usinas geraram um total de 23.294 GWh de energia, representando 6,14% a menos que o volume gerado em 2013. Por sua vez, para o mesmo período, a energia faturada teve uma redução de 0,7% (CEMIG-GT, 2014).

A CESP possui um parque gerador exclusivamente hidráulico, composto por 5 usinas com capacidade instalada de 6.649,8 MW. Em 2014, as usinas geraram um total de 29.148 GWh de energia, representando 18,9% menos que o volume gerado em 2013, e a energia faturada teve uma redução de 11,6% para o mesmo período (CESP, 2014).

A COELBA possui uma área de concessão de 563 km<sup>2</sup>. Em 2014, a distribuidora atendeu a aproximadamente, 5,6 milhões de unidades consumidoras, o que representou um aumento de 3,7% em relação a 2013. A energia distribuída apresentou um crescimento de 4,58% em relação ao ano anterior. No mesmo período, o indicador de qualidade DEC apresentou uma piora, com o aumento de 1,38%, e o FEC apresentou redução de 11,53% (COELBA, 2014).

A COELCE, em 2014, atendeu a aproximadamente, 3,6 milhões de unidades consumidoras e apresentou um crescimento de 3,6% em relação a 2013, e a energia distribuída apresentou crescimento de 4,6%. No mesmo período o indicador DEC apresentou uma piora, com o aumento de 2,1%, e o FEC apresentou melhora, com a redução de 9% (COELCE, 2014).

A COSERN atua em uma área de 52,8 mil km<sup>2</sup>. Em 2014, foram atendidos 1,3 milhões de unidades consumidoras, o que representou um acréscimo de 3,87% em relação a 2013. No mesmo período, a empresa obteve um crescimento de 4,78% na energia distribuída. Já, os indicadores DEC e FEC apresentaram piores medições, com o aumento de 19,6% e 4,8% (COSERN, 2014).

A CPFL-G tem, no parque gerador, uma potência instalada de 5.304,6 MW, composta por uma UTE e oito UHEs. Em 2014, a energia faturada pela empresa teve um aumento 12,5% em relação a 2013, de 11.040 para 12.422 GWh (CPFL-G, 2014).

A CPFL Paulista, em 2014, atendeu a 3,1% a mais de clientes do que em 2013, totalizando 4,1 milhões de unidades consumidoras. No mesmo período, a empresa apresentou um crescimento de 2,9% na energia distribuída em relação ao ano anterior. O indicador DEC apresentou melhora, com a redução de 3,1% comparado a 2013, enquanto o FEC apresentou piora, com o aumento de 3 (CPFL PAULISTA, 2014).

A CPFL Piratininga, em 2014, atendeu a, aproximadamente, 1,6 milhão de unidades consumidoras, o que representou um acréscimo de 3% em relação a 2013. Quanto à energia distribuída no mesmo período, essa apresentou uma redução de 0,2. Em 2014, os indicadores DEC e FEC apresentaram melhora nas medições, com reduções de 6,2% e 8,3%, respectivamente (CPFL PIRATININGA, 2014).

A CTEEP transmite cerca de, 25% da energia produzida no Brasil e 55% da energia consumida na região Sudeste. A estrutura da empresa é formada por 13,7 mil km de linhas de transmissão e 107 subestações. Os indicadores DEQ e FEQ atingiram as metas estabelecidas pelos órgãos reguladores do setor, em 2014, apresentando o registro de 2,2 minutos (limite de 6 minutos) e 0,095 vezes (limite de 0,300 vezes), respectivamente (CTEEP, 2014).

A DUKE detém um parque gerador composto por 6 UHE e participação em outras 2, totalizando uma capacidade instalada de 2.241,3 MW. Em 2014, as usinas geraram 11,5% menos que o volume gerado em 2013, e a energia faturada teve uma redução de 8% (DUKE, 2014).

A ELEKTRO, em 2014, atendeu a 2,8% mais de clientes, com aproximadamente 2,4 milhão de unidades consumidoras, e apresentou um crescimento de 3,9% na energia distribuída em relação ao ano anterior. No mesmo período, os indicadores DEC e FEC apresentaram melhores medições, com reduções de 2% e 1,8%, respectivamente (ELEKTRO, 2014).

A ELETROPAULO atua em uma área de concessão de 4.506 km<sup>2</sup>. Em 2014, a distribuidora atendeu a, aproximadamente, 6,7 milhões de unidades consumidoras e apresentou um crescimento de 0,4% na energia distribuída em relação ao ano anterior. O indicador DEC apresentou piora na medição, com aumento de 10,9%, em 2014, enquanto o FEC apresentou uma melhora com redução de 12,8% (ELETROPAULO, 2014).

A EMAE possui um parque gerador com uma UHE e três PCH, com capacidade instalada de 960,8 MW. Em 2014, as usinas geraram um total de 900,1 GWh de energia, representando 22,4% menos que o volume gerado em 2013. Para o mesmo período, a energia faturada teve uma redução de 29,3% (EMAE, 2014).

A ENERGISA MS atua em uma área de concessão de 328 mil km<sup>2</sup>, que corresponde a 92% da área total do estado de MS. Em 2014, a distribuidora atendeu a, aproximadamente, 938 mil unidades consumidoras, o que representou um crescimento de 3,7% em relação a 2013. A energia distribuída apresentou um crescimento de 14,1% para o mesmo período. O indicador DEC apresentou piora na medição, com o aumento de 8,9%, em 2014, quando

comparado ao ano anterior, enquanto o FEC apresentou melhora com a redução de 3,7% (ENERGISA-MS, 2014).

A ENERGISA MT tem uma área de concessão 903 mil km<sup>2</sup>. Em 2014, a distribuidora atendeu a 4,1% a mais de clientes com, aproximadamente, 1.269 milhões de unidades consumidoras, comparado a 2013. Também apresentou um crescimento de 8,2% na energia distribuída em relação ao ano anterior. No mesmo período, os indicadores DEC e FEC apresentaram melhores medições, com redução de 7,07% e 12,23% (ENERGISA-MT, 2014).

A EDP Escelsa possui uma área de concessão de 41,2 mil km<sup>2</sup>. Em 2014, a base de clientes da distribuidora teve um acréscimo de 3,4% comparado a 2013, e atendeu a, aproximadamente, 1,4 milhão de unidades consumidoras. No mesmo período, a energia distribuída apresentou um crescimento de 4,2% em relação ao ano anterior, e os indicadores de qualidade DEC e FEC apresentaram piores medições com o aumento de 7,2% e 11,4%, respectivamente (EDP-ESCELSA, 2014).

A INVESTCO tem, como parque gerador, a UHE Lajeado, e possui capacidade instalada de 902,5 MW. A empresa não é titular exclusiva do contrato de concessão, onde detém 1% e possui contrato de arrendamento dos seus ativos da UHE Lajeado, com as demais concessionárias. Em 2014, a geração de energia foi de 4.762 GWh, representando 7,6% maior que o volume gerado em 2013 (INVESTCO, 2014).

A LIGHT SESA atua em uma área de 10.970 km<sup>2</sup>. Em 2014, a distribuidora atendeu a, aproximadamente, 4,2 milhões de unidades consumidoras, o que representou 2,5% de crescimento em relação ao ano anterior. No mesmo período, a empresa apresentou um crescimento de 3% na energia distribuída em relação ao ano anterior. Os indicadores DEC e FEC apresentaram melhorias com redução de 33,4% e 21,1%, respectivamente (LIGHT SESA, 2014).

A RENOVA atua como geradora e comercializadora de energia elétrica a partir de fontes naturais e renováveis com foco em matrizes eólicas, pequenas centrais hidrelétricas (PCH) e solares. A empresa possui o maior complexo eólico da América Latina. No período de 2014, a empresa apresentou capacidade instalada de 652,3 MW e a energia faturada teve um aumento de 3,1% em relação a 2013 (RENOVA, 2014).

A RGE, em 2014, teve um crescimento de 1,2% nos clientes em relação a 2013, totalizando 1,4 milhões de unidades consumidoras. No mesmo período, a empresa apresentou um crescimento de 4,9% na energia distribuída em relação ao ano anterior. Os indicadores DEC e FEC apresentaram melhora nas medições, com reduções de 8,2% e 1,1%, respectivamente (RGE, 2014).

A TAESA detém 28 concessões de transmissão de energia e possui, aproximadamente, 9.752 km de linhas de transmissão em operação, e ativos em 64. A empresa apresentou no acumulado de 2014, uma taxa média consolidada de disponibilidade das linhas de transmissão de 99,97% (TAESA, 2014).

A TRACTEBEL é responsável por, aproximadamente, 5,7% da capacidade instalada brasileira. As fontes de energia estão distribuídas em hidrelétricas (79,1%), termelétricas (15,9%) e outras fontes (5%). A capacidade instalada, em 2014, da empresa totalizou 7.027,2 MW, o que representou 0,9% a mais que no ano anterior. Em 2014, o parque gerador produziu o total de 48.941 GWh de energia, representando 7,9% a mais que o volume gerado em 2013 (TRACTEBEL, 2014).

A ENDESA é líder no setor elétrico espanhol e o segundo maior operador no mercado português de eletricidade. A atividade de geração é realizada na Espanha, Portugal e Marrocos. A geração de energia da empresa tem origem em diferentes fontes, como hidroelétrica, nuclear, térmica, eólica e solar. A empresa também atua em outros setores de energia, como o gás natural. Em 2014, a geração de energia elétrica na Espanha e Portugal foi de 69.681 GWh e representou um aumento de 1,8% em relação ao ano anterior, enquanto a energia distribuída foi de 110.945 GWh — 1% menor que 2013. A geração na América Latina foi de 45.107 GWh, representando uma redução de 26,6%, e a distribuição foi de 64.827 GWh, equivalente a uma redução de 23,2%, comparado a 2013 (ENDESA, 2014).

A FERSA foi formada em 2000 como a primeira empresa independente listada na bolsa de valores espanhola e dedicada ao desenvolvimento de energia renovável — principalmente eólica — e tem como objetivo a geração de eletricidade a partir de fontes 100% renováveis. Passou a integrar o mercado internacional em 2008, quando iniciou a diversificação da sua atividade no mercado europeu, especialmente na Espanha. A geração em 2014 foi de 459,3 GWh, o que representou 6,3% menor que em 2013 (FERSA, 2014).

A IBERDROLA atua na geração e distribuição de energia elétrica e foi o primeiro produtor de energia renovável entre as empresas europeias e americanas. A empresa foi pioneira na implantação de redes inteligentes e sua energia gerada tem apresentado quase zero de emissões de CO<sub>2</sub>. A geração no período de 2014, foi de 132.727 GWh, o que representou um aumento de 2,2% em relação ao período anterior (IBERDROLA, 2014).

A RED ELÉCTRICA dedica-se à transmissão de energia elétrica e à operação do sistema elétrico espanhol. A empresa atua como operador do sistema das ilhas e do continente, englobando, assim, Baleares e Canarias. Administra o equilíbrio entre a demanda e a oferta de energia, pois estabelece as previsões de demanda de energia elétrica e opera em

instalações de geração e transmissão, tornando a produção prevista das usinas correspondentes às demandas de consumo. No período de 2014, a demanda da energia peninsular foi de 243,4 GWh, o que configurou menos 1,2% em comparação ao ano de 2013 (RED ELÉCTRICA, 2014).

A EDP - Energias de Portugal tem atuação em 14 países. É o maior produtor de energia elétrica de Portugal, o quarto maior na Espanha e é líder mundial de energias eólicas e renováveis. Também, atua na distribuição e comercialização de gás no mercado Ibérico. As unidades da empresa apresentaram um aumento na geração de 2,2% em relação a 2013, com destaque para redução de 5%, na região da Espanha (EDP, 2014).

Quadro 9 – Premiações recebidas pelas empresas brasileiras.

<b>Empresa</b>	<b>Prêmios</b>
AMPLA	2º melhor no Ranking dos Indicadores Ethos Abradee, no segmento de distribuição de energia.
AES - SUL	Prêmio Nacional da Qualidade - PNQ.
CEEE-D	12º lugar no ranking da Abradee.
CELPE	Troféu Transparência na categoria das 10 empresas de capital aberto.
CEMAR	10º lugar no Ranking do Prêmio de Responsabilidade Social – Abradee.
COSERN	1º lugar no Prêmio Abradee, na categoria Gestão Econômico Financeira.
COELCE	Prêmio Nacional da Qualidade - PNQ.
CPFL PAULISTA	Melhor Gestão Econômico-Financeira e Melhor Gestão Operacional, de distribuidoras com mais de 500 mil consumidores.
CPFL PIRATININGA	Prêmio Abradee, na categoria de Melhor Gestão Econômico Financeira.
ELEKTRO	Prêmios Abradee de Melhor Distribuidora de Energia Elétrica do País e o prêmio Ibero-Americano da Qualidade, na categoria Ouro.
ELETROPAULO	Troféu Transparência – ANEFAC.
ENERGISA – MS	Prêmio Abradee, como a Melhor Distribuidora do Norte/ Centro Oeste, com mais de 500 mil clientes.
RGE	Prêmio Abradee, como a Melhor Distribuidora da região sul, na categoria de distribuidoras, com mais de 500 mil clientes.
TRACTEBEL	Troféu Transparência – ANEFAC.

Fonte: Elaborado pela autora, com base em RAs das empresas.

As empresas do setor de energia elétrica recebem premiações que têm por objetivo fomentar a competitividade entre as empresas do setor, na busca da gestão por uma melhoria contínua, como as apresentadas no Quadro 9.

#### 4.2 ANÁLISE ESTATÍSTICA DAS VARIÁVEIS

Nesta subseção, são apresentadas as análises estatísticas das variáveis utilizadas na pesquisa. A primeira análise diz respeito às correlações entre as variáveis independentes e de

controle: ativo imobilizado (*at\_imob*), número de funcionários (*func*), PIB per capita (*pib\_pc*), consumo per capita (*consumo\_pc*) e IDH (*idh*).

A análise de correlação é utilizada para identificar a existência de colinearidade e o nível de significância das variáveis. Ferreira e Gomes (2009) destacam que, embora o coeficiente de correlação isoladamente não meça a relação de causa e efeito, quando ocorrem fortes correlações entre variáveis, uma destas deve ser excluída para que não sejam mantidas medições com mesmo grau de importância na determinação dos escores de eficiência.

No entanto, uma alta correlação não significa, necessariamente, que exista uma relação causal entre  $x$  e  $y$ , mas que uma tendência linear pode existir. Por sua vez, uma baixa correlação não significa que  $x$  e  $y$  não estejam relacionados, mas que não estão fortemente e linearmente relacionados (MCCLAVE; BENSON; SINCICH, 2009). Na Tabela 3, são apresentadas as correlações entre as variáveis utilizadas como *inputs* para calcular os escores de eficiência.

Tabela 3 – Matriz de correlação das variáveis observadas.

	<i>at_imob</i>	<i>func</i>	<i>pib_pc</i>	<i>consumo_pc</i>	<i>idh</i>
<i>at_imob</i>	1,0000	0,7662	0,5311	0,7464	0,4141
<i>func</i>	0,7662	1,0000	0,2669	0,4673	0,1473
<i>pib_pc</i>	0,5311	0,2669	1,0000	0,8242	0,9080
<i>consumo_pc</i>	0,7464	0,4673	0,8242	1,0000	0,7644
<i>idh</i>	0,4141	0,1473	0,9080	0,7644	1,0000

Fonte: Dados da pesquisa.

Na análise de correlação de Pearson, 0,9 ou mais indica uma correlação muito forte, e de 0,7 a 0,9 indica uma correlação forte (FERREIRA; GOMES, 2009). Ao analisar a relação entre os índices gerados das variáveis constantes na Tabela 3, foi identificada alta correlação, 90,8%, entre o par de variáveis: “*idh*” e “*pib\_pc*”. Em razão deste estudo ter foco na eficiência econômica, e considerando-se que o IDH utiliza na sua medição, além da renda, critérios de educação e longevidade, que são indicadores sociais, optou-se por excluí-la e manter a variável “*pib\_pc*”. A variável selecionada como *output* para o estudo foi o indicador Ebitda, que demonstra o resultado gerado por meio dos inputs utilizados.

As variáveis finais selecionadas para serem utilizadas neste estudo foram:

- I. Variável dependente Ebitda ( $ebitda_{it}$ );
- II. Variáveis independentes: ativo imobilizado ( $at\_imob_{it}$ ) e número de funcionários ( $func_{it}$ );

- III. Variáveis de controle: PIB per capita (*pib\_pc<sub>it</sub>*) e consumo de energia per capita (*consumo\_pc<sub>it</sub>*);
- IV. Variável *dummy* de região: (*pais\_ep<sub>it</sub>*).

Outra análise realizada diz respeito à estatística descritiva das variáveis estudadas, conforme a Tabela 4.

Tabela 4 – Estatística descritiva da amostra: total de empresas e total de anos.

	EBITDA	Ativo Imobilizado	Quantidade Funcionários	PIB per capita	Consumo per capita
N Válido	190	190	190	190	190
Média	2.060.794,86	11.948.302,20	5.092,39	33.547,08	2.776,28
Erro padrão da média	330.027,99	2.236.210,12	470,93	1.264,07	119,27
Mediana	624.814,00	2.404.939,50	2.737,50	31.383,79	2.523,21
Moda <sup>a</sup>	-442.797,00	17.601,00	35	31.383,79	2.940,08
Desvio-Padrão	4.549.121,95	30.824.029,28	6.491,36	17.424,06	1.644,02
Variância	2,07E+13	9,50E+14	4,21E+07	3,04E+08	2,70E+06
Assimetria	3,407	3,984	2,222	1,004	2,603
Erro padrão da Assimetria	0,176	0,176	0,176	0,176	0,176
Curtose	10,945	16,611	5,133	1,563	7,315
Erro padrão da Curtose	0,351	0,351	0,351	0,351	0,351
Amplitude	24.154.270,23	195.266.495,13	31.857,00	97.719,25	8.654,57
Mínimo	-442.797,00	17.601,00	28	5.217,08	727,59
Máximo	23.711.473,23	195.284.096,13	31.885,00	102.936,33	9.382,16
Percentil 25	269.002,25	1.272.243,50	1.137,50	20.241,76	1.995,82
Percentil 75	1.343.739,00	5.999.231,00	6.648,00	43.370,28	3.023,86

<sup>a</sup> Existem múltiplas modas. É mostrado o menor valor.

Dados: Dados da pesquisa.

Referente aos dados apresentados na Tabela 4, quanto à assimetria dos dados, observou-se que todas as variáveis têm valores acima de zero e, assim, o conjunto de dados é considerado assimétrico, não caracterizando uma curva normal. Para a definição da melhor forma funcional dos modelos estatísticos e para determinar os intervalos de confiança, são utilizados os testes de hipóteses dos modelos de regressão (MARÔCO, 2014). Dessa forma, a Tabela 5 apresenta o comportamento original da distribuição das variáveis do modelo, onde foi possível observar quanto aos dados da variável dependente Ebitda, que esses não apresentaram comportamento de normalidade. Dentre as demais variáveis, apenas a variável “pib\_pc” apresentou comportamento de distribuição normal em seus dados.

Tabela 5 – Comportamento da distribuição dos dados das variáveis do modelo.

Teste Kolmogorov-Smirnov		ebitda	at_imob	func	pib_pc	cons_pc
N		190	190	190	190	190
Parâmetros Normais <sup>a,b</sup>	Média	2060794,86	11948302,21	5092,39	33547,08	2776,28
	Desvio padrão	4549121,949	30824029,301	6491,363	17424,059	1644,018
Diferenças Extremas	Absoluto	,358	,385	,242	,086	,336
	Positive	,358	,385	,242	,086	,336
	Negative	-,291	-,349	-,218	-,055	-,125
Kolmogorov-Smirnov Z		4,932	5,306	3,340	1,189	4,632
Sig. Assint. (2 caudas)		0,000	0,000	0,000	,118	0,000

a. A distribuição do teste é Normal.

b. Calculado dos dados.

Fonte: Dados da pesquisa.

De forma a confirmar os resultados procedeu-se a normalização dos dados, por meio do logaritmo natural (ln) das variáveis, reduzindo-se a magnitude dos números e realizou-se novo teste, com resultados apresentados na Tabela 6.

Tabela 6 – Comportamento da distribuição dos dados das variáveis normalizados por logaritmo natural (ln).

Teste Kolmogorov-Smirnov		ebitda_ln	at_imob_ln	func_ln	pib_pc_ln	cons_pc_ln
N		190	190	190	190	190
Parâmetros Normais <sup>a,b</sup>	Média	12,3112	14,9040	10,2232	10,2777	7,8093
	Desvio padrão	4,1925	1,5148	0,9349	0,5641	0,4654
Diferenças Extremas	Absoluto	,319	,109	,156	,086	,225
	Positivo	,163	,109	,156	,054	,225
	Negativo	-,319	-,096	-,141	-,086	-,116
Kolmogorov-Smirnov Z		4,397	1,499	2,146	1,179	3,097
Sig. Assint. (2 caudas)		0,000	,022	,000	,124	,000

a. A distribuição do teste é Normal.

b. Calculado dos dados.

Fonte: Dados da pesquisa.

O resultado do teste da Tabela 5 foi confirmado quando somente a variável “pib\_pc” apresentou comportamento de distribuição normal em seus dados, conforme a Tabela 6. O mesmo procedimento foi realizado para observar o diagnóstico do comportamento dos resíduos, tanto da variável dependente quanto das variáveis independentes, conforme a Tabela 7.

Tabela 7 – Distribuição dos resíduos.

Teste Kolmogorov-Smirnov		ebitda	at_imob	func	pib_pc	cons_pc
N		190	190	190	190	190
Parâmetros Normais <sup>a,b</sup>	Média	,0000	,0000	,0000	,0000	,0000
	Desvio padrão	,9894	,9974	,9974	,9974	,9974
	Absoluto	,168	,258	,114	,229	,212
Diferenças Extremas	Positivo	,164	,258	,114	,229	,212
	Negativo	-,168	-,216	-,101	-,150	-,188
Kolmogorov-Smirnov Z		2,320	3,562	1,573	3,153	2,929
Sig. Assint. (2 caudas)		,000	0,000	,014	0,000	,000

a. A distribuição do teste é Normal.  
b. Calculado dos dados.

Fonte: Dados da pesquisa.

Foi possível constatar, na Tabela 7, que os dados referentes à variável dependente “ebitda” não apresentaram comportamento de distribuição normal, o que também ocorreu para as variáveis independentes “at\_imob”, “pib\_pc” e “cons\_pc”. Por sua vez, a variável “func”, apresentou comportamento de distribuição normal de seus resíduos.

Tendo em vista que os resíduos das variáveis originais não apresentaram comportamento de distribuição normal, houve a necessidade de observar os resíduos das variáveis que sofreram ajuste por meio da transformação em logaritmo natural (ln), conforme demonstrado na Tabela 8.

Tabela 8 – Distribuição dos resíduos normalizados por logaritmo natural (ln).

Teste Kolmogorov-Smirnov		ebitda_ln	at_imob_ln	func_ln	pib_pc_ln	cons_pc_ln
N		190	190	190	190	190
Parâmetros Normais <sup>a,b</sup>	Média	,0000	,0000	,0000	,0000	,0000
	Desvio padrão	,9894	,9974	,9974	,9974	,9974
	Absoluto	,286	,279	,318	,329	,332
Diferenças Extremas	Positive	,196	,228	,173	,174	,201
	Negative	-,286	-,279	-,318	-,329	-,332
Kolmogorov-Smirnov Z		3,939	3,851	4,383	4,540	4,582
Sig. Assint. (2 caudas)		0,000	0,000	0,000	0,000	0,000

a. A distribuição do teste é Normal.  
b. Calculado dos dados.

Fonte: Dados da pesquisa.

Os resultados das Tabelas 7 e 8 confirmaram que não houve comportamento de distribuição normal dos resíduos, tanto para a variável dependente quanto para variáveis

independentes. Dessa forma, conclui-se que o modelo Econométrico mais indicado a ser utilizado é o de Mínimos Quadrados Generalizados (MQG).

A análise de multicolinearidade dos dados foi efetuada por meio da estatística de tolerância (*Tolerance*) e do fator de inflação (*Variance Inflation Factor*), e está apresentada na Tabela 9. De acordo com Fávero (2015), se a estatística *Tolerance* < 0,90 ou VIF > 10 é possível afirmar a existência de multicolinearidade e medições de VIF > 40 são consideradas altas.

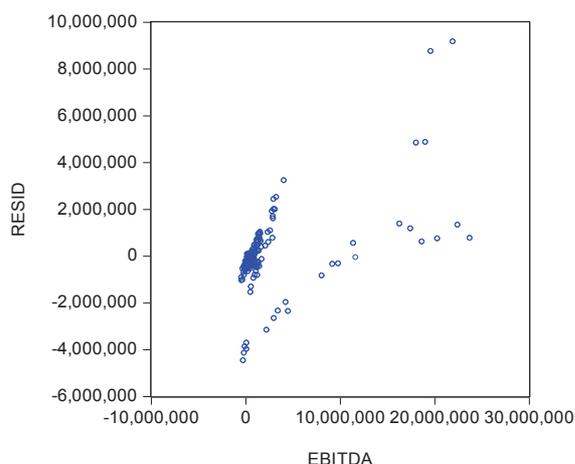
Tabela 9 – Diagnóstico de multicolinearidade entre a variáveis.

Modelo	R	R quadrado	R quadrado ajustado	Erro padrão da estimativa	<i>Tolerance</i>	VIF
at_imob	,953	,908	,908	1382272,999	0,918	10
func	,760	,578	,576	2962419,185	0,422	24
pib_pc	,435	,190	,185	4106090,200	0,810	12
consumo_pc	,642	,412	,409	3497829,975	0,588	17

Fonte: Dados da pesquisa.

Com exceção da variável “at\_imob”, observa-se na Tabela 9 a existência de multicolinearidade moderada nas demais variáveis. Dentre as causas de multicolinearidade, Fávero (2015) destaca casos em que as variáveis apresentam as mesmas tendências em determinados períodos. Para a definição de quais variáveis seriam utilizadas na equação de regressão, também considerou-se as proposições teóricas a respeito da eficiência econômica do setor de energia elétrica, conforme apresentado na seção 2.3, de estudos relacionados. Em razão da importância que as variáveis escolhidas representam para a eficiência econômica do setor estudado, decidiu-se por mantê-las. Também foi avaliado o comportamento da distribuição dos resíduos em relação à variável dependente “ebitda”, por meio do Gráfico 4, para identificar se esses apresentam mesma variância, ou seja, se apresentam comportamento homocedásticos.

Gráfico 4 – Diagnóstico do comportamento dos resíduos em função da variável dependente.



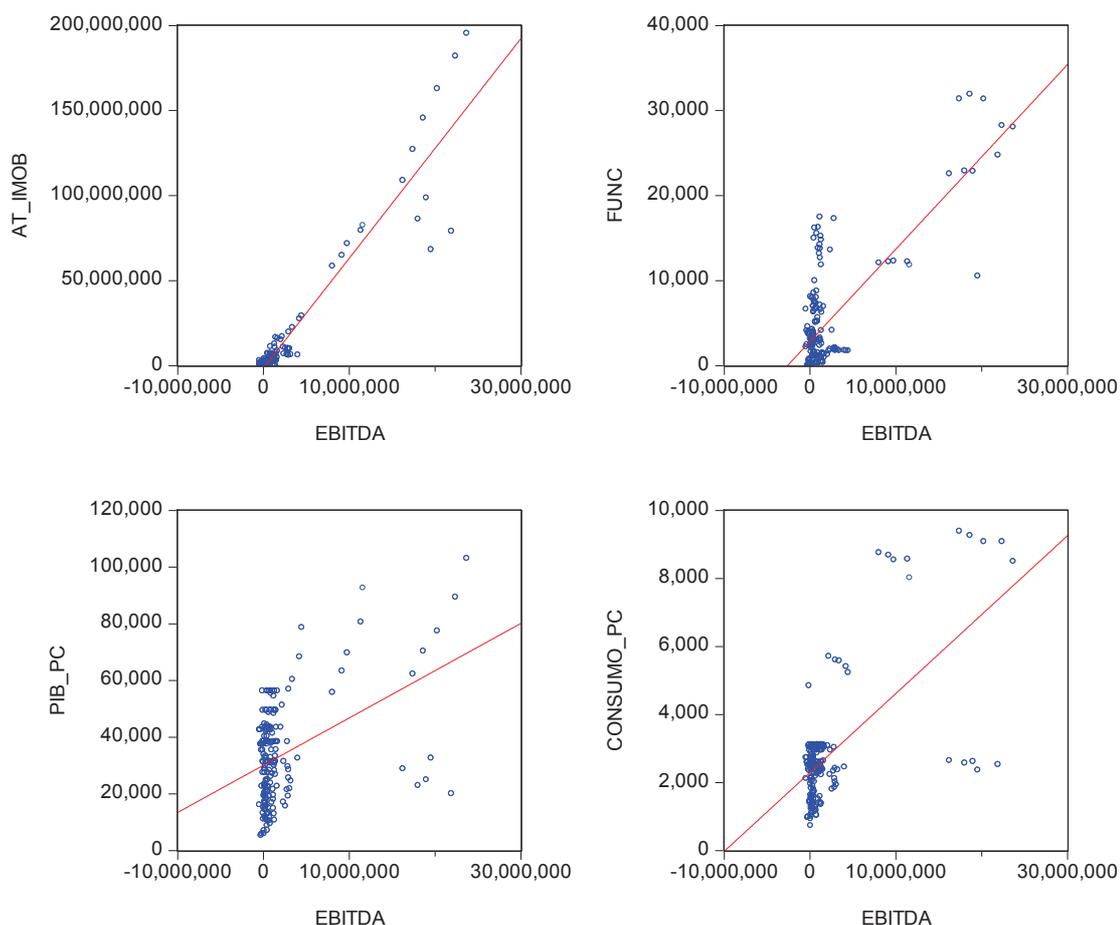
Fonte: Dados da pesquisa.

Como resultado da análise do Gráfico 4, identificou-se a ausência de heterocedasticidade e, dessa forma, entende-se que o comportamento dos resíduos é homocedástico.

#### 4.3 ANÁLISE DO RELACIONAMENTO DA VARIÁVEL EBITDA EM RELAÇÃO ÀS DEMAIS VARIÁVEIS

A verificação da eficiência econômica pode ser orientada ao *Input* ou ao *Output*. Dessa forma, por meio do Gráfico 5, analisou-se o comportamento das variáveis, que demonstraram ser orientadas ao *Input* — ou seja, que serão mais eficientes à medida que diminuir o uso dos recursos, mantendo-se as mesmas saídas. A orientação ao *Output* é quando a empresa procura mais eficiência, aumentando a receita, mas sem aumentar os insumos (FERREIRA; GOMES, 2009). Buscando-se identificar os determinantes da eficiência econômica das empresas da amostra do estudo, foi verificada a relação entre a variável “ebitda” e as demais variáveis, utilizando-se do diagrama de dispersão, conforme Gráfico 5, associado às informações constantes nos RAs das empresas.

Gráfico 5 – Diagrama de dispersão das variáveis em relação ao Ebitda.



Dados: Dados da pesquisa.

O Gráfico 5 possibilitou identificar cinco observações, referentes à empresa Endesa, que se destacaram dentre as demais por utilizarem menores valores de ativo imobilizado, enquanto geraram maiores valores de Ebitda. Dentre estes, os períodos de 2014 e 2010 apresentaram os menores valores de ativo imobilizado. Referente às demais observações, três grupos apresentaram aumentos constantes da variável “ebitda”, aliados a aumentos da variável “at\_imob”. Essas observações corresponderam às empresas Ibédrola, EDP Portugal e Red Eléctrica, integrantes da península Ibérica, nos cinco anos do estudo.

A análise da variação do ativo imobilizado das empresas da península Ibérica demonstrou um crescimento anual constante de 12%, em média, para os anos do estudo, com exceção de 2014 vs 2013, onde se observou uma redução de 6% na média do ativo, conforme Tabela 10. Essa redução pode ser explicada, em parte, pelo desinvestimento em 2014 que a empresa Endesa efetuou no mercado da América Latina, com redução de 37% no seu ativo, e pela redução de investimentos das demais empresas, entre 3% e 7%, para o mesmo período.

Tabela 10 – Média de variações percentuais do ativo imobilizado por período.

ANO	Península Ibérica	Brasil - D	Brasil - G	Brasil - T
2011 vs 2010	12,29	9,98	-12,56	51,54
2012 vs 2011	12,30	13,71	-2,96	27,25
2013 vs 2012	11,95	6,10	9,61	-2,19
2014 vs 2013	-5,63	7,84	1,95	0,52

Segmentos:  
Distribuição (D)  
Geração (G)  
Transmissão (T)

Fonte: Dados da pesquisa.

As empresas brasileiras que apresentaram maior variação do ativo imobilizado no período do estudo, 10% em média, eram do segmento de distribuição, de acordo com a Tabela 10. No entanto, as empresas do segmento de geração apresentaram reduções até 2012 e retornaram a investir em 2013. Por sua vez, as empresas do segmento de transmissão apresentaram maiores variações nos investimentos, referente aos períodos de 2011 vs 2010 e 2012 vs 2011.

Quanto ao comportamento da variável “func”, apresentada no Gráfico 5, foi possível identificar que a melhor relação corresponde à empresa Endesa, para o período de 2014, por apresentar um maior Ebitda e menor número de funcionários, frente às demais empresas. Tal como, na variável “at\_imob”, o desinvestimento realizado pela empresa também gerou redução significativa no quadro funcional — cerca de 53%, em relação ao período anterior. No entanto, o Ebitda da empresa não apresentou redução, pois, no mesmo período, houve o reconhecimento da venda das empresas descontinuadas, o que gerou um impacto positivo no resultado. Referente às demais observações, a empresa EDP Portugal apresentou o maior Ebitda, aliado à menor quantidade de funcionários nos cinco períodos do estudo.

Dentre as observações analisadas no Gráfico 5, para a variável “consumo\_pc”, quatro grupos de observações se destacaram frente aos demais. Deles, as empresas Ibédrola, EDP Portugal e Red Eléctrica apresentaram valores crescentes do Ebitda, relacionados a valores decrescentes de consumo per capita, para os cinco anos.

Apurou-se, no período estudado, que mercados representativos para a cartela de clientes dessas empresas, como Espanha, Portugal e Reino Unido, apresentaram reduções de consumo, de acordo com os dados do Banco Mundial (2015b). Em relação à redução de consumo de energia elétrica, nos anos 2000, o governo português iniciou um projeto no setor de energia, que passou a estimular e orientar a instalação de painéis de energia solar nas casas

da população, como opção de produção local (CPFL, 2014). Por sua vez, estudos como o de Baimel, Tapuchi e Baimel (2016) sugerem que o consumo de energia com a utilização de *Smarts Grids* é uma das formas eficientes em uso de redução do consumo.

Ainda sobre a variável “consumo\_pc”, a empresa Endesa foi destaque por apresentar, nos cinco anos do estudo, maiores Ebitdas relacionados a menores consumos per capita. As oscilações desta variável entre os períodos não foram significativos — com exceção do último — pelo mesmo motivo já descrito anteriormente do desinvestimento realizado em 2014.

Observa-se, no Gráfico 5, referente ao “pib\_pc”, quatro concentrações de observações destacadas das demais. O grupo que apresenta menores valores do PIB per capita, enquanto mantém uma média de valores de Ebitda, refere-se à empresa Endesa. Os outros três grupos referem-se às empresas Ibédrola, EDP Portugal e Red Eléctrica. No entanto, para estas, à medida que seus Ebitdas aumentam, também aumentam os PIBs per capita da região onde estão localizadas.

A amostra deste estudo foi constituída por cinco empresas pertencentes à península Ibérica, que, somadas às 33 brasileiras, totalizaram uma amostra de 38 empresas. Como o estudo contemplou dados de cinco anos, o total de observações analisadas foi de 190 — quantidade que satisfaz a recomendação de Cooper, Seiford e Zhu (2004), de que o número mínimo de observações deve ser de quatro a cinco vezes maior que o número de variáveis utilizadas no cálculo (*inputs+outputs*).

Ainda, procurando-se subsídios para a identificação da empresa *benchmarking* e para a identificação dos determinantes da eficiência relativa econômica desta, fez-se uso de gráfico bloxplot. No Apêndice B, pode-se verificar a distribuição dos valores das observações de acordo com o segmento, com o objetivo de demonstrar a simetria dos dados, sua dispersão e evidenciar *outliers*. A variável “ebitda”, no segmento de distribuição (D), apresentou cinco destaques nas suas observações, que correspondem aos valores da empresa EDP Energias de Portugal. No Quadro 10, são apresentadas as empresas com os maiores valores nas variáveis observadas, de acordo com os segmentos aos quais fazem parte.

Quadro 10 – Empresas com maiores valores nas variáveis observadas.

Segmento	EBITDA	Ativo Imobilizado	Funcionários	Consumo Per Capita (KWh)	PIB Per Capita
D	EDP PORTUGAL 2010 - 2014	EDP PORTUGAL 2010 - 2014	ELETROPAULO 2011 - 2012/ COELBA 2012 - 2013	EDP PORTUGAL 2010 - 2014	EDP PORTUGAL 2011 - 2014
G	TRACTEBEL 2010 - 2014	CESP 2010 - 2013/ CPFL 2014	TRACTEBEL 2010 - 2014	FERSA 2010	CESP/ EMAE/ DUKE/ CPFL/ AES TIETE - 2014
GD	IBERDROLA 2012 - 2014/ ENDESA 2010 e 2014	IBERDROLA 2010 - 2014	IBERDROLA 2010 - 2014	IBERDROLA 2010 - 2014	IBERDROLA 2010 - 2014
GT	CEMIG 2010 - 2014	CEMIG 2010 - 2014	CEEE 2010/ CEMIG 2010 - 2014	CEEE 2010/ CEMIG 2010 - 2014	CEMIG 2010 e 2011/ CEE 2010
T	RED ELECTRICA 2010 - 2014	RED ELECTRICA 2010 - 2014	CTEEP 2010 - 2014	RED ELECTRICA 2010 - 2014	RED ELECTRICA 2010 - 2014
Segmentos: Distribuição (D)                      Geração e Distribuição (GD) Geração (G)                            Geração e Transmissão (GT) Transmissão (T)					

Dados: Dados da pesquisa.

Como o estudo procura avaliar a eficiência econômica relativa das empresas brasileiras e da península Ibérica, procurou-se analisar o comportamento destas por região. Dessa forma, a distribuição das variáveis por região está apresentada por meio de gráficos *bloxplot*, no Apêndice C.

Primeiramente, a análise demonstra que, em comparação ao Brasil, os valores mais expressivos encontram-se na Península Ibérica, para todas as variáveis. Ao serem analisados os valores para a variável “*ebitda*”, identificou-se que estas se mantêm constantes para os cinco anos do estudo, com exceção da empresa Fersa. As empresas Ibédrola e Endesa apresentaram maiores valores de *Ebitda* em relação às demais empresas. Dentre o grupo de empresas brasileiras, observou-se que as empresas Cemig-GT e Tractebel apresentaram *Ebitdas* mais representativos para os cinco anos do estudo, seguidas pela empresa Eletropaulo, nos anos de 2010 e 2011.

Ao se analisar o valor para a variável “*at\_imob*”, pode-se verificar que os cinco maiores valores integrantes da península ibérica pertencem à empresa Ibédrola. Quanto às empresas brasileiras, dentre os *outliers*, a empresa Cesp representa os três maiores valores para o período de 2010 a 2012.

Referente às quantidades da variável “*func*”, pertencentes à península Ibérica, pode-se observar que a empresa Ibédrola foi a que apresentou as maiores quantidades. Dentre as

empresas brasileiras, a Eletropaulo e a Coelba apresentaram o maior número de funcionários para os anos de 2011 a 2013, e a empresa com menos funcionários foi a Baesa, para os cinco anos do estudo.

Os valores da variável “consumo\_pc” mais expressivos, que correspondem à península Ibérica, pertencem às empresas Ibédrola e EDP Portugal, para os cinco anos. Por sua vez, a empresa Fersa apresentou os menores valores. Dentre as empresas brasileiras integrantes do grupo, elas apresentaram valores equilibrados.

Quanto à variável “pib\_pc”, as empresas Ibédrola e EDP Portugal foram as que apresentaram maiores valores referente à Península Ibérica, para os anos de 2013 e 2014. Dentre as empresas brasileiras, as que apresentaram maiores valores são as que atendem à região de SP, porque o seu PIB é mais representativo em comparação aos demais estados do país.

A avaliação dos valores que as variáveis das empresas apresentam frente às demais e o quanto essa relação afeta o resultado de ser mais ou menos eficiente foram analisados por meio da regressão linear, que considera o conjunto de observações e de variáveis para todos os períodos de análise do estudo.

#### 4.4 ANÁLISE DA EFICIÊNCIA RELATIVA

Para estimar a equação de regressão e selecionar as variáveis, foi utilizado o software Stata 12.0, enquanto que, para estimar os coeficientes de eficiência econômica, foi utilizado o *software EViews* 8. Para identificar a eficiência econômica relativa e a geração do índice para a sua medição, foram utilizados os resíduos gerados, por meio da Equação 2, conforme apresentado na seção 3.5.

A regressão efetuada por meio do Método dos Mínimos Quadrados Generalizados (GLS) resultou em:

$$\begin{aligned}
 ebitda = & 301923.67640888 + 3863146.58880056*pais_{ep} + 21.48975840*pib_{pc} + \\
 & -314.96784956*consumo_{pc} + 0.08959536*at_{imob} + 65.50344731*func + \varepsilon_{it}
 \end{aligned} \tag{3}$$

A equação foi estimada com as 38 empresas apresentadas anteriormente na seção 3.2, para o período de cinco anos, de 2010 a 2014, totalizando 190 observações. A Tabela 11 resume as estatísticas observadas para a regressão.

Tabela 11 – Estatísticas da regressão da equação (2).

Variável Dependente: ebitda					
Método: Painel EGLS					
Amostra: 2010 a 2014					
Períodos incluídos: 5					
Cross-sections incluídas: 38					
Total de observações: 190					
Variáveis	Coefficientes	Erro Padrão	Estatística t	p-Valor	
C	301923.7	297440.9	1.015071	0.3114	
pais_ep	3863147.	698806.8	5.528204	0.0000	
pib_pc	21.48976	12.58548	1.707504	0.0895	
consumo_pc	-314.9678	150.8759	-2.087595	0.0382	
at_imob	0.089595	0.007239	12.37663	0.0000	
func	65.50345	27.93000	2.345272	0.0201	
Estatísticas Ponderadas					
R-quadrado Ajustado	0.717167	Desvio Padrão da Variável Dependente		1248955.	
Estatística F	54.24876	Estatística Durbin-Watson		2.137455	
Prob (Estatística F)	0.000000				

Dados: Dados da pesquisa.

Sobre os resultados da equação, pode-se inferir que a variável de controle “consumo\_pc”, assim como as independentes “at\_imob” e “func” são explicativas para a variável dependente “ebitda”. Por sua vez, a variável de controle “pib\_pc”, por não ter apresentado um p-valor em nível de 5% de significância, entende-se não ser explicativa para a variável dependente “ebitda”.

Por meio do resultado apresentado para a variável "pais\_ep", observa-se que pertencer à península Ibérica implica em um impacto positivo de 3.863.147 unidades sobre o “ebitda”. Por sua vez, como o “consumo\_pc” apresentou coeficiente com resultado negativo, o aumento de uma unidade deste diminui o “ebitda” esperado em 314,9678 unidades, aproximadamente. Considerando-se a relação inversa, a redução do “consumo\_pc” resulta no aumento do “ebitda”.

Em relação à variável “at\_imob”, como o resultado apresentado foi positivo, pode-se interpretar que, a cada unidade adquirida, o “ebitda” esperado aumentará em 0,089595. Em função do coeficiente estimado para a variável “func” ser positiva, pode-se inferir que o aumento desta representa um impacto positivo de 65,50345 vezes no resultado do “ebitda”, considerando-se todos os demais valores constantes.

Referente ao resultado apresentado, pelo coeficiente de determinação ajustado ( $R^2$  Ajustado), o resultado demonstra que cerca de 71,7% das variações no “ebitda” são explicadas pelas variáveis “at\_imob”, “func” e “consumo\_pc”. Por sua vez, 28,3% são explicadas por outros fatores não incluídos no modelo. O resultado da estatística F corrobora que as variáveis independentes do modelo tenham relação com o Ebitda, pois o p-valor foi menor que 0,05. O alto percentual do desvio padrão indica que os valores variam consideravelmente entre as variáveis, e a estatística Durbin-Watson demonstra que a independência dos erros é satisfatória, pois é próxima de 2 (GUJARATI, PORTER; 2011).

Após a estimação da equação, efetuou-se a dos resíduos desta, por meio do *software EViews 8*. Com os resultados gerados, foram calculados os escores de eficiência:

- I. O maior valor negativo foi somado com o sinal positivo aos valores de todas as observações, de forma que não permaneceram mais valores negativos;
- II. Ao maior valor foi atribuído o percentual de 100% e, a partir deste, foi efetuada a distribuição dos percentuais de forma proporcional até o menor valor, que recebeu o percentual de zero.

Dessa forma, quanto mais próximo de 100% a observação estiver, mais eficiente será a empresa naquele ano. Os resultados percentuais estimados por meio da equação estão apresentados no Apêndice D, enquanto a Tabela 12 apresenta a distribuição dos escores por região.

Tabela 12 – Escores de eficiência por região.

Escore	Nº Observações	% Empresas		
		Península Ibérica	Brasil	Total
91 – 100	2	1,05	-	1,05
81 – 90,9	-	-	-	-
71 – 80,9	-	-	-	-
61 – 70,9	2	1,05	-	1,05
51 – 60,9	2	-	1,05	1,05
41 – 50,9	9	1,58	3,16	4,74
31 – 40,9	96	2,63	47,89	50,53
21 – 30,9	69	1,58	34,74	36,32
11 – 20,9	4	2,11	-	2,11
0 – 10,9	6	3,16	-	3,16
Total	190	13,2	86,8	100,0

Fonte: Dados da pesquisa.

As quatro observações que apresentaram maiores níveis de eficiência referem-se à empresa Endesa, com destaque para as medições de 100% e 97%. Os escores evidenciaram que, considerando-se as variáveis da amostra estudada, a empresa Endesa foi mais eficiente,

porque diminuiu o uso dos recursos, mantendo-se as mesmas saídas. Dessa forma, a empresa foi considerada como *benchmarking* para as demais. Do total das 190 observações da amostra, o maior volume identificado (50%) está entre 31% e 40,9%. Destes, as empresas brasileiras são a maioria, com 47%, conforme apresentado na Tabela 12.

Tabela 13 – Estatística descritiva dos escores de eficiências.

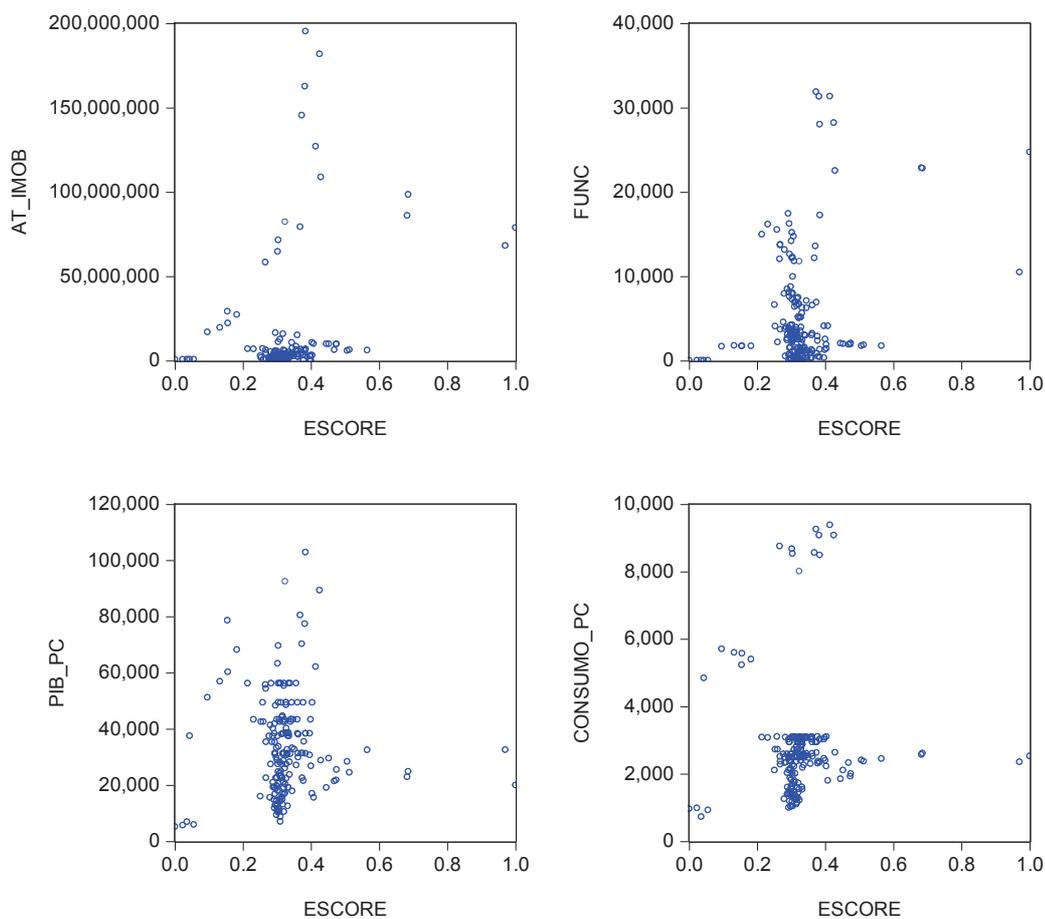
	2010	2011	2012	2013	2014
<b>Península Ibérica</b>					
nº Observações	5	5	5	5	5
Média	0,3638	0,2978	0,3099	0,2917	0,3735
Desvio Padrão	0,3845	0,2597	0,2510	0,1659	0,3608
Mínimo	0,0433	0,0000	0,0233	0,0552	0,0355
Máximo	1,0000	0,6825	0,6851	0,4284	0,9701
<b>Brasil</b>					
nº Observações	33	33	33	33	33
Média	0,3218	0,3318	0,3300	0,3328	0,3204
Desvio Padrão	0,0334	0,0460	0,0543	0,0518	0,0591
Mínimo	0,2677	0,2681	0,2311	0,2581	0,2140
Máximo	0,4077	0,4682	0,5124	0,5058	0,5648
<b>Total</b>					
nº Observações	38	38	38	38	38
Média	0,3274	0,3274	0,3274	0,3274	0,3274
Desvio Padrão	0,1310	0,0962	0,0970	0,0741	0,1320
Mínimo	0,0433	0,0000	0,0233	0,0552	0,0355
Máximo	1,0000	0,6825	0,6851	0,5058	0,9701

Fonte: Dados da pesquisa.

A análise por período, apresentada na Tabela 13, demonstra que a eficiência média das empresas da península Ibérica foi superior às apresentadas pelas empresas brasileiras, nos períodos de 2010 e 2014 — mesmos períodos em que a empresa Endesa atingiu os maiores escores de eficiência. Por sua vez, dentre as empresas brasileiras, a empresa Cemig-GT apresentou os maiores escores, entre 50% e 56%, para os anos de 2012 a 2014.

O Gráfico 6 apresenta, por meio de diagrama de dispersão, a relação entre os escores gerados e as variáveis independentes. Pode-se observar a relação da eficiência econômica orientada ao *Input*, com destaque para as empresas Endesa e Cemig-GT que atingiram os melhores níveis de eficiência. Em ambas as empresas, os valores de Ebitda são mais representativos, enquanto que as variáveis analisadas são menores em comparação com as demais empresas.

Gráfico 6 – Diagrama de dispersão das variáveis em relação ao Escore.



Dados: Dados da pesquisa.

Considerando-se que a empresa Endesa foi a que apresentou maior escore de eficiência frente às demais integrantes da amostra deste estudo, procurou-se determinar as causas para essa distinção. Para a realização dessas análises, foram novamente utilizadas informações apresentadas nos RAs. No Quadro 11, são apresentados os valores das variáveis da empresa Endesa.

Quadro 11 – Dados da empresa Endesa para os cinco períodos.

ANO	Escore	Ebitda (milhares de reais)	PIB Per Capita	Consumo Per Capita	Ativo Imobilizado (milhares de reais)	Funcionários
2010	100,00	21.927.976	19.984	2.526	78.889.024	24.732
2011	68,25	18.047.159	22.905	2.568	86.073.312	22.877
2012	68,51	19.007.961	24.884	2.611	98.462.962	22.807
2013	42,84	16.280.919	28.800	2.639	108.768.542	22.541
2014	97,00	19.581.436	32.602	2.357	68.144.559	10.500

Fonte: Dados da pesquisa.

No período de 2010, a Endesa obteve o maior escore de eficiência e, em 2014, ela apresentou o segundo maior escore. Nesses dois períodos, pode-se observar, conforme o Quadro 11, que os Ebitdas correspondentes a eles apresentaram os maiores valores, enquanto que os ativos imobilizados apresentaram os menores. A quantidade de funcionários, embora apresentasse um número elevado no período de 2010, quando comparado ao período 2014, apresentou uma redução significativa, de 57,5%, decorrente da venda de investimentos localizados na América Latina. Na Tabela 14, podem ser visualizadas as variações, ano a ano, referentes aos dados apresentados.

Tabela 14 – Variações (%) dos dados da empresa Endesa.

ANO	Δ% Escore	Δ% Ebitda	Δ% PIB Per Capita	Δ% Consumo Per Capita	Δ%Ativo Imobilizado	Δ% Funcionários
2011 vs 2010	-31,75	-17,70	14,62	1,67	9,11	-7,50
2012 vs 2011	0,38	5,32	8,64	1,67	14,39	-0,31
2013 vs 2012	-37,47	-14,35	15,74	1,08	10,47	-1,17
2014 vs 2013	126,42	20,27	13,20	-10,69	-37,35	-53,42
2014 vs 2010 (total)	-3,00	-10,70	63,14	-6,69	-13,62	-57,54

Fonte: Elaborado pela autora, com base em dados da pesquisa.

Para os períodos de 2011 vs 2010 e 2013 vs 2012, constantes da Tabela 14, observou-se que as reduções dos escores estão acompanhadas de reduções nos Ebitdas desses períodos. Com exceção da variação em funcionários, que apresentou redução, as demais apresentaram aumentos para esses períodos.

No ano de 2010, a participação da Endesa no setor de energia elétrica foi de 28,2% na geração total do regime ordinário<sup>1</sup>, 42,8% na distribuição e 40,1% nas vendas para clientes do mercado desregulamentado<sup>2</sup>. O lucro líquido realizado no mesmo ano aumentou 20% em relação ao período anterior, onde os mercados de Espanha, Portugal e outros países responderam por mais de 84%, conforme Quadro 12. Nesse lucro, estão incluídos os ganhos de 1.968 milhões de Euros, referentes à venda de ativos, como a participação na empresa Red Eléctrica, que correspondeu ao valor de 42 milhões de Euros. Assim como a redução do investimento na EGP Espanha, no montante de 1.043 milhões de Euros, que resultou em um ganho bruto de 748 milhões de Euros. A empresa também reconheceu 21 milhões de Euros no

<sup>1</sup> Regime ordinário é a pessoa física ou jurídica que tem a função de gerar, construir, operar e manter as instalações de produção e que vendem energia no mercado spot desregulado (REE, 2016c).

<sup>2</sup> Mercado desregulamentado é o mercado livre, em que os consumidores podem comprar energia diretamente de geradores e comercializadores, pactuando preços e condições de forma desregulada (REE, 2016c).

seu resultado, decorrentes das transações de redução na participação de uma subsidiária e do aumento em outra (ENDESA, 2010).

Quadro 12 – Dados da empresa Endesa no período 2010.

Mercados	Lucro Líquido			Geração		Venda	
	Euros (Mil)	Δ% 2009	% Partic	GWh	Δ% 2009	GWh	Δ% 2009
Espanha, Portugal e Outros	3.498	26,8	84,7	68.069	-8,4	107.942	1,6
América Latina	631	-6,4	15,3	62.416	-0,6	67.275	5,5
Total	4.129	20,4	100	130.485	-4,8	175.217	3,1

Fonte: Dados da pesquisa.

A Endesa (2010) atribuiu o resultado do Ebitda de 2010 como consequência do aumento do volume de eletricidade vendida, conforme apresentado no Quadro 12, e à melhoria da combinação da produção, que utilizou um volume maior de energia hidrelétrica e nuclear e um menor de energia térmica. Diferentemente da geração hídrica, eólica, ou solar, que tem somente custos fixos, a geração térmica, que utiliza combustíveis fósseis como gás e carvão, tem custos fixos e variáveis. Por isso, o custo da energia elétrica gerada por meio térmico costuma ser afetado diretamente pelos preços desses insumos. Para haver produção por meio de gerador térmico, o preço a se obter no mercado deve, ao menos, cobrir os custos variáveis incorridos (CASTRO et al., 2014). Em 2010, o mix de produção da Endesa foi de 71,4%, oriundo de energia nuclear e hidrelétrica, enquanto no resto do setor foi de 46,4%. Por sua vez, os preços praticados por atacado permaneceram baixos, mas foram 2,9% superiores ao período de 2009.

No período de 2010, foi reconhecido um resultado positivo referente à redução no imposto de renda, conforme o Real Decreto-Lei nº 4/ 2004, no montante de 121 milhões de Euros. Dentre as despesas operacionais, as de pessoal apresentaram uma redução de 7%, em 2010, representando 142 milhões de Euros a menos nos gastos do período. A empresa destacou, ainda, outros fatores que influenciaram no resultado operacional, como o aumento dos custos variáveis, em 34,4%, e dos custos fixos, em 0,6% (ENDESA, 2010).

Referente ao período de 2011 verificou-se a redução no lucro líquido, em 46%, conforme apresentado no Quadro 13. A redução é explicada pelo período anterior ter considerado 1.975 milhões de Euros líquidos de impostos gerados pela alienação realizada em 2010. Excluindo-se esse ganho do período anterior e outro gerado no período de 2011, de 123 milhões de Euros, o lucro líquido comparado entre os dois períodos reduziu 0,7% (ENDESA, 2011).

Quadro 13 – Dados da empresa Endesa no período 2011.

Mercados	Lucro Líquido			Geração		Venda	
	Euros (Mil)	$\Delta\%$ 2010	% Partic	GWh	$\Delta\%$ 2010	GWh	$\Delta\%$ 2010
Espanha, Portugal e Outros	1.593	-54,5	72	75947	11,6	106.148	-1,7
América Latina	619	-1,9	28	62767	0,6	69.553	3,4
Total	2.212	-46,4	100	138714	6,3	175.701	0,3

Fonte: Dados da pesquisa.

Embora a receita tenha aumentado em 4,8% em relação ao período anterior, por sua vez, os custos de aquisições e serviços aumentaram em 10%. As tarifas de energia sofreram reduções por meio do Real Decreto-Lei 20/2011, pelo qual o sistema de liquidação gerido pela Comissão Nacional de Energia (CNE) é subsidiado. Dessa forma, houve uma redução de 26% na compensação do custo na geração não-continental (de 2.846 para 2.099 milhões de Euros). Outro ativo financeiro que apresentou redução significativa no período — de 48% — foi o financiamento do déficit de receita de atividades reguladas (de 6.340 para 3.281 milhões de Euros). Quanto à quantidade de energia gerada, esta apresentou um acréscimo de 6,3% em relação a 2010, enquanto as vendas variaram entre as regiões, conforme apresentado no Quadro 13 (ENDESA, 2011).

A Endesa, para o período de 2012, apresentou um crescimento de 3,8% nas receitas de vendas, que, de acordo com o seu RA (ENDESA, 2012), foi decorrente do aumento dos preços de venda. O lucro líquido apresentou redução de 8%, comparado ao período de 2011, conforme apresentado no Quadro 14. Por sua vez, as regiões da Espanha, Portugal e outros, que representam 69% do total, foram 11,5% menores. Os principais fatores atribuídos a esta redução no período foram a menor remuneração em determinadas atividades reguladas no setor de energia da Espanha, e a redução da margem na geração de energia do Chile, devido a condições hidrológicas adversas.

Quadro 14 – Dados da empresa Endesa no período 2012.

Mercados	Lucro Líquido			Geração		Venda	
	Euros (Mil)	$\Delta\%$ 2011	% Partic	GWh	$\Delta\%$ 2011	GWh	$\Delta\%$ 2011
Espanha, Portugal e Outros	1.410	-11,5	69,3	78.316	3,1	102.766	-2,4
América Latina	624	0,8	30,7	63.118	0,6	59.724	4,6
Total	2.034	-8	100	141.434	2	162.490	0,1

Fonte: Dados da pesquisa.

Referente ao total de energia gerada no período 2012, a Endesa apresentou um acréscimo de 2%, conforme Quadro 14, e as vendas na América Latina, para o mesmo período, apresentaram um acréscimo de 4,6%. Os custos variáveis representaram 6,6% de aumento, como resultado da maior geração por meio térmico convencional, que tem um maior consumo de combustível em relação à produção hidrelétrica. Por outro lado, os custos de energia para revenda aumentaram, e os custos fixos foram 1,8% maiores no período de 2012 em relação a 2011 (ENDESA, 2012).

Como demonstrado no Quadro 15, a Endesa (2013) finalizou o período de 2013 com reduções no lucro líquido, e na quantidade de energia elétrica gerada e vendida. A empresa atribuiu o impacto negativo no lucro líquido de Espanha e Portugal ao aumento nos custos, decorrentes das medidas regulamentares introduzidas em 2012 e da aplicação de novas medidas fiscais que entraram em vigor em 2013: Lei 15/ 2012, de 27 de dezembro; Real Decreto-Lei 2/2013, de 1 de fevereiro; e Real Decreto-Lei 9/2013, de 12 de julho. A receita na região de Espanha e Portugal foi favorecida pelas condições do mercado no período e pela maior precipitação de chuvas. Por sua vez, melhorias operacionais realizadas pela empresa contribuíram para a redução nos custos fixos (ENDESA, 2013).

Quadro 15 – Dados da empresa Endesa no período 2013.

Mercados	Lucro Líquido			Geração		Venda	
	Euros (Mil)	$\Delta\%$ 2012	% Partic	GWh	$\Delta\%$ 2012	GWh	$\Delta\%$ 2012
Espanha e Portugal	1.176	-16,6	62,6	70.542	-9,9	96.122	-6,5
América Latina	703	12,7	37,4	61.885	-2	61.512	3
Total	1.879	-7,6	100	132.427	-6,4	157.634	-3

Fonte: Dados da pesquisa.

A variação positiva, observada na América Latina para o período 2013, decorreu das operações realizadas na Argentina, referentes à aplicação da Resolução 250/ 2.013. No entanto, o Ebitda também foi influenciado pela redução nas depreciações, amortizações e perdas por redução ao valor recuperável, decorrentes do desinvestimento de ativos, como os ativos de geração da Irlanda (ENDESA, 2013).

Em relação aos resultados do período 2014 para a empresa Endesa, observou-se o aumento representativo do lucro líquido frente à redução na geração e nas vendas de energia elétrica, conforme apresentado no Quadro 16. Por meio dos RAs (ENDESA, 2014), identificou-se que o ganho com a descontinuidade das operações da América Latina, realizada

no período 2014, gerou um lucro líquido de 623 milhões de Euros, o que corresponde a 26% do total do valor da América Latina.

Quadro 16 – Dados da empresa Endesa no período 2014.

Mercados	Lucro Líquido			Geração		Venda	
	Euros (Mil)	Δ% 2013	% Partic	GWh	Δ% 2013	GWh	Δ% 2013
Espanha e Portugal	950	-19,2	28,5	69.681	1,8	93.928	-2,3
América Latina	2.387	239,5	71,5	45.107	-26,6	47.028	-23,2
Total	3.337	77,6	100	114.788	-11,6	140.956	-10,4

Fonte: Dados da pesquisa.

O Ebitda apresentou um aumento de 17%, enquanto que o consumo apresentou uma redução de 12%, em relação ao ano anterior. Quanto às causas da diminuição do lucro líquido do negócio de Espanha e Portugal, em 2014, foram destaques: a provisão referente a projetos de reestruturação de força de trabalho; o reconhecimento de perdas em alguns investimentos; e as mudanças reconhecidas referente à estimação de receitas e despesas na geração de países não-continentais incorridos desde janeiro de 2012, conforme Decreto Real, de janeiro de 2015.

Os custos fixos foram maiores em 7,3%, no período de 2014, em relação a 2013, representando um aumento de 175 milhões de Euros. As despesas com pessoal para o mesmo período representaram um aumento de 215 milhões de Euros, em relação ao período anterior. As causas mais significativas apontadas pela empresa foram despesas de indenização e de suspensão de contratos. Por outro lado, as despesas operacionais fixas foram reduzidas em 2,9%, como resultado de novas políticas implantadas — representando uma redução de 40 milhões de Euros. A empresa Endesa finalizou o período de 2014 com uma participação no setor de energia elétrica repondo por 37,7% da geração pelo regime normal, 43,1% da distribuição e 36,9% das vendas no mercado desregulado (ENDESA, 2014).

Outros fatores também podem influenciar nos escores, como demonstrado pelo resultado do coeficiente de determinação ajustado, apresentado anteriormente na Tabela 11. Dessa forma, com destaque para os períodos de 2010 e 2014, nos quais a empresa Endesa apresentou as maiores medições de eficiência no estudo, foram também identificados fatores técnicos, financeiros e contábeis, como: escolha de fontes com menor custo para o mix produtivo, energia hidrelétrica e nuclear; aumento do volume de vendas; aumento de preços; ganhos decorrentes da venda de ativos — Red Eléctrica e operações da América Latina;

redução em investimentos — EGP Espanha; contabilização do resultado positivo referente à redução no imposto de renda.

#### 4.5 SÍNTESE DOS RESULTADOS

Os resultados apurados pela equação demonstraram que o consumo per capita, o ativo imobilizado e o número de funcionários são as variáveis explicativas para a variável dependente Ebitda. Para o ativo imobilizado e para o número de funcionários, a equação demonstrou uma relação positiva. Assim, pode-se dizer que a empresa que apresentar um maior valor de Ebitda tende a apresentar, também, um maior valor de ativo imobilizado e um maior número de funcionários. Em relação à eficiência econômica, considerando-se a orientação aos insumos, a melhor relação se dará quando a empresa conquistar um melhor valor de Ebitda, por meio de uma melhor utilização dos bens e do quadro funcional já existente, ou pela redução destes.

A empresa Endesa apresentou os menores valores de ativo imobilizado e número de funcionários, relacionados aos maiores valores de Ebitda. Por meio dos RAs, identificou-se que essa distinção ocorreu porque nos períodos que foram feitas baixas dos ativos — portanto, redução nas contas do ativo imobilizado — também ocorreu o reconhecimento nas contas de resultado quanto aos ganhos decorrentes da operação de venda e desinvestimento, bem como a redução do quadro funcional. As empresas pertencentes à península Ibérica — Ibédrola, EDP Portugal e Red Eléctrica — destacaram-se por apresentar os maiores valores de Ebitda dentre as demais empresas da amostra, mas não apresentaram melhores escores de eficiência econômica. Entre as causas que se pode destacar está o aumento dos valores do ativo imobilizado, para os cinco períodos do estudo.

Dentre as empresas do estudo, pode-se verificar que a variação do investimento em ativo imobilizado, apresentado pelas integrantes da península Ibérica, manteve um aumento constante de 12% ao ano, com exceção do período de 2014, que foi influenciado pelo desinvestimento efetuado pela empresa Endesa. Para as empresas brasileiras, o comportamento foi distinto entre os segmentos. No período de 2010 a 2012, as distribuidoras apresentaram aumentos nos ativos imobilizados, de 10% a 13,7%, e redução de 7% nos períodos seguintes. Para o mesmo período, as transmissoras apresentaram de 51% e 27%, e reduziram nos anos seguintes. No entanto, as geradoras apresentaram reduções até 2012, de 12% e 3%, e voltaram a investir a partir daí, em 9,6% e 2%.

No estudo de Zambon (2015), o ativo total — formado em grande parte pelos ativos de concessão, que equivalem a variável ativo imobilizado utilizado no presente estudo — foi a segunda variável que mais contribuiu para o escore de eficiência das empresas, incluindo uma empresa que apresentou escore de 100%. Martins (2014) também utilizou, dentre suas variáveis, o ativo imobilizado, identificando que, em cinco das empresas da amostra, esta variável foi a principal determinante — ou seja, foi a que mais contribuiu para que elas atingissem a eficiência, onde três delas atingiram escore de 100%.

Assim, como no presente estudo, que identificou a variável número de funcionários como representativa para a eficiência do setor de energia, Tovar, Ramos-Real e Almeida (2011) relacionaram esta variável ao tamanho da empresa, que, por sua vez, foi identificada como fator importante para a produtividade do setor. Para Rempel (2013), a variável número de funcionários foi representativa para quatro das empresas identificadas como eficientes, e no estudo de Martins (2014) foi determinante para duas empresas que atingiram 100% de eficiência.

Em relação à variável consumo per capita, que apresentou um coeficiente com sinal negativo — indicando que o aumento desta variável diminui o Ebitda esperado — entende-se que a redução do consumo de energia contribui para um maior nível de eficiência econômica das empresas. Meza et al. (2007) também a utilizaram como variável de input e identificaram uma relação entre o menor consumo per capita e uma maior eficiência — mas, diferentemente do presente estudo, os autores a aliaram à análise de altos índices socioeconômicos.

O resultado da equação utilizada no estudo demonstrou que pertencer à península Ibérica implica em um impacto positivo sobre o Ebitda e em relação a distribuição dos escores, as empresas pertencentes à península Ibérica apresentaram resultados mais elevados. Dessa forma, pode-se considerar que a região que demonstrou ser mais eficiente foi a península Ibérica.

Entende-se que identificar as empresas que podem ser referência no desempenho frente às demais é parte importante do estudo, por assim poder contribuir com aspectos relevantes para o setor, bem como para o aprimoramento da gestão e entendimento dos investidores. Por meio dos resultados estimados de eficiência econômica relativa, foi possível verificar que, das 38 empresas integrantes da amostra estudada, a empresa Endesa é que apresentou os escores mais elevados, entre 100% e 68%, e, por isso, pode ser considerada como *benchmarking* para as demais. A Endesa é líder no mercado espanhol e tem atuação significativa no mercado português. Ela atua nos segmentos de geração, transmissão,

distribuição e comercialização de energia elétrica. As atividades de geração ocorrem em parques localizados na Espanha, Portugal e Marrocos.

Dentre as empresas brasileiras integrantes da amostra, a empresa Cemig-GT foi a que apresentou maiores escores nos períodos de 2012 a 2014. A empresa atua na geração, transmissão e comercialização de energia elétrica, nos estados brasileiros de Minas Gerais, Rio de Janeiro, Ceará e Rondônia. O período em que empresa apresentou o melhor escore foi em 2014, quando o Ebitda apresentou um aumento de 36%, em relação ao período anterior. Conforme o RA, a variação foi explicada em razão do aumento de 47,5% na receita líquida, que foi compensado em parte, por um aumento de 25,5% nos custos e despesas operacionais do mesmo período (CEMIG-GT, 2014).

O fato das duas empresas, Endesa e Cemig-GT, atuarem em mais de um segmento do setor de energia, ou seja, serem verticalizadas, pode ser um fator contributivo para terem apresentado escores mais significativos, em relação às demais empresas da amostra, as quais atuam em um. Pode-se observar que, dentre as nove empresas que atingiram os maiores escores da amostra, seis delas atuam em mais de um segmento. Como o ocorrido com os resultados apresentados pela empresa Endesa, no período 2010, a atuação em mercados diferentes favorece um melhor resultado consolidado, quando um deles apresenta perda e, outro, um ganho. Da mesma forma que para a atuação em mais de um segmento, onde o resultado final pode ser reequilibrado pelo resultado positivo de um, em relação ao resultado negativo de outro.

Os escores de eficiência relativa gerados para a amostra indicam que existem oportunidades para as empresas melhorarem seus resultados. Nesse contexto, a técnica de *benchmarking* pode ser utilizada para a adoção de possíveis melhorias. Analisando-se os fatores que contribuíram para a melhor eficiência econômica da empresa Endesa, pode-se destacar: a priorização no mix de produção por fontes que possuem menores custos, tal como a hidrelétrica e nuclear, em detrimento àquelas de fonte térmica, que apresentam maiores custos; redução de despesas operacionais e de pessoal; manter um mix de fontes de produção para poder redirecionar a geração, quando ocorrer algum impedimento de uma determinada fonte, como hidroelétrica, nuclear, térmica, eólica e solar; e reduzir os custos com energia de revenda.

Para empresas que atuam em diversos mercados, como a Endesa, o país onde ela atua pode ser um diferencial para atingir uma maior eficiência econômica. Quanto a isso, o estudo de Martins (2014) avaliou se a localização das empresas influenciou no nível de eficiência

atingido por estas — e não foi encontrada relação, concluindo que não seria um fator determinante para a eficiência da amostra estudada.

Outra questão seria relacionada ao preço praticado pelas empresas, que depende de regulamentação do setor e apresenta particularidades de infraestrutura e de geografia próprias de cada país — assim como as leis e regulamentos, que possibilitam maiores resultados em comparação a outros. Também, influenciará o volume de vendas para mercados desregulados, onde os preços praticados podem ser mais atrativos.

Embora as empresas brasileiras não tenham apresentado os maiores escores na amostra observada, muitas delas têm recebido reconhecimentos pelos empenhos demonstrados na busca pela eficiência no setor de energia, como as apresentadas no Quadro 9. Dentre elas, onze figuraram como as mais eficientes em estudos anteriores e foram consideradas *benchmarking* para as demais, como apresentado no Quadro 17.

Conforme apresentado no Apêndice D, as 20 observações que figuram entre os maiores escores de eficiência, e que pertencem ao segmento de distribuição, correspondem a nove empresas. Destas, sete são convergentes com os estudos anteriores de Rempel (2013), Martins (2014), Zorzo (2015) e Zambon (2015), de acordo com o apresentado no Quadro 17. Duas diferenciam-se desses, Cemig-D e Ampla, porque, no presente estudo, também figuram dentre as mais eficientes do segmento.

Quadro 17 – Empresas mais eficientes do segmento de distribuição.

Empresa	Rempel (2013)	Martins (2014)	Zorzo (2015)	Zambon (2015)	Estudo Atual
BANDEIRANTE		x			
CEMAR	x		x	x	x
COELBA		x	x	x	
COELCE	x				
COSERN	x	x			x
CPFL PAULISTA	x	x	x	x	x
CPFL PIRATININGA	x	x			x
ELEKTRO			x	x	x
ELETROPAULO	x		x	x	x
ENERSUL		x			
RGE	x	x			x
CEMIG-D					x
AMPLA					x

Fonte: Dados da pesquisa.

Considerando-se as empresas que apresentaram maiores escores de eficiência do segmento de distribuição, conforme Quadro 17, pode-se verificar que, com exceção da empresa Cemig-D, as demais receberam algum tipo de reconhecimento pelos esforços em busca da melhoria, conforme pode ser verificado no Quadro 9. Entretanto, de acordo com o apresentado na seção 4.1, pode-se observar que a Cemig-D apresentou crescimento de unidades consumidoras, aumento de volumes de energia faturada e melhora nos indicadores de qualidade, o que pode ser inferido como esforços para a melhoria dos escores de eficiência apresentados pela empresa.

Precisa-se considerar que a variabilidade das empresas identificadas como eficientes no presente estudo, em relação aos estudos anteriores, pode ser em razão dos diferentes períodos utilizados, pelos grupos de empresas distintos — *single country* e *cross-country* — pelas variáveis utilizadas, bem como pelo sistema utilizado para o cálculo dos escores de eficiência. Pelo método empregado neste estudo, para o cálculo da eficiência, não foi possível identificar o percentual de contribuição de cada variável no escore de eficiência alcançado para cada observação constante da amostra. Todavia, entende-se que esse fato não traz implicações desfavoráveis ao estudo, pois o peso de contribuição das variáveis pode variar independentemente do método empregado. A esse respeito, o estudo de Martins (2014) identificou uma variedade maior de combinações de variáveis nas empresas que alcançaram escores maiores de eficiência.

Zorzo (2015) evidenciou, no seu estudo, que os escores de eficiência apresentaram correlações relevantes com indicadores como o Ebitda, que é utilizado no presente estudo e com indicadores de qualidade DEC e FEC. Por sua vez, Zambon (2015) reforçou essa informação por meio dos seus resultados — pois também evidenciou a existência de correlação entre a eficiência econômica e o Ebitda.

Os resultados encontrados permitiram identificar os escores de eficiência, considerando-se as variáveis utilizadas no estudo como seus determinantes. Identificou-se a região que apresentou a maior eficiência e a empresa que pode ser considerada como *benchmarking* para as demais.

## 5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O fornecimento de energia elétrica é essencial para o funcionamento da sociedade e para a demanda por um produto não-armazenável, que varia em curtos períodos de tempo, envolve a coordenação da produção, e geração de decisões de investimentos e de transporte, cada vez mais rápidas. Seu preço é um fator decisivo para a competitividade de grande parte da economia e os melhores resultados alcançados estão diretamente relacionados à melhor eficiência econômica encontrada pelo setor de energia. As características que tornam uma empresa mais eficiente representam elementos importantes a serem identificados de forma que o órgão regulador possa considerar na formação do preço praticado no setor elétrico.

Este estudo procurou determinar a eficiência econômica relativa do setor de energia elétrica, da península Ibérica e do Brasil, no período de 2010 a 2014. Foram consideradas na amostra 38 empresas, distribuídas em 33 brasileiras e 5 da península Ibérica, o que resultou em 190 observações. Para o seu desenvolvimento foram utilizados o modelo de regressão linear multivariada, o método de mínimos quadrados generalizados e dados em painel. As variáveis aplicadas foram o Ebitda, o PIB per capita, o consumo de energia elétrica (GWh) per capita, o ativo imobilizado e o número de funcionários. Os cálculos dos escores de eficiência econômica foram gerados a partir da estimação dos resíduos da equação e, assim, foram utilizados para a mensuração do índice de eficiência das empresas.

De acordo com o resultado apurado, por meio do cálculo de regressão, a península Ibérica foi considerada como a região mais eficiente, em comparação ao Brasil. Como resultado entre as 38 empresas analisadas, a empresa Endesa figurou como a mais eficiente. Por estar localizada na península Ibérica e em razão de atingir os quatro maiores escores, dentre as 190 observações integrantes da amostra, a Endesa foi considerada como *benchmarking* para as demais empresas integrantes do estudo. A segunda empresa que atingiu o maior escore de eficiência foi a empresa brasileira Cemig-GT. Dentre as empresas do segmento de distribuição com maiores escores, sete figuraram como mais eficientes em estudos anteriores de Rempel (2013), Martins (2014), Zorzo (2015) e Zambon (2015): CEMAR, CPFL PAULISTA-D, CPFL PIRATININGA-D, ELEKTRO, ELETROPAULO e RGE.

Verificou-se que o ativo imobilizado e o número de funcionários são fatores explicativos para a eficiência das empresas. Assim, pode-se inferir que a variação no volume de funcionários e o investimento efetuado pelas empresas em bens, são fatores determinantes para a eficiência. Já, a variável PIB per capita não resultou como explicativa. Por sua vez, o

consumo de energia per capita apresentou uma relação explicativa negativa, significando que aumentar o consumo de energia per capita gera diminuição no resultado do Ebitda. Dessa forma, as empresas que atingiram melhores medições de eficiência econômica foram as que conquistaram um melhor aproveitamento dos seus bens e do quadro funcional existente, ou efetuaram redução desses, e apresentaram aumentos de Ebitda, com reduções de consumos per capita.

Destaca-se que o setor de energia tem passado por mudanças estruturais e econômicas, que por sua vez são acompanhadas por legislações que visam manter o equilíbrio entre oferta e demanda. Da mesma forma que buscam adequar o mercado às novas realidades de consumo, com metas de eficiência energética e consequentes necessidade de controle de preços. Por sua vez, questões relacionadas ao meio ambiente também contribuíram para legislações relacionadas à redução das emissões de gases de efeito estufa e maior utilização de fontes renováveis. Como consequência das legislações em vigor pode-se identificar reflexos nos resultados das empresas estudadas, tal como as compensações por perdas e com a redução no imposto de renda por meio do Real Decreto-Lei nº 4/ 2004.

Espera-se que este estudo possa contribuir no meio acadêmico, agregando as informações geradas aos estudos já realizados anteriormente sobre a eficiência econômica do setor elétrico. Por ter contemplado a península Ibérica, também se almeja contribuir para estudos que tenham inserido no seu contexto esta região, o Brasil — ou, mesmo, àqueles que contemplem outros países.

No meio profissional, espera-se que o estudo possa contribuir com novos subsídios a serem aliados aos já existentes e que as empresas possam atuar preventivamente na manutenção da eficiência, bem como colabore para a melhoria nos escores alcançados. Dessa forma, os escores de eficiência econômica gerados podem ser utilizados como indicadores no auxílio da avaliação de desempenho das empresas.

Quanto ao meio social, almeja-se que os achados sejam úteis para os órgãos reguladores, em razão dos achados decorrentes das variáveis utilizadas, do método empregado, do comparativo entre os países da península Ibérica e Brasil. Bem como do fato de ter contemplado, em um único estudo, os diversos segmentos do setor.

São apresentados como sugestão para estudos futuros:

- a) Utilizar de séries históricas de dados, buscando identificar fatores externos que influenciem, de alguma forma, nos escores obtidos;
- b) Utilizar outros modelos econométricos para a confirmação dos escores identificados;

- c) Mensurar os escores técnicos e, assim, fazer uma associação com os resultados apresentados neste estudo, identificando se as empresas que alcançaram eficiência econômica também alcançam eficiência técnica;
- d) Em razão das práticas de gestão, aliar às variáveis utilizadas indicadores ambientais, operacionais e de qualidade;
- e) Avaliar os escores econômicos de outros países tais como G-20 ou países da América do Sul;
- f) Mensurar os escores de eficiência econômica em relação à inovação tecnológica;
- g) Mensurar os escores de eficiência econômica em relação ao nível de governança.

Cabe salientar que os escores encontrados neste estudo estão relacionados às variáveis aqui utilizadas, bem como ao período compreendido no estudo. Assim, os resultados encontrados podem auxiliar em processos de avaliação de eficiência econômica do setor de energia elétrica, mas não podem ser considerados como definitivos. Em razão de ser uma análise relativa, deve-se considerar que sempre haverá escores inferiores a 100%, e que a inclusão ou exclusão de variáveis resultam na alteração dos resultados gerados.

## REFERÊNCIAS

- ABRACEEL. Associação brasileira dos comercializadores de energia: o papel das comercializadoras. Disponível em: <[http://www.abraceel.com.br/zpublisher/secoes/mercado\\_livre.asp?m\\_id=19151](http://www.abraceel.com.br/zpublisher/secoes/mercado_livre.asp?m_id=19151)>. Acesso em: 07 Mar. 2016.
- ABRADEE. Setor elétrico: visão geral. Brasília, 2015. Disponível em: <<http://abradee.com.br/setor-eletrico/visao-geral-do-setor>>. Acesso em: 05 Set. 2015.
- \_\_\_\_\_. Setor elétrico: redes de energia elétrica. Brasília, 2016. Disponível em: <<http://www.abradee.com.br/setor-eletrico/redes-de-energia-eletrica>>. Acesso em: 07 Mar. 2016.
- ADENE, Agência nacional de energia. Política energética. Portugal, 2017a. Disponível em: <<http://www.adene.pt/politica-energetica>>. Acesso em: 15 Ago. 2017.
- \_\_\_\_\_, Agência nacional de energia. Política energética. Portugal, 2017b. Disponível em: <<http://www.adene.pt/planos-e-programas>>. Acesso em: 15 Ago. 2017.
- AES SUL. AES Sul Distribuidora Gaúcha de Energia S.A. Disponível em: <<https://www.rgesul.com.br/clientes-residenciais-comerciais/Paginas/home.aspx>>. Acesso em: 05 Mai. 2014.
- AES TIETE. AES Tiete S.A. Disponível em: <<http://www.aestiete.com.br/Paginas/Default.aspx>>. Acesso em: 05 Mai. 2014.
- AIGNER, D. J.; CHU, S. F. On estimating the industry production function. **American Economic Review**, v. 58, p. 826-839, 1968.
- ALONSO, C. S. El déficit de tarifa y la importancia de la ortodoxia en la regulación del sector eléctrico. **Papeles de Economía Española**, n. 134, p. 101-116, 2012.
- ALVES, L. A.; MELLO, J. C. C. B. S. Weights based clustering in Data Envelopment Analysis using kohonen neural network: an application in Brazilian electrical sector. **IEEE Latin America Transactions**, v. 13, n. 1, p.188-194, 2015.
- AMPLA. Ampla Energia e Serviços S.A. Disponível em: <<http://www.eneldistribuicao.com.br/rj/>>. Acesso em: 05 Mai. 2014.
- ANDRADE, G. N.; ALVES, L. A.; SILVA, C. E. R. F.; MELLO, J. C. C. B. S. Evaluating electricity distributors efficiency using self-organizing map and Data Envelopment Analysis. **IEEE Latin America Transactions**, v. 12, n. 8, p. 1464-1472, 2014.
- ANEEL, Associação nacional de energia elétrica. **Atlas de energia elétrica do Brasil**. 3. ed. Brasília: Aneel, 2008.
- \_\_\_\_\_, Associação nacional de energia elétrica. Informações técnicas: distribuição de energia elétrica – PRODIST. Brasília, 2015. Disponível em: <<http://www.aneel.gov.br/area.cfm?idArea=82>>. Acesso em: 05 Set. 2015.

\_\_\_\_\_, Associação nacional de energia elétrica. Capacidade de geração do Brasil. Brasília, 2016. Disponível em: <<http://www2.aneel.gov.br/aplicacoes/capacidadebrasil/capacidadebrasil.cfm>>. Acesso em: 07 Mar. 2016.

ARCOS, A.; TOLEDO, P. A. An analysis of the Spanish electrical utility industry: economies of scale, technological progress and efficiency. **Energy Economics**, v.31, p. 473-481, 2009.

ATLAS BRASIL. Atlas de desenvolvimento humano no Brasil. Disponível em: <<http://www.atlasbrasil.org.br/2013/pt/consulta/>>. Acesso em: 05 Set. 2015.

AUGUSTONI, A.; MARETTI, M. Energy and social change: an introduction. **International Review of Sociology**, v. 22, n. 3, p. 391-404, 2012.

BAER, W.; KERSTENETZKY, I.; VILLELA, A. V. As modificações no papel do estado na economia brasileira. **Pesquisa e Planejamento Econômico**, v. 3, n. 4, p. 883-912, 1973.

BAESA. Energética Barra Grande S.A. Disponível em: <<http://www.baesa.com.br/baesa/>>. Acesso em: 05 Mai. 2014.

BAIMEL, D.; TAPUCHI, S., BAIMEL, N. Smart Grid Communication Technologies. **Journal of Power and Energy Engineering**, v. 4, p. 1-8, 2016.

BANDEIRANTE. Bandeirante Energia S.A. Disponível em: <<http://www.edpbr.com.br/>>. Acesso em: 05 Mai. 2014.

BARROS, A. J. S.; LEHFELD, N. A. S. **Fundamentos de metodologia científica**. 3. ed. São Paulo: Person, 2012.

BCB. Banco central do Brasil. Cotações e boletins. Disponível em: <<http://www4.bcb.gov.br/pec/taxas/port/ptaxnpsq.asp?id=txcotacao>>. Acesso em: 05 Set. 2015.

BEZANKO, D. BRAEUTIGAM, R. R. **Microeconomia**: uma abordagem completa. 1. ed. Rio de Janeiro: LTC, 2004.

BEZERRA, H. M. S. O setor elétrico na Espanha e no Brasil: uma perspectiva comparada dos processos de liberalização. **Revista Brasileira de Energia**, v. 19, n. 1, p. 91-115, 2013.

BM&FBOVESPA. Bolsa de valores, mercadorias e futuros de São Paulo. Disponível em: <[http://www.bmfbovespa.com.br/pt\\_br/produtos/listados-a-vista-e-derivativos/renda-variavel/empresas-listadas.htm](http://www.bmfbovespa.com.br/pt_br/produtos/listados-a-vista-e-derivativos/renda-variavel/empresas-listadas.htm)>. Acesso em: 14 Jan. 2016.

BM. Banco Mundial. PIB per cápita. 2015a. Disponível em: <<http://datos.bancomundial.org/indicador/NY.GDP.PCAP.KD>>. Acesso em: 05 Set. 2015.

\_\_\_\_\_. Banco Mundial. Consumo de energia elétrica. 2015b. Disponível em: <<http://datos.bancomundial.org/indicador/EG.USE.ELEC.KH.PC>>. Acesso em: 05 Set. 2015.

BOENTE, D. R.; LUSTOSA, P. R. B. Um estudo comparativo da eficiência de distribuidoras brasileiras de energia elétrica privadas e públicas. **RAC - Revista Ambiente Contábil**, v. 8, n. 2, p. 263-286, jul/ dez. 2016.

BOLSA DE LISBOA. Euronext Lisboa Disponível em: <[https://www.bolsadelisboa.com.pt/search\\_instruments/energia](https://www.bolsadelisboa.com.pt/search_instruments/energia)>. Acesso em 20 Abr. 2016.

BOLSA DE MADRID. Bolsa de mercado secundário de Madrid, Espanha. Disponível em: <<http://www.bolsamadrid.es/esp/asp/Empresas/Empresas.aspx>>. Acesso em: 14 Jan. 2016.

BRASIL. Lei nº 5.452, de 1 de Maio de 1943. Institui a Consolidação das Leis do Trabalho. Brasília, DF, 1943. Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/decreto-lei/Del5452.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/decreto-lei/Del5452.htm)>. Acesso em: 05 Jan. 2016.

\_\_\_\_\_. Ministério de Minas e Energia. Projeto RESEB-COM: Sumário executivo das sugestões. Brasília, DF: CPRM, 2001.

\_\_\_\_\_. Lei nº 12.783, de 11 de Janeiro de 2013. Dispõe sobre as concessões de geração, transmissão e distribuição de energia elétrica, sobre a redução dos encargos setoriais e sobre a modicidade tarifária. Brasília, DF, 2013. Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_Ato2011-2014/2013/Lei/112783.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2011-2014/2013/Lei/112783.htm)>. Acesso em: 05 Jan. 2016.

\_\_\_\_\_. Ministério de Minas e Energia. Anuário estatístico de energia elétrica 2015, ano base 2014. Brasília, DF: EPE, 2015.

\_\_\_\_\_. Ministério de Minas e Energia. Entidades vinculadas e afins: Eletrobras. Brasília, DF, 2016a. Disponível em: <<http://www.mme.gov.br/web/guest/entidades-vinculadas-e-afins/eletrobras>>. Acesso em: 05 Set. 2016.

\_\_\_\_\_. Ministério de Minas e Energia. Entidades vinculadas e afins: ANEEL. Brasília, DF, 2016b. Disponível em: <<http://www.mme.gov.br/web/guest/entidades-vinculadas-e-afins/aneel>>. Acesso em: 05 Set. 2016.

BRIGATTE, H.; GOMES, M. F. M.; SANTOS, M. L.; COSTA, A. A. Análise de eficiência relativa das distribuidoras de energia elétrica brasileiras das regiões sudeste/ nordeste. **Pesquisa & Debate**, SP, v. 22, n. 1, p. 1-24, 2011.

CASTRO, N.; BRANDÃO, R.; HUBNER, N.; DANTAS, G.; ROSENTAL, R. A formação do preço da energia elétrica: experiências internacionais e o modelo brasileiro. TDSE 62. GESEL, Rio de Janeiro, 2014. Disponível em: <[https://www.google.com.br/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=1&cad=rja&uact=8&ved=0ahUKEwio0o\\_N443VAhUK4yYKHToTAmcQFggmMAA&url=http%3A%2F%2Fwww.gesel.ie.ufrj.br%2Fapp%2Fwebroot%2Ffiles%2Fpublications%2F56\\_GESEL%2520-%2520TDSE%252062%2520Pre%25C3%25A7o%2520da%2520Energia.pdf&usq=AFQjCNGOIHC0ThZfZHBjPsl9VFufCa1AdA](https://www.google.com.br/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=1&cad=rja&uact=8&ved=0ahUKEwio0o_N443VAhUK4yYKHToTAmcQFggmMAA&url=http%3A%2F%2Fwww.gesel.ie.ufrj.br%2Fapp%2Fwebroot%2Ffiles%2Fpublications%2F56_GESEL%2520-%2520TDSE%252062%2520Pre%25C3%25A7o%2520da%2520Energia.pdf&usq=AFQjCNGOIHC0ThZfZHBjPsl9VFufCa1AdA)>. Acesso em: 15 Dez. 2016.

CEEE-D. Companhia Estadual de Distribuição de Energia Elétrica. Disponível em: <<http://www.ceee.com.br/pportal/ceee/Component/Controller.aspx>>. Acesso em: 05 Mai. 2014.

CEEE-GT. Companhia Estadual de Geração e Transmissão de Energia Elétrica. Disponível em: <<http://www.ceee.com.br/pportal/ceee/Component/Controller.aspx?CC=12457>>. Acesso em: 05 Mai. 2014.

ÇELEN, A. The effect of merger and consolidation activities on the efficiency of electricity distribution regions in Turkey. **Energy Policy**, v. 59, n. 1, p. 674-682, 2013.

CELPA. Centrais Elétricas do Pará S.A. Disponível em: <<http://www.celpe.com.br/home>>. Acesso em: 05 Mai. 2014.

CELPE. Companhia Energética de Pernambuco S.A. Disponível em: <<http://www.celpe.com.br/Pages/Default.aspx>>. Acesso em: 05 Mai. 2014.

CEMAR. Companhia Energética do Maranhão S.A. Disponível em: <<http://www.cemar116.com.br/home>>. Acesso em: 05 Mai. 2014.

CEMIG-D. Companhia Energética de Minas Gerais, Distribuição S.A. Disponível em: <[http://ri.cemig.com.br/static/ptb/cemig\\_distribuicao.asp?idioma=ptb](http://ri.cemig.com.br/static/ptb/cemig_distribuicao.asp?idioma=ptb)>. Acesso em: 05 Mai. 2014.

CEMIG-GT. Companhia Energética de Minas Gerais, Geração e Transmissão S.A. Disponível em: <[http://ri.cemig.com.br/static/ptb/cemig\\_geracao\\_transmissao.asp?idioma=ptb](http://ri.cemig.com.br/static/ptb/cemig_geracao_transmissao.asp?idioma=ptb)>. Acesso em: 05 Mai. 2014.

CESP. Companhia Energética de São Paulo. Disponível em: <<http://www.cesp.com.br/portalCesp/portal.nsf/V03.02/Index?OpenDocument>>. Acesso em: 05 Mai. 2014.

COELBA. Companhia de Eletricidade do Estado da Bahia. Disponível em: <<http://www.coelba.com.br/Pages/Default.aspx>>. Acesso em: 05 Mai. 2014.

COELCE. Companhia Energética do Ceará. Disponível em: <[http://ri.coelce.com.br/default\\_pt.asp?idioma=0&conta=28](http://ri.coelce.com.br/default_pt.asp?idioma=0&conta=28)>. Acesso em: 05 Mai. 2014.

COOPER, W. W.; SEIFORD, L. M.; ZHU, J. **Handbook on data envelopment analysis**. 2 ed. Boston: Kluwer Academic Publishers, 2004.

COSERN. Companhia Energética do Rio Grande do Norte. Disponível em: <<http://www.cosern.com.br/Pages/default.aspx>>. Acesso em: 05 Mai. 2014.

COSTA, C. G. Proximidade cultural e dinamismo econômico: por que investem as empresas portuguesas no Brasil. **RAE - Revista de Administração de Empresas**, v.46, n. 0, p. 35-47, 2006.

CPC. Comitê de Pronunciamentos Contábeis. **Interpretações e orientações técnicas contábeis 2012**. 1. ed. Brasília: Conselho Federal de Contabilidade, 2013.

CPFL. A empresa. 2016. Disponível em: <<https://www.cpfl.com.br/unidades-de-negocios/geracao/cpfl-geracao/Paginas/default.aspx>>. Acesso em: 20 Dez. 2016.

\_\_\_\_\_. Características dos sistemas elétricos e do setor elétrico de países e, ou estados selecionados 2014. Disponível em: <<https://www.google.com.br/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=1&cad=rja&uact=8&ved=0ahUKEwj1g5js8NPWAhUChJAKHfKDDXMqFggmMAA&url=https%3A%2F%2Fwww.cpfl.com.br%2Fenergias->>

sustentaveis%2Finovacao%2Fprojetos%2FDocuments%2FPB3002%2Fcaracteristicas-de-sistemas-eletricos-de-paises-selecionados.pdf&usg=AOvVaw2E2bwwDP-SDj6xhkrisRD>. Acesso em: 20 Dez. 2016.

CPFL-G. Companhia Paulista de Força e Luz - Geração. Disponível em: <<https://www.cpfl.com.br/unidades-de-negocios/geracao/cpfl-geracao/Paginas/default.aspx>>. Acesso em: 05 Mai. 2014.

CPFL PAULISTA. Companhia Paulista de Força e Luz - Distribuição. Disponível em: <<https://www.cpfl.com.br/unidades-de-negocios/distribuicao/cpfl-paulista/Paginas/default.aspx>>. Acesso em: 05 Mai. 2014.

CPFL PIRATININGA. Companhia Piratininga de Força e Luz. Disponível em: <<https://www.cpfl.com.br/unidades-de-negocios/distribuicao/cpfl-piratininga/paginas/default.aspx>>. Acesso em: 05 Mai. 2014.

CTEEP. Companhia de Transmissão de Energia Elétrica Paulista. Disponível em: <<http://www.isactEEP.com.br/>>. Acesso em: 05 Mai. 2014.

CVM. Comissão de Valores Mobiliários. Instrução nº 527, de 4 de outubro de 2012. Disponível em: <<http://www.cvm.gov.br/legislacao/inst/inst527.html>>. Acesso em: 05 Jan. 2016.

DGEG. Direção Geral de Energia e Geologia: Relatório de monitorização da segurança de abastecimento do sistema elétrico nacional 2015-2030. Disponível em: <[http://www.erse.pt/pt/consultaspublicas/consultas/Documents/53\\_Proposta%20PDIRT-E\\_2015/RMSA-E%202014%20FINAL.pdf](http://www.erse.pt/pt/consultaspublicas/consultas/Documents/53_Proposta%20PDIRT-E_2015/RMSA-E%202014%20FINAL.pdf)>. Acesso em: 20 Dez. 2016.

DIEESE. Nota técnica n. 147. São Paulo, 2015. Disponível em: <<http://www.dieese.org.br/notatecnica/2015/notaTec147eletricidade.pdf>>. Acesso em: 05 Set. 2015.

DIEHL, A. A.; TATIM, D. C. **Pesquisa em ciências sociais aplicadas**: métodos e técnicas. 1. ed. São Paulo: Pearson Education do Brasil, 2004. Livro eletrônico.

DRUCKER, P. F. The Drucker prize. Disponível em: <<http://www.drucker.institute/nonprofits/>>. Acesso em: 01 Mai. 2017.

DUKE. Duke Energy International Geração Paranapanema S.A. Disponível em: <<https://www.duke-energy.com/home>>. Acesso em: 05 Mai. 2014.

EDP. Energias de Portugal S.A. Disponível em: <<http://www.edp.pt/pt/Pages/homepage.aspx>>. Acesso em: 05 Mai. 2014.

\_\_\_\_\_. O Sistema elétrico português. 2016a. Disponível em: <<http://www.edp.pt/pt/aedp/sectordeenergia/sistemaelectricoportugues/Pages/SistElectNacional.aspx>>. Acesso em: 20 Dez. 2016.

\_\_\_\_\_. Km rede distribuição – Portugal. 2016b. Disponível em: <<http://www.edp.pt/pt/aedp/unidadesdenegocio/distribuicaodeelectricidade/Pages/Distribui%C3%A7%C3%A3oPT.aspx>>. Acesso em: 20 Dez. 2016.

EDP-ESCELSA. Espírito Santo Centrais Elétricas S.A. Disponível em: <<http://www.edp.com.br/Paginas/default.aspx>>. Acesso em: 05 Mai. 2014.

ELEKTRO. Elektro Eletricidade e Serviços S.A. Disponível em: <<https://www.elektro.com.br/>>. Acesso em: 05 Mai. 2014.

ELETROBRAS. Centrais Elétricas Brasileiras SA. Disponível em: <<http://www.elektrobras.com/>>. Acesso em: 03 Mar. 2016.

ELETROPAULO. Eletropaulo Metropolitana Eletricidade de São Paulo S.A. Disponível em: <<https://www.aeseletropaulo.com.br/Paginas/aes-eletropaulo.aspx>>. Acesso em: 05 Mai. 2014.

EMAE. Empresa Metropolitana de Águas e Energia S.A. Disponível em: <<http://emae.com.br/>>. Acesso em: 05 Mai. 2014.

ENDESA. Endesa Sociedad Anonima. Disponível em: <<https://www.endesa.pt/>>. Acesso em: 05 Mai. 2014.

ENERGISA-MS. Energisa Mato Grosso do Sul, Distribuidora de Energia S.A. Disponível em: <<http://www.energisa.com.br/>>. Acesso em: 05 Mai. 2014.

ENERGISA-MT. Energisa Mato Grosso, Distribuidora de Energia S.A. Disponível em: <<http://www.energisa.com.br/>>. Acesso em: 05 Mai. 2014.

ENFLO, K.; HENRIQUES, S. Bias-corrected estimates of total factor energy efficiency in OECD and non-OECD countries 1965-1990. Department of Economic History Lund University Work in Progress, 2007.

EPE. Empresa de Pesquisa Energética: Anuário estatístico de energia elétrica. Disponível em: <<http://www.epe.gov.br/AnuarioEstatisticodeEnergiaEletrica/Forms/Anurio.aspx>>. Acesso em: 05 Set. 2015.

ERSE. Entidade Reguladora dos Serviços Energéticos: Eletricidade. Disponível em: <<http://www.erse.pt/pt/electricidade/Paginas/default.aspx>>. Acesso em: 20 Dez. 2016.

EUROSTAT. Electricity and gas prices, second half of year, 2013-15 (EUR per kWh). 2016a. Disponível em: <[http://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php/File:Electricity\\_and\\_gas\\_prices,\\_second\\_half\\_of\\_year,\\_2013%E2%80%9315\\_\(EUR\\_per\\_kWh\)\\_YB16.png#file](http://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php/File:Electricity_and_gas_prices,_second_half_of_year,_2013%E2%80%9315_(EUR_per_kWh)_YB16.png#file)>. Acesso em: 20 Dez. 2016.

EUROSTAT. Produção e importação de energia. 2016b. Disponível em: <[http://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php/Energy\\_production\\_and\\_imports/pt](http://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php/Energy_production_and_imports/pt)>. Acesso em: 20 Dez. 2016.

FARRELL, M. J. The measurement of productive efficiency of production. **Journal of the Royal Statistical Society**, Series A, v. 120, n. 3, p. 253–281, 1957.

FÁVERO, L. P. Análise de dados. 1. Ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2015.

FERREIRA, C. M. C.; GOMES, A. P. **Introdução à análise envoltória de dados**. 1. ed. Viçosa: UFV, 2009.

FERREIRA, Z. O. **A expansão do investimento direto externo espanhol e seu direcionamento para o Brasil (1995-2006)**. 2010. 322 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Políticas) - Programa de Pós-Graduação em Ciências Políticas, Universidade Federal do Piauí (UFPI), Piauí, 2010.

FERSA. Fersa Energías Renovables, S.A. Disponível em: <<http://www.fersa.es/>>. Acesso em: 05 Mai. 2014.

GOMES, A. C. S.; ALBARCA, C. D. G.; FARIA, E. A. S. T.; FERNANDES, H. H. O. BNDES 50 anos - histórias setoriais: O setor elétrico. **BNDES**, Rio de Janeiro, 2002. Disponível em: <[http://www.bndes.gov.br/SiteBNDES/bndes/bndes\\_pt/Galerias/Convivencia/Publicacoes/Consulta\\_Expressa/Tipo/Livro/200212\\_7.html](http://www.bndes.gov.br/SiteBNDES/bndes/bndes_pt/Galerias/Convivencia/Publicacoes/Consulta_Expressa/Tipo/Livro/200212_7.html)>. Acesso em: 15 Jan. 2016.

GUJARATI, D. N.; PORTER, D. C. **Econometria básica**. 5. ed. Porto Alegre: AMGH, 2011. Livro eletrônico.

GUMBAU-ALBERT, M.; MAUDOS, J. The determinants of efficiency: the case of the Spanish industry. **Applied Economics**, v. 34, n. 15, p. 1941-1948, 2002.

HAIR JR, J. F.; BLACK, W. C.; BABIN, B. J.; ANDERSON, R. E.; TATHAM; R. L. **Análise multivariada de dados**. 7. ed. Porto Alegre: Bookman Editora, 2009. Livro eletrônico.

HU, J. L.; WANG, S. C. Total factor energy efficiency of regions in China. **Energy Policy**. v. 34, p. 3206-3217, 2006.

IBERDROLA. Iberdrola S.A. Disponível em: <<https://www.iberdrola.pt/02sicb/corporativa/iberdrola/sobre-nos/grupo-iberdrola>>. Acesso em: 05 Mai. 2014.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Tabelas completas. Disponível em: <[http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/economia/contasregionais/2014/default\\_xls.shtm](http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/economia/contasregionais/2014/default_xls.shtm)>. Acesso em: 05 Set. 2015.

INVESTCO. Investco S.A. Disponível em: <<http://www.edp.com.br/geracao-renovaveis/geracao/tocantins/investco/Paginas/default.aspx/>>. Acesso em: 05 Mai. 2014.

JASMAB, T.; POLLIT, M. Benchmarking and regulation: international electricity experience. **Utilities Policy**, v. 9, n. 3, p. 107-130, 2001.

JIMÉNEZ, M. S.; LAVILLE, E. G.; DRIHA, O. M. Las energías renovables en España. **Estudios de Economía Aplicada**, v. 31, n. 1, p. 35-58, 2013.

JUBRAN, A. J. **Modelo de análise de eficiência na administração pública**: estudo aplicado às prefeituras brasileiras usando a Análise Envoltória de Dados. 2006. 226 f. Tese (Doutorado em Sistemas Eletrônicos) - Escola Politécnica, Universidade de São Paulo (USP), São Paulo, 2006.

KAO, C.; LIN, P. Efficiency of parallel production systems with Fuzzy Data. **Science Direct Journals**, v. 198, p. 83-98, 2012.

LAIMER, C. G. **A cooperação entre universidade, empresa e governo na promoção de ambientes de inovação**: um estudo em parques científicos e tecnológicos no Brasil e em Portugal. 2013. 181 f. Tese (Doutorado em Administração) - Programa de Pós-Graduação em Administração, Universidade do Vale do Rio dos Sinos (UNISINOS), São Leopoldo, 2013.

LAKATOS, E. M.; MARCONI, M. de A. **Fundamentos de metodologia científica**. 6. ed. São Paulo: Atlas, 2007.

LEANDRO, M. S. R. **A comunidade Ibero-americana de nações**: o protagonismo da Espanha. 2011. 176 f. Dissertação (Mestrado em História Contemporânea e Estudos Internacionais Comparativos) - Faculdade de Letras da Universidade de Coimbra, Coimbra, 2011.

LIGHT SESA. Light Serviços de Eletricidade S.A. Disponível em: <<http://www.light.com.br/grupo-light/Empresas-do-Grupo/light-servicos-de-eletricidade.aspx>>. Acesso em: 05 Mai. 2014.

LIMA, C.; BRANDÃO, D. I.; SOUZA, A. N. Novas tendências tecnológicas aplicadas no uso eficiente de energia. In: LATIN AMERICAN CONGRESS ON ELECTRICITY GENERATION AND TRANSMISSION, 9., 2011, Mar Del Plata. Anais IX CLAGTEE. Mar Del Plata, 2011.

LUNKES, R. J.; FELIU, V. M. R.; ROSA, F. S. Pesquisa científica en contabilidad gerencial: estudio comparativo entre España e Brasil. **Contaduría y Administración**, v. 57, n. 2, p. 159-184, Abr-Jun 2012.

MACHADO, L. G.; MELLO, J. C. C. B. S.; ROBOREDO, M. C. Efficiency evaluation of Brazilian electrical distributors using Data Envelopment Analysis Game and cluster analysis. **IEEE Latin America Transactions**, v. 14, n. 11, p. 4499-4505, 2016.

MARIANO, E. B.; ALMEIDA, M. R.; REBELATTO, D. A. N. Princípios básicos para uma proposta de ensino sobre Análise por Envoltória de Dados. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENSINO DE ENGENHARIA, 34., 2006. Passo Fundo. Anais XXXIV COBENGE. Passo Fundo, 2006.

MARION, J. C. **Contabilidade empresarial**. 17. ed. São Paulo: Atlas, 2015. Livro eletrônico.

MARÔCO, J. **Análise estatística com SPSS statistics**. 6. ed. Portugal: Gráfica Manuel Barbosa & Filhos, 2014.

MARTINS, V. Q. **Eficiência econômica em empresas distribuidoras de energia elétrica**: um estudo com base na Análise Envoltória de Dados. 2014. 86 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Contábeis) - Programa de Pós-Graduação em Ciências Contábeis, Universidade do Vale do Rio dos Sinos (UNISINOS), São Leopoldo, 2014.

MASCARENHAS, S. A. **Metodologia científica**. 1. ed. São Paulo: Pearson Education do Brasil, 2012. Livro eletrônico.

MCCLAVE, J. T; BENSON, P. G.; SINCICH, T. **Estatística para administração e economia**. 1. ed. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2009.

MELLO, J. C. C. B. S.; MEZA, L. A.; GOMES, E. G.; BIONDI NETO, L. Curso de análise de envoltória de dados. In. SIMPÓSIO BRASILEIRO DE PESQUISA OPERACIONAL, 37., 2005, Gramado. Anais XXXVII SBPO. Gramado, 2005.

MEZA, L. A.; MELLO, J. C. C. B. S.; GOMES, E. G.; FERNANDES, A. J. S. Seleção de variáveis em DEA aplicada a uma análise do mercado de energia elétrica. **Investigação Operacional**, v. 27, n. 1, p. 21-36, 2007.

MORENO, P.; ANDRADE, G. N.; ANGULO, L.; MELLO, J. C. C. B. S. Evaluation of Brazilian electricity distributors using a network DEA model with shared inputs. **IEEE Latin America Transactions**, v. 13, n. 7, p. 2209-2216, 2015.

NEOENERGIA. O setor elétrico: regulação. 2016a. Disponível em: <<http://www.neoenergia.com/Pages/O%20Setor%20El%C3%A9trico/Regulacao.aspx>>. Acesso em: 07 Mar. 2016.

\_\_\_\_\_. O setor elétrico: matriz energética. 2016b. Disponível em: <<http://www.neoenergia.com/Pages/O%20Setor%20El%C3%A9trico/MatrizEnergetica.aspx>>. Acesso em: 07 Mar. 2016.

\_\_\_\_\_. O setor elétrico: história do setor. 2016c. Disponível em: <<http://www.neoenergia.com/Pages/O%20Setor%20El%C3%A9trico/HistoriaDoSetor.aspx>>. Acesso em: 07 Mar. 2016.

OEI. Organización de Estados Iberoamericanos. Disponível em: <<http://oei.org.br/sedes>>. Acesso em: 07 Mar. 2016

PESSANHA, J. F. M.; MELLO, M. A. R. F.; SOUZA, R. C. Avaliação dos custos operacionais eficientes das empresas de transmissão do setor elétrico brasileiro: uma proposta de adaptação do modelo DEA adotado pela ANEEL. **Pesquisa Operacional**, v. 30, n. 3, p. 521-545, 2010.

PESSANHA, J. F. M.; SOUZA, R. C.; LAURENCEL, L. C. Um modelo de análise envoltória de dados para o estabelecimento de metas de continuidade do fornecimento de energia elétrica. **Pesquisa Operacional**, v.27, n.1, p. 51-83, 2007.

PINHEIRO, T. M. M. **Regulação por incentivo à qualidade**: comparação da eficiência entre distribuidoras de energia elétrica no Brasil. 2012. 142 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Elétrica) - Escola de Engenharia Elétrica, Universidade de Brasília (UnB), Brasília, 2012.

PORDATA. Produção bruta de energia elétrica. 2016a. Disponível em: <<http://www.pordata.pt/Portugal/Produ%C3%A7%C3%A3o+bruta+de+energia+el%C3%A9ctrica+total+e+por+tipo+de+produ%C3%A7%C3%A3o+de+energia+el%C3%A9ctrica-1126>>. Acesso em: 20 Dez. 2016.

\_\_\_\_\_. Produção de energia a partir de fontes renováveis. 2016b. Disponível em: <[http://www.pordata.pt/Portugal/Produ%C3%A7%C3%A3o+de+energia+el%C3%A9ctrica+a+partir+de+fontes+renov%C3%A1veis+\(percentagem\)-1232](http://www.pordata.pt/Portugal/Produ%C3%A7%C3%A3o+de+energia+el%C3%A9ctrica+a+partir+de+fontes+renov%C3%A1veis+(percentagem)-1232)>. Acesso em: 20 Dez. 2016.

\_\_\_\_\_. Consumo de energia elétrica. 2016c. Disponível em: <<http://www.pordata.pt/Portugal/Consumo+de+energia+el%C3%A9trica+total++alta+te ns%C3%A3o++baixa+tens%C3%A3o++autoconsumo-1129>>. Acesso em: 20 Dez. 2016c.

PRODANOV, C. C.; FREITAS, E. C. **Metodologia do trabalho científico**: métodos e técnicas da pesquisa e do trabalho acadêmico. 2. ed. Novo Hamburgo: FEEVALE, 2013.

RED ELÉCTRICA. Red Eléctrica Corporación S.A. Disponível em: <<http://www.ree.es/en>>. Acesso em: 05 Mai. 2014.

REE. Actividades. 2016a. Disponível em: <<http://www.ree.es/es/actividades/operacion-del-sistema-electrico>>. Acesso em: 20 Dez. 2016.

\_\_\_\_\_. Estadísticas del sistema eléctrico - Informe del Sistema Eléctrico Español 2015: Red de transporte. 2016b. Disponível em: <<http://www.ree.es/es/estadisticas-del-sistema-electrico-espanol/informe-anual/informe-del-sistema-electrico-espanol-2015>>. Acesso em: 20 Dez. 2016.

\_\_\_\_\_. Estadísticas del sistema eléctrico - series estadísticas nacionales: Balance eléctrico. 2016c. Disponível em: <<http://www.ree.es/es/estadisticas-del-sistema-electrico-espanol/indicadores-nacionales/series-estadisticas>>. Acesso em: 20 Dez. 2016.

\_\_\_\_\_. Estadísticas del sistema eléctrico - series estadísticas nacionales: Intercambios internacionales físicos de energía eléctrica. 2016d. Disponível em: <<http://www.ree.es/es/estadisticas-del-sistema-electrico-espanol/indicadores-nacionales/series-estadisticas>>. Acesso em: 20 Dez. 2016.

REMPEL, C. **Análise da eficiência técnica relativa de empresas brasileiras distribuidoras de energia elétrica**: uma abordagem DEA. 2013. 76 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Contábeis) - Programa de Pós-Graduação em Ciências Contábeis, Universidade do Vale do Rio dos Sinos (UNISINOS), São Leopoldo, 2013.

REN. O setor elétrico. 2016a. Disponível em: <[http://www.ren.pt/pt-PT/o\\_que\\_fazemos/eletricidade/o\\_setor\\_eletrico/](http://www.ren.pt/pt-PT/o_que_fazemos/eletricidade/o_setor_eletrico/)>. Acesso em: 20 Dez. 2016.

\_\_\_\_\_. Dados técnicos 2014. 2016b. Disponível em: <<http://www.centrodeinformacao.ren.pt/PT/InformacaoTecnica/Paginas/DadosTecnicos.aspx>>. Acesso em: 20 Dez. 2016.

\_\_\_\_\_. Caracterização da rede nacional de transporte – RNT 2014. 2017. Disponível em: <<http://www.mercado.ren.pt/PT/Electr/ActServ/AcessoRedes/CaractRNT/Paginas/default.aspx>>. Acesso em: 15 Ago. 2017.

RENOVA. Renova Energia S.A. Disponível em: <<http://www.renovaenergia.com.br/>>. Acesso em: 05 Mai. 2014.

RGE. Rio Grande Energia S.A. Disponível em: <<https://www.cpfl.com.br/unidades-de-negocios/distribuicao/rge/Paginas/default.aspx>>. Acesso em: 05 Mai. 2014.

SAMPAIO, L. M. S. M. **Macroeconomia esquematizado**. 2. Ed. São Paulo: Saraiva, 2016. Livro eletrônico.

SANCHES, C. S. **Innovación en energía solar termoeléctrica**: sería España un ejemplo para Brasil? 2014. 27 f. TCC (Especialización in Máster en Economía y Regulación Servicios Públicos) - Universidad de Barcelona, España, 2014.

SANTANA, N. B. **Responsabilidade socioambiental e valor da empresa**: uma análise por envoltória de dados em empresas distribuidoras de energia elétrica. 2008. 328 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) - Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo (USP), São Paulo, 2008.

SILVA, C. R. O. **Metodologia do trabalho científico**. 1. ed. Fortaleza: Centro Federal de Educação Tecnológica do Ceará, 2004.

SILVA, J. R. A internacionalização das empresas portuguesas: a experiência brasileira. **RAE - Revista de Administração de Empresas**, v. 45, n. 0, p. 102-115, 2005.

SILVA, R. P. A.; ALMEIDA, S. R. A. R.; SILVA, G. F. R.; LIMA, H. G.; SILVA, F. C. A. A pesquisa científica brasileira em contabilidade nos países do contexto Ibero-americano. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CUSTOS, 23., 2016. Porto de Galinhas. Anais XXIII CBC. Porto de Galinhas, 2016.

SOUZA, M. G. Z. N. **Avaliação da eficiência energética usando análise envoltória de dados**: aplicação aos países em desenvolvimento. 2012. 178 f. Tese (Doutorado em Sistema de Potências) - Escola Politécnica, Universidade de São Paulo (USP), São Paulo, 2012.

SOWLATI, T. Efficiency studies in forestry using data envelopment analysis. **Forest Products Journal**, v. 55, n. 1, p. 49-57, 2005.

SPENDOLINI, M. J. **Benchmarking**. São Paulo: Makron Books, 1993.

STOCK, J. H.; WATSON, M. W. **Econometria**. São Paulo: Addison Wesley, 2004. Livro eletrônico.

TAESA. Transmissora Aliança de Energia Elétrica S.A. Disponível em: <<http://institucional.taesa.com.br/>>. Acesso em: 05 Mai. 2014.

TEODORO, D. M. **A reestruturação do setor elétrico brasileiro e os reflexos em uma empresa estatal**: um estudo de caso nas centrais elétricas de Santa Catarina - CELESC. 2006. 213 f. Dissertação (Mestrado em Economia) - Programa de Pós-Graduação em Economia, Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC), Florianópolis, 2006.

TOLMASQUIM, M. T. **Novo modelo do setor elétrico brasileiro**. 1. ed. Rio de Janeiro: Synergia/ EPE. 2011.

TOVAR, B.; RAMOS-REAL, F. J.; ALMEIDA, E. F. Firm size and productivity. Evidence from the electricity distribution industry in Brazil. **Energy Policy**, v.39, n.2, p. 826-833, 2011.

TRACTEBEL. Tractebel Energia S.A. Disponível em: <<http://www.engieenergia.com.br/wps/portal/internet>>. Acesso em: 05 Mai. 2014.

TSCHAFFON, P. B.; MEZA, L. A. Assessing the efficiency of the electric energy distribution using data envelopment analysis with undesirable outputs. **IEEE Latin America Transactions**, v. 12, n. 6, p. 1027-1035, 2014.

UNDP - United Nations Development Programme. Human Development Reports. Disponível em: <<http://hdr.undp.org/en/data>>. Acesso em: 05 Set. 2015.

VILLELA, A. V.; SUZIGAN, W. **Política do governo e crescimento da economia brasileira, 1889-1945**. Rio de Janeiro: IPEA/INPES, 1973.

ZAGO, M. G.; SAIDEL, M. A.; SOUZA, A. N. Energia e eficiência energética em países em desenvolvimento: uma análise bibliométrica. In: LATIN AMERICAN CONGRESS ON ELECTRICITY GENERATION AND TRANSMISSION, 9., 2011. Mar del Plata. Anais IX CLAGTEE. Mar del Plata, 2011.

ZAMBON, E. P. **Governança corporativa e eficiência econômica**: um estudo em empresas distribuidoras do setor elétrico brasileiro. 2015. 88 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Contábeis) - Programa de Pós-Graduação em Ciências Contábeis, Universidade do Vale do Rio dos Sinos (UNISINOS), São Leopoldo, 2015.

ZORZO, L. S. **A relação entre o foco em inovação e o impacto na eficiência**: um estudo nas empresas brasileiras distribuidoras de energia elétrica. 2015. 89 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Contábeis) - Programa de Pós-Graduação em Ciências Contábeis, Universidade do Vale do Rio dos Sinos (UNISINOS), São Leopoldo, 2015.

## APÊNDICE A – BASE DE DADOS DAS EMPRESAS PESQUISADAS

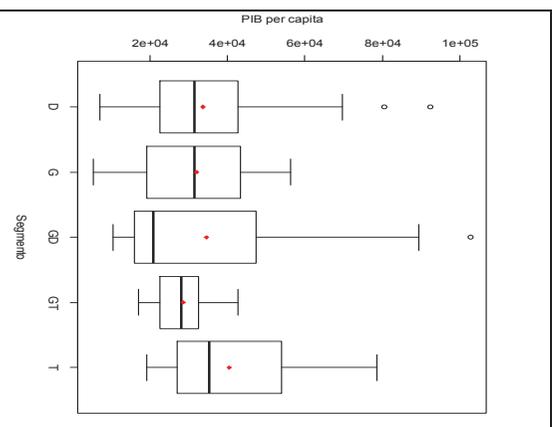
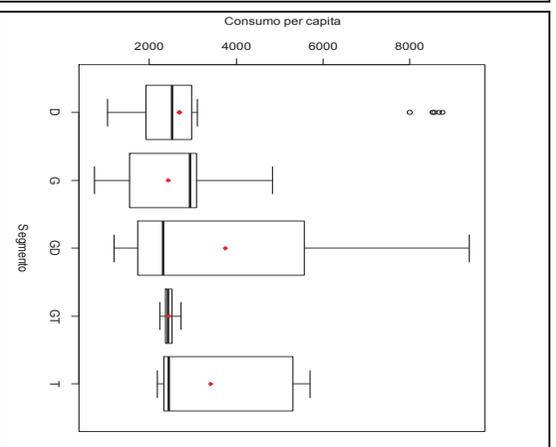
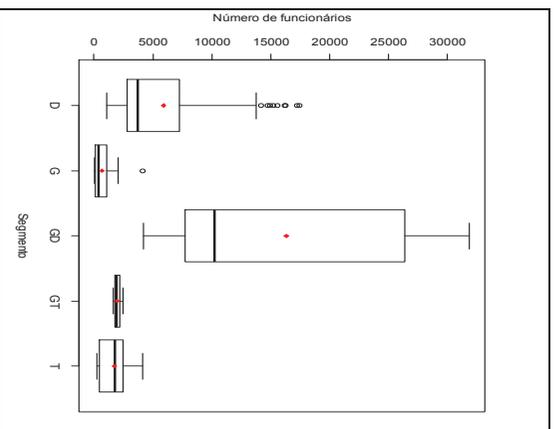
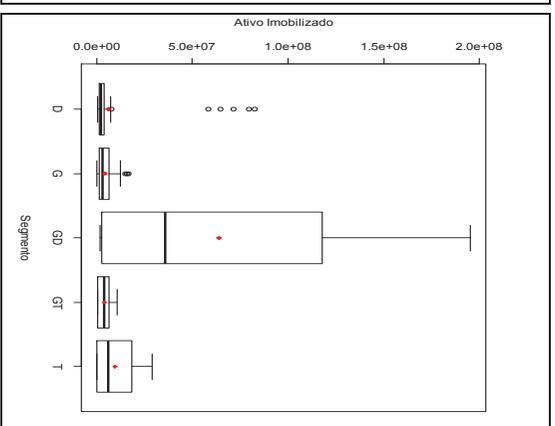
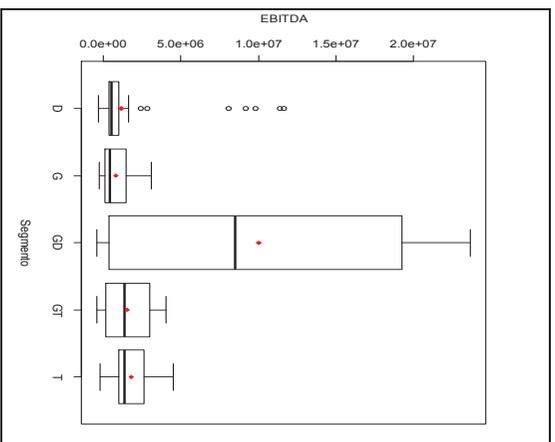
Empresa	Ano	Ativo Imobilizado	Quantidade Funcionários	EBITDA	PIB Per Capita	Consumo Per Capita	IDH
CESP	2010	16.476.849	1.489	1.461.064	31.384	2.940	0,7830
CESP	2011	15.841.006	1.360	1.701.013	38.400	3.024	0,8020
CESP	2012	15.181.566	1.304	2.086.431	43.370	3.076	0,8080
CESP	2013	11.076.739	1.058	852.187	49.438	3.107	0,8140
CESP	2014	8.504.161	939	1.657.313	56.272	3.087	0,8190
AMPLA	2010	2.852.747	1.176	633.848	22.451	2.397	0,7443
AMPLA	2011	3.131.065	1.187	762.477	28.259	2.476	0,7481
AMPLA	2012	3.674.450	1.138	883.038	32.791	2.482	0,7575
AMPLA	2013	3.981.200	1.136	967.608	38.060	2.518	0,7669
AMPLA	2014	4.035.212	1.166	927.284	42.582	2.566	0,7730
CEEE - GT	2010	1.587.182	1.602	138.614	22.557	2.375	0,7460
CEEE - GT	2011	1.562.282	2.087	194.745	27.478	2.490	0,7520
CEEE - GT	2012	350.135	2.166	331.698	31.152	2.523	0,7570
CEEE - GT	2013	468.606	2.443	-315.701	37.477	2.589	0,7630
CEEE - GT	2014	731.744	2.183	-442.797	42.576	2.729	0,7790
CPFL PAULISTA - D	2010	2.232.922	3.230	1.205.184	31.384	2.940	0,7830
CPFL PAULISTA - D	2011	2.543.962	3.014	1.195.006	38.400	3.024	0,8020
CPFL PAULISTA - D	2012	3.214.624	2.982	884.907	43.370	3.076	0,8080
CPFL PAULISTA - D	2013	3.338.348	2.896	1.283.795	49.438	3.107	0,8140
CPFL PAULISTA - D	2014	3.434.708	3.061	1.109.569	56.272	3.087	0,8190
ENERGISA MS	2010	912.834	3.115	248.051	19.300	1.605	0,7290
ENERGISA MS	2011	977.869	2.313	357.740	24.769	1.696	0,7430
ENERGISA MS	2012	1.047.360	2.575	183.099	28.916	1.826	0,7460
ENERGISA MS	2013	1.063.159	2.495	87.320	33.758	1.958	0,7510
ENERGISA MS	2014	1.144.554	2.681	177.397	40.189	2.028	0,7620
LIGHT SERV	2010	3.873.445	11.812	1.350.084	28.127	2.220	0,7610
LIGHT SERV	2011	4.468.485	13.769	988.381	35.396	2.281	0,7520
LIGHT SERV	2012	5.360.668	13.144	1.101.390	41.324	2.331	0,7620
LIGHT SERV	2013	5.958.100	12.623	1.237.660	48.351	2.404	0,7730
LIGHT SERV	2014	6.391.260	13.715	1.232.912	54.364	2.517	0,7780
ELETROPAULO	2010	6.740.288	13.578	2.412.760	31.384	2.940	0,7830
ELETROPAULO	2011	6.924.591	17.250	2.847.853	38.400	3.024	0,8020
ELETROPAULO	2012	6.945.248	16.174	575.397	43.370	3.076	0,8080
ELETROPAULO	2013	7.124.439	15.536	826.881	49.438	3.107	0,8140
ELETROPAULO	2014	7.037.307	14.976	513.050	56.272	3.087	0,8190
CELPE	2010	1.737.177	7.272	723.486	10.408	1.176	0,6685
CELPE	2011	1.825.562	7.579	572.346	12.954	1.199	0,6796
CELPE	2012	2.092.611	7.945	236.925	15.618	1.255	0,6904
CELPE	2013	2.306.626	7.950	369.915	18.012	1.355	0,6983
CELPE	2014	2.577.018	8.510	472.382	20.986	1.399	0,7066
COELBA	2010	3.188.627	14.742	1.339.613	10.688	1.384	0,6580
COELBA	2011	3.678.722	15.194	1.289.954	12.936	1.342	0,6703
COELBA	2012	4.595.682	17.443	1.178.795	14.806	1.411	0,6778
COELBA	2013	5.260.358	16.248	1.006.095	16.910	1.505	0,6892
COELBA	2014	5.591.550	14.183	1.190.299	19.463	1.582	0,6992
ENERGISA MT	2010	1.965.201	2.973	340.469	18.657	1.883	0,7250
ENERGISA MT	2011	2.085.911	3.076	528.142	25.027	2.014	0,7470
ENERGISA MT	2012	2.318.929	3.438	235.074	29.865	2.164	0,7550
ENERGISA MT	2013	2.502.933	3.958	-37.953	35.393	2.344	0,7580
ENERGISA MT	2014	2.543.613	3.871	340.156	41.868	2.473	0,7670
COELCE	2010	1.945.280	8.762	807.043	9.391	1.031	0,6820
COELCE	2011	1.898.509	7.990	754.863	11.699	1.040	0,7000

Empresa	Ano	Ativo Imobilizado	Quantidade Funcionários	EBITDA	PIB Per Capita	Consumo Per Capita	IDH
COELCE	2012	1.703.312	7.396	657.123	13.149	1.146	0,7040
COELCE	2013	1.743.375	6.963	401.951	15.661	1.227	0,7090
COELCE	2014	1.538.675	6.757	695.557	19.008	1.280	0,7160
ESCELSA	2010	1.007.393	3.428	365.069	24.287	2.522	0,7400
ESCELSA	2011	994.394	3.660	286.630	33.251	2.591	0,7590
ESCELSA	2012	918.209	3.469	352.777	38.132	2.636	0,7690
ESCELSA	2013	905.794	3.973	368.100	38.523	2.717	0,7660
ESCELSA	2014	870.613	3.942	438.079	44.204	2.796	0,7710
AES SUL	2010	1.610.035	3.117	281.242	22.557	2.375	0,7460
AES SUL	2011	1.782.727	3.664	489.666	27.478	2.490	0,7520
AES SUL	2012	2.040.008	3.443	373.787	31.152	2.523	0,7570
AES SUL	2013	2.126.727	3.147	67.788	37.477	2.589	0,7630
AES SUL	2014	2.179.784	3.046	403.344	42.576	2.729	0,7790
RGE	2010	1.735.458	2.832	495.210	22.557	2.375	0,7460
RGE	2011	1.883.231	1.512	519.847	27.478	2.490	0,7520
RGE	2012	2.187.404	1.592	580.372	31.152	2.523	0,7570
RGE	2013	2.278.182	1.527	426.021	37.477	2.589	0,7630
RGE	2014	2.516.271	1.547	456.734	42.576	2.729	0,7790
CEMAR	2010	1.419.623	6.392	488.328	7.050	1.750	0,6390
CEMAR	2011	1.637.464	6.949	439.551	8.738	1.798	0,6490
CEMAR	2012	2.155.310	7.500	514.508	10.526	1.730	0,6500
CEMAR	2013	2.191.129	6.288	459.108	12.572	1.612	0,6650
CEMAR	2014	2.364.551	6.554	615.780	14.957	1.265	0,6780
BANDEIRANTE	2010	1.008.566	2.531	493.319	31.384	2.940	0,7830
BANDEIRANTE	2011	1.029.117	2.820	496.432	38.400	3.024	0,8020
BANDEIRANTE	2012	1.003.868	3.110	221.480	43.370	3.076	0,8080
BANDEIRANTE	2013	998.906	3.541	422.893	49.438	3.107	0,8140
BANDEIRANTE	2014	1.273.263	3.495	467.247	56.272	3.087	0,8190
EMAE	2010	562.872	751	-30.941	31.384	2.940	0,7830
EMAE	2011	512.278	680	-62.569	38.400	3.024	0,8020
EMAE	2012	333.554	636	-104.113	43.370	3.076	0,8080
EMAE	2013	392.179	559	-34.963	49.438	3.107	0,8140
EMAE	2014	463.237	539	-85.587	56.272	3.087	0,8190
TRACTEBEL	2010	10.071.530	4.122	2.611.477	15.582	1.801	0,7041
TRACTEBEL	2011	9.981.700	2.045	2.909.697	19.077	1.853	0,7182
TRACTEBEL	2012	9.792.585	1.919	3.100.461	21.745	1.927	0,7243
TRACTEBEL	2013	9.834.579	2.064	2.969.716	25.552	2.008	0,7331
TRACTEBEL	2014	9.854.594	1.992	2.895.073	29.558	2.111	0,7417
ELEKTRO	2010	1.994.528	5.141	862.398	30.716	2.866	0,7800
ELEKTRO	2011	2.088.290	5.638	940.008	37.644	2.950	0,7987
ELEKTRO	2012	2.142.378	5.037	667.095	42.565	3.007	0,8045
ELEKTRO	2013	2.310.156	5.137	647.112	48.560	3.043	0,8105
ELEKTRO	2014	2.445.328	5.188	904.488	55.369	3.027	0,8158
COSERN	2010	700.211	2.393	313.823	11.421	1.378	0,6840
COSERN	2011	728.713	2.553	322.497	14.268	1.379	0,7050
COSERN	2012	822.248	2.525	290.759	16.795	1.451	0,7150
COSERN	2013	935.519	2.452	275.986	19.268	1.538	0,7260
COSERN	2014	1.154.426	2.794	333.965	21.135	1.596	0,7170
CELPA	2010	2.329.039	4.230	320.496	10.876	2.052	0,6460
CELPA	2011	2.677.113	4.214	209.510	14.294	2.133	0,6580
CELPA	2012	2.806.559	6.626	-431.881	16.022	2.109	0,6590
CELPA	2013	2.891.509	8.096	88.602	19.178	2.116	0,6710
CELPA	2014	3.193.455	9.963	567.472	20.577	2.266	0,6750
DUKE	2010	4.260.514	300	599.573	31.384	2.940	0,7830
DUKE	2011	4.043.208	287	696.579	38.400	3.024	0,8020

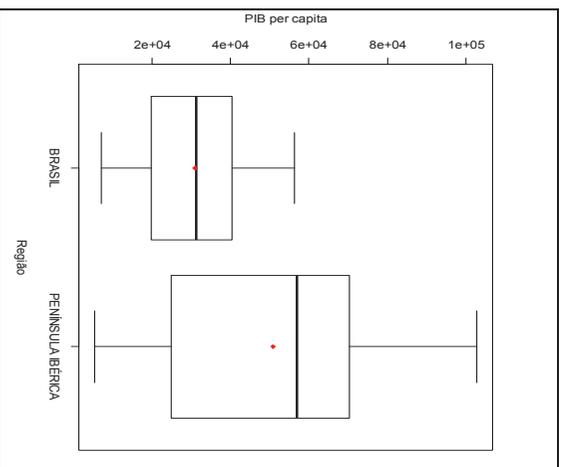
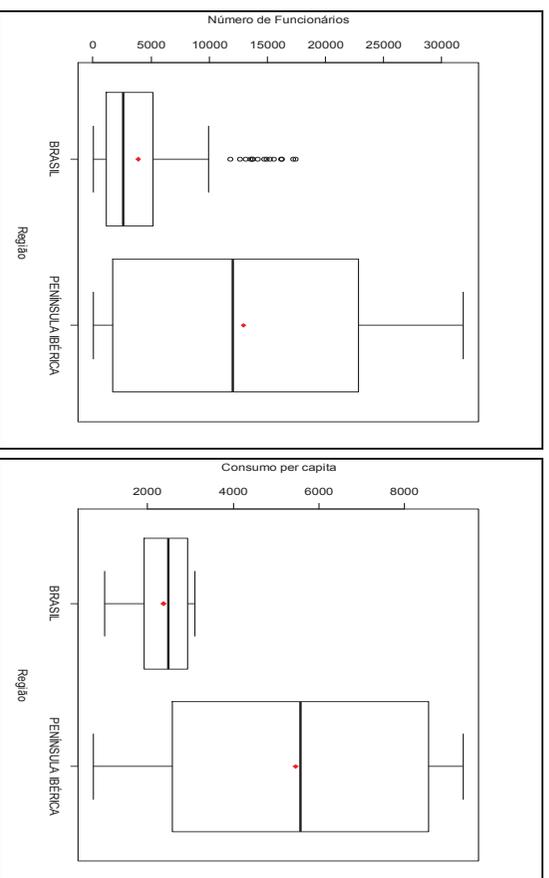
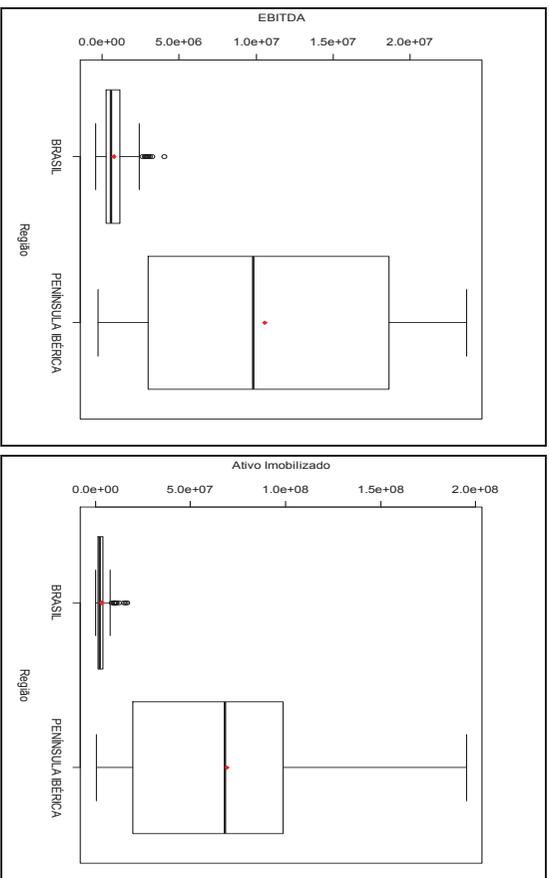
Empresa	Ano	Ativo Imobilizado	Quantidade Funcionários	EBITDA	PIB Per Capita	Consumo Per Capita	IDH
DUKE	2012	3.839.446	320	767.991	43.370	3.076	0,8080
DUKE	2013	3.668.039	324	913.664	49.438	3.107	0,8140
DUKE	2014	3.493.117	405	703.697	56.272	3.087	0,8190
CTEEP	2010	19.138	2.356	1.152.290	21.539	2.311	0,7367
CTEEP	2011	17.601	2.554	1.425.762	26.783	2.398	0,7501
CTEEP	2012	50.665	4.109	1.341.624	30.691	2.454	0,7578
CTEEP	2013	56.439	3.870	-202.147	35.327	2.502	0,7651
CTEEP	2014	80.575	2.589	457.176	40.244	2.523	0,7724
INVESTCO	2010	1.358.651	92	165.371	11.859	998	0,6990
INVESTCO	2011	1.330.703	115	175.472	14.584	1.037	0,7020
INVESTCO	2012	1.299.966	126	222.343	17.046	1.098	0,7110
INVESTCO	2013	1.269.185	136	163.091	20.328	1.221	0,7210
INVESTCO	2014	1.240.155	131	170.785	23.331	1.293	0,7320
CPFL - G	2010	6.283.129	401	796.706	31.384	2.940	0,7830
CPFL - G	2011	2.741.673	353	1.531.295	38.400	3.024	0,8020
CPFL - G	2012	2.618.811	350	741.989	43.370	3.076	0,8080
CPFL - G	2013	10.688.052	972	1.358.503	49.438	3.107	0,8140
CPFL - G	2014	12.609.421	504	1.350.614	56.272	3.087	0,8190
AES TIETE	2010	3.200.705	853	1.320.458	31.384	2.940	0,7830
AES TIETE	2011	3.204.002	1.326	1.466.416	38.400	3.024	0,8020
AES TIETE	2012	3.168.063	1.278	1.542.444	43.370	3.076	0,8080
AES TIETE	2013	3.176.524	1.424	1.525.482	49.438	3.107	0,8140
AES TIETE	2014	3.189.122	1.492	917.886	56.272	3.087	0,8190
CPFL PIRATININGA - D	2010	1.113.034	1.198	552.758	31.384	2.940	0,7830
CPFL PIRATININGA - D	2011	1.248.926	1.113	608.575	38.400	3.024	0,8020
CPFL PIRATININGA - D	2012	1.311.538	1.078	320.095	43.370	3.076	0,8080
CPFL PIRATININGA - D	2013	1.390.168	1.082	292.366	49.438	3.107	0,8140
CPFL PIRATININGA - D	2014	1.752.446	1.142	452.906	56.272	3.087	0,8190
BAESA	2010	1.400.862	38	203.696	23.303	2.555	0,7562
BAESA	2011	1.358.726	44	215.685	28.652	2.724	0,7664
BAESA	2012	1.318.815	44	215.782	32.611	2.803	0,7718
BAESA	2013	1.266.748	35	155.896	38.717	2.874	0,7794
BAESA	2014	1.209.499	35	176.063	44.641	3.023	0,7918
TAESA	2010	3.324.818	280	696.437	19.138	2.185	0,7176
TAESA	2011	5.049.864	279	850.185	23.697	2.256	0,7313
TAESA	2012	6.397.721	297	1.089.028	27.094	2.299	0,7379
TAESA	2013	6.250.613	453	1.322.850	31.249	2.343	0,7463
TAESA	2014	6.259.288	483	1.516.994	35.539	2.375	0,7529
CEMIG - D	2010	3.541.298	7.106	1.176.991	17.919	2.538	0,7310
CEMIG - D	2011	4.620.469	6.916	1.613.300	22.570	2.632	0,7450
CEMIG - D	2012	5.866.776	6.714	889.311	26.000	2.603	0,7540
CEMIG - D	2013	5.918.348	6.575	1.287.506	29.881	2.608	0,7620
CEMIG - D	2014	7.552.145	6.235	1.419.807	33.228	2.604	0,7690
CEMIG - GT	2010	10.736.507	1.917	2.353.757	17.044	2.230	0,7268
CEMIG - GT	2011	6.436.091	1.897	2.795.326	21.390	2.333	0,7424
CEMIG - GT	2012	6.419.693	1.849	3.240.362	24.529	2.371	0,7497
CEMIG - GT	2013	5.916.827	1.755	2.959.497	28.426	2.409	0,7574
CEMIG - GT	2014	6.122.624	1.765	4.035.443	32.516	2.450	0,7642
CEEE - D	2010	1.023.029	3.705	-165.234	22.557	2.375	0,7460
CEEE - D	2011	1.019.445	3.742	-29.319	27.478	2.490	0,7520
CEEE - D	2012	1.294.015	3.708	12.528	31.152	2.523	0,7570
CEEE - D	2013	1.539.464	4.564	-232.245	37.477	2.589	0,7630
CEEE - D	2014	1.781.562	4.086	-325.979	42.576	2.729	0,7790
RENOVA	2010	273.700	97	15.973	11.012	1.454	0,6600
RENOVA	2011	1.190.537	145	-7.699	13.154	1.406	0,6750

Empresa	Ano	Ativo Imobilizado	Quantidade Funcionários	EBITDA	PIB Per Capita	Consumo Per Capita	IDH
RENOVA	2012	1.924.903	374	56.406	15.029	1.454	0,6820
RENOVA	2013	3.105.485	245	158.028	17.158	1.546	0,6940
RENOVA	2014	3.967.043	305	121.932	19.741	1.632	0,7030
RED ELECTRICA	2010	16.950.428	1.695	2.215.987	51.215	5.707	0,8670
RED ELECTRICA	2011	19.640.131	1.776	2.987.769	56.879	5.599	0,8700
RED ELECTRICA	2012	22.279.206	1.739	3.414.215	60.301	5.573	0,8740
RED ELECTRICA	2013	27.330.465	1.745	4.245.103	68.195	5.401	0,8740
RED ELECTRICA	2014	29.143.621	1.742	4.485.201	78.610	5.231	0,8760
IBERDROLA	2010	127.076.966	31.344	17.438.779	62.193	9.382	0,8705
IBERDROLA	2011	145.475.920	31.885	18.650.132	70.293	9.256	0,8712
IBERDROLA	2012	162.677.153	31.338	20.283.198	77.388	9.077	0,8733
IBERDROLA	2013	181.882.451	28.212	22.428.866	89.354	9.077	0,8741
IBERDROLA	2014	195.284.096	28.021	23.711.473	102.936	8.492	0,8761
ENDESA	2010	78.889.024	24.732	21.927.976	19.984	2.526	0,7496
ENDESA	2011	86.073.312	22.877	18.047.159	22.905	2.568	0,7551
ENDESA	2012	98.462.962	22.807	19.007.961	24.884	2.611	0,7597
ENDESA	2013	108.768.542	22.541	16.280.919	28.800	2.639	0,7634
ENDESA	2014	68.144.559	10.500	19.581.436	32.602	2.357	0,7657
FERSA	2010	748.851	40	-78.771	37.521	4.841	0,8498
FERSA	2011	768.793	45	-266.421	5.217	964	0,6135
FERSA	2012	648.015	37	-164.791	5.718	985	0,6164
FERSA	2013	719.087	32	87.006	5.925	929	0,6983
FERSA	2014	740.729	28	83.018	6.962	728	0,7066
EDP PORTUGAL	2010	58.327.387	12.043	8.060.913	55.764	8.753	0,8440
EDP PORTUGAL	2011	64.680.908	12.168	9.187.579	63.312	8.675	0,8471
EDP PORTUGAL	2012	71.503.622	12.275	9.800.960	69.650	8.535	0,8494
EDP PORTUGAL	2013	79.366.079	12.171	11.387.303	80.544	8.562	0,8520
EDP PORTUGAL	2014	82.359.788	11.798	11.634.600	92.511	8.009	0,8543

## APÊNDICE B – BOXPLOTS DAS VARIÁVEIS POR SEGMENTO



# APÊNDICE C – BOXPLOTS DAS VARIÁVEIS POR REGIÃO



## APÊNDICE D – ESCORE DE EFICIÊNCIA POR EMPRESA

Empresa	Ano	Escore
ENDESA	2010	1,0000
ENDESA	2014	0,9701
ENDESA	2012	0,6851
ENDESA	2011	0,6825
CEMIG - GT	2014	0,5648
CEMIG - GT	2012	0,5124
CEMIG - GT	2013	0,5058
TRACTEBEL	2013	0,4746
TRACTEBEL	2012	0,4738
CEMIG - GT	2011	0,4682
TRACTEBEL	2014	0,4523
TRACTEBEL	2011	0,4451
ENDESA	2013	0,4284
IBERDROLA	2013	0,4249
IBERDROLA	2010	0,4138
TRACTEBEL	2010	0,4077
AES TIETE	2013	0,4032
CEMIG - GT	2010	0,4026
CTEEP	2011	0,3997
AES TIETE	2012	0,3985
CTEEP	2012	0,3963
CPFL - G	2011	0,3963
ELETROPAULO	2011	0,3841
IBERDROLA	2014	0,3839
AES TIETE	2011	0,3838
TAESA	2013	0,3838
IBERDROLA	2012	0,3821
TAESA	2014	0,3787
CTEEP	2010	0,3776
CPFL PAULISTA - D	2013	0,3773
AES TIETE	2010	0,3752
CEMIG - D	2011	0,3743
IBERDROLA	2011	0,3727
ELETROPAULO	2010	0,3710
EDP PORTUGAL	2013	0,3678
AMPLA	2013	0,3626
CEMIG - D	2013	0,3622
CPFL PAULISTA - D	2010	0,3617
DUKE	2013	0,3603
CPFL PAULISTA - D	2011	0,3601
CESP	2012	0,3593
TAESA	2012	0,3564
CESP	2014	0,3558
AMPLA	2012	0,3504
CPFL - G	2012	0,3479
CEMIG - D	2014	0,3444
CEMIG - D	2010	0,3444
CPFL - G	2013	0,3437
DUKE	2012	0,3419

<b>Empresa</b>	<b>Ano</b>	<b>Escore</b>
CPFL PAULISTA - D	2012	0,3418
AMPLA	2014	0,3401
RGE	2012	0,3393
CPFL PAULISTA - D	2014	0,3388
TAESA	2011	0,3369
AMPLA	2011	0,3366
RGE	2013	0,3348
CPFL PIRATININGA - D	2011	0,3347
AES TIETE	2014	0,3339
BAESA	2013	0,3334
TAESA	2010	0,3333
COSERN	2013	0,3326
CEMAR	2013	0,3316
ELEKTRO	2011	0,3312
CPFL PIRATININGA - D	2010	0,3310
CEEE - GT	2012	0,3304
BAESA	2012	0,3299
ESCELSA	2013	0,3291
ELEKTRO	2010	0,3283
CTEEP	2014	0,3275
AMPLA	2010	0,3271
RGE	2011	0,3270
DUKE	2011	0,3268
ELEKTRO	2013	0,3264
BANDEIRANTE	2013	0,3264
CPFL PIRATININGA - D	2013	0,3261
INVESTCO	2013	0,3242
RENOVA	2013	0,3238
EDP PORTUGAL	2014	0,3233
CEMIG - D	2012	0,3232
ELEKTRO	2012	0,3226
CPFL PIRATININGA - D	2012	0,3220
DUKE	2014	0,3214
BANDEIRANTE	2010	0,3209
CEMAR	2012	0,3205
COSERN	2012	0,3204
COELCE	2014	0,3201
ELEKTRO	2014	0,3201
BANDEIRANTE	2011	0,3197
COSERN	2014	0,3191
BAESA	2011	0,3187
CPFL - G	2010	0,3187
DUKE	2010	0,3180
CESP	2011	0,3177
RGE	2014	0,3175
COELCE	2012	0,3168
BAESA	2014	0,3163
AES SUL	2012	0,3163
CEMAR	2014	0,3158
RGE	2010	0,3157
INVESTCO	2012	0,3153

<b>Empresa</b>	<b>Ano</b>	<b>Escore</b>
AES SUL	2011	0,3151
ESCELSA	2014	0,3144
ESCELSA	2012	0,3136
COELCE	2013	0,3133
BAESA	2010	0,3129
ENERGISA MT	2011	0,3116
EMAE	2013	0,3111
CPFL PIRATININGA - D	2014	0,3109
COSERN	2011	0,3102
CEMAR	2011	0,3101
CEMAR	2010	0,3101
RENOVA	2012	0,3092
INVESTCO	2014	0,3089
LIGHT SERV	2010	0,3088
ESCELSA	2010	0,3087
AES SUL	2014	0,3086
CPFL - G	2014	0,3084
BANDEIRANTE	2012	0,3070
COELBA	2010	0,3066
COSERN	2010	0,3058
CELPA	2014	0,3047
ENERGISA MS	2013	0,3045
COELCE	2011	0,3044
BANDEIRANTE	2014	0,3038
EDP PORTUGAL	2012	0,3036
CESP	2013	0,3036
CELPA	2010	0,3032
ENERGISA MS	2011	0,3031
CELPE	2010	0,3025
CEEE - GT	2011	0,3025
COELBA	2011	0,3023
EDP PORTUGAL	2011	0,3019
CELPE	2013	0,3018
AES SUL	2013	0,3017
ENERGISA MS	2012	0,3004
COELBA	2014	0,3003
RENOVA	2010	0,3002
RENOVA	2014	0,3000
EMAE	2012	0,2994
AES SUL	2010	0,2994
INVESTCO	2011	0,2988
ESCELSA	2011	0,2986
CELPA	2011	0,2985
COELCE	2010	0,2984
ENERGISA MT	2012	0,2980
RENOVA	2011	0,2969
ENERGISA MT	2010	0,2969
CEEE - GT	2010	0,2964
LIGHT SERV	2013	0,2954
CESP	2010	0,2952
CELPE	2011	0,2951

<b>Empresa</b>	<b>Ano</b>	<b>Escore</b>
COELBA	2013	0,2943
EMAE	2010	0,2939
CTEEP	2013	0,2934
CEEE - D	2012	0,2934
ENERGISA MT	2014	0,2928
EMAE	2011	0,2924
CELPA	2013	0,2923
INVESTCO	2010	0,2921
COELBA	2012	0,2913
ENERGISA MS	2010	0,2889
ENERGISA MS	2014	0,2881
CELPE	2014	0,2881
CEEE - GT	2013	0,2878
ENERGISA MT	2013	0,2852
EMAE	2014	0,2827
CEEE - D	2011	0,2817
LIGHT SERV	2012	0,2807
CELPE	2012	0,2794
CEEE - D	2013	0,2767
LIGHT SERV	2011	0,2681
CEEE - D	2010	0,2677
LIGHT SERV	2014	0,2670
EDP PORTUGAL	2010	0,2661
CEEE - GT	2014	0,2602
ELETROPAULO	2013	0,2581
CEEE - D	2014	0,2527
CELPA	2012	0,2511
ELETROPAULO	2012	0,2311
ELETROPAULO	2014	0,2140
RED ELECTRICA	2013	0,1823
RED ELECTRICA	2012	0,1555
RED ELECTRICA	2014	0,1546
RED ELECTRICA	2011	0,1321
RED ELECTRICA	2010	0,0957
FERSA	2013	0,0552
FERSA	2010	0,0433
FERSA	2014	0,0355
FERSA	2012	0,0233
FERSA	2011	0,0000