



Universidade de Brasília – UnB

Faculdade de Economia, Administração, Contabilidade e Gestão de Políticas Públicas –  
FACE

Departamento de Ciências Contábeis e Atuariais – CCA

Bacharelado em Ciências Contábeis

**UM ESTUDO COMPARATIVO SOBRE O DESEMPENHO DAS AÇÕES DO SETOR  
ELÉTRICO BRASILEIRO NOS PERÍODOS PRÉ E DURANTE A CRISE DA  
COVID-19**

**Pedro Henrique Maia Vieira Rodrigues**

Brasília

2023

Professora Doutora Márcia Abrahão Moura  
**Reitora da Universidade de Brasília**

Professor Doutor Enrique Huelva Unternbäumen  
**Vice-Reitor da Universidade de Brasília**

Professor Doutor Diêgo Madureira de Oliveira  
**Decano de Ensino de Graduação**

Professor Doutor José Márcio Carvalho  
**Diretor da Faculdade de Economia, Administração, Contabilidade e Gestão de Políticas  
Públicas**

Professor Doutor Sérgio Ricardo Miranda Nazaré  
**Chefe do Departamento de Ciências Contábeis e Atuariais**

Professora Doutora Fernanda Fernandes Rodrigues  
**Coordenadora de Graduação do Curso de Ciências Contábeis –Diurno**

Professor Doutor Wagner Rodrigues dos Santos  
**Coordenador de Graduação do curso de Ciências Contábeis – Noturno**

PEDRO HENRIQUE MAIA VIEIRA RODRIGUES

**UM ESTUDO COMPARATIVO SOBRE O DESEMPENHO DAS AÇÕES DO SETOR  
ELÉTRICO BRASILEIRO NOS PERÍODOS PRÉ E DURANTE A CRISE DA  
COVID-19**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Departamento de Ciências Contábeis e Atuariais da Faculdade de Economia, Administração, Contabilidade e Gestão de Políticas Públicas da Universidade de Brasília como requisito para obtenção do título de Bacharel em Ciências Contábeis.

Orientador: Prof. Dr. Paulo Augusto Pettenuzzo de Britto.

Linha de Pesquisa: Contabilidade e Mercados Financeiros.

Área de Concentração: Finanças.

Brasília

2023

Rodrigues, Pedro Henrique Maia Vieira.

Um estudo comparativo sobre o desempenho das ações do setor elétrico brasileiro nos períodos pré e durante a crise da COVID-19 / Pedro Henrique Maia Vieira Rodrigues – Brasília, 2023.

Pedro Henrique Maia Vieira Rodrigues; Orientador: Paulo Augusto Pettenuzzo de Britto – Brasília, Universidade de Brasília, 2023.

Trabalho de Conclusão de curso (Monografia – Graduação) – Ciências Contábeis – Brasília, Universidade de Brasília, 2023.

Bibliografia.

I. Paulo Augusto Pettenuzzo de Britto. II. Departamento de Ciências Contábeis e Atuariais da Faculdade de Economia, Administração, Contabilidade e Gestão de Políticas Públicas da Universidade de Brasília. III. UM ESTUDO COMPARATIVO SOBRE O DESEMPENHO DAS AÇÕES DO SETOR ELÉTRICO BRASILEIRO NOS PERÍODOS PRÉ E DURANTE A CRISE DA COVID-19.

CDD –

Universidade de Brasília – UnB  
Faculdade de Economia, Administração, Contabilidade e Gestão de Políticas Públicas –  
FACE  
Departamento de Ciências Contábeis e Atuariais – CCA  
Bacharelado em Ciências Contábeis

PEDRO HENRIQUE MAIA VIEIRA RODRIGUES

**UM ESTUDO COMPARATIVO SOBRE O DESEMPENHO  
DAS AÇÕES DO SETOR ELÉTRICO BRASILEIRO  
NOS PERÍODOS PRÉ E DURANTE A CRISE DA COVID-19**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Departamento de Ciências Contábeis e Atuariais da Faculdade de Economia, Administração, Contabilidade e Gestão de Políticas Públicas da Universidade de Brasília como requisito para obtenção do título de Bacharel em Ciências Contábeis.

Orientadora Prof. Dr. Paulo Augusto Pettenuzzo de Britto.

Banca Examinadora:

---

Prof. Dr. Paulo Augusto Pettenuzzo de Britto – Orientador  
CCA/FACE/UnB

---

Prof. Ms. Elmo Dias Da Silveira – Membro  
CCA/FACE/UnB

Brasília, 21 de Julho de 2023.

## RESUMO

Em meio à pandemia da COVID-19, vários ativos sofreram quedas nos preços diante das incertezas dali advindas. Vários setores da economia foram fortemente abalados após a disseminação do novo Coronavírus. Nesse viés, o presente estudo teve por objetivo analisar o desempenho do setor elétrico durante a crise da COVID-19 em comparação ao período imediatamente anterior àquela pandemia. Para retratação do setor elétrico brasileiro fez-se uso de uma carteira teórica de ativos formulada pela B3 com as empresas mais relevantes do setor em termos de valor de mercado e volume de negociação. Como via de mensuração do desempenho das ações, foram utilizados o Índice de Sharpe, o Índice de Treynor e o Alfa de Jensen, além do desvio padrão, do coeficiente de correlação e do Beta dos ativos mencionados. Nos resultados foi possível observar que o retorno do setor elétrico pagou um prêmio pelo risco em excesso em relação ao CDI, no período pré-COVID19. Porém, no período daquela pandemia, o retorno do IBOV e do IEE foi negativo, denotando que o investimento no ativo livre de risco ofereceria maior retorno com menor risco. Dessa feita, concluiu-se que as ações de setor elétrico brasileiro não lograram replicar o bom desempenho durante a crise da COVID-19.

**Palavras-chave:** Análise de investimento. Crise da COVID-19. Setor elétrico brasileiro.

## ABSTRACT

In the midst of the COVID-19 pandemic, several assets suffered price drops in the face of the resulting uncertainties. Several sectors of the economy were strongly shaken after the spread of the new Coronavirus. In this bias, the present study aimed to analyze the performance of the electricity sector during the COVID-19 crisis compared to the period immediately prior to that pandemic. In order to portray the Brazilian electricity sector, a theoretical portfolio of assets was created by B3 with the most relevant companies in the sector in terms of market value and trading volume. As a means of measuring the performance of the shares, the Sharpe Ratio, the Treynor Ratio and the Jensen Alpha were used, in addition to the standard deviation, the correlation coefficient and the Beta of the mentioned assets. In the results, it was possible to observe that the return of the electricity sector paid a risk premium in excess of the CDI, in the pre-COVID19 period. However, during that pandemic period, the return on the IBOV and the IEE was negative, denoting that investing in risk-free assets would offer a higher return with less risk. This time, it was concluded that the actions of the Brazilian electricity sector were unable to replicate the good performance during the COVID-19 crisis.

**Keywords:** Investment analysis. COVID-19 crisis. Brazilian electricity sector.

## LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 – Cotações históricas do IEE-B3.....	19
Gráfico 3 – Risco x Retorno – período 2017-2019.....	30
Gráfico 4 – Risco x Retorno – período 2020-2022.....	31

## LISTA DE TABELAS

Gráfico 1	Composição do índice de energia elétrica – IEE-B3.....	19
Tabela 2 –	Resultados pré-pandemia da COVID-19 – período 2017-2019.....	29
Tabela 3 –	Resultados durante a pandemia da COVID-19 – período 2020-2022.....	29
Tabela 4 –	Teste de igualdade entre os retornos.....	33
Tabela 5 –	Teste de igualdade entre as variâncias.....	34

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

BACEN	- Banco Central do Brasil
CAPM	- <i>Capital Asset Pricing Model</i>
CCA	- Departamento de Ciências Contábeis e Atuariais
CDI	- Certificado de Depósitos Bancários
COVID-19	- <i>Coronavirus Disease 2019</i>
CVM	- Comissão de Valores Mobiliários
Dr.	- Doutor
FACE	- Faculdade de Economia, Administração, Contabilidade e Gestão de Políticas Públicas
OMS	- Organização Mundial da Saúde
Prof.	- Professor
UnB	- Universidade de Brasília

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO</b> .....	<b>11</b>
<b>2 REFERENCIAL TEÓRICO</b> .....	<b>12</b>
<b>2.1 RISCO E RETORNO</b> .....	<b>12</b>
2.1.1 Retorno .....	12
2.1.2 Risco .....	12
2.1.3 Relação entre risco e retorno .....	14
<b>2.2 INDICADORES DE AVALIAÇÃO</b> .....	<b>14</b>
2.2.1 Índice de Sharpe .....	14
2.2.2 Índice de Treynor .....	15
2.2.2 Índice de Jensen .....	15
<b>2.3 HIPÓTESE DOS MERCADOS EFICIENTES</b> .....	<b>16</b>
<b>2.4 IMPACTO DE EVENTOS ALEATÓRIOS NO MERCADO FINANCEIRO</b> .....	<b>17</b>
<b>2.5 ÍNDICE DE ENERGIA ELÉTRICA (IEE B3)</b> .....	<b>17</b>
<b>3 METODOLOGIA</b> .....	<b>20</b>
<b>3.1 CÁLCULO DOS ÍNDICES DE DESEMPENHO</b> .....	<b>20</b>
3.1.1 Retorno .....	20
3.1.2 Risco .....	21
3.1.3 Capital Asset Pricing Model .....	21
3.1.4 Coeficiente de correlação .....	23
3.1.5 Índice de Sharpe .....	24
3.1.6 Índice de Treynor .....	24
3.1.7 Alfa de Jansen .....	25
<b>3.2 TESTES</b> .....	<b>25</b>
3.2.1 Teste de hipóteses .....	25
3.2.2 Teste de igualdade entre os retornos .....	26
3.2.3 Teste de igualdade entre as variâncias .....	26
3.2.4 Dados .....	27
<b>4 ANÁLISES E RESULTADOS</b> .....	<b>28</b>
<b>4.1 RISCO E RETORNO</b> .....	<b>30</b>
<b>4.2 COEFICIENTE DE CORRELAÇÃO</b> .....	<b>31</b>
<b>4.3 ÍNDICE DE SHARPE</b> .....	<b>32</b>

<b>4.4 ÍNDICE DE TREYNOR .....</b>	<b>32</b>
<b>4.5 ALFA DE JANSEN .....</b>	<b>33</b>
<b>4.6 TESTE DE IGUALDADE ENTRE OS RETORNOS .....</b>	<b>33</b>
<b>4.7 TESTE DE IGUALDADE ENTRE AS VARIÂNCIAS.....</b>	<b>34</b>
<b>5 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....</b>	<b>35</b>
<b>REFERÊNCIAS .....</b>	<b>37</b>

## 1 INTRODUÇÃO

O desempenho financeiro das empresas durante períodos de estresse econômico é um fenômeno amplamente estudado pelos mais diversos usuários de informações financeiras – interesse que surge a partir do momento em que os investimentos começam a ser afetados pelos resultados das empresas, tendo em vista que, os resultados operacionais das companhias tendem a ser impactados por momentos de crise, trazendo as cotações das ações das empresas para baixo. Desse modo, investidores com menor apetite ao risco buscam conhecer setores perenes da economia para a alocação de capital, com o objetivo de compor a carteira ótima de investimentos.

Durante a crise da *Coronavirus Disease 2019* – COVID-19 foi possível notar a contração rápida da economia após medidas de *lockdown* e isolamento social, onde comércios foram obrigados a fecharem as portas e as pessoas foram orientadas a ficar em casa. Segundo Senhoras (2020), a crise acarretada por aquela enfermidade trouxe repercussões econômicas em escala mundial, culminando em vulnerabilidade e sensibilidade macroeconômicas em diversos países.

Dessa feita, o presente estudo teve como foco principal a análise quantitativa do desempenho das ações do setor elétrico brasileiro, em termos de desempenho financeiro, durante períodos turbulentos da economia, a exemplo da crise da COVID-19. Devido à alta incidência de regulação estatal, especula-se que a volatilidade do setor tende a ser menor que em setores com menor nível de regulação por parte do poder público.

Nesse sentido, as linhas que se seguem tiveram por objetivo analisar os desempenhos das ações do setor elétrico brasileiro durante a crise da COVID-19. De modo específico, buscou-se analisar o desempenho das ações no período pré-pandemia (2016-2019) e comparar com o período de pandemia (2020-2023) declarado pela Organização Mundial da Saúde – OMS.

Para avaliação do desempenho do setor, foram utilizados índices de desempenho com diferentes perspectivas, em prol da fundamentação da presente pesquisa. Os índices utilizados foram: Índice de Sharpe; Índice de Treynor; e, Alfa de Jensen, além da taxa de retorno, do coeficiente de correlação, do desvio padrão e da variância dos retornos médios.

## **2 REFERENCIAL TEÓRICO**

### **2.1 Risco e retorno**

Com o objetivo de nortear o presente estudo, a seguir, tem-se a apresentação de alguns pontos fundamentais para o entendimento sobre o processo de análise de desempenho de ativos no mercado financeiro e de capitais.

#### **2.1.1 Retorno**

O retorno é o resultado, em termos financeiros, do ativo. Pode ser positivo, em caso de ganhos financeiros, ou negativo, para perdas financeiras. Seu cálculo é expressado através da diferença do valor final e do valor inicial do investimento pelo valor inicial investido.

Para projeções futuras tem-se o retorno esperado, que é a taxa percentual que o investidor espera obter ao investir em determinado ativo. Para Brigham e Ehrhardt (2010, p. 202): “O conceito de retorno fornece aos investidores uma maneira conveniente de expressar o desempenho financeiro de um investimento”.

Para exemplificar, vale citar o desempenho das ações do setor elétrico. Ao comprar as ações, o investidor espera obter ganhos com esse investimento; porém, tais ganhos não são garantidos. Ao final do período, os valores dessas ações podem estar maiores, no caso de retornos positivos, ou menores, no caso de retornos negativos.

Esse ganho pode ocorrer através do ganho da capital, vindo da valorização do preço das ações, ou dos dividendos e juros sobre capital próprio, advindos da distribuição dos resultados da empresa. Para Ross, Westerfield e Jeff (2002), o retorno pode vir pelo rendimento recebido do investimento ou pelo ganho ou perda de capital.

#### **2.1.2 Risco**

O risco, no mercado financeiro, pode ser associado com as incertezas agregadas ao investimento. Logo, quando maiores as incertezas, maior é o grau de risco de determinado ativo.

Sendo impossível a eliminação completa do risco, é preciso considerar que toda carteira de ativos possui certo grau de incerteza sobre o retorno. Para Colombo, Bampi e Camargo (2010), o risco é a parte do retorno impossível de ser determinado com certeza, podendo ser impactado por eventos inesperados.

De fato, o risco é a medida da incerteza quanto ao retorno futuro do investimento; ou seja, um investimento passa a ser considerado arriscado não somente por um desempenho ruim, mas pela incerteza do desempenho ao longo do tempo. Alguns ativos possuem nível de incerteza tão baixo que podem ser considerados “livres de risco” e exemplo dos títulos públicos.

Existem várias classificações para o risco, entre as quais, o risco não sistemático, onde o impacto ocorre apenas em um setor ou ativo específico, e o risco sistemático, que afeta todo o mercado.

O risco não sistemático, segundo Bodie, Kane e Marcus (2015), pode ser diminuído à medida em que os ativos são escolhidos para compor a carteira, pela baixa correlação com a carteira, sendo possível ser completamente eliminado a partir do momento em que o nível de risco específico de cada ativo passa a ser desprezível.

Já o risco sistêmico, ou risco de mercado, ocorre independentemente do grau de diversificação da carteira; impacta todos os setores da economia, causando efeitos relevantes no retorno esperado de todos os ativos. Para Assaf Neto (2018), políticas fiscais, monetárias e econômicas, por exemplo, podem gerar impacto sistêmico na economia, assim como eventos aleatórios.

Como exemplo de evento com efeitos sistemático, tem-se a pandemia da COVID-19, aqui em foco, onde a economia mundial foi diretamente abalada com sua rápida disseminação. Segundo Caldas, Silva e Silva Jr. (2021), mesmo com alguns setores apresentando comportamentos distintos, a grande maioria dos setores da economia perdeu valor de mercado durante a pandemia.

Vargas, Pinto e Sampaio (2020) identificaram que os mercados, em geral, sofreram forte depreciação dos preços das ações após o início da pandemia do novo Coronavírus. Além disso, a análise dos mesmos evidenciou maior impacto no mercado brasileiro, entre os países emergentes.

Para a apuração do risco sistêmico de uma carteira adequadamente diversificada, utiliza-se o coeficiente Beta, definido por Berk e Demarzo (2010, p. 335) como “a mudança percentual esperada no retorno em excesso, que é a diferença entre o retorno do ativo livre de risco e o retorno observado, de um título para uma alteração de 1% no retorno em excesso da carteira de mercado”; ou seja, o Beta pode ser considerado como a unidade de medida da volatilidade do ativo.

### **2.1.3 Relação entre risco e retorno**

A tomada de decisão dos investidores com o objetivo de maximizar o retorno, dado o grau de risco, se dá com base na relação entre o risco e o retorno. Como os investidores são racionalmente avessos ao risco, é normal que exista uma busca incessante pelo maior retorno com o menor risco. Para Berk e Demarzo (2010), a relação entre o risco ao longo do tempo é diretamente proporcional ao retorno, sendo assim, quanto menor o risco, menor também será o retorno de longo prazo.

Logo, o indivíduo que deseja alcançar maiores retornos deve necessariamente tomar mais risco na escolha da sua carteira de investimentos. Para Markowitz (1952), criador da teoria do portfólio, ou teoria das carteiras, a diversificação é fundamental para alcançar o retorno máximo em determinado nível de risco aceito.

Essa diversificação consiste em selecionar ativos com correlação negativa, próxima de -1, ou ainda, adicionar muitos ativos na carteira. Desse modo, é possível eliminar o risco não sistêmico da carteira. Com o grau de risco determinado pelo investidor como aceitável, a carteira ótima do investidor é aquela que obtém o maior retorno possível. Também é possível chegar ao portfólio ideal escolhendo o retorno desejado com o menor risco intrínseco possível.

## **2.2 Indicadores de avaliação**

Para avaliação do desempenho das ações do setor elétrico durante o período de pandemia em comparação aos anos anteriores, a seguir, têm-se os índices de avaliação dos ativos de risco comumente utilizados no mercado financeiro.

### **2.2.1 Índice de Sharpe**

Desenvolvido por William F. Sharpe em 1966, o índice de Sharpe tem como objetivo a avaliação do desempenho do ativo ajustado pelo seu risco. O Índice de Sharpe fornece uma medida de quanto de retorno adicional em relação ao ativo livre de risco, um investimento oferece, dado o risco assumido, mensurado pelo desvio padrão dos retornos. Quanto maior o índice de Sharpe, melhor é considerado o desempenho ajustado ao risco do investimento. Um índice de Sharpe positivo indica que o investimento ou carteira teve um retorno médio superior à taxa livre de risco, ajustado pelo seu risco.

Segundo Assaf Neto (2018), o Índice de Sharpe pode ser utilizado para medir a eficiência do ativo de investimento através da análise da relação entre o risco e o retorno. O risco de uma carteira deve ser proporcional ao retorno apresentado.

Para Fortuna (2008), ao calcular o Índice de Sharpe devemos considerar o retorno ajustado ao risco e a volatilidade da carteira analisada, com isso, podemos comparar com índices de referência com o CDI, IBOV, com a taxa Selic, ou até mesmo entre ativos.

### **2.2.2 Índice de Treynor**

O índice de Treynor avalia o desempenho do investimento ou da carteira de investimento ajustado ao risco, porém com algumas mudanças no risco. Esse índice não utiliza a desvio padrão dos retornos do ativo, conforme o índice de Sharpe, mas utiliza o Beta como medida de risco sistêmico.

Segundo Ross, Waterfield e Jeff (2002), o Coeficiente Beta representa a sensibilidade do retorno do ativo comparado ao retorno do mercado onde o ativo está inserido, relacionando seu risco inerente ao risco de mercado. Desse modo, temos que, para cada mudança unitária no coeficiente Beta, temos, de maneira proporcional, alteração no retorno em excesso do ativo.

O objetivo de Treynor é tornar relevante o risco não diversificável do ativo, ou da carteira de ativos, ou seja, aquele risco impossível de ser eliminado. Para Assaf Neto (2018), o índice de Treynor relaciona somente o risco sistemático com o retorno do ativo, enquanto o Índice de Sharpe adota o desvio padrão.

### **2.2.2 Índice de Jensen**

Por fim temos o índice de Jensen, desenvolvido em 1968 por Michael Jensen, o índice é utilizado para comparação do ativo com o retorno que se esperava dada sua exposição ao risco de mercado.

O índice é calculado pela subtração do retorno esperado do ativo, com base no modelo de precificação do retorno total do ativo (em inglês, *Capital Asset Pricing Model* – CAPM). Tal cálculo representa o excesso de retorno que o ativo teve em relação ao ativo livre de risco. Se o Alfa for positivo o ativo performou melhor que o esperado, se negativo não superou as expectativas.

Bernstein e Damodaram (2000) relatam que, através do Alfa de Jensen, é possível quantificar a performance do ativo com base no seu retorno. Em outras palavras é possível identificar o quanto foi acrescentado de valor no investimento.

### **2.3 Hipótese dos mercados eficientes**

Formulada em 1970, por Eugene Fama, a hipótese dos mercados eficientes estuda a constituição dos preços dos ativos no mercado financeiro. É uma hipótese desenvolvida na área da economia e finanças que sugere que os preços dos ativos financeiros refletem completamente todas as informações disponíveis no mercado.

Tal hipótese afirma que é impossível consistentemente obter retornos acima da média do mercado usando informações publicamente disponíveis. Isso significa que os preços dos ativos já refletem todas as informações relevantes, incluindo informações passadas, presentes e futuras, bem como todas as expectativas e opiniões do mercado. Portanto, não seria possível obter retornos extraordinários com base nessas informações.

Dessa maneira, é dito que o mercado é eficiente, na média em que, as informações são divulgadas de maneira homogênea e sem custos ao usuário da informação e que as novas informações são rapidamente incorporadas ao preço dos ativos.

De acordo com Fama (1970), para que o mercado possa ser considerado eficiente serão necessárias três condições básicas: a) a inexistência de custos de transação dos ativos; b) A disponibilização das informações de forma gratuita a todos os usuários da informação e; c) Expectativas homogêneas sobre o preço dos ativos.

A hipótese dos mercados eficiente possui três formas, quais sejam:

- 1) Fraca, onde os preços dos ativos já refletem todas as informações públicas passadas disponibilizadas pela empresa. Nessa forma, seria relativamente fácil de calcular o desempenho futuro com base de desempenho passado. Com isso, não seria possível obter ganhos expressivos, pois todos os investidores poderiam projetar o desempenho futuros e assim reduzir a margem de ganhos.
- 2) Semiforte onde não somente o desempenho passado é levando em consideração, mas também as informações públicas disponíveis no presente e aspectos específicos da empresa, a exemplos das divulgações de resultados trimestrais e anuais das empresas.
- 3) Forte, onde todas as informações, sejam elas públicas, privadas ou privilegiadas, foram incorporadas nos preços das ações. Essa forma é a mais abrangente da hipótese de

mercados eficientes e implica na impossibilidade de se obter grandes retornos no mercado financeiro, por ser homogêneo o acesso à informação da empresa.

## **2.4 Impacto de eventos aleatórios no mercado financeiro**

Eventos aleatórios podem ter um impacto significativo no mercado financeiro. Esses eventos imprevisíveis podem incluir catástrofes naturais, crises políticas, anúncios surpreendentes de empresas, descobertas científicas, entre outros. O impacto desses eventos no mercado pode variar dependendo de sua magnitude, natureza e contexto econômico.

É importante destacar que o impacto de eventos aleatórios no mercado financeiro pode ser imprevisível e variar de acordo com as circunstâncias específicas. Além disso, como observado na seção anterior, o mercado tende a incorporar informações rapidamente, o que pode resultar em ajustes rápidos nos preços dos ativos em resposta a esses eventos.

A crise da COVID-19 trouxe vários impactos no mercado financeiro brasileiro e mundial. Para Zhang, Hu e Ji (2020), após a disseminação do vírus em todos os continentes do planeta houve uma forte associação positiva entre o risco de mercado, o desenvolvimento da pandemia e o perfil de gravidade da doença em cada país.

Para Rameli e Wagner (2020), durante a pandemia da COVID-19, os preços das ações, além de decisões políticas, cenários econômicos e administrativos, sofrem influência do grau de disseminação do vírus, das taxas de mortalidade e medidas de prevenção do contágio. Aqueles autores ainda afirmaram que, praticamente, todas as cadeias produtivas sofreram prejuízos após o anúncio da referida pandemia.

Diante do exposto, o mercado financeiro não passou intocado ao período de crise da COVID-19. Porém, alguns setores conseguiram se proteger melhor que outros, a exemplo das empresas de tecnologia e empresas de setores resilientes como o setor de energia elétrica, que é responsável por fornecer um insumo básico para entidades como o governo, as empresas e as famílias, até mesmo em períodos de crise sanitária e econômica.

## **2.5 Índice de Energia Elétrica (IEE B3)**

De acordo com a Metodologia do Índice de Energia Elétrica (B3), o objetivo de tal índice é ser um indicador médio do desempenho das ações das empresas com maior volume de negociação do setor e com maiores valores de mercado na bolsa de valores brasileira (B3).

O índice é composto por ações do setor elétrico brasileiro listadas na bolsa de valores BM&FBOVESPA e são escolhidas de acordo com os critérios de inclusão e exclusão, a exemplo do volume financeiro no mercado a vista, do percentual de participação em pregões anteriores e mudança de atividade principal. A mudança da composição da carteira é feita após o encerramento do último pregão da carteira anterior com vigência pelo próximo quadrimestre.

As ações incluídas no índice em 18 de junho de 2023, por ordem de relevância de participação, se fazem presentes no quadro 1, a seguir.

Quadro 1 – Composição do índice de energia elétrica – IEE-B3.

<b>Código de Negociação</b>	<b>Empresa</b>	<b>Tipo de Ação</b>	<b>Quantidade Teórica</b>	<b>Participação no Índice (%)</b>
MEGA3	OMEGAENERGIA	ON NM	20.700,00	6,60
NEOE3	NEOENERGIA	ON NM	11.500,00	6,57
AESB3	AES BRASIL	ON NM	17.900,00	6,36
EGIE3	ENGIE BRASIL	ON NM	4.700,00	6,16
ELET3	ELETROBRAS	ON N1	5.400,00	6,11
EQTL3	EQUATORIAL	ON NM	6.800,00	6,06
COCE5	COELCE	PNA	3.700,00	6,01
ALUP11	ALUPAR	UNT N2	7.000,00	5,97
TRPL4	TRAN PAULIST	PN N1	8.200,00	5,92
ENEV3	ENEVA	ON NM	16.700,00	5,84
ENGI11	ENERGISA	UNT N2	4.400,00	5,77
TAE11	TAESA	UNT N2	5.200,00	5,64
AURE3	AUREN	ON NM	13.300,00	5,62
ENBR3	ENERGIAS BR	ON NM	8.200,00	5,58
CMIG4	CEMIG	PN N1	14.800,00	5,33
CPLE6	COPEL	PNB N2	23.400,00	5,27
CPFE3	CPFL ENERGIA	ON NM	5.600,00	5,20

Fonte: B3 (2023).

O índice mostra o retorno total das ações do setor elétrico, considerando os proventos recebidos no período estudado reinvestidos no próprio ativo. Segundo a Metodologia do índice: “O ajuste é efetuado considerando-se que o investidor vendeu as ações pelo último preço de fechamento anterior ao início da negociação *ex provento* e utilizou os recursos na compra das mesmas ações sem o provento distribuído *ex provento*” (B3, 2015).

No gráfico 1, a seguir, têm-se as cotações históricas do índice em comento.

Gráfico 1 – Cotações da históricas do IEE-B3.



Fonte: Investidor10 (2023).

### 3 METODOLOGIA

Com o objetivo de avaliar o efeito da crise da COVID-19 nas ações do setor elétrico brasileiro, esse estudo foi estruturado com base no desempenho diário de uma carteira de ações teórica composta por ações do setor. Para realizar essa análise, foram usados os Índices de Sharpe, Treynor e Alfa de Jensen. Além da variância e desvio-padrão dos retornos e o coeficiente de correlação entre os ativos.

Como parâmetro de avaliação do setor elétrico brasileiro, foi utilizada uma carteira teórica de ativos com todas as empresas do setor, que possuem ações listadas na bolsa de valores brasileira, a B3. A carteira utilizada é a definida pela B3 na construção do IEE B3.

A abordagem utilizada foi a análise quantitativa, tendo em vista que foram utilizados recursos estatísticos e matemáticos para calcular os índices de desempenho, desvio padrão e variância dos retornos.

#### 3.1 Cálculo dos índices de desempenho

Os parâmetros usados para avaliação do impacto da crise nas ações do setor elétrico serão o desvio-padrão, o coeficiente de correlação do índice de energia elétrica da B3 com o IBOV, o índice de Sharpe, o índice de Treynor e o Alfa de Jensen.

Também foi utilizado o modelo de precificação de ativos financeiros (CAPM), tendo em vista que, é através dele que encontraremos o retorno esperado do ativo, além de elementos fundamentais para o cálculo dos Índices de Sharpe, Treynor e o Alfa de Jensen.

##### 3.1.1 Retorno

Uma das maneiras de calcular o retorno de um ativo, com valores incertos, é através do cálculo dos retornos passados de maneira a estimar o futuro com base nos resultados passados. Logo, tem-se a equação (1), que se segue

$$Rm = \frac{(P_n - P_{n-1})}{P_{n-1}} \quad (1)$$

Onde:

- $R_m$  = Retorno diário da carteira;  
 $n$  = Número de dias;  
 $P_n$  = Valor da cota no dia; e  
 $P_{n-1}$  = Valor da cota no dia anterior.

Assim, o retorno médio observado é calculado conforme equação (2):

$$\bar{R} = \frac{(R_1+R_2+R_3...R_n)}{n} \quad (2)$$

Onde:

- $\bar{R}$  = Retorno médio da carteira;  
 $R_1+R_2+R_3...R_n$  = Retornos diários da carteira; e  
 $n$  = Números de dias.

### 3.1.2 Risco

O risco pode ser entendido como o grau de imprevisibilidade do preço do ativo. Tal medida aponta a variabilidade entre a taxa de retorno e o retorno médio. Desse modo, a estatística nos mostra o risco através do desvio-padrão dos retornos diários em relação à média dos retornos do ativo da seguinte forma na equação (3):

$$\sigma = \frac{\sqrt{(R_1-\bar{R})^2+(R_2-\bar{R})^2...(R_n-\bar{R})^2}}{n-1} \quad (3)$$

Onde:

- $\sigma$  = Desvio padrão;  
 $\bar{R}$  = Retorno médio;  
 $R_1,R_2,R_n$  = Retornos diários; e  
 $n$  = Número de dias.

Quanto mais próximo de zero é o resultado da fórmula, menor será a diferença entre o retorno esperado e o retorno médio, conseqüentemente menor será o risco.

### 3.1.3 *Capital Asset Pricing Model*

O CAPM é um modelo amplamente utilizado para estimar o retorno esperado de um ativo financeiro, levando em consideração seu risco sistemático (Beta) em relação ao mercado como um todo e a taxa livre de risco. O modelo assume que os investidores são avessos ao risco e buscam maximizar a relação entre retorno e risco.

Ross, Westerfield e Jeff (2002) observaram que o Beta é a medida que calcula o risco sistêmico da carteira de ativos. Sendo assim, temos o Beta sendo a medida de sensibilidade da carteira de ativos, onde a variação implica no retorno do ativo.

O Beta é calculado conforme a equação (4), que se segue:

$$\beta = \frac{\text{Cov}(R_{\text{carteira}}, R_{\text{mercado}})}{\text{Var}(R_{\text{mercado}})} \quad (4)$$

Onde:

- $\beta$  = Beta da carteira
- $R_{\text{carteira}}$  = Retorno a carteira;
- $R_{\text{mercado}}$  = Retorno do mercado; e
- $\text{Var}(R_{\text{mercado}})$  = Variância do mercado.

Para um Beta igual a 1 tem-se que o retorno do índice calculado se move na mesma direção e na mesma intensidade que o retorno do índice de mercado. Para um Beta maior que 1 tem-se que o risco é maior que o risco de mercado, desse modo, o retorno também deve ser maior. Por outro lado, se o Beta for menor que 1 o risco da carteira é menor que o risco do mercado, indicando um menor retorno. Um Beta negativo indica uma relação inversa entre os retornos do ativo e os retornos do mercado. Isso significa que o ativo tende a ter retornos negativos quando o mercado está em alta e retornos positivos quando o mercado está em baixa.

Dessa feita, para chegar ao retorno esperado do CAPM devemos levar em consideração o retorno esperado do ativo e a diferença entre o retorno esperado do índice e o retorno esperado do mercado, como ocorre na equação (5):

$$CAPM = R_f + \beta_{\text{carteira}} (R_m - R_f) \quad (5)$$

Onde:

- $E(R_i)$  = Retorno esperado da carteira;
- $R_f$  = Retorno do ativo livre de risco;

$\beta_{carteira}$  = Beta da carteira; e  
 $R_m$  = Retorno da carteira de mercado.

Dessa maneira, o retorno do CAPM nos mostra o quanto de retorno o investidor pode esperar por assumir o risco sistemático do ativo aquele que não pode ser eliminado pela diversificação.

### 3.1.4 Coeficiente de correlação

O coeficiente de correlação é utilizado como medida estatística que quantifica a relação linear entre duas variáveis aleatórias. Pode ser usado para medir o tamanho da variação entre as variáveis e a direção do movimento entre elas. Se dois ativos diferentes possuem correlação positiva igual a 1, eles tendem a se mover na mesma direção. Se a correlação é negativa igual a -1, os movimentos tendem a ocorrerem de maneira oposta.

Um coeficiente de correlação negativo indica uma relação inversa ou negativa entre duas variáveis. Isso significa que, à medida que uma variável aumenta, a outra tende a diminuir e vice-versa. O coeficiente de correlação negativo é representado por um valor entre -1 e 0. Desse modo, as carteiras de ativos se beneficiarão de uma baixa correlação, ou seja, correlação próxima de zero.

O cálculo é feito pela equação (6):

$$\rho = \frac{\text{Cov}(R_{\text{mercado}}; R_{\text{carteira}})}{\sigma_{\text{mercado}} \cdot \sigma_{\text{carteira}}} \quad (6)$$

Onde:

$\rho$  = Coeficiente de correlação;  
 $\text{Cov}(R_{\text{mercado}}; R_{\text{carteira}})$  = Covariância do retorno do mercado e o retorno da carteira;  
 $\sigma_{\text{mercado}}$  = Desvio padrão do retorno do mercado; e  
 $\sigma_{\text{carteira}}$  = Desvio padrão de retorno da carteira de ativos.

Para resultados iguais a 1 temos a plena correlação entre os ativos, onde os ativos se movimentam igualmente na mesma direção. Para resultados iguais a -1 a correlação é plenamente negativa, onde os ativos se movimentam na direção extrema oposta.

### 3.1.5 Índice de Sharpe

O Índice de Sharpe calcula o retorno excedente de um investimento em relação a um ativo livre de risco, dividido pelo desvio padrão desse retorno excedente. Essa medida permite que investidores comparem o retorno adicional obtido em relação ao risco assumido. De acordo com a equação (7):

$$\text{Índice de Sharpe} = \frac{(R_{carteira} - R_f)}{\sigma_{carteira}} \quad (7)$$

Onde:

$R_{carteira}$  = Retorno da carteira;

$R_f$  = Retorno do ativo livre de risco; e

$\sigma_{carteira}$  = Desvio padrão do retorno da carteira.

Desse modo, para valores positivos o índice de Sharpe indica que o investimento calculado teve retorno superior ao ativo livre de risco. Desse modo, temos que, quanto maior o resultado do cálculo do índice, melhor será o desempenho do ativo.

### 3.1.6 Índice de Treynor

O índice de Treynor é a medida utilizada para avaliar o desempenho do investimento ajustado ao risco sistêmico. Esse índice é encontrado dividindo o retorno em excesso em relação ao ativo livre de risco, pelo Beta do ativo, ou da carteira de ativos. Desse modo:

$$\text{Índice de Treynor} = \frac{(R_{carteira} - R_f)}{\beta_{carteira}} \quad (8)$$

Onde:

$R_{carteira}$  = Retorno da carteira de ativos;

$R_f$  = Retorno do ativo livre de risco; e

$\beta_{carteira}$  = Beta da carteira de ativos.

Diferentemente do índice de Sharpe, Índice de Treynor leva em consideração somente o risco sistêmico. Logo, podemos observar que o índice de Treynor ajusta o retorno pelo Beta do ativo no lugar do desvio padrão.

### 3.1.7 Alfa de Jansen

O índice de Jensen analisa o desempenho do ativo com base no retorno esperado calculado pelo modelo CAPM. Desse modo, o Índice de Jensen é a diferença entre o retorno observado e o retorno esperado.

O cálculo da fórmula (9) é:

$$\text{Alfa de Jensen} = (R_{\text{carteira}} - R_f) - \beta_{\text{carteira}} (R_m - R_f) \quad (9)$$

Onde:

- $R_{\text{carteira}}$  = Retorno da carteira de investimento;
- $R_f$  = Retorno do ativo livre de risco;
- $R_m$  = Retorno do mercado; e
- $\beta_{\text{carteira}}$  = Coeficiente Beta da carteira de ativos.

Com valores positivos o índice de Jensen evidencia que o retorno do ativo foi superior ao esperado com base nas suposições do CAPM. Por outro lado, para valores negativos significa que o retorno não superou as expectativas.

## 3.2 Testes

### 3.2.1 Teste de hipóteses

Teste de hipóteses é um procedimento estatístico utilizado para tomar decisões sobre uma afirmação ou hipótese estatística com base em evidências coletadas em uma amostra de dados. Segundo Virgilito (2012) O objetivo do teste de hipóteses é determinar se existe evidência estatística suficiente para suportar ou rejeitar uma determinada hipótese sobre uma população.

O teste de hipóteses envolve duas hipóteses: a hipótese nula ( $H_0$ ) e a hipótese alternativa ( $H_1$ ). A hipótese nula é a afirmação que será testada, geralmente assumindo que não há diferença ou relação entre as variáveis em estudo. A hipótese alternativa é a afirmação oposta à hipótese nula, que não é rejeitada se houver evidência estatística suficiente para rejeitar a hipótese nula.

Para testar se as médias de duas amostras independentes são significativamente diferentes uma da outra. Nesse caso, são calculadas duas médias amostrais e duas estatísticas t, uma para cada amostra. A diferença entre as médias amostrais é dividida por uma estimativa do erro padrão da diferença.

### 3.2.2 Teste de igualdade entre os retornos

O teste de igualdade entre as médias é um procedimento estatístico utilizado para testar se as médias de duas amostras são estatisticamente iguais.

Média de duas amostras com desvio padrão da população desconhecido:

$$\text{Teste } t = \frac{x_1 - x_2}{\sqrt{Sp^2 \left( \frac{1}{n_1} + \frac{1}{n_2} \right)}} \quad (10)$$

Onde:

- t = Teste de igualdade entre os retornos;
- x1 = Média da amostra 1;
- x2 = Média da amostra 2;
- Sp<sup>2</sup> = Variância agrupada;
- n1 = Tamanho da amostra 1; e
- n2 = Tamanho da amostra 2.

### 3.2.3 Teste de igualdade entre as variâncias

O teste de igualdade entre as variâncias é um procedimento estatístico utilizado para testar se as variâncias de duas amostras são estatisticamente iguais. Esse teste é comumente chamado de teste F.

O teste F é baseado na comparação das variâncias amostrais das duas amostras. A hipótese nula (H0) afirma que as variâncias são iguais, enquanto a hipótese alternativa (H1) afirma que as variâncias são diferentes.

Assim, para a variância entre duas amostras, tem-se a equação (11), que se segue:

$$\text{Teste } f = \frac{\text{Max}(S_1^2, S_2^2)}{\text{Min}(S_1^2, S_2^2)} \quad (11)$$

Onde:

- F = Teste de igualdade entre as variâncias;

$S1^2$  = Variância da amostra 1; e

$S2^2$  = Variância da amostra 2.

### 3.2.4 Dados

Os dados utilizados foram extraídos dos portais virtuais da B3 e da Comissão de Valores Mobiliários – CVM para consolidação das cotações diárias históricas do índice escolhido. Os dados do CDI diário foram extraídos da plataforma digital do Banco Central do Brasil – BACEN.

Para fins de cálculo dos índices de desempenho, foi considerado como ativo livre de risco o Certificado de Depósitos Bancários – CDI, sabendo-se que esse ativo apresenta as características fundamentais para se enquadrar nessa categoria, por exemplo, o nível desprezível de risco e a capacidade de preservar o capital e apresentar rentabilidade positiva nominal em qualquer recorte de tempo.

Como índice de mercado foi utilizado o Ibovespa (IBOV), que é o principal índice de referência de mercado da bolsa de valores brasileira. O IBOV é composto pelas empresas mais negociadas e representativas do mercado nacional. Com reavaliação dos percentuais de participação de cada empresa feito a cada 4 meses, o índice é composto, entre outras características, por ações que representam 0,1% do volume financeiro negociado no período de vigência das três carteiras anteriores, ou seja, é composto pelas ações mais negociadas na bolsa de valores brasileira.

Os períodos analisados pré-pandemia como parâmetro de comparação que antecede a crise da COVID-19 será entre 2017 e 2019. O período de crise econômica causado pela COVID-19 considerado nessa pesquisa será entre 2020 (ano de início de pandemia decretado pela OMS) à 2022 – ano do fim da pandemia.

#### **4 ANÁLISES E RESULTADOS**

Para possibilitar a análise discursão dos resultados, buscando atingir os objetivos do presente estudo, os resultados foram devidamente apresentados nas tabelas 1 e 2, a seguir. Assim, na tabela 1, tem-se a descrição dos dados do período pré-pandemia e, na tabela 2, os dados do período durante a pandemia na tabela 2.

Tabela 2 – Resultados pré-pandemia da COVID-19 – período 2017-2019.

	<b>Retorno Médio Diário</b>	<b>Desvio Padrão</b>	<b>Retorno Excedente</b>	<b>Covariância entre Mercado e o Setor Elétrico</b>	<b>Beta</b>	<b>CAPM</b>	<b>Índice de Sharpe</b>	<b>Índice de Treynor</b>	<b>Alfa de Jansen</b>
CDI	0,00029	0,00008	-	-	-	-	-	-	-
IBovespa	0,00098	0,01248	0,00069	-	-	-	0,05536	0,00112	0,00026
IEE-B3	0,00108	0,00108	0,00108	0,00010	0,61762	0,00071	0,07599	0,00128	0,00036

Fonte: elaboração própria.

Tabela 3 – Resultados durante a pandemia da COVID-19 – período 2020-2022.

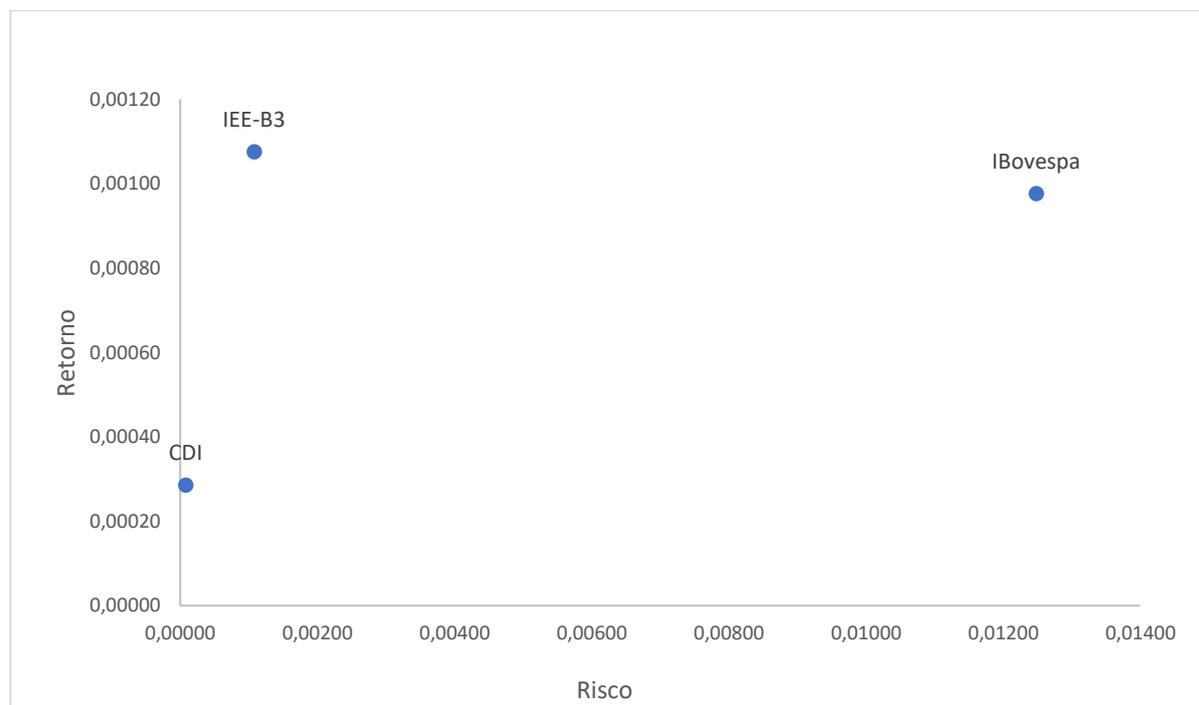
	<b>Retorno Médio Diário</b>	<b>Desvio Padrão</b>	<b>Retorno Excedente</b>	<b>Covariância entre Mercado e o Setor Elétrico</b>	<b>Beta</b>	<b>CAPM</b>	<b>Índice de Sharpe</b>	<b>Índice de Treynor</b>	<b>Alfa de Jansen</b>
CDI	0,00025	0,00017	-	-	-	-	-	-	-
IBovespa	0,00009	0,01946	-0,00016	-	-	-	-0,00820	-0,00023	-0,00005
IEE-B3	0,00015	0,01588	-0,00010	0,00026	0,68122	0,00014	-0,00617	-0,00014	0,00001

Fonte: elaboração própria.

#### 4.1 Risco e retorno

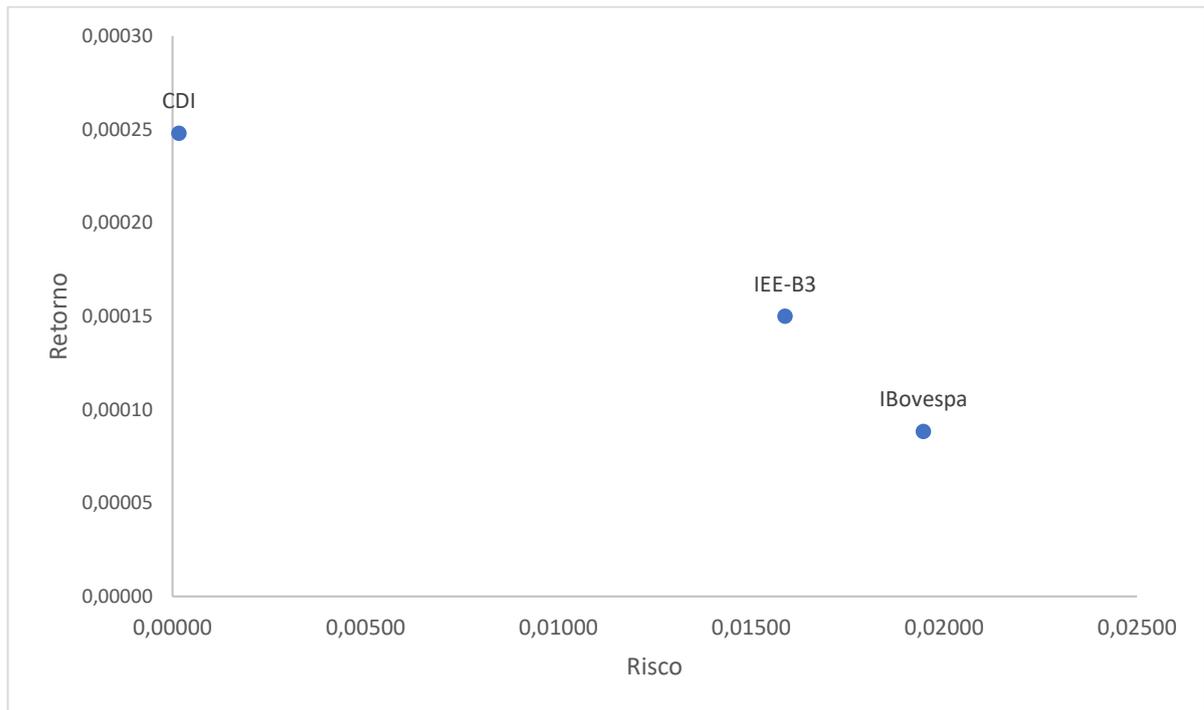
Com relação ao risco, representado pelo desvio padrão, nos períodos pré-pandemia e durante a pandemia, o setor elétrico se manteve menos arriscado que o mercado, representado pelo Ibovespa, nos dois períodos. Os dois índices nos períodos pré-pandemia e durante a pandemia, apresentaram riscos superiores ao ativo livre e risco, representado pelo CDI, conforme exposto nos gráficos 2 e 3, a seguir.

Gráfico 2 – Risco x Retorno – período 2017-2019.



Fonte: elaboração própria.

Gráfico 3 – Risco x Retorno – período 2020-2022.



Fonte: elaboração própria.

Em termos de retorno médio, o setor elétrico, durante o período pré-pandemia, apresenta retorno superior ao mercado com um risco consideravelmente menor. O retorno observado do setor elétrico também supera o retorno observado do CDI no período, resultado já esperado, tendo em vista que o risco é maior. Entretanto, no período durante a pandemia, o mercado e o setor elétrico sofrem grandes perdas no retorno e aumento no risco. Com tudo, o setor elétrico teve desempenho melhor que a média do mercado, apresentando maiores retornos.

#### 4.2 Coeficiente de correlação

No que diz respeito à correlação entre o índice do setor elétrico e o índice de mercado, foi observado que a variação do retorno do setor elétrico possuiu baixa associação com a variação do retorno do mercado, com valores bem próximos de zero. O coeficiente de correlação entre o IEE-B3 e o IBOV foi de 0,00010 no período pré-pandemia e 0,00026 durante a pandemia.

### 4.3 Índice de Sharpe

De acordo com os dados apresentados nas tabelas 1 e 2, foi observado que o Índice de Sharpe apresentou valor positivo no período pré-pandemia. Isso ocorreu porque a média do retorno diário do índice do setor elétrico foi maior que a média diária de retorno do ativo livre de risco, o CDI. Em comparação com o IBOV o Índice de Sharpe do setor elétrico apresentou desempenho superior ao índice do mercado nos dois períodos.

Tendo em vista que, o índice é calculado pela razão entre o excesso de retorno do investimento em relação ao ativo livre de risco e o risco do investimento, representado pelo desvio padrão, podemos considerar que a carteira de ações do setor elétrico pagou um prêmio pelo risco assumido pelo investidor no período pré-pandemia.

Entretanto, durante a pandemia, o IEE-B3 apresentou um índice de Sharpe negativo, demonstrando que o investimento não pagou prêmio pelo risco que o investidor assumiu por ter escolhido o Índice de ações do setor elétrico em detrimento do CDI.

### 4.4 Índice de Treynor

Ao observar os valores encontrados através do cálculo do Índice de Treynor do investimento feito na carteira teórica do setor elétrico, podemos notar que no período pré-pandemia o índice apresentou resultado positivo, ou seja, levando em consideração apenas o risco sistêmico o IEE ainda apresenta retorno pelo risco assumido. O desempenho do IEE é melhor em comparação com o IBOV nos dois períodos.

Porém no período durante a pandemia, o índice passa a apresentar resultado negativo, demonstrando que o investimento não teve retorno pelo risco adicionado à carteira, desse modo, o investidor que teria investido no IEE durante o período de pandemia teria corrido mais risco com um retorno menor que o ativo livre de risco, conforme demonstrado nas tabelas 1 e 2.

#### 4.5 Alfa de Jansen

Por fim, temos o Alfa de Jensen, que apresentou excesso de retorno em relação ao esperado nos dois períodos estudados, isso ocorre porque o retorno do IEE foi acima do retorno esperado pelo mercado, de acordo com o CAPM dos dois períodos.

Mesmo com os Índices de Sharpe e Treynor apresentando resultados negativos durante o período de pandemia, o Alfa apresentou resultado positivo. Isso ocorre devido ao fato de o CAPM ser ajustado pelo risco sistêmico, o Beta, que nos dois períodos apresentou resultado menores que 1, gerando um Alfa positivo. Em outras palavras, podemos dizer que o CAPM previa um retorno muito pior que o apresentado. Em comparação com o IBOV, o IEE foi melhor no período pré pandemia e durante a pandemia.

#### 4.6 Teste de igualdade entre os retornos

Tabela 4 – Teste de igualdade entre os retornos.

Parâmetros	Resultados
Média pré pandemia	0,001076
Média durante a pandemia	0,000150
Variância agrupada	0,000180
Variância pré-pandemia	0,000108
Variância durante a pandemia	0,000252
Número da população pré-pandemia	738
Número da população durante a pandemia	745
Número da população total	1.483
Estatística do teste	1,3277
t crítico	
10%	1,6459
5%	1,9616
1%	2,5791

Fonte: elaboração própria.

Com o resultado da estatística do teste t igual a 1,3277 a hipótese ficou fora da zona de rejeição, para um Tcritico igual a 2,5791, logo, mesmo com variação matemática nos retornos, estatisticamente devemos admitir que não há evidências de que os retornos são diferentes.

#### 4.7 Teste de igualdade entre as variâncias

Tabela 5 – Teste de igualdade entre as variâncias

Parâmetros	Resultados
Variância pré-pandemia	0,000108
Variância durante a pandemia	0,000252
Estatística do teste	2,3322
F crítico	
10%	1,0987
5%	1,1285
1%	1,1865

Fonte: elaboração própria.

O resultado de 2,3322 na estatística do teste F mostra que a hipótese ficou dentro da zona de rejeição para um F crítico de 1,1865. Logo, não existem evidências de que os riscos são iguais.

## 5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este trabalho tem como objetivo analisar o desempenho das ações do setor elétrico brasileiro, durante os períodos pré-pandemia e durante a pandemia da COVID-19, realizando a comparação entre os índices de mercado. O período pré-pandemia vai de início de 2017 ao final de 2019, já o período de pandemia decretado pela OMS vai de 2020 a 2022.

Como parâmetro de avaliação do setor elétrico, foi utilizado o Índice de Setor Elétrico da B3, o IEE-B3. Esse índice é composto pelas principais empresas do setor em termos de valor de mercado e volume de negociação de ações na bolsa de valores.

Ao observar a relação entre o risco e o retorno do IEE, pode-se perceber que, em comparação com o mercado, representado pelo Ibovespa, o setor elétrico teve desempenho melhor, tanto no risco quanto no retorno, nos dois períodos observados. Vale ressaltar que durante a pandemia o mercado de ações e o setor elétrico tiveram retornos menores que o CDI.

Ao calcular os Índices de Sharpe e Treynor também foi observado o desempenho superior do IEE em relação ao desempenho do Ibovespa. Demonstrando que o investidor tivesse alocado seus recursos nas ações do setor elétrico teria rendimento superior à média de mercado diária, dados o nível de risco assumido. Nesse caso o retorno do ativo livre de risco, no período durante a pandemia também foi maior que o retorno do mercado e que o retorno das ações do setor elétrico.

Outro ponto relevante foi o resultado do Alfa no período durante a pandemia, que apresentou resultado positivo mesmo com os índices de Sharpe e Treynor negativos. Isso ocorre porque as expectativas do mercado eram de uma queda mais acentuada no retorno do IEE, de acordo como CAPM, dado o nível de risco, porém as ações conseguiram um desempenho melhor que esperado, tornando o resultado positivo.

Os resultados do teste de hipóteses de igualdade entre as médias diárias de retorno com desvio padrão da amostra desconhecido, mostram que apesar das variações matemáticas no retorno do IEE-B3 entre os períodos, não há evidências de que os retornos são diferentes. Isso significa que a pandemia da COVID-19 não alterou o retorno das ações do setor elétrico.

Porém o teste de hipótese de igualdade entre as variâncias evidenciam que não há evidências de que os riscos do IEE-B3 sejam iguais. Logo concluiu-se que o IEE-B3 teve mesmo retorno nos dois períodos, porém, com o nível de risco maior no período durante a pandemia.

Cabe ressaltar que os índices apresentados neste estudo são calculados pelos dados históricos diários de cada ativo, desse modo, não se pode afirmar que o desempenho passado é

garantia de desempenho futuro. Outro ponto limitante foi o tamanho dos períodos calculados, sendo 3 anos para cada período uma amostra razoavelmente pequena.

Como sugestão para futuras pesquisas, um estudo inerente seria a comparação entre o IEE com outros setores da economia durante o período da pandemia com o objetivo de avaliar se houveram impactos causados pela pandemia nos outros setores. Em complemento, também poderia ser razoavelmente maior.

## REFERÊNCIAS

- ASSAF NETO, Alexandre. **Mercado financeiro**. 14. ed. São Paulo: Atlas, 2018. 400 p.
- BERK, Jonathan; DEMARZO, Peter. **Finanças empresariais: essencial**. Porto Alegre: Bookman, 2010.
- BERNSTEIN, Peter L.; DAMODARAM, Aswath. **Administração de investimentos**. Porto Alegre: Bookman, 2000. 423 p.
- BM&FBovespa – B3. Metodologia do Índice de Energia Elétrica (IEE). [São Paulo]: BM&FBovespa: IEE, 2015.
- BODIE, Zvi; KANE, Alex; MARCUS, Alan. **Investimentos**. 10. ed. Porto Alegre: AMGH, 2015.
- BRIGHAM, Eugene F.; EHRHARDT, Michael C. **Administração Financeira**. 10. ed. São Paulo: Cengage Learning, 2010.
- CALDAS, Antônio Vinícius Silva; SILVA, Emerson de Sousa; SILVA JÚNIOR, Antônio Francisco de Almeida da; CRUZ, Ulysses de Brito. Os efeitos da COVID-19 sobre os desempenhos das ações dos setores da B3. **Contextus – Revista Contemporânea de Economia e Gestão**, [s. l.], v. 19, n. 2, p. 15-28, 2021. Disponível em: <http://periodicos.ufc.br/contextus/article/view/60146/165462>. Acesso em: 13 mar. 2023.
- COLOMBO, Jefferson Augusto; BAMPI, Rodrigo Eduardo; CAMARGO, Maria Emília. Redução de risco na formação de carteiras: um estudo da correlação das ações do IBOVESPA. **INGEPRO – Inovação, Gestão e Produção**, [s. l.], v. 2, n. 6, p. 51-61, ago. 2010. Disponível em: <https://docplayer.com.br/7614133-Reducao-de-risco-na-formacao-de-carteiras-um-estudo-da-correlacao-das-acoes-do-ibovespa.html>. Acesso em: 13 mar. 2023.
- FAMA, Eugene F. Efficient capital markets: a review of theory and empirical work. **The Journal of Finance**, New York, v. 25, n. 2, p. 383-417, maio 1970.
- FORTUNA, Eduardo. **Mercado financeiro: produto e serviço**. 17. ed. Rio de Janeiro: Qualitymark, 2008. 833 p.
- INVESTIDOR10. [S. l.], 2023. Disponível em: <https://investidor10.com.br/>. Acesso em: 12 jun. 2023.
- MARKOWITZ, Harry. Portfolio selection. **The Journal of Finance**, [s. l.], v. 7, n. 1 p. 77-91, mar. 1952. Disponível em: [https://edisciplinas.usp.br/pluginfile.php/4194738/mod\\_resource/content/1/HarryMarkowitz\\_1952.pdf](https://edisciplinas.usp.br/pluginfile.php/4194738/mod_resource/content/1/HarryMarkowitz_1952.pdf). Acesso em: 13 mar. 2023.
- RAMELLI, Stefano; WAGNER, Alexander F. Feverish stock price reactions to COVID-19. **The Review of Corporate Finance Studies**, [s. l.], v. 9, n. 3, p. 622-655, nov. 2020.

ROSS, Stephen A.; WESTERFIELD, Randolph W.; JAFFE, Jeffrey F. **Administração Financeira**: corporate finance. 2. ed. São Paulo: Atlas, 2002.

SENHORAS, Elói Martins. Novo Coronavírus e seus impactos econômicos no mundo. **Boletim de Conjuntura (BOCA)**, Boa Vista, a. II, v. 1, n. 2, p. 39-42, 2020. Disponível em: <https://revista.ioles.com.br/boca/index.php/revista/article/view/174/177>. Acesso em: 13 mar. 2023.

VARGAS, Daniel Barcelos; PINTO, Talita Priscila; SAMPAIO, Joelson. **Agronegócio & Federação**: como a COVID-19 impactou o agronegócio nas regiões e estados brasileiros? [S. l.]: FGV: EESP, 2020.

ZHANG, Dayong; HU, Min; JI, Qiang. Financial markets under the global pandemic of COVID-19. **Finance Research Letters**, [s. l.], v. 36, out. 2020. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1544612320304050>. Acesso em: 13 mar. 2023.