



**UNIVERSIDADE FUMEC**  
**FACULDADE DE CIÊNCIAS EMPRESARIAIS – FACE**  
**PÓS-GRADUAÇÃO EM SISTEMAS DE INFORMAÇÃO E GESTÃO DO**  
**CONHECIMENTO**

ALEXANDRE DA SILVA ANDRADE

**INDICADORES DA ABRADÉE E O DESEMPENHO DAS DISTRIBUIDORAS DE**  
**ENERGIA ELÉTRICA DO BRASIL**

Belo Horizonte - MG

2020

ALEXANDRE DA SILVA ANDRADE

**INDICADORES DA ABRADÉE E O DESEMPENHO DAS DISTRIBUIDORAS DE  
ENERGIA ELÉTRICA DO BRASIL**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação *Stricto Sensu* em Sistemas de Informação e Gestão de Conhecimento da Universidade FUMEC como requisito parcial para a obtenção do título de mestre em Sistemas de Informação e Gestão de Conhecimento.

**Área de concentração:** Gestão de Sistemas de Informação e do Conhecimento.

**Linha de Pesquisa:** Gestão da Informação e do Conhecimento.

**Orientador:** Prof. Dr. Fábio Corrêa.

**Co-orientador:** Prof. Dr. Eric de Paula Ferreira

Belo Horizonte - MG

2020

### **Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)**

A553i Andrade, Alexandre da Silva, 1971-  
Indicadores da ABRADEE e o desempenho das  
distribuidoras de energia elétrica do Brasil / Alexandre da Silva  
Andrade. - Belo Horizonte, 2020.  
74 f. : il.

Orientador: Fábio Corrêa  
Coorientador: Eric de Paula Ferreira  
Dissertação (Mestrado em Sistemas de Informação e  
Gestão do Conhecimento), Universidade FUMEC, Faculdade de  
Ciências Empresariais, Belo Horizonte, 2020.

1. Energia elétrica - Distribuição. 2. Desempenho. 3.  
Associação Brasileira de Distribuidores de Energia Elétrica. 4.  
Agência Nacional de Energia Elétrica (Brasil). I. Título. II.  
Corrêa, Fábio. III. Ferreira, Eric de Paula. IV. Universidade  
FUMEC, Faculdade de Ciências Empresariais.

CDU: 621.316

ALEXANDRE DA SILVA ANDRADE

**INDICADORES DA ABRADÉE E O DESEMPENHO DAS DISTRIBUIDORAS DE  
ENERGIA ELÉTRICA DO BRASIL**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação *Stricto Sensu* em Sistemas de Informação e Gestão de Conhecimento da Universidade FUMEC como requisito parcial para a obtenção do título de mestre em Sistemas de Informação e Gestão de Conhecimento.

Banca avaliadora:

*Fábio Corrêa*

---

**Prof. Dr. Fábio Corrêa – FUMEC**

**Orientador**

*Eric de Paula Ferreira*

---

**Prof. Dr. Eric de Paula Ferreira – UEMG**

**Co-orientador**

*Fernando Silva Parreiras*

---

Prof. Dr. Fernando Silva Parreiras - FUMEC

*Cristiano Maciel da Silva*

---

Prof. Dr. Cristiano Maciel da Silva - UFSJ

Dissertação aprovada em: 11 de novembro de 2020.

## **AGRADECIMENTOS**

Aos professores da FUMEC, que inspiram excelência e admiração.

Aos professores das bancas que participei, da seleção à qualificação, por sua atenção e contribuição não apenas a esta pesquisa, mas principalmente à formação de um profissional melhor.

Aos meus colegas do P&D 594, com quem aprendo e me inspiro, pelo trabalho em equipe e apoio contínuo diante dos desafios do dia a dia.

Aos funcionários da biblioteca e da secretaria de pós-graduação da FUMEC, pelo importante apoio em nosso desenvolvimento e produção.

À minha esposa e meu filho, por todo apoio.

*“Tudo aquilo que o homem ignora não existe para ele. Por isso o universo de cada um se resume ao tamanho de seu saber”.*

(Albert Einstein)

## RESUMO

As distribuidoras de energia elétrica brasileiras têm passado por dificuldades ao longo dos anos, estando, a maioria dessas, relacionadas às constantes falhas no sistema de distribuição. As ocorrências dessas falhas influenciam na composição dos indicadores, os quais são estabelecidos pela Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL) para cada concessionária, e caso os mesmos não sejam cumpridos, as concessionárias estarão sujeitas às penalidades previstas em lei. Nesse contexto, o objetivo geral da pesquisa é avaliar o tipo de correlação entre os indicadores coletados pela Associação Brasileira de Distribuidores de Energia Elétrica (ABRADEE) com desempenho das empresas distribuidoras do setor elétrico brasileiro. Diante disso, a presente pesquisa analisa o modo como os indicadores utilizados pela ABRADEE afetam o desempenho das distribuidoras de energia elétrica, aqui visto sob três perspectivas: 1) econômico-financeiro; 2) qualidade do serviço; e 3) gestão operacional. Esta pesquisa emprega a técnica de análise de regressão múltipla com dados em painel de 41 distribuidoras brasileiras, no período entre 2007 e 2018, coletados junto à ABRADEE. Os resultados indicam que os indicadores contribuem positiva e significativamente para o desempenho das distribuidoras. Similarmente, os resultados sugerem que as perdas de energia sofrem redução à medida que as distribuidoras investem. As análises, contudo, não apresentam evidências suficientes de que os investimentos contribuem para o desempenho em qualidade do serviço prestado pelas distribuidoras. Os resultados indicam que empresas pertencentes ao Setor de Energia Elétrica apresentam eficiência semelhante e, nesse caso, a composição acionária não se mostra como característica diferenciadora quanto aos resultados econômico-financeiros dessas.

**Palavras-chave:** Indicadores. Desempenho. Distribuidoras de Energia Elétrica. ABRADEE.

## ABSTRACT

The Brazilian electricity distributors have been experiencing difficulties over the years, most of which are related to the constant failures in the distribution system. The occurrences of these failures influence the composition of the indicators, which are established by the National Electric Energy Agency (ANEEL), for each concessionaire, and if they are not met, the concessionaires will be subject to the penalties provided for by law. In this context, the general objective of the research is to evaluate the type of correlation between the indicators collected by the Brazilian Association of Electricity Distributors (ABRADEE), with the performance of the distribution companies in the Brazilian electric sector. In light of this, the present research analyzes how the indicators used by ABRADEE affect the performance of electricity distributors, seen here from three perspectives: 1) economic and financial; 2) quality of service; and 3) operational management. This research employs the multiple regression analysis technique with panel data from 41 Brazilian distributors, between 2007 and 2018, collected from ABRADEE. The results indicate that the indicators contribute positively and significantly to the performance of the distributors. Similarly, the results suggest that energy losses are reduced as distributors invest. The analyzes, however, do not provide sufficient evidence that the investments contribute to the quality performance of the service provided by the distributors. The results indicate that companies belonging to the Electric Energy Sector have similar efficiency and, in this case, the shareholding composition is not shown as a differentiating characteristic regarding the companies' economic and financial results.

**Key-words:** Indicators. Performance. Electricity Distributors. ABRADEE.

## LISTA DE FIGURAS

<b>Figura 1 – Fluxograma de Indicadores ABRADEE .....</b>	<b>23</b>
<b>Figura 2 – Análise descritiva das variáveis numéricas.....</b>	<b>42</b>
<b>Figura 3 – Correlação entre os indicadores numéricos.....</b>	<b>44</b>
<b>Figura 4 – Investimentos das Distribuidoras .....</b>	<b>48</b>
<b>Figura 5 – Variações do EBITDA.....</b>	<b>49</b>
<b>Figura 6 – Diferenças observadas no indicador DEC entre as regiões.....</b>	<b>50</b>
<b>Figura 7 – Evolução do ISQP.....</b>	<b>51</b>
<b>Figura 8 – ISQP segundo regiões geográficas.....</b>	<b>51</b>
<b>Figura 9 – Gráfico sobre o percentual de perdas.....</b>	<b>52</b>
<b>Figura 10 – Dendograma de agrupamento dos indivíduos em relação aos indicadores.....</b>	<b>59</b>
<b>Figura 11 – Mapa perceptual dos indicadores com as contribuições para as componentes.....</b>	<b>63</b>
<b>Figura 12 – Mapa perceptual das distribuidoras via componente.....</b>	<b>65</b>
<b>Figura 13 – Mapa perceptual das distribuidoras e indicadores via componente.....</b>	<b>66</b>

## LISTA DE QUADROS

QUADRO 1 – RELAÇÃO DAS ASSOCIADAS.....	37
--	----

## LISTA DE TABELAS

<b>Tabela 1 – Variáveis sob análise.....</b>	<b>31</b>
<b>Tabela 2 – Porcentagem de dados ausentes por ano.....</b>	<b>38</b>
<b>Tabela 3 – Porcentagem de dados por distribuidora no período avaliado.....</b>	<b>39</b>
<b>Tabela 4 – Porcentagem de dados ausentes por indicador.....</b>	<b>40</b>
<b>Tabela 5 – Análise descritiva das distribuidoras.....</b>	<b>41</b>
<b>Tabela 6 – Resultados do Modelo de Regressão do EBITDA.....</b>	<b>54</b>
<b>Tabela 7 – Resultados dos Modelos de Regressão da DEC.....</b>	<b>56</b>
<b>Tabela 8 – Resultados dos Modelos de Regressão do ISQP.....</b>	<b>56</b>
<b>Tabela 9 – Resultados dos Modelos de Regressão de PERDAS.....</b>	<b>58</b>
<b>Tabela 10 – Relação entre as distribuidoras e os grupos a qual pertencem.....</b>	<b>60</b>
<b>Tabela 11 – Caracterização dos grupos com relação aos indicadores.....</b>	<b>62</b>

## **LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS**

ABRADEE: Associação Brasileira de Distribuidores de Energia Elétrica.

ANEEL: Agência Nacional de Energia Elétrica.

BOVESPA: Bolsa de Valores de São Paulo.

CODI: Comitê de Distribuição.

DEC: Duração Equivalente de Interrupção por Unidade Consumidora.

EBITDA: Earnings Before Interests, Taxes, Depreciation and Amortization.

ENERCON: Energia Comercializada.

EVEF: Estudo de Viabilidade Econômica e Financeira.

IFRS: International Financial Reporting Standards.

INVEST: Investimentos.

ISQP: Índice de Satisfação com a Qualidade Percebida.

LAJIDA: Lucro antes do pagamento de Juros, Impostos, Depreciação e Amortização.

PCA: Análise de Componentes Principais.

PRODIST: Procedimentos de Distribuição de Energia Elétrica no Sistema Elétrico Nacional.

SEB: Setor Elétrico Brasileiro.

## SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO .....	14
1.1	CONSIDERAÇÕES INICIAIS.....	14
1.2	PROBLEMA DA PESQUISA .....	15
1.3	OBJETIVOS .....	16
1.3.1	Geral .....	16
1.3.2	Específicos .....	17
1.4	JUSTIFICATIVA.....	17
1.5	ESTRUTURA DO TRABALHO .....	18
2	REFERENCIAL TEÓRICO.....	19
2.1	Desempenho Econômico-Financeiro .....	19
2.2	Desempenho em Qualidade do Serviço .....	24
2.3	Desempenho em Gestão Operacional .....	26
2.4	Síntese do Referencial Teórico .....	27
3	METODOLOGIA .....	29
3.1	Procedimentos metodológicos .....	29
3.2	Abordagem e método de pesquisa .....	30
3.3	Hipóteses, variáveis e operacionalização .....	30
3.3.1	VARIÁVEIS DEPENDENTES .....	32
3.3.1.1	<i>EBITDA (Earnings Before Interest, Taxes, Depreciation and Amortization)</i> .....	32
3.3.1.2	<i>DEC (Duração Equivalente de Interrupção por Unidade Consumidora)</i> .....	33
3.3.1.3	<i>ISQP (Índice de Satisfação com a Qualidade Percebida)</i> .....	33
3.3.1.4	<i>Perdas Técnicas</i> .....	34
3.3.2	<i>Variável Independente (Investimentos)</i> .....	34
3.3.3	<i>Variáveis de Controle</i> .....	35
3.3.3.1	<i>Energia Consumida</i> .....	35
3.3.3.2	<i>Disponibilidades</i> .....	35
3.4	Amostragem, coleta e tratamento dos dados.....	35
3.5	Análise de dados ausentes .....	38
3.6	Estrutura de dados em painel .....	44
4	APRESENTAÇÃO, ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS.....	47
4.1	Análise descritiva da amostra .....	47

<b>4.2</b>	<b>Análise das variáveis dos constructos .....</b>	<b>47</b>
<b>4.2.1</b>	<b><i>Evolução dos Investimentos .....</i></b>	<b>48</b>
<b>4.2.2</b>	<b><i>Evolução das variáveis dependentes da pesquisa (EBITDA, DEC, ISQP e Perdas).....</i></b>	<b>49</b>
<b>4.3</b>	<b>MODELOS DE REGRESSÃO EM PAINEL .....</b>	<b>53</b>
<b>4.3.1</b>	<b><i>Modelos de Regressão em Painel para Desempenho Econômico....</i></b>	<b>53</b>
<b>4.3.2</b>	<b><i>Modelos de Regressão em Painel para Desempenho em Qualidade</i></b>	<b>55</b>
<b>4.3.3</b>	<b><i>Modelos de Regressão em Painel para Desempenho em Gestão Operacional.....</i></b>	<b>57</b>
<b>4.4</b>	<b>Agrupamento de Indivíduos .....</b>	<b>59</b>
	<b>Tabela 10 – Relação entre as distribuidoras e os grupos a qual pertencem .....</b>	<b>60</b>
	<b>Tabela 11 - Caracterização dos grupos com relação aos indicadores .....</b>	<b>62</b>
<b>4.5</b>	<b>MAPA PERCEPTUAL DOS INDICADORES .....</b>	<b>63</b>
<b>5</b>	<b>CONSIDERAÇÕES FINAIS .....</b>	<b>63</b>
	<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>66</b>
	<b>GLOSSÁRIO.....</b>	<b>70</b>

## **1 INTRODUÇÃO**

Neste texto introdutório, será apresentado o conjunto dos itens que definem e delimitam esta dissertação. Nas considerações iniciais, é apresentada a contextualização do ambiente no qual o estudo foi desenvolvido, seguido do problema e objetivos geral e específicos. Na sequência traz a justificativa do estudo e, por fim, apresenta-se um tópico com a estrutura dos demais capítulos desta dissertação.

### **1.1 Considerações Iniciais**

O segmento de distribuição está representado por 63 empresas, entre estatais, que são controladas pelos governos federal, estaduais e municipais, e por organizações privadas, cujos grupos controladores são empresas nacionais, norte-americanas, italianas, francesas, espanholas e portuguesas.

Essas empresas são reguladas pela Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL), que é responsável, dentre outras atividades, por determinar normas e procedimentos técnicos inerentes à área de energia elétrica, disciplinar a expansão e a operação das redes de distribuição, com vistas à melhoria dos indicadores de desempenho, preservando a segurança, a eficiência e a confiabilidade dos sistemas elétricos.

A preocupação do órgão regulador em acompanhar o desempenho das empresas concessionárias atende ao disposto nos Procedimentos de Distribuição de Energia Elétrica no Sistema Elétrico Nacional (PRODIST), cujo teor trata de um elenco de normas que visam a disciplinar o relacionamento entre as distribuidoras de energia elétrica e demais agentes ligados ao sistema de distribuição (unidades consumidoras e centrais geradores), garantindo, entre outros, o compromisso da continuidade da prestação de serviço dessas empresas para com os seus usuários.

O desempenho não é acompanhado apenas pelo órgão regulador; as empresas concessionárias distribuidoras também o fazem para prestar informação aos seus usuários, através da divulgação dos indicadores operacionais evidenciados na fatura individual, bem como para avaliar se seus investimentos estão resultando na evolução desses indicadores, conforme apresentado em seus relatórios anuais de gestão.

Alguns dos indicadores utilizados pelo Setor Elétrico Brasileiro (SEB), agência reguladora e concessionárias, são responsáveis por medir a qualidade do serviço prestado, como o indicador coletivo que mede a Duração Equivalente de Interrupção por Unidade Consumidora (DEC).

No âmbito das distribuidoras, a Associação Brasileira de Distribuidores de Energia Elétrica (ABRADEE), sociedade civil sem fins lucrativos, originada do antigo Comitê de Distribuição (CODI) e, formalmente constituída no ano de 1995, tem como missão contribuir para a excelência na gestão operacional e econômico-financeira de suas associadas, com foco no atendimento ao cliente.

A ABRADEE reúne 41 concessionárias de distribuição de energia elétrica – estatais e privadas – atuantes em todas as regiões do país que, juntas, são responsáveis pelo atendimento de 99,6% dos consumidores brasileiros (ABRADEE, 2019).

## **1.2 Problema da Pesquisa**

Em um período no qual a demanda da sociedade por disponibilidade e qualidade do serviço de energia é crescente, a distribuição de energia elétrica tem enfrentado o desafio de melhorar suas operações, conciliando preços competitivos, eficiência e rentabilidade (BALTAZAR, 2007), além de equilibrar as necessidades e expectativas das partes interessadas envolvidas. (BRITO, 2007)

Assim, estimular a cooperação, o esforço em balancear os interesses e utilizar os recursos de maneira eficiente vem sendo realizado pelas mais diversas companhias de maneira sistemática (ABRADEE, 2019), os quais devem ser avaliados para que possam ser propostas melhorias da qualidade dos serviços de energia elétrica oferecidos à população.

Por ser um setor de utilidade pública que se encontra inserido num conjunto de regulações, a fim de promover transparência, legalidade e uniformidade dos serviços prestados, estudar mecanismos de controle e indicadores que possam garantir a estabilidade, a eficiência e a inovação do setor, capazes de gerar benefícios econômicos, são motivadores para a execução da presente pesquisa.

O estudo de Fasolin *et al.* (2014), por exemplo, apresentou as práticas de sustentabilidade de empresas brasileiras de geração e distribuição de energia listadas na Bovespa.

Outro estudo relacionado às práticas de governança corporativa no setor de energia elétrica foi desenvolvido por Oliveira *et al.* (2015), que analisou a relação entre desempenho e práticas de governança e responsabilidade social, concluindo que a adoção de tais práticas contribui para a criação de valor corporativo.

No âmbito da contabilidade regulatória, Carvalho *et al.* (2013) apresentaram um estudo que comparou as divergências entre contabilidade regulatória e *International Financial Reporting Standards* (IFRS) nos indicadores econômico-financeiros das empresas distribuidoras de energia elétrica no Brasil. O estudo identificou diferenças expressivas nas comparações de contas patrimoniais e de resultados decorrentes da aplicação da contabilidade regulatória e da societária. No entanto, não foram encontradas diferenças significativas para indicadores econômico-financeiros.

O estudo de Bomfim *et al.* (2011) buscou identificar, dentre os indicadores-financeiros, os de maior relevância considerados na avaliação do desempenho de curto prazo das distribuidoras de energia elétrica e verificou a relação entre o desempenho econômico-financeiro e os indicadores gerais de rentabilidade.

Nesse cenário regulatório, no qual a ANEEL discute quais serão as novas ferramentas de controle, as incertezas referentes ao ambiente econômico brasileiro podem implicar em diferentes riscos e consequências às empresas de distribuição de energia elétrica, bem como para o setor de energia.

Diante do exposto, esta pesquisa tem o intuito de responder a seguinte questão: *Qual a correlação entre os indicadores coletados pela Associação Brasileira de Distribuidores de Energia Elétrica (ABRADEE) com o desempenho das empresas distribuidoras do setor elétrico brasileiro?*

## **1.3 Objetivos**

### **1.3.1 Geral**

Avaliar a correlação entre os indicadores coletados pela ABRADEE com o desempenho das empresas distribuidoras do setor elétrico brasileiro.

### 1.3.2 Específicos

- Avaliar se, à medida que uma distribuidora utiliza indicadores de investimento, há impacto em seu desempenho econômico-financeiro, aqui representado pelo EBITDA;
- Avaliar se, à medida que uma distribuidora utiliza indicadores de investimento, há impacto em seu desempenho em qualidade do serviço, aqui representado pelo DEC e pelo ISQP;
- Avaliar se, à medida que uma distribuidora utiliza indicadores de investimento, há impacto em seu desempenho em gestão operacional, aqui representado pelas Perdas;
- Comparar o desempenho de empresas privadas e empresas controladas pelo estado (estatais).

## 1.4 Justificativa

Problemas de origem financeira em empresas de distribuição de energia elétrica podem gerar consequências graves para a manutenção e qualidade do serviço prestado por essas companhias, com impacto direto no bem-estar social.

Assim, dentro do arcabouço regulatório, medidas e indicadores que buscam prevenir e evitar a deterioração econômico-financeira de empresas provedoras de energia podem ser aplicados a fim de garantir o fornecimento desse bem essencial a consumidores de todos os setores da sociedade.

A partir desse conhecimento as distribuidoras podem intensificar seus esforços na redução de perdas e incremento da eficiência, mas também rever as tratativas dadas ao tema qualidade.

Ao considerar os estudos revisados, entende-se que a presente pesquisa assume relevância à medida que traz uma análise da correlação dos indicadores utilizados por uma associação de empresas distribuidoras de energia elétrica e o desempenho de tais associadas.

## **1.5 Estrutura do Trabalho**

Esta pesquisa prossegue organizada da seguinte forma: na seção 2 é apresentado o levantamento teórico realizado para identificar as principais variáveis associadas ao desempenho das distribuidoras e o modo como se relacionam. A seção 3 descreve o desenho da pesquisa e os procedimentos metodológicos adotados para a coleta, tratamento e análise dos dados. A seção 4, apresenta as análises descritivas dos dados e os resultados dos modelos de regressão em painel, e por fim, a seção 5 expõe as conclusões e limitações desta pesquisa, sugerindo observações para estudos futuros.

## **2 REFERENCIAL TEÓRICO**

A seção apresenta o referencial teórico relacionado à temática e questão desta pesquisa e, assim, aponta as principais discussões encontradas na literatura associadas ao objeto e questão investigados, ao mesmo tempo em que indica a fundamentação teórica para o desenvolvimento das hipóteses de pesquisa acerca da importância dos indicadores, por parte das distribuidoras de energia elétrica, sobre seu desempenho empresarial.

Foi identificado um conjunto de estudos que analisam e discutem o desempenho das distribuidoras de energia elétrica sob diferentes perspectivas. Por esse motivo, o referencial foi organizado em três subseções, conforme as diferentes perspectivas: 1) desempenho econômico-financeiro; 2) desempenho em qualidade do serviço; e 3) desempenho em gestão operacional.

### **2.1 Desempenho Econômico-Financeiro**

O estudo do desempenho econômico-financeiro é fundamental, quer para projetos relativos à criação de uma nova empresa, quer para projetos na perspectiva de uma empresa já em atividade e que necessite medir a valia de um eventual projeto de investimento a realizar e qual o seu impacto na empresa.

O conjunto de indicadores tem como objetivo avaliar a capacidade de a empresa gerir seus ativos, de forma a gerar rentabilidade adequada. Esse conjunto avalia aspectos operacionais relacionados à geração de margem e da qualidade de financiamento, captando aspectos regulatórios e societários. (ABRADEE 2019)

Avaliar o desempenho empresarial é tarefa tão difícil quanto necessária dentro de um contexto organizacional. Os instrumentos de avaliação de desempenho devem possibilitar o acompanhamento do desempenho sob as várias dimensões organizacionais que possam afetar a consecução dos objetivos organizacionais, integrando-as para que se mantenham coesas com tais objetivos (KAWAI, 2017).

Conforme Callado & Amorim (2018), os indicadores têm sido utilizados tradicionalmente como referências gerenciais fundamentais para avaliar o desempenho. A partir da geração de informações sistemáticas sobre o desempenho,

os índices podem assumir papel de destaque como parâmetro de avaliação de desempenho, bem como auxiliar na tomada de decisões.

Um dos elementos avaliados nos estudos sobre desempenho é o custo operacional (*OPEX*). Souza *et al.* (2010) adotaram essa variável em suas análises como um insumo necessário para as distribuidoras entregarem a energia elétrica na quantidade necessária (MWh), para o total de consumidores devidos, ao longo da extensão de sua rede elétrica (km). A principal discussão da pesquisa está na forma que o regulador revisa as tarifas praticadas pelo setor, propondo a integração de diversos métodos para avaliar o desempenho das distribuidoras, baseados no *OPEX*.

Tendo em mente que as receitas de vendas das distribuidoras são limitadas pelo regulador (*price cap*) e que apenas parte de seus custos podem ser repassados para a tarifa cobrada do consumidor, Souza *et al.* (2010) destacam que um serviço prestado com custos reduzidos gera ganhos para as distribuidoras que se beneficiam financeiramente desse resultado. Os autores adotaram seis modelos, através dos quais analisaram dados de 2001, de 40 distribuidoras, e concluíram que a maioria delas se mantém ineficiente sob a ótica do custo operacional.

De modo similar ao trabalho de Souza *et al.* (2010), os estudos de Pereira de Souza *et al.* (2010, 2014) compararam 60 distribuidoras brasileiras com o objetivo de avaliar o desempenho dos custos operacionais em função da energia fornecida (em MWh), número de unidades consumidoras e da extensão da rede (em km). Nesses estudos, os trabalhos criticam o modelo de comparação adotado pelo regulador do setor elétrico brasileiro. Seus argumentos e análises enfatizam os possíveis vieses metodológicos, introduzidos pela presença de valores discrepantes (*outliers*) nos dados analisados ou pela ausência de adequada ponderação dos fatores analisados, e empregam técnicas complementares na tentativa de reduzir esses problemas.

Outra proposta de avaliação de desempenho, alternativa ao modelo adotado pelo regulador, é feita por Leme *et al.* (2014) com o objetivo de ajudar a analisar o impacto ambiental sobre o desempenho das distribuidoras. Defendem os autores que sua proposta permite ao regulador construir modelos semi-paramétricos de dois estágios mais apropriados para uma análise comparativa das distribuidoras de energia elétrica. Seu estudo também emprega a variável gastos operacionais (*OPEX*) como um recurso das distribuidoras para atender a demanda por energia, em quantidade (MWh), em número de consumidores e em manutenção da extensão da rede (em km).

Leme *et al.* (2014) também incluem na análise variáveis ambientais, como média salarial, índices de precipitação, índice de complexidade e densidade de consumidores, acreditando que estas impactam diretamente no desempenho das distribuidoras. Todas as variáveis ambientais referidas acima estão, segundo Leme *et al.* (2014), associadas aos custos operacionais e de manutenção. Médias salariais distinguem o perfil de cada região brasileira, que afeta o custo com mão de obra. Precipitações provocam aumento no número de interrupções e, conseqüentemente, aumento nos custos de operação e manutenção. O índice de complexidade expressa o grau de dificuldade das distribuidoras em combater perdas não técnicas, como o furto de energia, e indica que distribuidoras com áreas maiores terão mais dificuldade para combater perdas, e maiores custos também. Referente à densidade, quanto mais dispersos estão os consumidores, maiores os custos com atendimento, possivelmente devido à distância e o tempo para deslocamento das equipes da distribuidora até os locais de atendimento. Com o uso das variáveis ambientais, Leme *et al.* (2014) comparam o modelo de avaliação de desempenho do regulador brasileiro com um modelo simulado, proposto pelos autores. Essa comparação os leva a concluir que as variáveis ambientais impactam linearmente e não linearmente o desempenho das distribuidoras, sugerindo que a sua proposta pode ser útil para evitar má especificação de modelos de análise de desempenho.

Zorzo *et al.* (2017) estudaram a correlação entre inovação e a eficiência econômica relativa. A intenção do estudo era descobrir se a eficiência econômica das empresas estudadas está relacionada ao seu foco em inovação. Escolheram empresas distribuidoras de energia elétrica listadas na BOVESPA, obtendo uma amostra de vinte distribuidoras, com dados analisados no período entre 2010 e 2013.

Na análise de Zorzo *et al.* (2017), a variável que representa a eficiência econômica foi construída pela combinação de quatro outras variáveis: 1) ativo total; 2) custos operacionais; 3) despesas operacionais; e 4) receita líquida. A variável que expressa o foco em inovação resulta da análise do conteúdo dos relatórios divulgados pelas distribuidoras da amostra. Constataram um baixo nível de correlação entre ambas. Respeitando o conceito de foco em inovação e eficiência econômica atribuídos no estudo, esse resultado indica que a eficiência econômica não está associada ao foco das distribuidoras às suas ações de inovação. Os autores comentam que esse resultado reforça o que outros autores já constataram a respeito

da obrigatoriedade de investir. Ainda de acordo com Zorzo *et al.* (2017), o baixo volume de relatórios que caracterizam inovação, publicados pelas distribuidoras estudadas, também pode ter contribuído para um nível baixo de correlação entre as variáveis. Esse é um dos possíveis vieses dessa análise, já que uma das principais variáveis de interesse dependia da disponibilidade dessas informações, além de variar em função do volume, frequência e conteúdo das publicações realizadas pelas distribuidoras, no período analisado. É interessante considerar também que o campo de pesquisa de Zorzo *et al.* (2017) envolve um setor regulado, cujas prioridades incluem segurança, qualidade e desempenho.

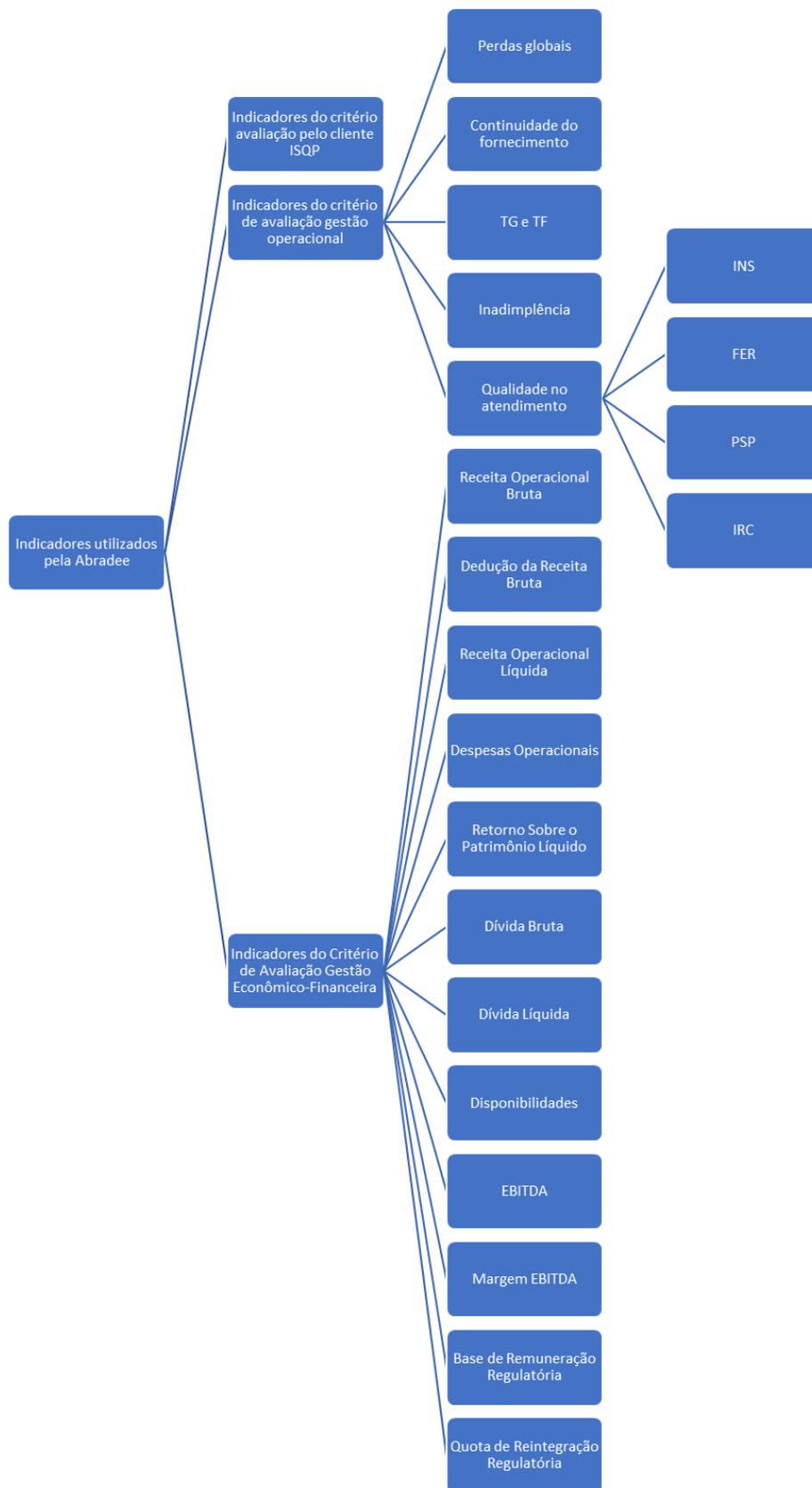
A análise dinâmica do desempenho empresarial apresenta uma distinção entre o resultado econômico e financeiro, na qual o primeiro diz respeito ao lucro ou prejuízo e aumenta ou reduz o patrimônio líquido, e o segundo refere-se às disponibilidades e suas variações (MATARAZZO, 2003). Assim, a partir da articulação das variáveis dinâmicas a empresa assume uma condição financeira que reflete sua real situação perante o mercado e cenário econômico (ITTNERA; LARCKER; RANDALL, 2003).

Uma empresa pode apresentar formação de caixa significativa (medida pelo EBITDA), porém ao mesmo tempo ter dificuldades em arcar com os custos de suas dívidas junto aos credores. Isso porque as disponibilidades de caixa poderiam ser destinadas às necessidades de reinvestimento.

A análise de indicadores de investimentos é importante sob a ótica do regulador uma vez que geralmente estão relacionados à qualidade do serviço prestado. Para fins de fiscalização econômica e financeira, o foco será sobre os investimentos necessários para a manutenção e melhor da qualidade do serviço.

Abaixo segue um fluxograma representando os indicadores utilizados pela Abradee demonstrando como eles se relacionam. No critério Avaliação pelo Cliente, as distribuidoras são julgadas com base nas avaliações feitas pelos seus clientes, apuradas na Pesquisa Abradee da Satisfação do Cliente Residencial Urbano. No critério Gestão Operacional, as distribuidoras são julgadas com base nos seus resultados operacionais de natureza técnica e/ou comercial e na qualidade dos produtos e serviços entregues ao consumidor. No critério Gestão Econômico-Financeira, as distribuidoras são julgadas com base nos seus resultados econômico-financeiros.

**Figura 1 – Fluxograma de Indicadores ABRADEE**



**Fonte:** Elaborada pelo autor.

Os critérios de avaliação e os seus indicadores fornecem as bases para a especificação dos rankings entre as distribuidoras definidos pela Abradee.

## 2.2 Desempenho em Qualidade do Serviço

A qualidade de energia elétrica de um sistema pode ser definida como ter uma tensão similar a uma forma de onda de uma senoide pura com a amplitude definida. O conceito de qualidade de energia se estendeu em aplicações industriais devido ao crescimento do número de equipamentos eletrônicos altamente sensíveis. Atualmente, os problemas de qualidade de energia estão crescendo devido a fatores como a poluição das redes com o tempo (AGALAR & KAPLAN, 2018).

No setor elétrico, de modo geral, a qualidade do serviço é medida pela continuidade e estabilidade no fornecimento da energia elétrica (AMADO *et al.*, 2013). Alguns estudos percebem a qualidade também pela ótica de perdas (técnicas e não técnicas) e há aqueles que combinam uma série de indicadores para expressar o que é qualidade do serviço. No trabalho de Yadav *et al.* (2010) a qualidade é vista como a duração média de interrupção, variável analisada em conjunto com outros elementos. Nessa análise, os autores adotam como visão de desempenho para as distribuidoras o atendimento de seu mercado, com a infraestrutura de que dispõe, e a uma determinada duração média de interrupção. Nesse caso, o mercado das distribuidoras é representado pelas variáveis número de consumidores e energia vendida; sua infraestrutura pela extensão de suas linhas de distribuição e capacidade de seus transformadores; e a duração média de interrupção reflete a medida de qualidade do serviço, vista pelos autores como uma variável importante e controlável.

No estudo seguinte, Yadav *et al.* (2011) enfatizam aspectos mais técnicos do desempenho das distribuidoras, associados à redução de custo, e sugerindo o uso de sistemas de operação e auditoria, mas novamente incluem a variável duração de interrupção em suas avaliações. Semelhante à sua pesquisa de 2010, os autores identificaram apenas oito empresas com desempenho eficiente.

Xavier *et al.* (2015) apresentaram críticas aos métodos de avaliação de desempenho, alegando que estes não incluem variáveis relativas à qualidade do serviço. Seu estudo incluiu a variável tempo total de interrupção, resultante da multiplicação do indicador DEC (Duração Equivalente de interrupção por unidade

Consumidora) pelo número de unidades consumidoras. Utilizam, ainda, variáveis comuns aos outros estudos: extensão da rede, capacidade dos transformadores, número de funcionários, energia fornecida e número de consumidores. Número de raios, densidade de consumidores e a propriedade (*ownership*) da distribuidora são incluídas como variáveis ambientais, utilizadas, posteriormente, como variáveis explicativas do desempenho.

Para assegurar a correta comparação entre as distribuidoras analisadas, Xavier *et al.* (2015) dividiram a área de concessão brasileira em Redes de Unidades (UN – Unit Networks), com o objetivo de tornar os objetos de análise mais homogêneos e garantir uma comparação justa. Essa divisão resultou em 70 UNs, formadas por 712 conjuntos elétricos, operados por 10 distribuidoras brasileiras, o que representa aproximadamente 56% da carga fornecida no Brasil.

Três modelos foram empregados por Xavier *et al.* (2015), dos quais um dedica-se a avaliar a participação da qualidade do serviço no desempenho. Nesse modelo, os autores tratam o tempo total de interrupção como uma variável controlável, assim como um insumo (*input*), com base na noção de que se deve reduzir esse tempo de interrupção (como reduzir outros recursos) para melhorar o desempenho, expressando-a como um produto (*output*) indesejado. Essa inclusão é feita porque a qualidade do serviço pode ser afetada pela redução voluntária dos outros recursos, enquanto se busca melhorar o desempenho. Com esse modelo, os autores querem assegurar que a busca por eficiência não reduza a qualidade do fornecimento.

Os estudos sobre qualidade e sua relação com desempenho confirmam a relevância dessa variável ao nosso estudo. A indagação, a partir desses achados, é sobre a influência que os investimentos podem exercer sobre a qualidade do serviço prestado pelas concessionárias. É sabido que o regulador define metas rigorosas de qualidade para as distribuidoras de energia elétrica, e o mesmo fiscaliza os investimentos das concessionárias em P&D, por exemplo, conforme determina a Lei nº 9.991/2000. Esses investimentos, sob a supervisão do regulador, são destinados ao desenvolvimento de temas de interesse do setor elétrico, dentre os quais se enfatiza a eficiência, a segurança e a qualidade do serviço. O direcionamento desses recursos para melhorias na qualidade deve, portanto, contribuir para as métricas de qualidade e para a percepção de qualidade do consumidor final. Esse raciocínio nos conduz à nossa segunda hipótese.

### 2.3 Desempenho em Gestão Operacional

A ABRADDEE apura amplo conjunto de indicadores técnicos e comerciais, aqui genericamente denominados indicadores operacionais, refletindo dimensões da operação e dos produtos e serviços das distribuidoras associadas (ABRADDEE 2019).

As perdas afetam o desempenho de todos os tipos de organização. Aquela que perde menos, de modo geral, é mais eficiente do que as que perdem mais. No setor elétrico, não é diferente, mas há uma particularidade: por ser um setor regulado, ao qual o regulador impõe limites na cobrança de tarifas (*price cap*), as distribuidoras não podem repassar suas perdas integralmente para o consumidor. Cada uma terá que conviver com suas perdas, mantendo seus preços no patamar permitido pelo regulador. A longo prazo, as perdas podem inviabilizar a continuidade de uma distribuidora, levando-a a interromper definitivamente suas atividades. Naturalmente, isso impacta significativamente o consumidor e demais agentes do setor.

Tratando-se de uma variável relevante, as perdas têm sido objeto de análise nas avaliações de desempenho. Embora o estudo de Pérez-Reyes e Tovar (2010) enfatize os efeitos da reforma no setor elétrico sobre o desempenho das distribuidoras, os autores incluem as perdas de energia (em MWh) em sua análise das melhorias de desempenho.

Moya *et al.* (2010) esclarecem que a capacidade dos transformadores se reflete nas perdas da rede elétrica, concluindo que se trata de uma variável relevante na distribuição de energia e um componente importante na determinação do desempenho.

Para os autores, essas perdas (técnicas) estão associadas ao transporte de energia. Por outro lado, as perdas comerciais estão associadas ao furto de energia. Ambas afetam o suprimento de energia porque as empresas precisam aumentar a quantidade de energia adquirida dos geradores para atender o mesmo nível de energia demandada pelo consumidor final. Por essa razão, seu estudo tratou essa variável como um *input* da distribuidora. Essa visão converge com o raciocínio de Xavier *et al.* (2015), quando incluem o tempo de interrupção como um *input*, que deve ser reduzido (*output* indesejado).

O também comentado estudo de Amado *et al.* (2013), cujo foco se concentra na variação do desempenho explicada por medidas gerenciais, discute o impacto da

implementação de políticas de manutenção no desempenho de linhas de média tensão da EDP, em Portugal. Os autores também analisam os impactos de uma nova tecnologia empregada pela distribuidora sobre o desempenho dessas linhas. Essa análise está alinhada ao propósito de um programa de gestão da manutenção, que envolve minimizar os custos e melhorar a qualidade do serviço, incluindo a redução de perdas de energia.

Diante do protagonismo que a variável “perdas” exerce no setor elétrico, por sua influência nos custos, por sua relação com a qualidade do serviço e desempenho das distribuidoras, por sua influência na viabilidade econômica e financeira de longo prazo dessas empresas, e ainda, por sua relevância na determinação da competitividade nos preços das tarifas e ganhos de produtividade, a consideramos uma variável importante para o nosso estudo.

Sabendo também que o regulador do setor elétrico brasileiro mantém o estímulo à redução das perdas para melhoria do desempenho das distribuidoras, enfatizando-a em algumas de suas linhas de pesquisa, e em harmonia com o argumento de Yadav *et al.* (2011), ao defenderem que incentivos e políticas adequados, e o estímulo à competitividade contribuem para melhoria no desempenho, estabelecemos aqui a nossa terceira e última hipótese de estudo.

## **2.4 Síntese do Referencial Teórico**

Nesta seção, foram analisados estudos sobre o desempenho das distribuidoras de energia elétrica, e sobre a relação entre esse desempenho e os indicadores utilizados pela ABRADEE, a fim de auxiliar as associadas, conforme suscitado pela questão desta pesquisa.

Conforme demonstrado acima, as discussões em torno do tema caracterizam o desempenho sob três diferentes perspectivas: econômico-financeira, de qualidade do serviço e de gestão operacional. Com base no presente referencial, três hipóteses de pesquisa foram enunciadas.

Embora haja estudos sobre desempenho, constatou-se, no decorrer do levantamento, que existem poucas análises que explorem a relação direta entre o desempenho das distribuidoras de energia elétrica e os indicadores utilizados pela ABRADEE.

Especialmente no Brasil, que historicamente acumula altos níveis de perda (PFITZNER, SALLES-FILHO & BRITTES, 2014), e ainda pouco explora a relação entre indicadores e desempenho, consideramos este estudo um importante direcionador para futuras análises acerca da contribuição da ABRADEE para o setor de distribuição de energia elétrica brasileiro. De tal modo, analisaremos a relação que os indicadores exercem sobre o resultado econômico das distribuidoras, sobre a qualidade de seu serviço à população, e sobre o nível de perdas em sua operação, fornecendo à comunidade acadêmica e aos gestores interessados uma nova perspectiva de análise.

### 3 METODOLOGIA

Neste tópico, estão detalhados os procedimentos para análise dos dados e teste das hipóteses enunciadas. Explica-se o modelo de pesquisa, lembrando a questão do estudo, e descrevendo a abordagem de pesquisa, seguida das hipóteses, variáveis analisadas, sua operacionalização, e os procedimentos de amostragem, coleta e tratamento de dados. Por fim encerra-se a seção comentando a estrutura de dados em painel, utilizada nas análises.

#### 3.1 Procedimentos metodológicos

Esta seção apresenta o modelo da pesquisa, cujo objetivo consiste em responder à seguinte questão: *Qual é a correlação entre os indicadores coletados pela ABRADÉE com o desempenho das empresas distribuidoras do setor elétrico brasileiro?* Para responder a essa questão, avaliou-se o grau e o caráter em que os indicadores afetam o desempenho das distribuidoras. Buscou-se, com isso, não apenas alcançar as contribuições já mencionadas, mas também propor uma reflexão sobre a natureza e qualidade desses indicadores.

Nesta pesquisa, o desempenho é entendido no sentido lato, motivados não apenas pela forma como a literatura explora tal variável, mas também pelo modo como o regulador do setor elétrico controla a operação das distribuidoras. Assim, analisou-se o desempenho através de quatro variáveis dependentes, sob três diferentes perspectivas: 1) EBITDA (*Earnings Before Interest, Taxes, Depreciation and Amortization*), como desempenho econômico; 2) DEC (Duração Equivalente de Interrupção por Unidade Consumidora) e 3) ISQP (Índice de Satisfação com a Qualidade Percebida), como desempenho de qualidade; e 4) volume de perdas técnicas, como desempenho em gestão operacional.

Esta pesquisa se enquadra na modalidade de dissertação, pois trata-se, segundo Marconi e Lakatos (2017, p. 237) “de um estudo sobre um tema específico ou particular, com suficiente valor representativo e que obedece a rigorosa metodologia”. Os procedimentos utilizados na realização desta pesquisa são apresentados nas seções: classificação da pesquisa, técnica de levantamento de dados e análise e interpretação de dados.

### 3.2 Abordagem e método de pesquisa

O propósito desta pesquisa é compreender os efeitos que os indicadores utilizados pela ABRADDEE exercem sobre o desempenho, no contexto das distribuidoras brasileiras de energia elétrica, o que enquadra a abordagem como quantitativa. Quatro hipóteses foram levantadas, a fim de responder aos objetivos específicos da pesquisa, e, para testá-las, adotou-se a abordagem quantitativa, por meio da qual buscou-se evidenciar e mensurar as relações entre as variáveis de interesse. Essas relações são verificadas mediante o uso da técnica de regressão múltipla, considerada a mais apropriada para o exame de dependência entre variáveis (HAIR *et al.*, 2009; GUJARATI & PORTER, 2011). Foi empregado essa técnica sobre dados secundários, disponibilizados pela ABRADDEE. Os dados coletados abrangem um período entre 2007 e 2018, e foram estruturados em formato de painel (WOOLDRIDGE, 2016).

Esta pesquisa é caracterizada como “projeto *ex post facto*”, no qual não há o controle nem a manipulação de variáveis. Sua abordagem limita-se a analisar e relatar o histórico dessas variáveis, sem qualquer intenção de influenciá-las ou manipulá-las. Consequentemente, este estudo tem como objetivo entender como uma variável produz mudança em outra, sendo classificado como um estudo causal-explanatório (COOPER e SCHINDLER, 2016). As hipóteses, os modelos de regressão em painel, estrutura dos dados e detalhes sobre o emprego das variáveis são apresentados nas subseções a seguir.

### 3.3 Hipóteses, variáveis e operacionalização

Em linha com as diferentes perspectivas sobre desempenho identificadas na literatura, destacam-se os objetivos específicos, que agora, serão detalhados, com a intenção de verificá-los:

- Avaliar se à medida que uma distribuidora utiliza indicadores de investimento há impacto em seu desempenho econômico-financeiro, aqui representado pelo EBITDA;

- Avaliar se, à medida que uma distribuidora utiliza indicadores de investimento, há impacto em seu desempenho em qualidade do serviço, aqui representado pelo DEC e pelo ISQP;
- Avaliar se, à medida que uma distribuidora utiliza indicadores de investimento, há impacto em seu desempenho em gestão operacional, aqui representado pelas Perdas;
- Comparar o desempenho de empresas privadas e empresas controladas pelo estado (estatais).

Com base nas hipóteses levantadas para atender aos objetivos, a pesquisa procede a quatro modelos de regressão em painel, para cada qual foi selecionado uma variável dependente e três independentes. A escolha dessas variáveis foi orientada, principalmente, pelo nosso referencial teórico, em conjunto com nosso interesse de pesquisa, em um esforço para evitar vieses na especificação dos modelos de análise. As variáveis são apresentadas na tabela abaixo.

**Tabela 1 – Variáveis sob análise**

Variáveis dependentes (y)	Variáveis independentes (x)
<ul style="list-style-type: none"> <li>• y1: EBITDA</li> <li>• y2: DEC</li> <li>• y3: ISQP</li> <li>• y4: Perdas</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• x1: Disponibilidades</li> <li>• x2: Energia Consumida</li> <li>• x3: Investimentos</li> </ul>

**Fonte:** Elaborado pelo autor.

As quatro variáveis dependentes representam o desempenho, sob as hipóteses advindas de três perspectivas identificadas na literatura: y1 (EBITDA), sob a perspectiva econômica; y2 (DEC) e y3 (ISQP), sob a perspectiva de qualidade; e y4 (Perdas), sob a perspectiva de gestão operacional. As variáveis independentes x1 (Disponibilidades) e x2 (Energia Consumida) são adotadas como variáveis de controle, cuja função é evitar uma possível conclusão tendenciosa por não a incluirmos (Cooper & Schindler, 2016). A variável independente x3 (Investimentos) é a variável preditora, nosso principal foco de análise. A seguir fornecemos mais detalhes sobre essas variáveis e sua operacionalização em nossa pesquisa.

### 3.3.1 Variáveis Dependentes

#### 3.3.1.1 EBITDA (*Earnings Before Interest, Taxes, Depreciation and Amortization*)

O EBITDA tem como função demonstrar o potencial da empresa para geração de caixa operacional; no Brasil, ele é conhecido como LAJIDA (Lucro antes do pagamento de Juros, Impostos, Depreciação e Amortização). Conforme Assaf Neto (2012), o mesmo pode ser calculado da seguinte forma:

Lucro líquido do período  
(+) Depreciação e amortização  
(+) Despesas financeiras  
(+) Imposto de renda e contribuição social  
(=) EBITDA

Para Assaf Neto (2012a, p. 211), “O EBITDA revela, em essência, a genuína capacidade operacional de geração de caixa de uma empresa, ou seja, sua eficiência financeira determinada pelas estratégias operacionais adotadas”.

Dessa forma, observa-se a importância na gestão dos recursos da empresa, de modo a maximizar a criação de riqueza para os proprietários do capital, no caso do EBITDA, a gestão eficiente das atividades operacionais é que vai ditar seus resultados.

Segundo Ludícibus (2007), o EBITDA vem sendo utilizado desde a década de 70 nos EUA e, mais recentemente, no Brasil, principalmente após a redução da inflação e aquecimento do mercado financeiro. Conforme Assaf Neto (2012a, p. 210):

Com a globalização da economia, as empresas percebem que sua continuidade está vinculada a atender, da forma mais eficiente possível, aos desejos estabelecidos pelo mercado. Em verdade, a atual abertura de mercado, ao mesmo tempo em que promove os consumidores ao papel de poder patronal, coloca a competitividade como principal desafio contemporâneo a ser vencido pelas empresas na busca de sua viabilização. Nesse contexto, surge a necessidade de medidas gerenciais que ressaltem melhor as estratégias financeiras e vantagens competitivas empreendidas. [...] Este é o caso da consagrada medida financeira conhecida no mercado por EBITDA.

O EBITDA é um indicador fundamental para a manutenção da prestação do serviço de distribuição de energia dentro dos padrões de qualidade, e representa uma parcela da riqueza gerada pelas distribuidoras que deve ser investida na aquisição e em melhorias de sua infraestrutura de distribuição (ANEEL, 2020).

Também reflete outras variáveis muito citadas em nosso referencial teórico, como por exemplo, a energia fornecida, convertida em receita de fornecimento, e os custos operacionais, que incluem a mão de obra (funcionários) e os gastos com manutenção (*OPEX*).

Dessa forma, o EBITDA torna-se uma variável útil, não só por sua capacidade de comparar o desempenho operacional de diferentes empresas, mas também pela relação que possui com outras variáveis populares na literatura e por sua importância na manutenção do negócio das distribuidoras de energia elétrica.

#### 3.3.1.2 DEC (Duração Equivalente de Interrupção por Unidade Consumidora)

De acordo com o Módulo 08 do PRODIST, o indicador coletivo de continuidade DEC é expresso em horas.

Conforme nosso referencial teórico, alguns autores indicam essa variável como uma das mais importantes na determinação do desempenho das distribuidoras. No setor elétrico brasileiro, o DEC é rigorosamente fiscalizado pelo regulador, e impacta direta e imediatamente os consumidores de energia elétrica.

O não atendimento às metas de duração de interrupções estabelecidos pelo regulador pode levar as distribuidoras ao pagamento de multas e compensações aos consumidores.

Trata-se de uma variável determinante na qualidade do serviço prestado à sociedade e, dependendo de seu comportamento, torna-se influente no desempenho econômico-financeiro das distribuidoras.

#### 3.3.1.3 ISQP (Índice de Satisfação com a Qualidade Percebida)

Os dados referentes à satisfação dos clientes – ISQP foram extraídos do Relatório da Pesquisa ABRADÉE de Satisfação dos Clientes Residenciais. Os mesmos evidenciam a posição privilegiada dos indicadores de satisfação junto aos

consumidores residenciais das distribuidoras. O ISQP é a soma da taxa de satisfação dos atributos de qualidade percebida.

Os dados desta pesquisa nos fornecem não só a percepção do consumidor sobre a qualidade do serviço, algo pouco explorado na literatura, como também oferecem algum indício sobre as perdas não técnicas. Por exemplo, perdas associadas a erros de medição, de faturamento ou perdas por falta de equipamento de medição podem ser refletidos em aspectos avaliados pelo ISQP, como os níveis de confiança no valor faturado, detalhamento das contas, dentre outros.

#### 3.3.1.4 Perdas Técnicas

A variável “perdas técnicas” é expressa em unidades de potência (*watt*) e resulta do processo de transformação de tensão (*volt*), inerentes ao transporte de energia.

Sendo o negócio da distribuidora comprar e distribuir energia, sua aquisição, geralmente, ocorre em níveis de tensão maiores, pois os geradores ficam distantes dos grandes centros urbanos, e essa tensão é necessária para transportar a eletricidade por longas distâncias, através das linhas de alta tensão. A distribuidora deve, então, reduzir essa tensão ao longo desse transporte, por meio de seus equipamentos transformadores, para viabilizar a entrega da energia elétrica para os consumidores finais, em níveis adequados de tensão (média ou baixa).

Como visto no referencial teórico, as perdas prejudicam o desempenho das distribuidoras e afetam a tarifa cobrada ao consumidor. Para as distribuidoras, a tarifa é limitada pelo regulador (*price cap*), e parte do resultado dessas perdas pode ter que ser financiado pelos próprios acionistas da distribuidora.

Por ser uma variável gerenciável, diretamente vinculada ao desempenho da empresa, e ainda ser uma das principais variáveis de interesse das distribuidoras e do regulador, é considerada uma variável importante à pesquisa.

#### 3.3.2 Variável Independente (Investimentos)

A análise de indicadores de investimentos é importante sob a ótica do regulador uma vez que geralmente estão relacionados à qualidade do serviço prestado. Para

fins de análise econômica e financeira, o foco será sobre os investimentos necessários para a manutenção e melhor da qualidade do serviço. Não há mecanismo que obrigue concretamente às distribuidoras de energia elétrica realizar determinado montante de investimentos. A necessidade de investimentos é definida pela própria concessionária, tendo ampla liberdade para tal.

### 3.3.3 Variáveis de Controle

#### 3.3.3.1 Energia Consumida

A distribuidora adquire energia de outros agentes do setor elétrico para revendê-la aos consumidores finais, processo pelo qual consome energia. O consumo de energia é determinado pelo mercado presente na área de concessão da distribuidora, conforme a previsão de demanda. Sendo assim, pouca ou nenhuma gerência há sobre essa variável, a qual foi designada como variável controle.

#### 3.3.3.2 Disponibilidades

A gestão financeira está preocupada com a administração das entradas e saídas de recursos monetários provenientes da atividade operacional da empresa, ou seja, com a administração do fluxo de disponibilidade da empresa. O controle de contas a pagar proporciona uma visualização global dos compromissos assumidos pela empresa, permitindo acompanhar os pagamentos a serem efetuados em determinado período.

## 3.4 Amostragem, coleta e tratamento dos dados

Esta pesquisa foi realizada utilizando a técnica documental, ou seja, os dados levantados foram obtidos por meio de dispositivos legais.

Conforme explica Santos (2015, p.28), “procedimentos de coleta de dados são os métodos práticos utilizados para juntar informações à construção dos raciocínios em torno de um fato/fenômeno/processo”.

O banco de dados era formado por 182.660 dados, correspondentes a 94 distribuidoras, as quais foram avaliadas por 48 indicadores, durante os anos de 1990 até 2018. Foram encontradas 56.534 células em branco, que correspondem a 30,95% dos dados.

Como essa porcentagem foi alta, tornou-se necessário fazer um tratamento dos dados, de modo a diminuir a quantidade de dados ausentes. O primeiro critério para exclusão foi averiguar quais anos possuíam mais de 50% dos dados ausentes, removendo-os da base.

Optou-se por excluir as distribuidoras que não foram medidas na metade do período avaliado e que tiveram mais da metade de seus dados perdidos. Retiraram-se os indicadores que possuíam mais de 50% dos dados ausentes ou apresentaram mais de 15% de *outliers*.

O banco de dados ficou com 24.816 observações, correspondentes a 41 distribuidoras, as quais foram avaliadas por 42 indicadores, durante os anos de 2007 até 2018. Destes, foram encontrados 953 dados ausentes, correspondendo a 3,84% da amostra, sendo esta porcentagem aceitável.

Na análise descritiva da variável de caracterização, foram usadas as frequências absolutas e relativas. Para descrever os indicadores, foram usadas medidas de posição, tendência central e dispersão.

Para verificar a correlação entre os indicadores, foi utilizada a correlação de Spearman (HOLLANDER; WOLFE, 1999). A correlação de Spearman é uma medida limitada entre -1 e 1, sendo que, quanto mais próximo o coeficiente estiver de -1, maior a correlação negativa, e quanto mais próximo o coeficiente estiver de 1, maior a correlação positiva.

Com o intuito de agrupar os indivíduos com padrões similares em relação aos indicadores, foi utilizada uma Análise Hierárquica de Agrupamento (SARSTEDT; RINGLE; HAIR, 2011), via Método de Ward, a partir da distância Euclidiana, e para comparar os indicadores com os grupos, utilizou-se o teste de Kruskal-Wallis (HOLLANDER; WOLFE, 1999).

A fim de visualizar as correlações entre os indicadores e distribuidoras, e possíveis associações com o tempo, foram construídos mapas perceptuais via Análise de Componentes Principais (PCA). A PCA é uma técnica de redução de dimensionalidade, que pode ser usada para analisar inter-relações entre um número

de variáveis e explicar essas variáveis em termos de suas componentes (NAGAR; BASU, 2002). O *software* utilizado nas análises foi o R (versão 3.6.1).

### Quadro 1 - Relação das Associadas.

<b>SIGLA</b>	<b>DESCRIÇÃO</b>
AMAZONAS ENERGIA	Amazonas Energia
CEA	Companhia de Eletricidade Do Amapá
CEB-D	CEB Distribuição S/A
CEEE-D	Companhia Estadual de Distribuição de Energia
CELESC-D	CELESC Distribuição S.A.
CELPA	Centrais Elétricas do Pará S.A.
CELPE	Companhia Energética de Pernambuco
CEMAR	Companhia Energética do Maranhão
CEMIG-D	CEMIG Distribuição S/A
COELBA	Companhia de Eletricidade do Estado da Bahia
COPEL-DIS	COPEL Distribuição S/A
COSERN	Companhia Energética do Rio Grande Do Norte
CPFL PAULISTA	Companhia Paulista de Força e Luz
CPFL PIRATININGA	Companhia Piratininga de Força e Luz
CPFL SANTA CRUZ	Companhia Luz e Força Santa Cruz
DMED	DME Distribuição S.A.
EDP ES	EDP Espírito Santo Distribuição de Energia Elétrica S.A.
EDP SP	EDP São Paulo Distribuição de Energia Elétrica S.A.
ELEKTRO	ELEKTRO Redes S.A.
ENEL DISTRIBUIÇÃO SÃO PAULO	ENEL Distribuição São Paulo
ENERGISA ACRE	Companhia de Eletricidade do Acre
EQUATORIAL ENERGIA PIAUÍ	Equatorial Energia Piauí
ENERGISA RO	Centrais Elétricas de Rondônia
ENEL CE	ENEL Distribuição Ceará
ENEL-GO	ENEL Distribuição Goiás
ENEL RJ	ENEL Distribuição Rio
ENERGISA BO	ENERGISA Borborema - Distribuidora de Energia S.A.
ENERGISA MG	ENERGISA Minas Gerais - Distribuidora de Energia S/A
ENERGISA MT	ENERGISA Mato Grosso - Distribuidora de Energia S/A
ENERGISA NF	ENERGISA Nova Friburgo - Distribuidora de Energia S/A
ENERGISA PB	ENERGISA Paraíba - Distribuidora de Energia S/A
ENERGISA SE	ENERGISA Sergipe - Distribuidora de Energia S/A
ENERGISA SS	ENERGISA Sul-Sudeste - Distribuidora de Energia S/A
ENERGISA TO	ENERGISA Tocantins - Distribuidora de Energia S/A
LIGHT	Light Serviços de Eletricidade S.A.
RGE	Rio Grande Energia S.A.
RORAIMA ENERGIA	Roraima Energia
SANTA MARIA	Empresa Luz e Força Santa Maria S/A
SULGIPE	Companhia Sul Sergipana de Eletricidade
EQUATORIAL ENERGIA ALAGOAS	Equatorial Energia Alagoas
ENERGISA MS	ENERGISA Mato Grosso do Sul - Distribuidora de Energia S/A

Fonte: Abradee (2019).

### 3.5 Análise de dados ausentes

A Tabela 2 apresenta a porcentagem de dados ausentes por ano antes dos tratamentos dos dados. Os Anos em negrito tiveram mais que 50% dos dados ausentes e foram retirados da amostra.

**Tabela 2 – Porcentagem de dados ausentes por ano.**

<b>ANO</b>	<b>%</b>
<b>1990</b>	<b>97,28%</b>
<b>1991</b>	<b>97,28%</b>
<b>1992</b>	<b>97,36%</b>
<b>1993</b>	<b>94,25%</b>
<b>1994</b>	<b>94,21%</b>
<b>1995</b>	<b>95,49%</b>
<b>1996</b>	<b>95,37%</b>
<b>1997</b>	<b>94,06%</b>
<b>1998</b>	<b>93,02%</b>
<b>1999</b>	<b>91,13%</b>
<b>2000</b>	<b>90,74%</b>
<b>2001</b>	<b>90,12%</b>
<b>2002</b>	<b>89,74%</b>
<b>2003</b>	<b>87,00%</b>
<b>2004</b>	<b>75,58%</b>
<b>2005</b>	<b>75,90%</b>
<b>2006</b>	<b>67,98%</b>
2007	32,24%
2008	31,47%
2009	32,24%
2010	41,57%
2011	39,28%
2012	39,13%
2013	39,38%
2014	39,74%
2015	36,35%
2016	37,45%
2017	32,34%
2018	39,67%

**Fonte:** Elaborada pelo autor.

A Tabela 3 apresenta a porcentagem de dados ausentes por Distribuidora antes dos tratamentos dos dados.

As Distribuidoras em negrito tiveram mais de 50% de seus dados ausentes e foram retiradas da amostra.

**Tabela 3 – Porcentagem de dados ausentes por distribuidora no período avaliado.**

DISTRIBUIDORA	%	DISTRIBUIDORA	%
<b>AES ELETROPAULO</b>	<b>97,92%</b>	<b>ELETOBRAS AM</b>	<b>97,92%</b>
<b>AES SUL</b>	<b>97,92%</b>	<b>ELETOBRAS PI</b>	<b>97,92%</b>
<b>ALIANÇA</b>	<b>80,38%</b>	<b>ELETOBRAS RO</b>	<b>97,92%</b>
AMAZONAS ENERGIA	7,99%	<b>ELETOBRAS RR</b>	<b>97,92%</b>
<b>AMPLA</b>	<b>97,92%</b>	<b>ELETOCAR</b>	<b>80,38%</b>
<b>BRAGANTINA</b>	<b>97,92%</b>	ENEL CE	3,99%
<b>CEA</b>	<b>76,56%</b>	ENEL GO	2,78%
<b>CEAM</b>	<b>93,75%</b>	ENEL RJ	3,99%
CEB	2,78%	ENEL SP	4,34%
CEEE	7,12%	ENERGISA BO	4,86%
CELESC	2,78%	ENERGISA BR	22,22%
CELPA	4,86%	ENERGISA CI 2	4,13%
CELPE	2,78%	ENERGISA ELO	22,57%
CEMAR	3,65%	ENERGISA MG	6,60%
CEMIG	2,78%	ENERGISA MS	3,65%
<b>CER</b>	<b>83,68%</b>	ENERGISA MT	3,65%
CERON	8,33%	ENERGISA NA	22,57%
<b>CFLO</b>	<b>97,92%</b>	ENERGISA NF	6,60%
<b>CHESP</b>	<b>65,80%</b>	ENERGISA PB	2,78%
<b>COCEL</b>	<b>80,38%</b>	ENERGISA SE	2,78%
COELBA	2,78%	<b>ENERGISA SS</b>	<b>78,30%</b>
<b>COELCE</b>	<b>97,92%</b>	ENERGISA TO	3,65%
COPEL	2,78%	ENERGISA VP	22,92%
COSERN	2,78%	EQTL ALAGOAS	7,81%
<b>CPFL JAGUARI</b>	<b>77,26%</b>	EQTL PIAUÍ	6,94%
CPFL LESTE	17,36%	<b>FORCEL</b>	<b>80,73%</b>
<b>CPFL MOCOCA</b>	<b>75,87%</b>	IGUAÇU	21,70%
CPFL PAULISTA	2,78%	<b>JOÃO CESAR</b>	<b>80,73%</b>
CPFL PIRATININGA	2,78%	LIGHT	2,78%
<b>CPFL SANTA CRUZ</b>	<b>62,85%</b>	<b>MUXFELDT</b>	<b>80,38%</b>
<b>CPFL SUL PAULISTA</b>	<b>75,87%</b>	<b>NACIONAL</b>	<b>97,92%</b>
<b>DEMEI</b>	<b>80,38%</b>	<b>NOVA PALMA</b>	<b>80,56%</b>
DMED	4,86%	PANAMBI	20,14%
EDP ES	2,78%	RGE	2,78%
EDP SP	2,78%	RGE SUL	11,46%
ELEKTRO	2,78%	RORAIMA ENERGIA	8,33%
ELETOACRE	11,28%	SANTA MARIA	9,55%
<b>ELETOBRAS AC</b>	<b>97,92%</b>	SULGIPE	4,69%
<b>ELETOBRAS AL</b>	<b>97,92%</b>	<b>URUSSANGA</b>	<b>80,38%</b>

Fonte: Dados da Pesquisa (2020).

A Tabela 4 apresenta a porcentagem de dados ausentes por Indicador antes dos tratamentos dos dados. Os Indicadores em negrito tiveram mais de 50% dos dados ausentes ou tiveram mais de 15% de outliers e foram retirados da amostra.

Tabela 4 – Porcentagem de dados ausentes por indicador.

INDICADOR	%	INDICADOR	%
ROB	2,30%	PC	2,13%
Invest	7,27%	<b>PSP</b>	<b>35,64%</b>
ROL	2,30%	<b>FER</b>	<b>34,57%</b>
EBITDA	2,30%	M_EBITDA	2,30%
<b>BRRL</b>	<b>27,30%</b>	PL	2,30%
<b>QR</b>	<b>27,48%</b>	DT	2,30%
Inad	14,89%	Disp	4,79%
DEC	1,95%	DL	2,30%
FEC	1,95%	EBIT	3,19%
CRe	2,13%	DO	2,48%
CI	2,48%	Pes	2,48%
CC	2,48%	Mat	2,48%
CRu	2,66%	Serv	2,48%
CPP	2,48%	Outros	2,48%
CIP	2,48%	PMSO	2,30%
CSP	2,66%	RBCC	2,30%
CCP	2,48%	RBCCRe	3,55%
STP_TG	12,06%	RBCCI	3,55%
STP_TF	12,06%	RBCCC	3,55%
SP_TG	11,70%	RBCCRu	3,55%
SP_TF	12,06%	RBCCPP	3,90%
<b>IRC</b>	<b>17,02%</b>	RBCCIP	5,14%
PG	2,13%	RCCCSP	5,32%
PT	1,24%	<b>ISQP</b>	<b>55,67%</b>

Fonte: Dados da Pesquisa (2020).

A Tabela 5 apresenta a análise descritiva das distribuidoras. Pode-se observar que cada empresa possui 12 observações correspondentes aos anos de 2007 a 2018, o que corresponde a 2,13% do total.

**Tabela 5 - Análise descritiva das Distribuidoras.**

VARIÁVEIS	N	%	VARIÁVEIS	N	%
AMAZONAS ENERGIA	12	2,13%	ENEL SP	12	2,13%
CEB	12	2,13%	ENERGISA BO	12	2,13%
CEEE	12	2,13%	ENERGISA BR	12	2,13%
CELESC	12	2,13%	ENERGISA CI	12	2,13%
CELPA	12	2,13%	ENERGISA ELO	12	2,13%
CELPE	12	2,13%	ENERGISA MG	12	2,13%
CEMAR	12	2,13%	ENERGISA MS	12	2,13%
CEMIG	12	2,13%	ENERGISA MT	12	2,13%
CERON	12	2,13%	ENERGISA NF	12	2,13%
COELBA	12	2,13%	ENERGISA PB	12	2,13%
COPEL	12	2,13%	ENERGISA SE	12	2,13%
COSERN	12	2,13%	ENERGISA TO	12	2,13%
CPFL LESTE	12	2,13%	ENERGISA VP	12	2,13%
CPFL PAULISTA	12	2,13%	EQTL ALAGOAS	12	2,13%
CPFL PIRATININGA	12	2,13%	EQTL PIAUÍ	12	2,13%
DMED	12	2,13%	IGUAÇU	12	2,13%
EDP ES	12	2,13%	LIGHT	12	2,13%
EDP SP	12	2,13%	PANAMBI	12	2,13%
ELEKTRO	12	2,13%	RGE	12	2,13%
ELETROACRE	12	2,13%	RGE SUL	12	2,13%
ENEL CE	12	2,13%	RORAIMA ENERGIA	12	2,13%
ENEL GO	12	2,13%	SANTA MARIA	12	2,13%
ENEL RJ	12	2,13%	SULGIPE	12	2,13%

Fonte: Dados da Pesquisa (2020).

A Figura 2 apresenta a análise descritiva das variáveis numéricas. Observa-se que:

- A média do indicador ROB (Receita Operacional Bruta) é R\$ 3.591.425,00. Além disso, 75% das distribuidoras possuem a receita operacional bruta de aproximadamente de R\$ 494.266,50;
- A média do indicador Invest (Investimentos) é R\$ 271.790,80. Além disso, 75% das distribuidoras possuem investimentos aproximadamente de R\$ 388.259,00;
- A média do indicador ROL (Receita Operacional Líquida) é igual a R\$ 2.326.413,00. Além disso, 75% das distribuidoras possuem a receita operacional líquida de aproximadamente de R\$ 3.323.099,50;
- A média do indicador EBITDA é de R\$ 298.714,00. Além disso, 75% das distribuidoras possuem o valor do indicador EBITDA menor ou igual a R\$ 478.704,50;
- A média do indicador Inad (Inadimplência) é R\$ 3,71. Além disso, 75% das distribuidoras possuem inadimplência menor ou igual a R\$ 3,00.

**Figura 2 – Análise descritiva das variáveis numéricas**

Variáveis	N	Média	E.P.	Mín.	1ºQ.	2ºQ.	3ºQ.	Máx.
Ano	564	2012,50	3,46	2007	2009,50	2013	2015,50	2018
ROB	551	3591425	4400308	29500	349964,50	2133757	4942666,50	24565296
Invest	523	271790,80	287464,50	287	29050	191753	388259	1827663
ROL	551	2326413	2704578	20456	242617	1409595	3323099,50	14489839
EBITDA	551	298714	452784,30	-2682313	18328,50	154013	478704,50	2847900
Inad	480	3,71	2,00	1,00	2,00	3,00	4,00	13,00
DEC	553	18,03	14,49	1,00	9,00	14,00	21,00	102,00
FEC	553	13,03	11,48	1,00	6,00	9,00	15,00	105,00
CRe	552	1337404	1508919	12369	142310,50	901191	1944328,50	6827491
CI	550	11660,21	20085,01	0,00	1204	4183	11647	106825
CC	550	112076,90	129821,60	0,00	12384	78916	151352	728367
CRu	549	84721,11	124476,30	0,00	7947	31655	121405	713308
CPP	550	11299,42	12507,38	0,00	1398	8342	15706	64351
CIP	550	1780,98	3346,22	0,00	51,00	394	1522	17340
CSP	549	1661,85	2297,80	0,00	185	995	1925	13442
CCP	550	181,52	179,57	0,00	33,00	131	275	854
STP_TG	496	594,74	2050,96	0,00	24,00	94,00	253	25784
STP_TF	496	5,00	4,66	0,00	2,00	4,00	7,00	29,00
SP_TG	498	4478,69	5504,40	0,00	1046	2114,50	6539	39240
SP_TF	496	3,98	3,00	0,00	2,00	4,00	5,00	18,00
PG	552	14,03	7,86	3,00	9,00	12,00	17,00	43,00
PT	557	7,11	2,32	0,00	5,00	7,00	9,00	14,00
PC	552	6,78	8,06	0,00	2,00	4,00	9,00	69,00
M_EBITDA	551	12,31	15,93	-100	7,00	15,00	21,00	62,00
PL	551	741643,30	1403056	-11936537	66391	463547	1323785	5908755
DT	551	1279340	1653131	0,00	112120,50	769291	1634533	9880527
Disp	537	-219205,20	309188,10	-2225091	-278753	-100800	-27092	11845
DL	551	1065705	1469779	-316360	64713,50	621449	1270611	9308502
EBITDA	551	298714	452784,30	-2682313	18328,50	154013	478704,50	2847900
DO	550	2019884	2382862	16671	215549	1242387,50	2759086	13194535
Pes	550	165852,90	213795,20	3217	26562	102449,50	187020	1387103
Mat	550	15120,59	21596,08	263	2361	8880	18210	250288
Serv	550	140837,30	151549,70	1077	16932	99333	191183	880318
Outros	550	168728,10	202961,70	-144197	18510	101580	248227	1463303
PMSO	551	489648,60	538836,90	0,00	62930	329832	712926	3566049
RBCC	551	2745355	3331209	0,00	286488	1666792	3724327,50	19178025
RBCCRe	544	1219386	1554080	0,00	136661	699663,50	1602587,50	10014160
RBCCI	544	447490,20	548453,70	0,00	55099,50	187172	663624	3077134
RBCCC	544	702571,40	939737,90	0,00	69265	411958,50	884519,50	6715712
RBCCRu	544	122036,90	200764,20	0,00	12678,50	42969,50	158506,50	1793128
RBCCPP	542	131492,30	143638,20	0,00	15444	91885	192348	864176
RBCCIP	535	76623,33	88382,18	-34135	10056,50	47793	106941,50	585260
RCCCS	534	84383,12	103604	0,00	8803	56095	109197	646399

Fonte: Dados da Pesquisa (2020).

A Figura 3 apresenta a correlação entre os indicadores, sendo que quanto mais próximo de azul maior a correlação positiva e quanto mais próximo de vermelho, negativa.

Além disso, os quadros brancos representam correlação não significativa. Dessa forma, observa-se que:

- Há uma correlação positiva entre os indicadores FEC (Frequência Equivalente por Consumidor) e DEC (Duração Equivalente por Consumidor). Isso implica que, quanto maior a frequência equivalente por consumidor, maior será a duração equivalente por consumidor e vice-versa;

- Há uma correlação positiva entre o indicador PES (Pessoas) e os indicadores Outros, PMSO, CRE (Consumidor Residencial), CC (Consumidor Comercial), RBCCC (Receita Bruta por Classe de Consumo Comercial), RBCC (Receita Bruta por Classe de Consumo), RBCCRE (Receita Bruta por Classe de Consumo Residencial), DO (Despesas Operacionais), entre outros. Isso implica que, quanto maior o valor do indicador Pessoas, maior será o valor dos outros indicadores e vice-versa;

- Há uma correlação negativa entre o indicador DISP (Disponibilidades) e os indicadores PL (Patrimônio Líquido), EBITDA, INVEST (Investimentos), CCP (Consumidor Consumo Próprio), entre outros (àqueles em vermelho). Isso significa que, quanto maior o valor das disponibilidades menor o valor desses indicadores. E, quanto maior o valor desses indicadores, menor o valor das disponibilidades.



regressão múltipla permite controlar, nitidamente, vários outros fatores que afetam a variável independente.

Para testar os objetivos levantadas na seção anterior, quatro modelos foram utilizados: o modelo 1 enfatiza o desempenho econômico; os modelos 2 e 3 enfatizam a qualidade do serviço; e o modelo 4 analisa a gestão operacional. A especificação dos modelos incluiu as variáveis já apresentadas, nas seguintes condições:

**Modelo 1:**  $EBITDA_{it} = \beta O + \beta 1 Disp_{it} + \beta 2 ENERCON_{it} + \beta 3 Invest_{it} + u_{it}$

**Modelo 2:**  $DEC_{it} = \beta O + \beta 1 Disp_{it} + \beta 2 ENERCON_{it} + \beta 3 Invest_{it} + u_{it}$

**Modelo 3:**  $ISQP_{it} = \beta O + \beta 1 Disp_{it} + \beta 2 ENERCON_{it} + \beta 3 Invest_{it} + u_{it}$

**Modelo 4:**  $PERDAS_{it} = \beta O + \beta 1 Disp_{it} + \beta 2 ENERCON_{it} + \beta 3 Invest_{it} + u_{it}$

Onde:

EBITDA = variável dependente que representa o lucro antes dos juros, impostos, depreciação e amortização;

DEC = variável dependente que expressa a Duração Equivalente de Interrupção por Unidade Consumidora;

ISQP = variável dependente que consiste no Índice de Satisfação com a Qualidade Percebida;

PERDAS = variável dependente que representa o volume de perdas das distribuidoras;

$\beta O$  = Intercepto;

$\beta 1$  = Coeficiente de inclinação;

DISP = variável independente que representa as disponibilidades;

ENERCON = variável independente que representa o volume de energia consumida pelas distribuidoras;

INVEST = variável independente que representa os investimentos;

$u_{it}$  = Erro aleatório

Foram identificados e tratados problemas comuns em análise de regressão múltipla, como a heteroscedasticidade e a multicolinearidade. A heteroscedasticidade ocorre quando a variância dos fatores não observados que afetam a variável dependente aumenta em função de suas variáveis independentes.

A multicolinearidade, caracterizada pela correlação alta (não perfeita) entre duas ou mais variáveis independentes, reduz o poder preditivo das variáveis independentes, à medida que são associadas com outras variáveis independentes. À proporção que uma variável independente se altera, provoca alterações em outras variáveis independentes (HAIR *et al.*, 2009; GUJARATI & PORTER, 2011; WOOLDRIDGE, 2016).

Como consequência, a definição dos efeitos que cada variável independente exerce sobre a variável dependente fica comprometida, tornando os resultados menos precisos e sua interpretação mais delicada. A inclusão de variáveis irrelevantes pode causar não apenas o problema da multicolinearidade, mas também uma variância maior dos estimadores, aumentando seus intervalos de confiança, reduzindo a acurácia dos testes de hipótese (WOOLDRIDGE, 2016) e seu poder de generalização (HAIR *et al.*, 2009).

O problema foi contido na especificação dos modelos. Embora a teoria aponte diversas outras variáveis associadas ao desempenho, identificamos, na literatura, algumas correlacionadas, como por exemplo, a energia consumida com número de consumidores (SOUZA *et al.*, 2010; PEREIRA DE SOUZA *et al.*, 2010; 2014). Especificaram-se modelos parcimoniosos, incluindo variáveis que fossem conceitualmente relevantes e tivessem baixa multicolinearidade (HAIR *et al.*, 2009), alinhadas ao referencial teórico e à questão de pesquisa, dois importantes direcionadores na especificação de nossos modelos de regressão em painel e na minimização do risco de super especificação ou omissão de variáveis.

## 4 APRESENTAÇÃO, ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

### 4.1 Análise descritiva da amostra

Nesta seção, são apresentadas e discutidas as análises dos dados secundários e dos resultados obtidos pelos modelos de regressão em painel. São descritos os resultados das variáveis dependentes ao longo do período analisado. Em seguida, é discutido o modo como os indicadores afetam o desempenho das distribuidoras brasileiras de energia elétrica.

Os relatórios analisados referem-se ao período de 2007 a 2018, e foram coletados no site da ABRADDEE. A ABRADDEE, através do site <http://www.ABRADDEE01.org/grupos/login.asp>, permite o acesso e *download*, por meio de cadastro e login, dos relatórios dos indicadores.

Posteriormente, foram criadas planilhas eletrônicas em *Excel*, a fim de detalhar os indicadores de cada empresa, os quais são: Receita Operacional Bruta (ROB); Investimentos; Receita Operacional Líquida (ROL); Dedução da Receita Bruta; EBITDA; Margem EBITDA; Base de Remuneração Regulatória (BRR); Quota de Reintegração; Patrimônio Líquido; Dívida Total; Disponibilidades; Dívida Líquida; EBIT; Despesas Operacionais; Pessoal, Material, Serviços e Outros (PMSO); Receita Total por Classe de Consumo; DEC; FEC; PSP; Segurança; Inadimplência; INS; IRC; ISQP e Perdas.

Um glossário com termos usados nos resultados encontra-se no Anexo 1.

### 4.2 Análise das variáveis dos constructos

As análises realizadas nesta seção têm o objetivo de apresentar as variáveis (perguntas) que compõem os indicadores (fases) “determinar”, “identificar” e “comparar”, e promover discussão sobre as mesmas.

Dessa forma, por meio das análises realizadas, pode-se verificar se, em média, existe ou não uma tendência a concordar ou discordar dos indicadores para os constructos relacionados.

#### 4.2.1 Evolução dos Investimentos

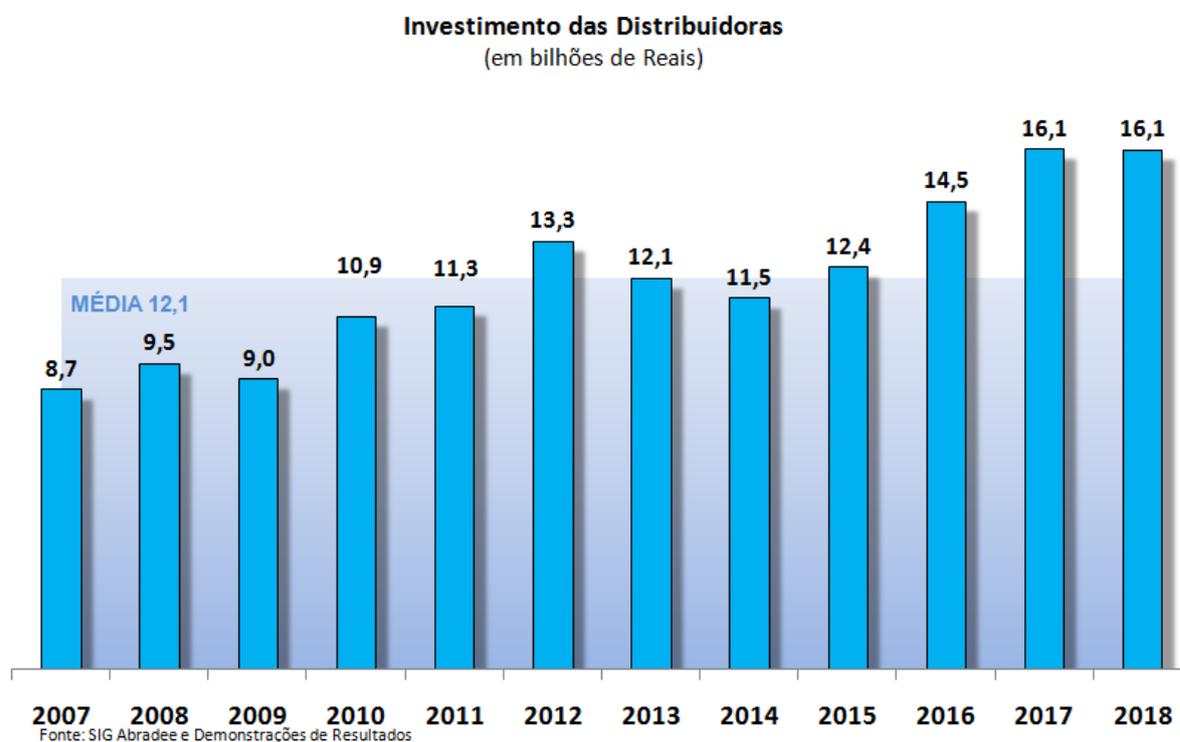
Observou-se um comportamento crescente no volume de investimentos durante os anos de nossa análise. Esse crescimento é segregado em três tipos básicos:

**Expansão:** obra associada ao incremento de carga, motivada pelo aumento de demanda de consumidores existentes ou pela ligação de novos consumidores;

**Melhoria:** obra relacionada exclusivamente com a melhoria da qualidade e da confiabilidade do sistema de distribuição; e

**Renovação:** obra necessária para substituição de ativos elétricos que tenham chegado ao final da vida útil. Também devem ser classificadas nessa categoria as obras de substituição de ativos avariados (queimados, danificados).

**Figura 4 – Investimentos das distribuidoras.**

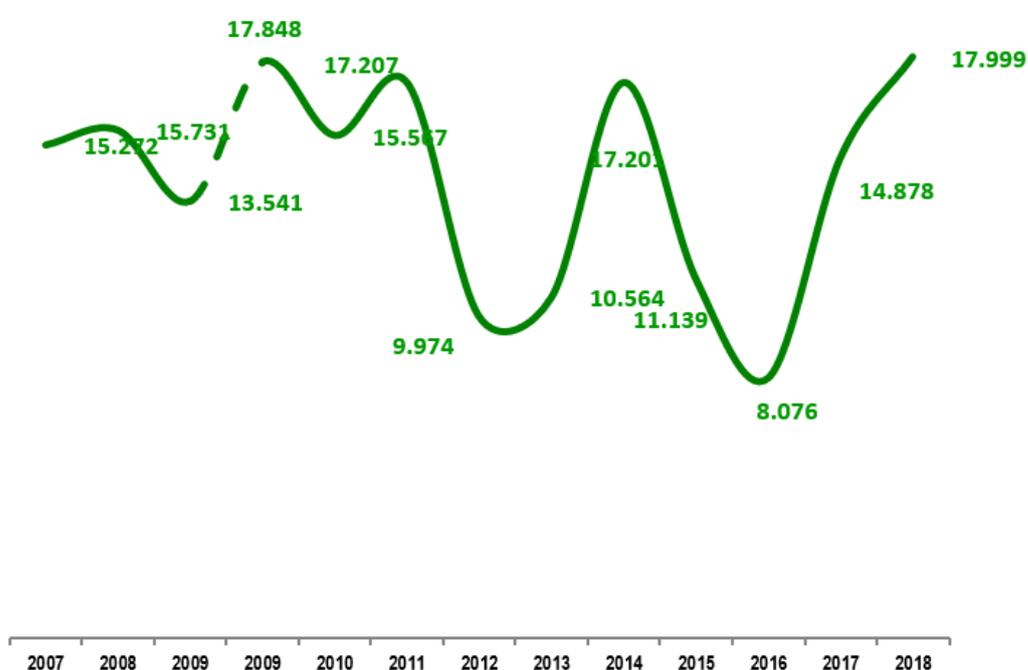


Fonte: Dados da Pesquisa (2020).

#### 4.2.2 Evolução das variáveis dependentes da pesquisa (EBITDA, DEC, ISQP e Perdas)

O EBITDA apresentou variações sazonais no período de análise, com destaque para os anos entre 2008 e 2009, devido à crise financeira internacional; entre os anos de 2012 e 2013, devido à edição da Medida Provisória 259; e por fim, entre os anos de 2016 e 2017, devido ao cenário político de incertezas.

**Figura 5 – Variações do EBITDA**



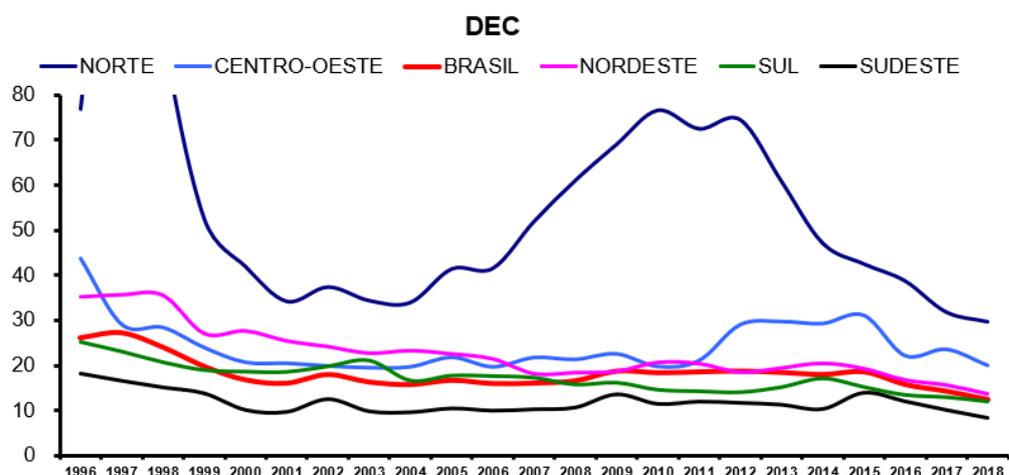
Fonte: Dados da Pesquisa (2020).

As diferenças observadas no indicador “DEC” entre as regiões podem ser influenciadas por características demográficas e climáticas inerentes a cada região.

Cabe destacar os argumentos de Moya *et al.* (2010), Yadav *et al.* (2010), Çelen, A. (2013) e Leme *et al.* (2014) que discutem a relação que outras variáveis, como densidade de consumidores e clima, exercem sobre a qualidade do serviço.

Em geral, o clima e a densidade populacional diferem muito entre as regiões brasileiras, e estes também podem ser elementos que contribuem para as diferenças demonstradas na Figura 6.

**Figura 6 – Diferenças observadas no indicador DEC entre as regiões**



**Fonte:** Dados da Pesquisa (2020).

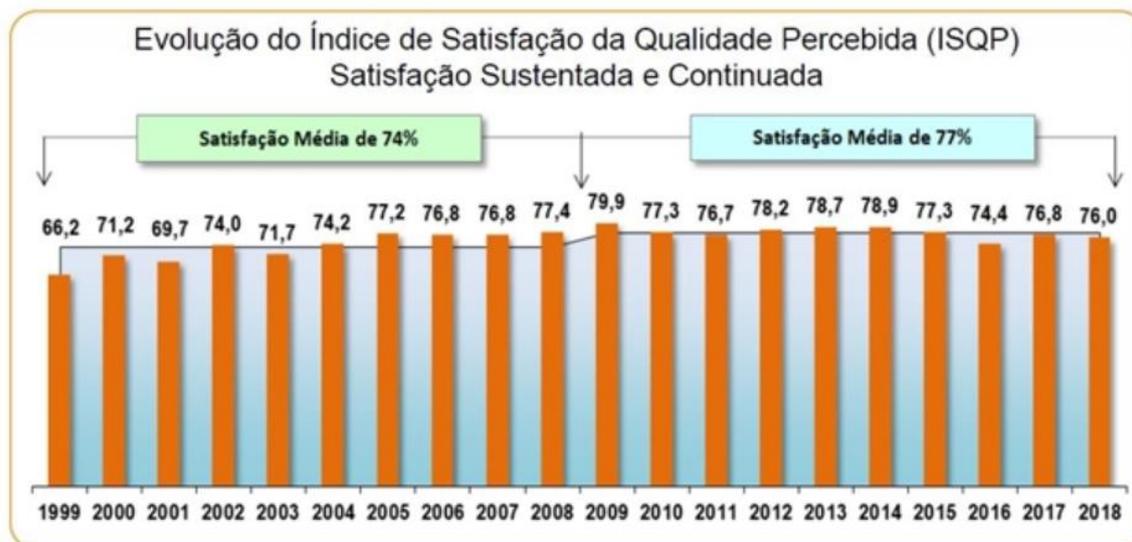
O indicador “ISQP” apresenta uma evolução gradual e sustentada em relação aos primeiros 10 anos do levantamento, quando a média foi de 73%. O índice médio na última década subiu para mais de 77%.

Além da média nacional do ISQP, o estudo apresenta também os dados por região. Observa-se que os melhores resultados da pesquisa ficaram com as regiões Sul e Sudeste, com 82,8% da população da Região Sul satisfeita com a qualidade e prestação dos serviços de Distribuição.

Em segundo lugar está a população da região Sudeste com o índice em 78,3% (com uma elevação de quase 3 pontos percentuais em relação ao ano anterior), seguido do Nordeste, com 72,4%. As regiões Norte e Centro-Oeste, contabilizadas juntas, atingiram 67,9%.

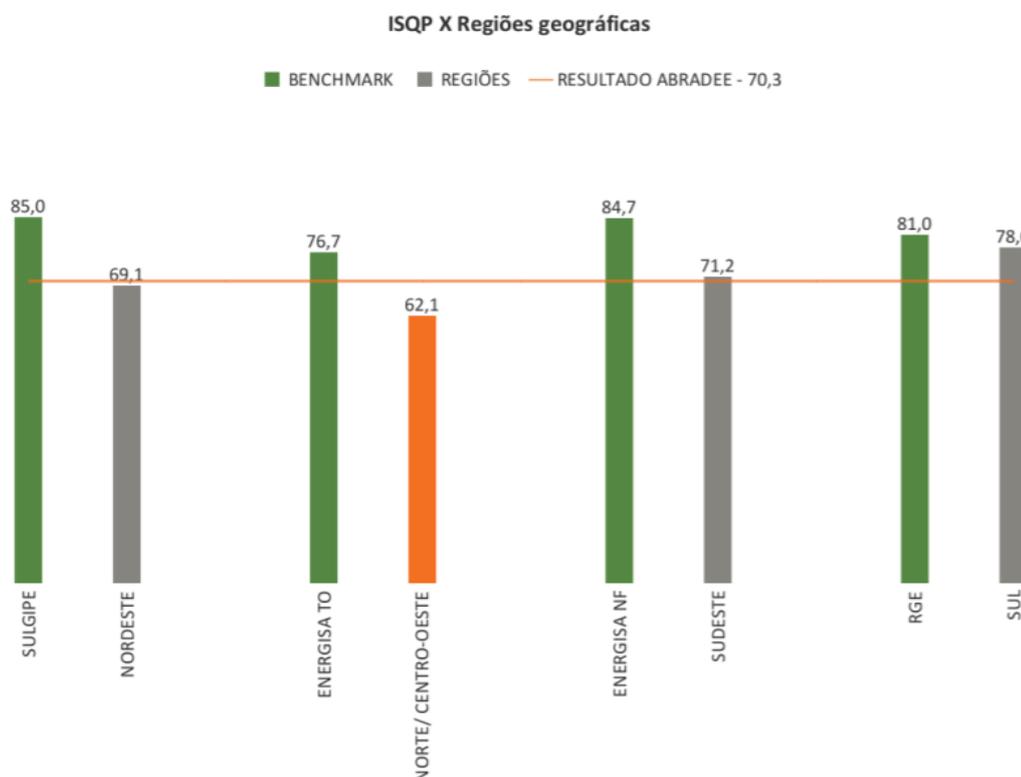
Em um panorama comparativo, as médias nacional e das regiões brasileiras apresentaram uma sustentação de 77% nos últimos 10 anos, com destaque para a Região Sul, em que a média deste mesmo período se manteve em 86% da satisfação.

**Figura 7 – Evolução do ISQP**



Fonte: ABRADDEE (2019).

**Figura 8 – ISQP segundo Regiões Geográficas**



Fonte: ABRADDEE (2019).

As perdas de energia elétrica, como já se infere pelo próprio nome, remetem à energia elétrica que, apesar de inserida no Sistema Interligado e na rede das

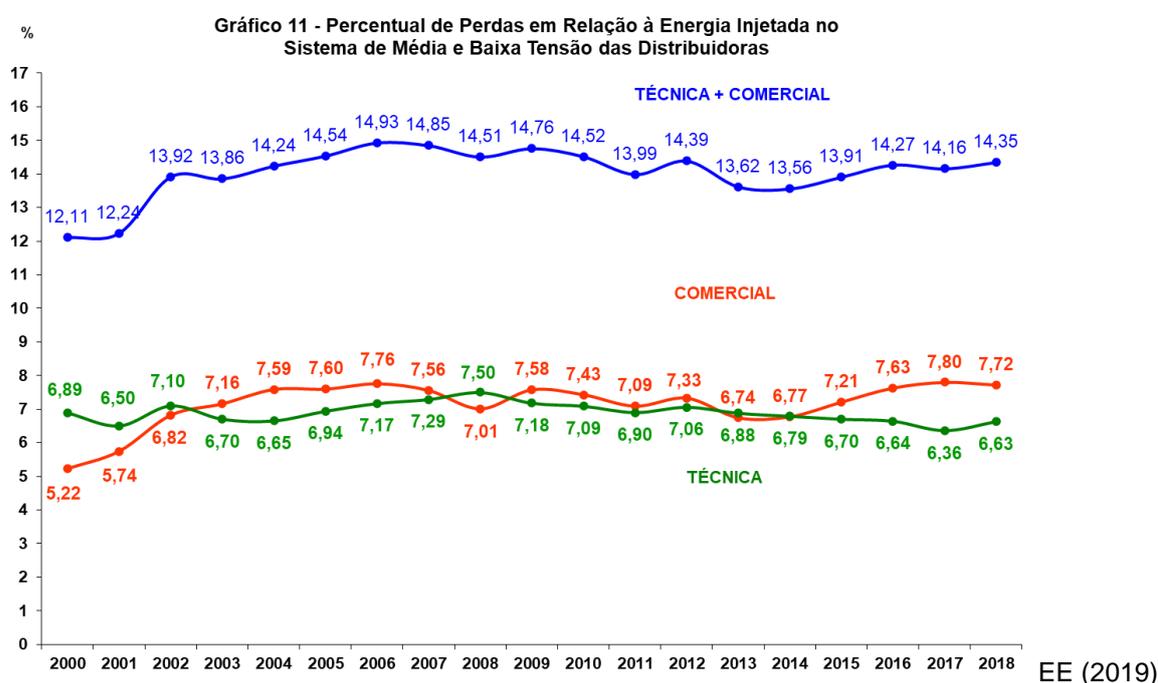
Distribuidoras, não chega a ser comercializada, seja por motivos técnicos ou por motivos de ordem comercial.

Quanto às perdas por motivos técnicos, elas podem se dar por uma série de motivos; um dos principais, contudo, é por questão do aquecimento dos fios condutores de energia, em decorrência da própria passagem da eletricidade, o chamado “*Efeito Joule*”. Nesse quesito, portanto, a extensão das redes e a grandeza territorial de nosso país acarretam impacto ao nosso nível de perdas técnicas.

Já perdas conhecidas como *perdas comerciais*, em geral, apresentam duas principais modalidades: **furto e fraude de energia**. O furto é caracterizado pelo desvio direto de energia da rede elétrica das Distribuidoras para o consumidor ilegal, o que faz com a energia seja utilizada, mas não contabilizada, levando às perdas.

Ao observar as Perdas, constata-se uma média de 16,7% e uma redução de 3% no período analisado.

**Figura 9 – Gráfico sobre o percentual de perdas**



Fonte: ABRADEE (2019).

### 4.3 Modelos de Regressão em Painel

Verificou-se a existência e proporção de correlação entre as variáveis dos quatro modelos de regressão em painel, visando a identificar e a tratar possíveis problemas de multicolinearidade.

Efetou-se os testes de Breusch-Pagan LM e de Hausman, os quais sugerem o modelo de efeitos aleatórios como o mais indicado para a análise de regressão do EBITDA e das PERDAS, considerando um intervalo de confiança de 95%. Para as variáveis DEC e ISQP, o mais indicado pelos testes foi o modelo de efeitos fixos. Na sequência, verificou-se a existência de heteroscedasticidade nos dados, constatando que apenas o modelo 3, cuja variável dependente é o ISQP, possui uma amostra homoscedástica. Tratou-se o problema com o emprego da regressão em painel com erros robustos em todos os modelos de nossa análise (WOOLDRIDGE, 2016).

Para as regressões, seguiu-se uma análise progressiva, iniciando com uma regressão simples, envolvendo uma variável dependente e outra independente. Os modelos vão se expandindo no decorrer da análise, à medida que se inclui outras variáveis, até que todas as variáveis tenham sido incluídas. A cada inclusão, observou-se o comportamento dos coeficientes e suas estatísticas, assim como o comportamento do próprio modelo, medindo sua capacidade de explicação e importância significativa de cada variável independente na explicação total do modelo. Nas subseções a seguir, são apresentados os resultados dos modelos de regressão em painel.

#### 4.3.1 Modelos de Regressão em Painel para Desempenho Econômico

A seguir, são apresentados os resultados do modelo de regressão em painel para a variável EBITDA, obtidos no teste do primeiro objetivo específico do estudo: Avaliar se à medida que uma distribuidora utiliza indicadores de investimento há impacto em seu desempenho econômico-financeiro, aqui representado pelo EBITDA.

A Tabela 6 mostra os coeficientes estimados do primeiro modelo, no qual a variável dependente é o EBITDA. Neste modelo, buscou-se explicar o comportamento do EBITDA através das três variáveis independentes especificadas nos modelos: DISP e ENERCON, como variáveis de controle, e INVEST, como a principal variável

independente, representando os investimentos. As estimativas geradas a partir dos dados da amostra revelam um coeficiente positivo e significativo da variável INVEST em relação à variável EBITDA, confirmando o primeiro objetivo do estudo. De acordo com os resultados, baseados nos dados entre 2007 e 2018, pode-se afirmar com 99% de confiança que os indicadores de investimento contribuem para o desempenho econômico das distribuidoras. O desempenho em EBITDA é explicado por esse modelo em pelo menos 53%, conforme revela o valor do coeficiente de determinação ( $R^2$ ) geral, que também demonstra um alto grau de confiança. A variável ENERCON também apresenta relação positiva e altamente significativa com o EBITDA, sendo a sua principal variável explicativa.

**Tabela 6 – Resultados do Modelo de Regressão do EBITDA**

	(1) EBITDA	(2) EBITDA	(3) EBITDA
ENERCON		0.0377*** (4.90)	0.0325*** (3.76)
INVEST			2322733.1** (3.11)
_cons	218467.9***	35910.0	-14465.2
	(4.01)	(1.57)	(-0.53)
N	318	318	237
r2_w	0.0825	0.0888	0.101
r2_o	0.280	0.550	0.538
r2_b	0.498	0.617	0.626
chi2	0.143	29.08	48.34
p F	0.706	0.000000485	1.80e-10

**Fonte:** Elaborada pelo autor.

Observou-se que na primeira regressão, o coeficiente da variável DISP não apresenta significância estatística, e seu  $R^2$  geral limita-se a apenas 28%. Porém, quando incluída a variável DISP, o  $R^2$  geral do modelo sobe para 55%. Esse valor é ligeiramente reduzido para 53,8% com a inclusão da variável INVEST. Mesmo sob tais circunstâncias, as variáveis DISP e INVEST mantêm-se significativas na relação com o EBITDA, confirmando o primeiro objetivo específico.

Uma possível explicação pode ser a utilização das disponibilidades para o pagamento dos custos operacionais ao invés de compor os lucros para pagamentos de dividendos e reinvestimentos.

#### 4.3.2 Modelos de Regressão em Painel para Desempenho em Qualidade

Apresentam-se abaixo os resultados dos modelos de regressão em painel das variáveis DEC e ISQP, obtidos no teste do segundo objetivo específico do estudo: Avaliar se à medida que uma distribuidora utiliza indicadores de investimento há impacto em seu desempenho em qualidade do serviço, aqui representado pelo DEC e pelo ISQP.

No segundo modelo, analisou-se o DEC como medida de desempenho em qualidade do serviço. Na Tabela 7, observou-se que essa análise de regressão resulta em um coeficiente negativo de INVEST, significando que indicadores de investimento gerariam redução no DEC e melhoram o nível de qualidade do serviço prestado pelas distribuidoras. Embora esse seja o cenário esperado, em linha com as hipóteses de estudo, o coeficiente não se mostra significativo. Esse resultado gera dúvidas sobre o quanto os indicadores enfatizam a redução do DEC. Também pode indicar desafios que as distribuidoras enfrentam na redução dessa variável, que pode ser fortemente influenciada por características climáticas e geográficas, e por limitações tecnológicas ainda presentes no cenário de análise.

A outra variável independente também não apresentou coeficientes estatisticamente significantes na determinação do DEC. Também foi observado que o modelo especificado não é suficientemente consistente para explicar o desempenho das distribuidoras em DEC, apresentando um  $R^2$  de apenas 0,2%. Esse resultado restringe a conclusão sobre as relações entre as variáveis independentes e o DEC, e sugere haver outras variáveis que explicam o DEC, não incluídas nesse modelo. A análise de desempenho das distribuidoras em DEC deve ser revista com a inclusão de outras regressões, não identificados neste estudo.

**Tabela 7 – Resultados dos Modelos de Regressão da DEC**

	(1) DEC	(2) DEC	(3) DEC
ENERCON		-0.00000238	-0.00000281
		(-1.07)	(-1.04)
INVEST			-8.232
			(-0.39)
_cons	16.36*** (16.98)	28.82* (2.35)	34.10* (2.24)
N	318	318	237
r2_w	0.0219	0.0558	0.0693
r2_o	0.0182	0.00802	0.00272
r2_b	0.0214	0.00512	0.000812
chi2p	.	0.417	0.389
F	0.944	0.669	0.965

Fonte: Elaborada pelo autor.

O desempenho em qualidade, agora sob a perspectiva do ISQP, também não demonstrou relação com as variáveis independentes. Ao observar a Tabela 8, observa-se que variável INVEST não expressa um estímulo significativo para o ISQP. Mesmo mostrando um coeficiente positivo, o que indicaria uma contribuição dos investimentos para o aumento nos índices de satisfação, seu nível de significância não é suficiente para afirmar haver uma relação válida entre essas duas variáveis. Assim como no caso da variável DEC, surge a dúvida sobre o quanto os investimentos envolvem a satisfação do consumidor, ainda que secundariamente, já que a satisfação evidentemente é influenciada por outras questões operacionais, como por exemplo as perdas comerciais.

**Tabela 8 – Resultados dos Modelos de Regressão do ISQP**

	(1) ISQP	(2) ISQP	(3) ISQP
ENERCON		0.000000768	0.000000401
		(1.17)	(0.50)
INVEST			17.17
			(0.41)
_cons	64.65*** (186.70)	60.48*** (16.73)	61.50*** (14.11)
N	268	268	200
r2_w	0.00249	0.00466	0.00254
r2_o	0.0341	0.0371	0.00990
r2_b	0.0455	0.0584	0.0125
chi2p	.	0.184	0.286
F	2.456	1.806	1.290

Fonte: Elaborada pelo autor.

Além da INVEST, a variável de controle também não mostrou qualquer associação com o ISQP.

Esse resultado também indica não haver relação entre a satisfação do consumidor e a infraestrutura ou o volume de consumo, indicando que o seu comportamento varia exclusivamente em função de atributos “*soft*”, percebidos pelo consumidor em sua relação com a distribuidora.

Baseado nisso, distribuidoras que tenham mais iniciativas envolvendo o seu consumidor, tornando o seu trabalho mais perceptível, talvez consigam influenciar mais na variação do ISQP.

A manutenção dos atributos “*hard*”, como a tensão de energia, ou a troca de uma linha de distribuição, provavelmente não produzirá qualquer efeito no índice de satisfação, uma vez que tais iniciativas, em geral, não são percebidas pelo consumidor.

Embora a segunda hipótese afirma que os investimentos contribuem para um melhor desempenho em qualidade, os modelos 2 e 3 evidenciaram não haver qualquer relação entre tais investimentos e as variáveis DEC e ISQP, aqui vistas sob a ótica da qualidade do serviço.

Esse fato nos leva a rejeitar nossa segunda hipótese, e a questionar a especificação dos modelos 2 e 3 para explicar as variáveis DEC e ISQP.

#### 4.3.3 Modelos de Regressão em Painel para Desempenho em Gestão Operacional

Seguem as análises do modelo de regressão em painel para a variável “Perdas”, obtidas no teste do terceiro objetivo específico do estudo: Avaliar se à medida que uma distribuidora utiliza indicadores de investimento há impacto em seu desempenho em gestão operacional, aqui representado pelas Perdas.

Das quatro variáveis dependentes analisadas, a variável PERDAS é a que se mostrou mais afetada pelo indicador de investimento. A Tabela 9 mostra um coeficiente negativo para a variável INVEST, indicando uma relação inversa entre PERDAS e INVEST, e revelando que as perdas são reduzidas à medida que se investe. Essa constatação é suportada por um coeficiente altamente significativo, a um nível de 99,9% de confiança. A partir desses resultados, pode-se afirmar que os

investimentos contribuem para a redução das perdas de energia elétrica, confirmando a hipótese 3 do nosso estudo.

**Tabela 9 – Resultados dos Modelos de Regressão de PERDAS**

	(1) PERDAS	(2) PERDAS	(3) PERDAS
ENERCON		0.150*** (5.67)	0.124*** (9.40)
INVEST			-2014411.2*** (-3.71)
_cons	1045238.7*** (4.97)	252041.7* (2.54)	360765.1** (3.23)
N	318	318	237
r2_w	0.112	0.255	0.248
r2_o	0.287	0.681	0.766
r2_b	0.340	0.680	0.755
chi2	20.37	103.2	432.2
p F	0.00000640	3.83e-23	2.30e-93
t statistics * p<0.05, ** p<0.001	in parentheses p<0.01, *** p<0.001		

**Fonte:** Elaborada pelo autor.

Outra evidência que reforça a conclusão acima é a capacidade de explicação do modelo especificado para a variável PERDAS. A variável DISP explica aproximadamente 29% das perdas. Observou-se que, sobre a variável ENERCON, o poder explicativo do modelo é de 68%. Com a inclusão da variável INVEST, o modelo revela um R<sup>2</sup> geral acima de 76%. Todas essas análises convergem para a confirmação de nossa hipótese de que envolvendo investimentos contribui-se para a redução do volume de perdas de energia.

As análises nos indicam que investir baseado apenas no atendimento a uma obrigação regulatória (PFITZNER, SALLES-FILHO & BRITTES, 2014; ZORZO *et al.*, 2017) pode conduzir as distribuidoras a perderem a oportunidade de, diante desse incentivo, melhorarem seu desempenho, alocando adequadamente seus recursos em projetos orientados por essa oportunidade, e pela busca de melhorias em sua eficiência e competitividade, frente aos padrões de desempenho do setor.

Após todas as evidências que a pesquisa fornece, mesmo que se possa confirmar os objetivos do estudo, obtiveram-se indícios suficientes para comprovar que os indicadores investimentos contribuem, de modo geral, para o desempenho das distribuidoras de energia elétrica, ainda que tais investimentos sejam motivados por força de lei. Cabe às distribuidoras alinhar cada projeto aos seus indicadores de

desempenho e assegura que seus resultados contribuam para as melhorias necessárias, para seu desempenho e para as prioridades do setor elétrico.

#### 4.4 Agrupamento de Indivíduos

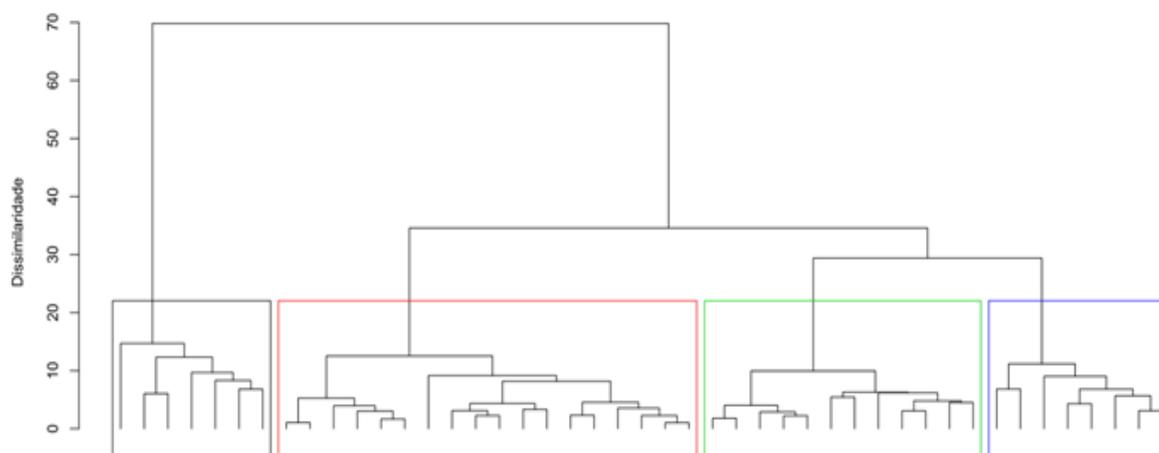
Com o intuito de agrupar os indivíduos com padrões de resposta similares em relação aos indicadores e responder ao quarto objetivo específico do estudo: Comparar o desempenho de empresas privadas e empresas controladas pelo estado (estatais).

Foi utilizada uma Análise Hierárquica de Agrupamento (HAIR *et al.*, 2009), via Método de Ward, a partir da distância Euclidiana.

Ressalta-se que, para análise de agrupamento, foi necessário sumarizar os dados pelos anos, de modo a ter uma medida de 2007 a 2018. Sendo assim, 2 distribuidoras que possuíam muitos dados ausentes não foram incluídas na análise: Iguazu e Panambi.

A Figura 10 apresenta o Dendograma do agrupamento dos indivíduos em relação aos indicadores. O Dendograma é uma ferramenta apropriada para definir o número de grupos, pois uma boa classificação pode ser obtida ao cortar numa zona em que as separações entre classes correspondam a grandes distâncias (dissimilaridades). Optou-se por trabalhar com quatro grupos.

**Figura 10 – Dendograma de agrupamento dos indivíduos em relação aos indicadores.**



**Fonte:** Dados da pesquisa (2020).

O grupo 1 em geral foi formado por empresas cujas médias de todos os indicadores foram menores com relação ao grupo 2.

Os indicadores cujas médias foram maiores no grupo 1 do que no grupo 2 foram: Inad (Inadimplência), DEC (Duração Equivalente por Consumidor), FEC (Frequência equivalente por consumidor), STP\_TG (Segurança do Trabalho próprio TG), STP\_TF (Segurança do Trabalho próprio TF), SP\_TG (Segurança da População TG), PG (Perdas Globais), PT (Perdas Técnicas) e PC (Perdas Comerciais).

A Tabela 10 apresenta as distribuidoras e seus grupos.

**Tabela 10 – Relação entre as distribuidoras e os grupos a qual pertencem.**

Distribuidora	Grupo	Distribuidora	Grupo
AMAZONAS ENERGIA	1	ENEL SP	3
CEB	2	ENERGISA BO	2
CEEE	1	ENERGISA BR	2
CELESC	3	ENERGISA CI	2
CELPA	1	ENERGISA ELO	2
CELPE	4	ENERGISA MG	2
CEMAR	4	ENERGISA MS	2
CEMIG	3	ENERGISA MT	4
CERON	1	ENERGISA NA	2
COELBA	3	ENERGISA NF	2
COPEL	3	ENERGISA PB	2
COSERN	2	ENERGISA SE	2
CPFL LESTE	2	ENERGISA TO	2
CPFL PAULISTA	3	ENERGISA VP	2
CPFL	4	EQTL	1
PIRATININGA	4	ALAGOAS	1
DMED	2	EQTL PIAUÍ	1
EDP ES	4	LIGHT	3
EDP SP	4	RGE	4
ELEKTRO	4	RGE SUL	4
ELETROACRE	1	RORAIMA ENERGIA	1
ENEL CE	4	SANTA MARIA	2
ENEL GO	4	SULGIPE	2
ENEL RJ	4	-	-

**Fonte:** Dados da pesquisa (2020).

Os indicadores econômico-financeiros, apresentaram sua maior média no grupo 3 e a menor no grupo 1, e essa diferença foi significativa (Valor-p<0,05).

Empresas, como por exemplo, Cemig, Coelba, Copel e CPFL Paulista, pertencentes ao grupo 3, se destacaram em relação aos indicadores econômico-financeiros de empresas que compõem o grupo 1, como Roraima Energia e Equatorial

Alagoas. Uma das explicações para o resultado é o tamanho do mercado consumidor das empresas comparadas.

Os indicadores de qualidade apresentaram suas maiores médias no grupo 1 e a menor no grupo 2. Essa diferença se mostrou significativa (Valor- $p < 0,05$ ).

Os resultados apresentados informam que a qualidade e segurança dos serviços prestados pelas empresas do grupo 1, como Amazonas Energia e Celpa, não têm sido satisfatórios, quando comparadas às empresas do grupo 2, como Sulgipe e Santa Maria.

A Tabela 11 apresenta a caracterização dos indivíduos com relação aos indicadores que foram usados no agrupamento.

Dessa forma, tem-se que:

**Tabela 11 - Caracterização dos grupos com relação aos indicadores.**

Indicador	Grupo 1 (n = 8)		Grupo 2 (n = 18)		Grupo 3 (n = 7)		Grupo 4 (n = 11)		Valor-p <sup>1</sup>
	Média	D.P.	Média	D.P.	Média	D.P.	Média	D.P.	
ROB	2.123.057	1.613.702	798.295	820.604	11.618.880	3.354.644	4.470.727	1.023.259	<0,001
Invest	234.854	179.203	64.866	75.939	699.392	233.907	346.044	124.326	<0,001
ROL	1.455.307	1.030.096	536.523	555.487	7.274.955	1.985.292	2.920.589	675.939	<0,001
EBITDA	-80.824	179.407	90.349	97.027	970.864	383.820	481.531	178.967	<0,001
Inad	7,01	1,24	2,90	1,02	2,85	0,36	3,21	1,08	<0,001
DEC	39,73	20,47	12,36	8,12	13,02	3,86	16,04	7,65	<0,001
FEC	30,38	12,52	9,07	4,25	7,26	1,84	9,79	5,56	<0,001
CRe	784.044	564.989	331.943	346.850	4.148.812	1.523.868	1.705.712	632.046	<0,001
CI	3.364	4.080	2.322	1.747	47.276	32.595	11.410	5.578	<0,001
CC	65.909	57.511	30.443	31.906	353.563	147.450	134.483	45.496	<0,001
Cru	39.703	41.595	27.416	32.133	215.382	221.636	130.626	110.165	0,006
CPP	7.394	5.899	3.730	4.285	30.600	17.726	14.939	7.137	<0,001
CIP	270	212	621	1.514	5.927	5.987	2.235	2.570	<0,001
CSP	1.246	1.682	449	482	4.857	3.700	2.062	1.207	<0,001
CCP	127,61	102,80	68,61	64,52	490,69	187,02	224,21	82,27	<0,001
STP_TG	526,19	355,73	634,61	1.247	322,83	202,47	437,49	364,27	0,452
STP_TF	5,40	3,82	6,48	3,11	3,77	1,94	2,73	2,38	0,011
SP_TF	4,80	3,20	3,33	2,39	4,23	1,64	4,15	1,68	0,652
SP_TG	7496	3924	3964	3191	3966	1075	4628	2446	0,034
PG	25,83	8,15	10,17	4,22	11,98	5,06	13,13	4,57	0,001
PT	9,10	2,33	6,72	1,99	6,40	2,05	7,28	1,48	0,06
PC	17,63	10,63	2,63	2,48	6,10	6,46	5,76	3,81	<0,001
M_EBITD	-10,17	14,14	18,32	6,21	14,86	5,73	18,03	5,69	<0,001
A									
PL	-513.094	1.048.238	253.960	250.566	2.505.299	1.049.379	1.224.456	574.473	<0,001
DT	1.072.258	722.527	271.597	298.123	3.968.703	1.896.451	1.493.120	457.657	<0,001
Disp	-99.402	133.207	-76.073	57.571	-617.113	227.665	-275.825	177.560	<0,001
DL	972.857	647.759	195.524	254.933	3.351.590	1.802.428	1.217.295	432.153	<0,001
EBIT	-133.426	188.570	65.636	74.273	666.770	305.876	345.258	162.026	<0,001
DO	1.233.613	821.681	458.760	483.701	6.335.517	1.723.057	2.503.360	608.565	<0,001
Pes	175.777	128.624	42.894	41.430	543.950	271.010	147.843	59.165	<0,001
Mat	18.103	23.400	4.551	4.137	39.950	16.667	17.328	7.083	<0,001
Serv	122.539	86.726	37.285	38.284	366.019	149.529	190.437	92.568	<0,001
Outros	141.375	128.174	36.088	36.650	489.918	187.102	209.578	61.616	<0,001
PMSO	457.794	305.875	120.819	116.718	1.439.837	520.818	565.186	176.196	<0,001
RBCC	1.608.441	1.162.070	669.312	688.027	8.674.994	3.208.717	3.518.332	1.009.091	<0,001
RBCCRe	722.671	528.490	288.911	293.354	3.816.600	1.764.374	1.529.939	506.327	<0,001
RBCCI	209.387	185.411	80.326	60.376	1.406.278	530.571	624.677	264.183	<0,001
RBCCC	415.938	334.259	169.265	203.751	2.326.188	1.151.426	808.885	245.118	<0,001
RBCCRu	56.511	55.684	37.045	42.925	333.369	328.196	182.744	114.393	0,002
RBCCPP	116.734	73.868	45.908	68.207	334.513	158.370	159.293	71.113	<0,001
RBCCIP	44.703	31.754	23.409	25.272	205.121	81.415	104.866	48.135	<0,001
RCCCSP	42.497	29.792	24.448	28.872	252.925	109.783	107.928	39.402	<0,001

<sup>1</sup> Teste de Kruskal- Wallis. **Fonte:** Dados da pesquisa (2020).

#### **4.5 Mapa perceptual dos indicadores**

Para considerar o mapa perceptual bidimensional adequado para avaliar as relações entre as variáveis, busca-se uma explicação maior que 50% nas duas componentes.

A componente 1 explica 57,4% e a componente 2, 13,9%. Juntas, explicam 71,3% da variabilidade total das variáveis, o que implica que o mapa perceptual é adequado.

### **5 CONSIDERAÇÕES FINAIS**

A pesquisa verificou a relação entre os indicadores utilizados pela ABRADÉE e o desempenho das distribuidoras brasileiras de energia elétrica, no período entre 2007 e 2018. Em linha com nosso referencial teórico, tratou o desempenho sob três perspectivas: 1) desempenho econômico-financeiro; 2) desempenho em qualidade na prestação de serviço; e 3) desempenho em gestão operacional. A fim de responder aos objetivos específicos da pesquisa, quatro hipóteses foram enunciadas a partir de levantamento da literatura, meio pelo qual também foram identificadas as variáveis associadas ao desempenho, empregadas na especificação dos modelos de regressão em painel, utilizados para o teste das hipóteses.

Após a análise de nossa amostra, concluiu-se que apenas a segunda hipótese não pode ser confirmada, ou seja, não encontramos evidências significativas que mostrem que os indicadores de investimento contribuam para um melhor desempenho em qualidade do serviço. Os indicadores selecionados para representar esse desempenho foram o DEC (Duração Equivalente de Interrupção por Unidade

Consumidora) e o ISQP (Índice de Satisfação com a Qualidade Percebida), e sua regressão não resultou em coeficientes significantes, tampouco a qualidade do ajuste se mostrou consistente para explicar a variação dessas duas variáveis, conforme resultados apresentados na seção anterior. Surge a questão sobre o quanto os investimentos envolvem a satisfação do consumidor, ainda que secundariamente, já que a satisfação evidentemente é influenciada por outras questões operacionais, como por exemplo as perdas comerciais.

No entanto, o desempenho econômico, representado pela variável EBITDA, é afetado positivamente pelos investimentos, mostrando coeficientes significantes em um modelo com qualidade de ajuste em mais de 53%. O desempenho em perdas, o qual foi representado com o próprio volume de perdas, também se mostrou inversamente influenciado pelos investimentos, ou seja, à medida que uma empresa investe, seu volume de perdas é reduzido. Os coeficientes obtidos na regressão das perdas se mostraram estatisticamente significantes, e seu modelo de regressão apresentou qualidade de ajuste acima de 76%. Esses resultados confirmam a primeira e terceira hipóteses de estudo, nas quais os indicadores contribuem para a melhoria do desempenho e para a redução das perdas das distribuidoras de energia elétrica.

Após todas as evidências que a pesquisa fornece, mesmo que se possa confirmar as hipóteses do estudo, obtiveram-se indícios suficientes para comprovar que os investimentos contribuem, de modo geral, para o desempenho das distribuidoras de energia elétrica, ainda que tais investimentos sejam motivados por força de lei. Cabe às distribuidoras alinhar cada projeto aos seus indicadores de desempenho e assegurar que seus resultados contribuam para as melhorias necessárias, para seu desempenho e para as prioridades do setor de distribuição elétrica.

O Setor de Energia Elétrica no Brasil sofreu diversas transformações ao longo dos anos, com destaque às privatizações de companhias estatais na década de 90 e a formulação de um novo modelo regulatório para o setor, em 2004. Considerando a importância econômica e social do setor e a possível influência do controle acionário sobre os resultados, esta pesquisa buscou comparar o desempenho de empresas privadas e empresas estatais.

Embora ocorra uma maior variação nos coeficientes do nível de eficiência das empresas privadas em relação aos das empresas estatais, as médias não apresentam

diferença estatisticamente significativa. Os resultados dos testes evidenciam que não existe diferença significativa entre o desempenho das empresas estatais em comparação com os coeficientes das empresas privadas, no período de 2007 a 2018. Os resultados indicam que empresas pertencentes ao Setor de Distribuição de Energia Elétrica apresentam eficiência semelhante e, nesse caso, a composição acionária não se mostra como característica diferenciadora quanto aos resultados econômico-financeiros das empresas.

A pesquisa se concentrou no setor elétrico brasileiro, avaliou os indicadores de desempenho associados ao serviço de distribuição de energia elétrica, no período entre 2007 e 2018, comparando apenas as concessionárias ativas nesse período, sendo essa uma limitação desta pesquisa. Ademais, empresas permissionárias não foram consideradas nesta pesquisa. Também não foi analisado ou comparado desempenho de empresas que operam nas indústrias de energia elétrica do exterior. No caso de grandes grupos empresariais que possuem distribuidoras no Brasil e no exterior, analisaram-se os dados relativos apenas às distribuidoras operantes no Brasil, durante o período investigado. A pesquisa também se limitou a analisar e avaliar o desempenho das distribuidoras de energia elétrica, cujas operações são associadas à ABRADÉE. Toda e qualquer relação existente entre as operações de distribuição e transmissão e/ou comercialização de energia elétrica não foram analisadas neste estudo. Tais relações poderão ser exploradas em pesquisas futuras. Adicionalmente, seguindo a abordagem de estudos anteriores, a análise de desempenho aqui realizada considerou variáveis quantitativas que refletem a operação das distribuidoras brasileiras, e não pretendeu capturar aspectos não quantitativos, que podem de algum modo influenciar no desempenho da organização. Esses aspectos também poderão ser estudados futuramente.

O propósito, contudo, foi o de estimar o quanto os indicadores utilizados pela ABRADÉE podem, ou não, contribuir para o desempenho das distribuidoras, tendo em mente haver outros elementos presentes que influenciam o desempenho das distribuidoras. Nota-se isso ao rejeitar a segunda hipótese, quando se verifica que os indicadores de investimento e de energia consumida não exercem qualquer efeito sobre as durações das interrupções, nem sobre os índices de satisfação do consumidor. Essas duas variáveis precisam ter seus modelos revistos e reavaliados

em estudos posteriores, já que representam importantes medidas para o setor elétrico brasileiro, sendo essa uma sugestão de pesquisa futura.

## REFERÊNCIAS

ABRADEE - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE DISTRIBUIDORES DE ENERGIA ELÉTRICA. **Planilhas de 1996 a 2018 (ref. 2018)**. <http://www.ABRADEE.org.br/imprensa/noticias/130>. Acesso em: setembro de 2020.

ABRADEE - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE DISTRIBUIDORES DE ENERGIA ELÉTRICA. **Manual do Prêmio ABRADDEE 21<sup>a</sup>**, São Paulo, 2019.

AGENCIA NACIONAL DE ENERGIA ELETRICA. **Procedimentos de Distribuição de Energia Elétrica no Sistema Elétrico Nacional – PRODIST**. Disponível em: <<http://www.aneel.gov.br/area.cfm?idArea=82>> Acesso em: 23 set. 2019.

AGALAR S, KAPLAN YA (2018) **Power quality improvement using STS and DVR in wind energy system**. *Renew Energy* 118:1031–1040. <https://doi.org/10.1016/j.renene.2017.01.013>

AMADO, C. A. F., SANTOS, S. P., & SEQUEIRA, J. F. C. (2013). **Using Data Envelopment Analysis to support the design of process improvement interventions in electricity distribution**. *European Journal of Operational Research*, 228(1), 226–235. <http://doi.org/10.1016/j.ejor.2013.01.015>

ASSAF NETO. **Contribuição ao estudo de avaliação de empresas no Brasil: uma aplicação prática.** Tese de Livre-Docência - Faculdade de Economia, Administração e Contabilidade, Universidade de São Paulo, Ribeirão Preto, 2003.

ASSAF NETO, Alexandre. **Estrutura e análise de balanços: um enfoque econômico-financeiro.** 10. ed. São Paulo: Atlas, 2012a.

BALTAZAR, A. C. **Qualidade da Energia no Contexto da Reestruturação do Setor Elétrico Brasileiro.** São Paulo () - Escola Politécnica/faculdade de Economia e Administração, 2007.

BOMFIM, P. R. C. M. et al. **Utilização de Análise Multivariada na Avaliação do Desempenho Econômico-Financeiro de Curto Prazo: uma Aplicação no Setor de Distribuição de Energia Elétrica.** Revista ADM. MADE, Rio de Janeiro, v.15, n. 1, p. 75-92, jan./abr. 2011.

BRAGA, Hugo Rocha. **Demonstrações Contábeis: Estrutura, Análise e Interpretação.** 7 ed. São Paulo, SP: Editora Atlas S.A., 2012.

BRITO, M.P. **Critérios e Impactos na Rede Elétrica.** Espírito Santo. Dissertação (Engenharia Elétrica) - Universidade Federal do Espírito Santo, 2007.

CELEN, A. (2013). **Efficiency and productivity (TFP) of the Turkish electricity distribution companies: An application of two-stage (DEA&Tobit) analysis.** Energy Policy, 63, 300– 310. <http://doi.org/10.1016/j.enpol.2013.09.034>

CALLADO, A. A. C.; AMORIM, T. N. G. F. (2018). Revista do mestrado em administração e desenvolvimento empresarial, Universidade Estácio de Sá, Rio de Janeiro, v. 22, n. 1, jan./abr., pp. 01-14.

CARVALHO, E. S. **Um estudo comparativo entre indicadores econômico financeiros, baseados na contabilidade regulatória e nas normas contábeis internacionais das empresas de distribuição de energia do setor elétrico brasileiro.** 2013. 112 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Contábeis) – Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2013.

COOPER, D. R., & SCHINDLER, P. S. (2016). Métodos de Pesquisa em Administração; tradução Scientific Linguagem Ltda, textos da 10 ed.: Iuri Duquia Abreu. 12ª Edição. AMGH Editora Ltda. Porto Alegre, RS. McGraw Hill Brasil.

FASOLIN, L.H. et al. **Biscoitos produzidos com farinha de banana verde: avaliações química, física e sensorial.**, Ciência e Tecnologia de Alimentos v.27, n.3, p.524-529, 2007.

GUJARATI, D. N., & PORTER, D. C. (2011). **Econometria Básica;** tradução Denise Durante, Mônica Rosemberg e Maria Lúcia G. L. Rosa; revisão técnica Claudio D. Shikida, Ari Francisco de Araújo Júnior e Márcio Antônio Salvato. 5ª edição. Porto Alegre, RS. Amgh Editora.

HAIR, J. F.; ANDERSON, R. E.; TATHAM, R. L.; BLACK, W. C. **Análise multivariada de dados**. 5. ed. Porto Alegre: Bookman, 2009.

HOLLANDER, M.; WOLFE, D. **Nonparametric Statistical Methods**. [s.l.] New York: John Wiley & Sons, 1999.

ITTNERA, Christopher D.; LARCKER David F.; RANDALL, Taylor. **Performance implications of strategic performance measurement in financial services firms**. *Accounting, Organizations and Society*, v. 28. p. 715–741, 2003.

IUDÍCIBUS, Sérgio de. **Análise de balanços**. 8. ed. São Paulo: Atlas, 2007.

IUDÍCIBUS, Sérgio de; MARION, José Carlos. **Introdução à Teoria Da Contabilidade Para O Nível De Graduação**. 3. ed. São Paulo: Atlas, 2002.

IUDÍCIBUS, Sérgio de; et al. **Contabilidade Introdutória**. 11. ed. São Paulo: Atlas, 2010.

KAWAI, R. M. (2017). **Indicadores de desempenho em uma pequena empresa que adota um modelo de gestão baseado na confiança**. *Revista da Micro e Pequena Empresa, Campo Limpo Paulista*, v.11, n.1, abril, pp. 123-138.

LEME, R. C., PAIVA, A. P., STEELE SANTOS, P. E., BALESTRASSI, P. P., & GALVÃO, L. de L. (2014). **Design of experiments applied to environmental variables analysis in electricity utilities efficiency: The Brazilian case**. *Energy Economics*, 45, 111–119. <http://doi.org/10.1016/j.eneco.2014.06.017>.

MATARAZZO, D. C. **Análise financeira de balanços: abordagem básica e gerencial**. 6. ed. São Paulo: Atlas, 2003.

MARCONI, M. de A. LAKATOS, E. M. **Metodologia Científica**. 5ª ed. São Paulo: Atlas, 2011.

MOYA, Y. A. P., FLÓREZ, G. A. G., & MEDINA, E. O. (2010). **Avaliação do desempenho do setor de distribuição de eletricidade na colômbia: uma aplicação da análise de fronteira estocástica**.

NAGAR, A. L.; BASU, S. R. Weighting socio-economic indicator of human development: a latent variable approach. **Handbook of applied econometrics and statistical inference**, 2002.

OLIVEIRA, G. R.; MENEZES, R. T.; RESENDE, G. M. **Efeito dose resposta do Fundo Constitucional de Financiamento do Centro-Oeste (FCO) no Estado de Goiás**. IPEA, Brasília, 2015. (Texto para discussão, n. 2133)

PEREIRA DE SOUZA, M. V., DIALLO, M., CASTRO SOUZA, R., & BAIDYA, T. K. N. (2010). **The cost efficiency of the brazilian electricity distribution utilities: A comparison of bayesian SFA and DEA models**. *Mathematical Problems in Engineering*, 2010. <http://doi.org/10.1155/2010/593059>.

PEREIRA DE SOUZA, M. V., SOUZA, R. C., PESSANHA, J. F. M., DA COSTA OLIVEIRA, C. H., & DIALLO, M. (2014). **An application of data envelopment analysis to evaluate the efficiency level of the operational cost of Brazilian electricity distribution utilities.** *Socio- Economic Planning Sciences*, 48(3), 169–174 <http://doi.org/10.1016/j.seps.2014.03.002>.

PÉREZ-REYES, R., & TOVAR, B. (2010). **Explaining the inefficiency of electrical distribution companies: Peruvian firms.** *Energy Economics*, 32(5), 1175–1181. <http://doi.org/10.1016/j.eneco.2010.02.002>.

PFITZNER, M., SALLES-FILHO, S. L. M., & BRITTES, J. L. P. (2014). **Análise da dinâmica de P&D&I na construção do Sistema Setorial de Inovação de energia elétrica para o Brasil.** *Gestão & Produção*, 21(3), 463–476. <https://doi.org/10.1590/0104-530X230>.

SARSTEDT, M.; RINGLE, C. M.; HAIR, J. F. **PLS-SEM: Indeed a Silver Bullet.** *Journal of Marketing Theory and Practice*, v. 19, n. 2, p. 139–152, 2011.

SOUZA, M. V. P. De, SOUZA, R. C., & PESSANHA, J. F. M. (2010). **Custos operacionais eficientes das distribuidoras de energia elétrica: um estudo comparativo dos modelos DEA e SFA.** *Gestão & Produção*, 17(4), 653–667. <http://doi.org/10.1590/S0104-530X2010000400002>.

WOOLDRIDGE, J. M. (2016). **Introdução à econometria: uma abordagem moderna**; tradução Priscilla Rodrigues da Silva Lopes e Livia Marina Koepl; revisão técnica Heloisa Pinna Bernardo. São Paulo, SP. Cengage Learning.

XAVIER, S. S., LIMA, J. W. M., LIMA, L. M. M., & LOPES, A. L. M. (2015). **How Efficient are the Brazilian Electricity Distribution Companies?** *Journal of Control, Automation and Electrical Systems*, 26(3), 283–296. <http://doi.org/10.1007/s40313-015-0178-2>.

YADAV, V. K., PADHY, N. P., & GUPTA, H. O. (2010). **A micro level study of an Indian electric utility for efficiency enhancement.** *Energy*, 35(10), 4053–4063. <http://doi.org/10.1016/j.energy.2010.06.011>.

YADAV, V. K., PADHY, N. P., & GUPTA, H. O. (2011). **Performance evaluation and improvement directions for an Indian electric utility.** *Energy Policy*, 39(11), 7112–7120. <http://doi.org/10.1016/j.enpol.2011.08.028>.

YADAV, V. K., PADHY, N. P., & GUPTA, H. O. (2014). **The Evaluation of the Efficacy of an Ongoing Reform Initiative of an Indian Electric Utility.** *Energy Sources, Part B: Economics, Planning, and Policy*, 9(3), 291–300. <http://doi.org/10.1080/15567249.2010.493918>.

ZORZO, L. S., DIEHL, C. A., VENTURINI, J. C., & ZAMBON, E. P. (2017). **The relationship between the focus on innovation and economic efficiency: a study on Brazilian electric power distribution companies.** *RAI Revista de Administração e Inovação*, 14(3), 235–249. <https://doi.org/10.1016/j.rai.2017.03.011>

## **ANEXOS**

### **ANEXO 1**

## **GLOSSÁRIO**

**Valor-p:** É uma estatística utilizada para sintetizar o resultado de um teste de hipóteses. Formalmente, o p-valor é definido como a probabilidade de se obter uma estatística de teste igual ou mais extrema que aquela observada em uma amostra, assumindo como verdadeira a hipótese nula. Como geralmente define-se o nível de significância em 5%, uma p-valor menor que 0,05, gera evidências para rejeição da hipótese nula do teste.

**D.P. – Desvio Padrão.** É uma das principais medidas de dispersão dos dados. Pode ser definida como a raiz quadrada da variância. Sua medida representa o quanto os dados se afastam da média.

**E.P. - Erro Padrão:** O erro padrão é uma medida da precisão da média amostral. O erro padrão é obtido dividindo o desvio padrão pela raiz quadrada do tamanho da amostra.

**1ª Q – 1ª Quartil:** O primeiro quartil é uma medida de posição que representa que pelo menos 25% das respostas são menores que ele.

**2ª Q – 2ª Quartil:** O segundo quartil, também conhecido como mediana é uma medida de posição que representa que pelo menos 50% das respostas são menores que ele.

**3ª Q – 3ª Quartil:** O terceiro quartil é uma medida de posição que representa que pelo menos 75% das respostas são menores que ele.

**I.C – 95% = Intervalo de 95% de confiança:** É um intervalo estimado para um parâmetro estatístico. Em vez de estimar o parâmetro por um único valor é dado um intervalo de estimativas prováveis. Um intervalo de 95% de confiança garante que o parâmetro pontual estimado com 95% de confiança estará dentro do intervalo estimado em outras amostras da mesma população.

**Mapa Perceptual:** Representação visual de percepções que um respondente tem sobre objetos em duas ou mais dimensões.