



UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA
Faculdade de Economia, Administração, Contabilidade e Gestão de Políticas Públicas
Departamento Economia
Programa de Pós-Graduação em Economia – PPGECO-MESTPRO

CLAUDIO LUÍS MENDONÇA DOS SANTOS

**APLICAÇÃO DO MODELO DE BLACK-LITTERMAN PARA A CONSTRUÇÃO
DE CARTEIRAS ÓTIMAS PARA AS EMPRESAS ESG DO SETOR DA ENERGIA
ELÉTRICA**

Brasília/DF

2023

CLAUDIO LUÍS MENDONÇA DOS SANTOS

APLICAÇÃO DO MODELO DE BLACK-LITTERMAN PARA A CONSTRUÇÃO DE CARTEIRAS ÓTIMAS PARA AS EMPRESAS ESG DO SETOR DA ENERGIA ELÉTRICA

Dissertação submetida ao Programa de Pós-graduação em Economia da Universidade de Brasília, como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Economia.

Orientador: Profa. Dra. Ana Carolina Pereira Zoghbi

Brasília/DF

2023

MS237a Mendonça dos Santos, Claudio Luis
APLICAÇÃO DO MODELO DE BLACK-LITTERMAN PARA A CONSTRUÇÃO
DE CARTEIRAS ÓTIMAS PARA AS EMPRESAS ESG DO SETOR DA ENERGIA
ELÉTRICA / Claudio Luis Mendonça dos Santos; orientador Ana
Carolina Pereira Zoghbi; co-orientador William
Baghdassarian. -- Brasília, 2023.
73 p.

Dissertação (Mestrado Profissional em Economia - Gestão
Econômica de Finanças Públicas) -- Universidade de Brasília,
2023.

1. Empresas de energia elétrica. 2. Práticas ESG. 3.
Teoria Moderna de Portfólio. 4. Otimização de Carteiras de
Markowitz. 5. Modelo de Black-Litterman. I. Pereira Zoghbi,
Ana Carolina, orient. II. Baghdassarian, William, co
orient. III. Título.

UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA – UnB

Professora Doutora Márcia Abrahão Moura
Reitora da Universidade de Brasília

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

Professor Doutor Lúcio Remuzat Rennó Junior
Decano de Pós-graduação

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

Professor Doutor Roberto Ellery de Góes Júnior
Chefe do Departamento de Economia

Professor Doutor Jorge Madeira Nogueira
Coordenador do Programa de Pós-graduação em Economia da UnB

CLAUDIO LUÍS MENDONÇA DOS SANTOS

APLICAÇÃO DO MODELO DE BLACK-LITTERMAN PARA A CONSTRUÇÃO DE CARTEIRAS ÓTIMAS PARA AS EMPRESAS ESG DO SETOR DA ENERGIA ELÉTRICA

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Economia da Universidade de Brasília (PPGECO-UnB) como requisito à obtenção do título de Mestre em Economia.

Comissão Examinadora:

Prof^a. Dra. Ana Carolina Pereira Zoghbi
PPGECO/UnB (Orientadora)

Prof. Dr. William Baghdassarian
(Coorientador e Membro Interno)

Prof. Dr. José Guilherme de Lara Resende
(Membro Externo)

Prof. Dr. Júlio César Costa Pinto
(Membro Externo)

Prof^a. Dra. Deborah Oliveira Martins dos Reis
(suplente)

BRASÍLIA/DF

2023

AGRADECIMENTOS

A Deus, primeiramente, pela vida e por todas as oportunidades que me concedeu.

À minha esposa, Luciana, e meus filhos, João Vítor e Natália, pela compreensão e apoio constantes.

Aos meus pais, Júpiter (*in memoriam*) e Alzerina, e irmão, Vinícius, pelo incentivo e apoio incondicional em todos os momentos.

Ao meu Orientador, Prof. Dr. William Baghdassarian, pelas valiosas sugestões e pela orientação eficaz na execução deste trabalho.

Aos docentes do Programa de Pós-Graduação em Economia da Universidade de Brasília (PPGECO-UnB).

Aos técnicos administrativos do Programa de Pós-Graduação em Economia da Universidade de Brasília (PPGECO-UnB).

À Comissão Examinadora desta Dissertação de Mestrado.

Aos meus colegas de turma, do Programa de Pós-Graduação em Economia da Universidade de Brasília (PPGECO-UnB).

Aos meus colegas de trabalho da Advocacia Geral da União.

A todos vocês... muito obrigado!!!

RESUMO

O objetivo desta dissertação é desenvolver dois conjuntos de investimentos compostos por empresas do setor elétrico. O primeiro conjunto é formado exclusivamente por empresas que possuam características ESG (ambientais, sociais e de governança), enquanto o segundo abrange todas as empresas do setor, independentemente de possuírem essas características. A pesquisa visa analisar o desempenho dos dois portfólios utilizando o Modelo de Black-Litterman, com o intuito de auxiliar os investidores a alocarem seu capital de forma mais eficiente, criando um portfólio de investimentos ideal. O portfólio ESG compõe-se apenas de empresas que demonstrem um compromisso mais sólido com práticas sustentáveis, responsabilidade social e boas práticas de governança. Essas empresas podem estar mais bem preparadas para enfrentar desafios futuros relacionados a mudanças regulatórias, riscos ambientais e sociais, e podem adotar uma abordagem mais ética e responsável em suas operações. Em contrapartida, o portfólio que inclui todas as empresas do setor elétrico oferece uma visão mais ampla e diversificada do mercado, incorporando empresas com diferentes estratégias de negócios, desempenhos financeiros variados e níveis distintos de compromisso socioambiental. Ao comparar o desempenho desses dois portfólios, a pesquisa pretende fornecer insights valiosos sobre a eficácia das estratégias de investimento baseadas em critérios ESG e sua capacidade de gerar retornos sustentáveis ao longo prazo.

Palavras-Chave: Empresas de energia elétrica, práticas ESG, rentabilidade dos investimentos, decisões de alocação de capital, preço de ações, Índice de Sustentabilidade Empresarial ISE da B3, índice IBOVESPA da BOVESPA, rentabilidade dos investimentos, decisões de alocação de capital, Teoria Moderna de Portifólio, Otimização de Carteiras de Markowitz, Modelo de Black-Litterman.

ABSTRACT

The objective of this dissertation is to develop two sets of investments made up of companies in the electricity sector. The first set is formed exclusively by companies that have ESG (environmental, social and governance) characteristics, while the second includes all companies in the sector, regardless of whether they have these characteristics. The research aims to analyze the performance of the two portfolios using the Black-Litterman Model, in order to help investors to allocate their capital more efficiently, creating an ideal investment portfolio. The ESG portfolio aims to only include companies that demonstrate a stronger commitment to sustainable practices, social responsibility and good governance practices. These companies may be better prepared to face future challenges related to regulatory changes, environmental and social risks, and may adopt a more ethical and responsible approach to their operations. On the other hand, the portfolio that includes all companies in the electricity sector offers a broader and more diversified view of the market, incorporating companies with different business strategies, varied financial performance and different levels of socio-environmental commitment. By comparing the performance of these two portfolios, the research aims to provide valuable insights into the effectiveness of ESG-based investment strategies and their ability to generate sustainable returns over the long term. In addition, it seeks to understand how ESG factors can influence the profitability of investments in the electricity sector and how these aspects can influence capital allocation decisions by investors.

Keywords: Electricity companies, ESG practices, return on investments, capital allocation decisions, stock prices, B3's ISE Corporate Sustainability Index, BOVESPA's IBOVESPA index, return on investments, capital allocation decisions, Modern Portfolio Theory, Markowitz Portfolio Optimization, Black-Litterman Model.

LISTA DE FIGURAS E ILUSTRAÇÕES

Figura 1	Novo modelo do setor elétrico brasileiro	21
Figura 2	Fronteira Eficiente de Markowitz	30
Figura 3	Carteira das Empresas ESG	52
Figura 4	Carteira com o Total de Empresas	53

LISTA DE TABELAS

Tabela 1	Carteira de Ações das Empresas ESG	53
Tabela 2	Carteira de Ações com o Total de Empresas	54
Tabela 3	Descrição e Fonte de Dados	55
Tabela 4	Estatísticas do Portfólio – Empresas ESG	56
Tabela 5	Portfólio Ótimo - Empresas ESG	57
Tabela 6	Estatísticas do Portfólio – Total de Empresas	58
Tabela 7	Portfólio Ótimo – Total de Empresas	58

Sumário

1.	Introdução	12
1.1.	Objetivo Geral	12
1.2.	Justificativa e Relevância do Estudo	13
1.3.	Estrutura da Dissertação	14
2.	Referencial Teórico	15
2.1.	Conceito de ESG	15
2.2.	Breve Histórico sobre o Setor Elétrico Brasileiro	18
2.3.	Conceitos Fundamentais na Gestão de Portifólios de Investimento	23
2.3.1.	Retorno, Risco e Tolerância ao Risco	23
2.3.2.	Medidas de Retorno e de Risco	24
2.3.3.	Tolerância (ou Aversão ao Risco) Incorporada ao Modelo	25
2.3.4.	Coeficientes de Aversão a Riscos Absolutos e Relativos	26
2.3.5.	Tipos Diferentes de Função de Utilidade	27
2.4.	Riscos Presentes no Setor Elétrico	28
2.5.	Literatura Relacionada à Otimização de Carteiras de Investimento	29
2.5.1.	Conceitos sobre a Teoria Moderna de Portifólio	29
2.5.1.1.	<i>Carteira Eficiente</i>	29
2.5.1.2.	<i>Carteira Ótima</i>	31
2.5.1.3.	<i>Alpha</i>	32
2.5.1.4.	<i>Beta das Ações</i>	32
2.5.1.5.	<i>Sharpe Ratio Ajustado</i>	33
2.5.1.6.	<i>Value at Risk</i>	33
2.5.2.	Otimização de Carteiras de Markowitz	34
2.5.2.1.	<i>Capital Market Line</i>	35
2.5.2.2.	<i>Securite Market Line</i>	36
2.5.3.	Modelo de Black-Litterman	38
2.5.4.	Teorema Bayes	40
4.	Metodologia	47
5.	Exercício Empírico	52
5.1.	Análise de Dados	52
5.2.	Resultados	55
5.2.1.	Carteira de Empresas ESG	55
5.2.2.	Carteira com o Total de Empresas	57
5.2.3.	Comparação das Duas Carteiras: ESG e Total de Empresas	59
6.	Conclusão	61
7.	Referências	63

Lista de SIGLAS e abreviaturas

ACR – Ambiente de Contratação Regulada
ACL – Ambiente de Contratação Livre
ANBIMA - Associação Brasileira das Entidades dos Mercados Financeiro e de Capitais
ANEEL - Agência Nacional de Energia Elétrica
ASG - Ambiental, Social e Governança
BACEN - Banco Central do Brasil
BID - Banco Interamericano de Desenvolvimento
BNDES - Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social
BRICS - Brasil, Rússia, Índia, China e África do Sul
CAPM - Capital Asset Pricing Model
CCEE - Câmara de Comercialização de Energia Elétrica
CEO - Chief Executive Officer
CMSE - Comitê de Monitoramento do Setor Elétrico
CVM - Comissão de Valores Mobiliários
DFC - Desempenho Financeiro Corporativo
ESG - Environmental, Social and Governance
GC Governança Corporativa
IBCG - Instituto Brasileiro de Governança Corporativa
IBOVESPA - Índice Bovespa da B3
IFC – International Finance Corporation
ISE - Índice de Sustentabilidade Empresarial da B3
ISA CTEEP - Companhia de Transmissão de Energia Elétrica Paulista
MME - Ministério de Minas e Energia
ONS - Operador Nacional do Sistema Elétrico
PAC – Prestação Anual de Contas
PLD – Preço de Liquidação das Diferenças
RSC - Responsabilidade Social Corporativa
SEB - Setor Elétrico Brasileiro

1. INTRODUÇÃO

1.1. OBJETIVO GERAL

Estudar as empresas do setor elétrico é essencial pois elas frequentemente são alvos de investimentos, tanto para investidores institucionais como para o público em geral. Estudar essas empresas ajuda a avaliar suas perspectivas de crescimento, rentabilidade e capacidade de gerar retornos aos investidores.

A construção de um portfólio ótimo é de extrema importância para investidores, gestores de carteira e analistas financeiros, pois oferece diversas vantagens e benefícios. Em primeiro lugar, busca-se a maximização dos retornos, visando alcançar o maior ganho possível em relação ao nível de risco assumido. Isso é obtido através da seleção adequada de ativos que proporcionem uma relação equilibrada entre risco e retorno. Além disso, a gestão de risco é um fator chave na criação de um portfólio ótimo. A diversificação inteligente e balanceada ajuda a reduzir os riscos associados a investimentos individuais, tornando o portfólio menos suscetível a flutuações no mercado. Isso proporciona maior estabilidade e resistência diante de cenários voláteis.

O propósito deste estudo é investigar a alocação ótima de um portfólio de investimentos das ações do setor elétrico brasileiro, em especial, de uma carteira de ações com características ESG.

A análise será conduzida através do exame do excesso de retorno do portfólio ótimo ESG em relação ao portfólio ótimo total, ou seja, a diferença de retornos entre os dois portfólios. Espera-se que o portfólio ESG apresente um retorno superior, indicando que as empresas com práticas mais sustentáveis e com uma governança corporativa mais sofisticada tiveram melhor desempenho financeiro. Além disso, será observado o Sharpe Ratio ajustado, que é uma medida de retorno ajustada ao risco. Um Sharpe Ratio maior para o portfólio ESG em comparação ao portfólio total indicará que a estratégia de investir em empresas com critérios ESG é mais eficiente e compensadora em termos de retorno ajustado ao risco.

Essas análises ajudarão a determinar se a abordagem ESG no setor de energia pode proporcionar uma vantagem competitiva financeira em relação ao investimento tradicional, ressaltando a importância do compromisso com práticas ambientais, sociais e de governança para os investidores e o desempenho do setor como um todo.

Para atingir tais metas, a análise emprega a abordagem de otimização de portfólio de investimentos segundo o modelo de Black-Litterman, para comparar composições de carteiras de ações do setor de energia elétrica, atualmente disponíveis na Bolsa de Valores brasileira (B3), com foco especial nas empresas que fazem parte do Índice de Sustentabilidade Empresarial (ISE) e aquelas que também pertencem ao IBOVESPA. O objetivo é alcançar alocações para as classes de ativos, visando maximizar o retorno almejado pelo investidor. Além disso, a aplicação da teoria de otimização de portfólio de investimentos de Black-Litterman busca aprimorar a composição dessas carteiras de ações disponíveis na B3, com o intuito de diversificar as alocações para as classes de ativos e, conseqüentemente, reduzir o risco.

1.2. JUSTIFICATIVA E RELEVÂNCIA DO ESTUDO

A adoção de práticas ESG nas empresas é influenciada por diversos fatores, incluindo considerações econômicas, a valorização da marca e a sustentabilidade dos recursos naturais. Cada setor responde de maneira específica a esses fatores, moldando as ações de ESG implementadas (ISKANDAR, 2019).

No setor energético global, o setor elétrico é visto como um campo propício para as ações de ESG, especialmente no aspecto ambiental. Isso ocorre porque a maior parte do consumo energético mundial ainda se baseia em combustíveis fósseis, tornando a eletrificação uma das principais alternativas para otimizar o equilíbrio das emissões de carbono em países e empresas.

No entanto, o setor elétrico brasileiro apresenta características institucionais e tecnológicas que moldaram uma abordagem distinta na expansão das práticas ESG. O Brasil possui uma matriz elétrica predominantemente renovável, com destaque para a energia hidrelétrica, que responde por 53,4% da oferta interna de eletricidade. As fontes renováveis representam 78,1% da oferta total de eletricidade no país (EPE, 2022). Essa matriz limpa é um diferencial significativo em relação a muitos outros países. A responsabilidade social corporativa ganha destaque no setor elétrico brasileiro, tornando-se essencial a elaboração e divulgação do Balanço Social e de relatórios de sustentabilidade para tornar transparente a atuação social das empresas.

Além disso, dados do Ministério da Economia (BRASIL, 2019) indicam um aumento da participação de organizações multinacionais em diferentes segmentos do setor elétrico brasileiro (geração, transmissão e distribuição). O setor passa a ser

fortemente influenciado pelas diretrizes dessas empresas, que têm suas sedes principalmente na China (por meio das empresas State Grid e Three Gorges), Itália (com a Enel expandindo sua atuação na distribuição e geração renovável) e França (representada pela Engie) (BRASIL, 2019).

Dessa forma, torna-se relevante a construção de duas carteiras ótimas, uma focada em empresas com características ESG e outra abrangendo todas as empresas do setor (Total), por dois principais motivos: (i) comparação de desempenho financeiro entre empresas com e sem critérios ESG, o que permite verificar se empresas com práticas mais sustentáveis e responsáveis realmente apresentam melhores resultados financeiros em relação às demais; (ii) impacto dos critérios ESG que ao comparar o desempenho das duas carteiras, é possível avaliar se os critérios ESG realmente influenciam os retornos dos investimentos. Isso pode ajudar a compreender como fatores ESG podem afetar o setor de energia e a rentabilidade das empresas.

1.3. ESTRUTURA DA DISSERTAÇÃO

Esta dissertação possui seis capítulos, iniciando com a introdução que apresenta o tema ao leitor e estabelece os objetivos do estudo. O segundo capítulo aborda o conceito de ESG, faz um breve histórico sobre o setor elétrico brasileiro, descreve revisão de retorno e de risco e aborda a literatura relacionada ao modelo aplicado. O terceiro capítulo contextualiza as práticas ESG, enfocando sua influência no setor de energia elétrica no Brasil, apresenta as características do Índice de Sustentabilidade Empresarial (ISE) e descreve, brevemente, sobre o referido índice e a previsibilidade de receita no setor.

No quarto capítulo, é detalhada a metodologia desenvolvida para o presente trabalho, com base no modelo de Black-Litterman. O quinto capítulo apresenta a análise dos resultados obtidos por meio da metodologia mencionada anteriormente. O sexto capítulo concentra-se nas conclusões baseadas nas análises e resultados obtidos, evidenciando a relação entre práticas ESG e o desempenho financeiro das empresas do setor elétrico. Por fim, a parte pós-textual da dissertação contém as referências utilizadas ao longo do trabalho e os apêndices que fornecem informações adicionais e suporte para a pesquisa realizada.

2. REFERÊNCIAL TEÓRICO

2.1. CONCEITO DE ESG

O conceito de ESG foi oficialmente criado em 2004 com a publicação do relatório "Who Cares Wins" pela Iniciativa do Pacto Global da ONU (ONU, 2004). Essa iniciativa propôs a união de três pilares essenciais:

O *pilar ambiental* concentra-se em questões como mudanças climáticas, desmatamento, poluição do ar e da água, exploração da terra e perda de biodiversidade. Ele avalia os esforços das empresas em termos de eficiência energética, emissões de gases de efeito estufa, gestão de resíduos, uso consciente da água e outros recursos. Muitos estudos têm procurado entender a relação entre o desempenho ambiental e financeiro. Por exemplo, Derwall et al. (2004) constataram que empresas mais sustentáveis obtinham maiores retornos de ações do que suas contrapartes menos comprometidas com práticas ecológicas. Manrique e Martí-Ballester (2017) também chegaram a conclusões semelhantes em sua pesquisa, que incluiu 2982 grandes empresas de países desenvolvidos e em desenvolvimento.

O *pilar social* aborda aspectos relacionados, como políticas de igualdade de gênero, proteção dos direitos humanos, normas trabalhistas, segurança no local de trabalho e nos produtos, saúde pública e distribuição de renda, todos afetando a satisfação dos funcionários. De acordo com Edmans (2011), há uma relação positiva entre a satisfação dos funcionários e o retorno das ações no longo prazo.

Com base no "Refinitiv MarketPsych ESG Analytics" (REFINTIV, 2023), que utiliza Inteligência Artificial para analisar milhões de notícias e artigos de mídia social, foi constatado que empresas com funcionários seguros e felizes superam seus pares nos principais mercados. Essa conclusão está alinhada com estudos acadêmicos sobre a satisfação no trabalho, e parece ser global. Pesquisas acadêmicas também revelaram que as ações de empresas americanas classificadas como "Best Places to Work" têm um desempenho superior ao longo do tempo. Na pesquisa quantitativa básica, quando as empresas do S&P 500 são classificadas com base na pontuação de "Sentimento no Local de Trabalho" do mês anterior, as ações das empresas com pontuações extremamente altas (5% superiores) superam significativamente aquelas com pontuações baixas (5% inferiores) mês após mês.

Ainda, segundo o estudo citado no parágrafo anterior, o fenômeno que aponta que funcionários mais felizes influenciam preços das ações em alta tem uma abrangência global. Na mídia chinesa, por exemplo, podemos encontrar referências sobre o desenvolvimento do local de trabalho, incluindo segurança no trabalho e esforços de treinamento de mão de obra, como fatores que antecedem um desempenho superior nos valores das ações corporativas.

O conceito de ESG engloba práticas adotadas pelas empresas que consideram aspectos ambientais, sociais e de governança, buscando mitigar os impactos de suas ações nessas áreas, indo além das métricas financeiras (ROMERO, 2021). No contexto da governança, a sustentabilidade da empresa está relacionada à sua capacidade de gerar lucros e, assim, manter a satisfação de investidores e acionistas (DELAI e TAKAHASHI, 2011).

Na prática ambiental, as empresas devem avaliar o consumo de recursos naturais e garantir que não ultrapassem a capacidade de reposição dos ecossistemas, contribuindo para a preservação do meio ambiente (DELAI e TAKAHASHI, 2011). Já no aspecto social, a sustentabilidade corporativa valoriza a qualidade de vida das pessoas, considerando os efeitos das operações no público e contribuindo socialmente para as comunidades onde atuam (DELAI e TAKAHASHI, 2011).

Dentro do *pilar de governança corporativa*, destacam-se dois profissionais essenciais: a liderança da empresa, que demonstra o compromisso em cumprir o que foi acordado e o contador, responsável pela implementação do sistema de governança, controles internos e emissão dos relatórios de sustentabilidade ESG (SABDIN, 2022; SIQUEIRA, 2021). Essa prestação de contas deve ser transparente, indo além de uma obrigação legal, e não deve utilizar as métricas ESG apenas como estratégia de marketing (CRUZ, 2022; SABDIN, 2022).

No Brasil, ao longo do tempo, alguns regulamentos passaram a tratar de governança corporativa, destacando-se a Instrução CVM nº 586, de 8 de junho de 2017. Alguns modelos de negócio com maior ênfase em governança foram incentivados pela bolsa de valores brasileira, B3, por meio de segmentos como Bovespa Mais, Bovespa Mais Nível 2, Novo Mercado, Nível 2 e Nível 1. Esses segmentos impõem obrigações adicionais às empresas participantes, além do que é exigido pela Lei das Sociedades por Ações. Isso indica que a Governança Corporativa já é efetiva no Brasil, embora ainda seja pouco regulamentada no cenário jurídico (SIQUEIRA, 2021). No que diz respeito ao

mercado verde, o Brasil possui diversas normas e portarias relacionadas a questões ambientais, mas ainda caminha lentamente em relação à regulação desse mercado.

As métricas de desempenho ESG estão ganhando cada vez mais relevância para os investidores. Empresas que valorizam a criação de valor e a sustentabilidade em longo prazo tendem a adotar e considerar essas práticas como fundamentais, incorporando-as à estratégia de gestão da empresa (ALEXANDRINO, 2020).

Uma empresa que adere às boas práticas ESG revela que procura minimizar seus impactos no meio ambiente; cuidar melhor das pessoas de seu entorno, respeitando diferenças, promovendo diversidade, igualdade e inclusão e se posicionando sobre questões relevantes para a sociedade; implementar políticas e ações que evidenciem transparência, prestação de contas, equidade e responsabilidade. E, claro, conseguirá atrair e reter talentos e chamará a atenção dos consumidores (CRUZ, 2022, p. 11)

Essa crescente importância das métricas ESG reflete a conscientização crescente de que as práticas ambientais, sociais e de governança têm um impacto significativo não apenas no desempenho financeiro de uma empresa, mas também em sua reputação, percepção pública e atratividade para investidores éticos e sustentáveis.

Ao integrar as práticas ESG em suas estratégias, as empresas demonstram um compromisso com a responsabilidade social, a redução de riscos associados a questões ambientais e sociais e a construção de uma base sólida para operar de forma sustentável no futuro. Isso, por sua vez, pode atrair investidores que valorizam a transparência, a ética e o impacto positivo das empresas no meio ambiente e na sociedade.

Portanto, a adoção de métricas ESG e a incorporação dessas práticas na gestão das empresas não apenas refletem uma abordagem mais consciente e responsável dos negócios, mas também podem se tornar um fator determinante na atração de investidores comprometidos com a sustentabilidade e o bem-estar coletivo.

Conforme argumentado por Cruz (2022), a simples redução no consumo não é suficiente para lidar com os desafios ambientais; é necessária uma mudança fundamental nos processos e produtos criados pelas empresas em todo o mundo. Isso implica em adotar abordagens mais sustentáveis e responsáveis na forma como as empresas operam, desenvolvem e comercializam seus produtos.

De acordo com Romero (2021), uma empresa que se destaca no critério ambiental da sigla ESG está alinhada com as tendências globais, demonstrando responsabilidade em relação aos recursos naturais, preservando a biodiversidade e promovendo um modelo econômico circular e regenerativo. Essa abordagem não apenas demonstra um compromisso com a sustentabilidade, mas também pode atrair investidores e consumidores que valorizam práticas ambientalmente conscientes.

Romero (2021) também destaca que certos setores são mais sensíveis às questões ambientais, como o setor de geração de energia. Nesse sentido, quando as empresas desse setor conseguem reduzir suas emissões de dióxido de carbono, relacionadas ao efeito estufa, elas podem experimentar uma valorização de até 3% em suas ações para cada 10% de redução nas emissões de gases. Isso evidencia como práticas ambientalmente responsáveis podem ter um impacto positivo no desempenho financeiro das empresas e tornar-se um diferencial competitivo no mercado.

Em resumo, adotar práticas ESG que consideram o impacto ambiental de suas atividades e promovem a sustentabilidade é uma estratégia que pode trazer benefícios tanto para o planeta quanto para o desempenho financeiro das empresas. Essa abordagem ganha relevância crescente no contexto global, à medida que investidores e consumidores se tornam cada vez mais conscientes sobre a importância de se apoiar empresas comprometidas com a proteção do meio ambiente e a busca por soluções mais sustentáveis.

2.2. BREVE HISTÓRICO SOBRE O SETOR ELÉTRICO BRASILEIRO

Até o final da década de 90, o setor elétrico brasileiro era composto por empresas estatais com alto grau de integração, atuando em todas as etapas da cadeia, desde a geração até a distribuição de energia elétrica. Com a abertura do setor, ocorreu a separação dessas empresas em diversas operadoras que passaram a atuar em diferentes segmentos, como geração, transmissão e distribuição de energia elétrica (Agência Nacional de Energia Elétrica - ANEEL, 2008). Esse processo de separação possibilitou a entrada de capital privado e novos investimentos no setor (CAMPOS, 2019).

Em 1997, foi criada a Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL), o órgão regulador responsável pela coordenação e supervisão do sistema interligado do setor elétrico brasileiro (ANEEL, 2008). Como o setor elétrico é considerado um monopólio natural, o papel do regulador é garantir um ambiente estável e previsível para

os operadores, além de buscar tarifas justas para os consumidores. Para isso, o regulador deve assegurar o cumprimento das normas e determinações legais pelas operadoras, de forma a garantir a qualidade do serviço prestado aos consumidores, sem que as empresas obtenham lucros excessivos (COUNCIL OF EUROPEAN ENERGY REGULATORS, 2019).

Globalmente, o setor elétrico está cada vez mais ligado a estratégias de ESG, onde empresas buscam melhorar seus indicadores ambientais através da eficiente aplicação de recursos e do uso de fontes de energia renovável. Esse setor possui um forte potencial de mitigação de emissões e pode oferecer soluções importantes no combate às mudanças climáticas (PACTO GLOBAL, 2019).

Conforme destacado por Jannuzzi (1999), a operação do setor elétrico tem impactos complexos no meio ambiente, que vão desde questões locais até problemas globais. Os efeitos prejudiciais da indústria de energia, como a emissão de gases de efeito estufa, têm sido uma preocupação de diversos grupos de interesse, incluindo ambientalistas, acionistas, investidores e reguladores (FLORINI e SALEEM, 2011). A busca por uma maior sustentabilidade e a adoção de práticas ESG são fundamentais para o setor elétrico enfrentar esses desafios e contribuir para um futuro mais sustentável.

Conforme destacado por D'Araújo (2009), todas as formas de produção de energia têm algum impacto ambiental, variando em grau, uma vez que envolvem a transformação de recursos naturais em energia elétrica. O Setor Elétrico Brasileiro (SEB), apesar de ser reconhecido por ter baixa emissão de poluentes por unidade de energia gerada, também possui impactos sociais e ambientais significativos. A Lei nº 10.165/2000 classifica o setor como atividade de médio impacto ambiental (BRASIL, 2000).

Um exemplo do impacto é relacionado à operação de grandes reservatórios de hidroelétricas, que causam impactos às comunidades que dependem da água para navegação ou irrigação agrícola. Outro exemplo é a construção de grandes linhas de transmissão que transportam energia de regiões com grande potencial hídrico, como a Região Norte, para regiões com alto consumo industrial, como a Sudeste. Projetos como a linha de transmissão Xingu-Rio, com cerca de 2.000 km de extensão, impactam a flora, fauna e comunidades isoladas (incluindo comunidades indígenas) que vivem próximas ao seu trajeto (BMTE, 2014).

As reformas institucionais do SEB ao longo dos últimos 25 anos acompanharam o processo de desregulamentação observado em muitos países a partir da década de 90, desmontando o monopólio estatal e promovendo a descentralização do setor

com a entrada de empresas privadas e estrangeiras. Nesse novo ambiente, a busca por financiamento privado e a participação de empresas listadas nas bolsas internacionais aumentaram a relevância dos processos de governança e controle.

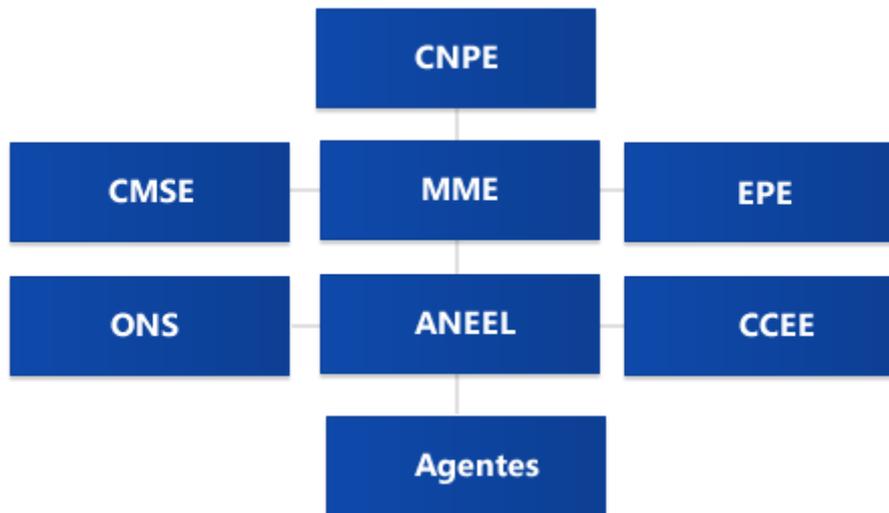
A primeira reforma, em 1996, buscou a desestatização das empresas do setor, o que levou à criação de um órgão regulador e, posteriormente, em 1998, de um órgão operador responsável pela coordenação e controle das instalações de geração e transmissão de energia elétrica no Sistema Interligado Nacional (SIN) (BRASIL, 1998).

A segunda grande mudança ocorreu com a implantação do Novo Modelo do SEB em 2004, que promoveu modificações nas regras de comercialização de energia, a criação dos Ambientes de Contratação Livre (ACL) e Contratação Regulada (ACR) e a criação da Câmara de Comercialização de Energia (CCEE) (TOLMASQUIM, 2015). Essas mudanças tiveram como objetivo adaptar o setor às novas demandas do mercado e promover maior eficiência e competitividade na comercialização de energia elétrica.

É correto afirmar que o Setor Elétrico Brasileiro (SEB) está passando por uma nova onda de reforma institucional regulatória, seguindo a tendência global dos mercados de energia elétrica. Essas mudanças são uma resposta à crescente participação de fontes renováveis de geração, como energia eólica e solar, e à descentralização com o envolvimento de consumidores de pequeno porte no mercado livre e na própria produção de energia. Desde 2016, o setor vem introduzindo reformas em seu arcabouço regulatório com o objetivo de destacar os benefícios ambientais de sua matriz energética, como observado na Lei 14.120 de 2021 (BRASIL, 2021).

Para obter o apoio da sociedade e das partes interessadas, as empresas de energia estão se engajando em práticas corporativas responsáveis e assumindo a responsabilidade por sua produção de energia e pegada de carbono (SHAHBAZ et al., 2020). Dessa forma, o SEB está se alinhando à demanda dos mercados por estratégias ESG, tanto dentro das organizações que fazem parte da indústria elétrica, quanto no mercado, oferecendo energia limpa e emitindo certificados renováveis que podem ser comercializados por empresas que precisam compensar suas emissões. Essa integração do setor elétrico às práticas ESG é um passo importante para uma transição mais sustentável e responsável na produção e uso de energia elétrica no Brasil.

Figura 1 – Novo modelo do setor elétrico brasileiro



Fonte: Elaboração própria (2023)

Após a reestruturação com a implementação do Novo Modelo do Setor Elétrico em 2004 (figura 1), a coordenação do setor elétrico passou a ser feita por três principais instituições:

Conselho Nacional de Política Energética (CNPE): Criado em agosto de 1997, o CNPE tem a função de propor políticas nacionais e medidas para o setor energético brasileiro ao Presidente da República. O CNPE é composto pelo Ministro de Minas e Energia, que preside o conselho, além de dez membros da administração do Governo Federal, sendo oito destes ministros de Estado, e três representantes escolhidos pelo Presidente da República.

Ministério de Minas e Energia (MME): O MME é o órgão institucional principal responsável pelo setor elétrico. Com a aprovação da Lei do Novo Modelo do Setor Elétrico em 2004, o MME assumiu determinadas obrigações que antes eram de responsabilidade da ANEEL, incluindo a redação das diretrizes para concessões e a emissão de instruções para o processo de licitação de serviços e ativos públicos. O MME também supervisiona empresas de capital misto, como Petrobrás e Eletrobrás, e está vinculado às agências nacionais de Energia Elétrica (ANEEL) e do Petróleo (ANP).

Comitê de Monitoramento do Setor Elétrico (CMSE): Criado em 2004, o CMSE tem a função de acompanhar e avaliar continuamente a continuidade e a segurança do suprimento de energia elétrica em todo o país. É composto por quatro membros do MME e pelos respectivos titulares das seguintes instituições: Agência Nacional de

Energia Elétrica (ANEEL), Agência Nacional do Petróleo (ANP), Câmara de Comercialização de Energia Elétrica (CCEE), Empresa de Pesquisa Energética (EPE) e Operador Nacional do Sistema Elétrico (ONS).

Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL): A ANEEL é uma autarquia federal responsável por regular e fiscalizar o setor elétrico de acordo com as políticas determinadas pelo Ministério de Minas e Energia (MME). Suas atribuições incluem regular a produção, transmissão, distribuição e comercialização de energia elétrica, fiscalizar concessões e permissões de serviços elétricos, implementar políticas governamentais relacionadas à energia elétrica, mediar conflitos entre agentes e consumidores, e definir critérios e metodologia para determinar tarifas.

Operador Nacional do Sistema Elétrico (ONS): O ONS é uma organização sem fins lucrativos que coordena e controla empresas dedicadas à geração, transmissão e distribuição de energia elétrica, bem como outros agentes privados, como importadores, exportadores e consumidores livres. O ONS tem um papel fundamental na supervisão das operações de geração e transmissão no Sistema Interligado Nacional (SIN), conforme regulamentação e supervisão da ANEEL. Suas principais atribuições incluem o planejamento e a programação da operação e o despacho centralizado da geração para otimizar o SIN, a supervisão e controle da utilização do SIN e interconexões internacionais, a contratação e administração de serviços de transmissão de energia elétrica e a proposição de regras para a operação das instalações de transmissão da Rede Básica do SIN. O ONS também é responsável por propor ao Poder Concedente ampliações de instalações da rede básica e reforços do SIN no planejamento da expansão do sistema de transmissão.

Câmara de Comercialização de Energia Elétrica – CCEE: A criação da CCEE em 2004 trouxe maior eficiência e transparência para o mercado de energia elétrica, possibilitando a compra e venda de energia em todo o Brasil e a realização de leilões para contratação de energia. Além disso, a ANEEL tem desempenhado um papel fundamental na regulamentação e fiscalização do setor, incluindo a exigência de relatórios de sustentabilidade e responsabilidade social das empresas do setor elétrico.

A expansão do interesse pela agenda ESG no setor elétrico está relacionada à necessidade constante de investimentos para garantir o suprimento de energia em todo o país e promover a transição para fontes mais limpas e sustentáveis. Empresas do setor elétrico têm aproveitado seu portfólio renovável e investimentos em tecnologias

inovadoras para obter melhores condições de financiamento e atender às demandas do mercado por práticas mais sustentáveis.

Além disso, o acordo sobre as normas relacionadas ao mercado de carbono na COP 26 abre oportunidades para investimentos em projetos de redução de emissões no setor elétrico brasileiro. Fundos ESG têm se mostrado capazes de movimentar grandes quantias, o que representa uma alternativa não tradicional para atender à demanda por investimentos associados às inovações tecnológicas no setor elétrico.

A perspectiva de crescimento dos ativos ESG frente aos ativos totais no setor elétrico brasileiro mostra que a agenda ESG está ganhando cada vez mais relevância e deve continuar impulsionando mudanças e investimentos sustentáveis no setor nos próximos anos. O Brasil, como país em desenvolvimento, tem um grande potencial para se beneficiar dessas tendências e contribuir para uma transição energética mais sustentável.

2.3. CONCEITOS FUNDAMENTAIS NA GESTÃO DE PORTFÓLIOS DE INVESTIMENTO

2.3.1. RETORNO, RISCO E TOLERÂNCIA AO RISCO

Risco, retorno e tolerância ao risco são conceitos fundamentais no mundo dos investimentos. Vamos entender o significado de cada um:

- **Risco:** O risco é a incerteza associada a um investimento, ou seja, a possibilidade de obter retornos diferentes dos esperados. É a chance de perder parte ou todo o capital investido devido a flutuações do mercado, eventos imprevistos ou outros fatores que possam afetar o valor do investimento. Geralmente, investimentos com maior potencial de retorno tendem a ter maior risco, enquanto investimentos mais seguros costumam ter menor potencial de retorno.
- **Retorno:** O retorno é o ganho ou perda obtido em um investimento, expresso como uma porcentagem do valor inicial do investimento. É a medida dos lucros ou prejuízos que um investidor pode obter com suas aplicações financeiras. Investimentos com maior potencial de retorno costumam estar associados a um maior nível de risco.

- **Tolerância ao risco:** A tolerância ao risco é a capacidade de um investidor em suportar flutuações nos valores de seus investimentos sem se sentir desconfortável ou tomar decisões impulsivas. Ela está relacionada ao perfil do investidor, sua situação financeira, horizonte de investimento e objetivos pessoais. Investidores com maior tolerância ao risco geralmente estão dispostos a aceitar investimentos mais arriscados em busca de maiores retornos, enquanto investidores com menor tolerância ao risco preferem investimentos mais conservadores e com menor volatilidade.

No geral, encontrar um equilíbrio adequado entre risco e retorno é essencial para a construção de um portfólio de investimentos bem-sucedido, que esteja alinhado com os objetivos financeiros e a tolerância ao risco de cada investidor. Investidores mais avessos ao risco podem optar por carteiras mais conservadoras e diversificadas, enquanto aqueles com maior tolerância ao risco podem buscar maiores oportunidades de retorno através de investimentos mais agressivos, mas sempre levando em consideração a gestão de risco de forma apropriada.

2.3.2. MEDIDAS DE RETORNO E DE RISCO

Existem várias medidas utilizadas para avaliar o retorno e o risco de investimentos. Algumas das principais são:

A. Medidas de Retorno:

- **Retorno Absoluto:** É a diferença entre o valor atual do investimento e o valor inicial, expresso em termos monetários ou em porcentagem.
- **Retorno Percentual:** É o ganho ou perda em termos percentuais, calculado pela fórmula: $(\text{Valor Atual} - \text{Valor Inicial}) / \text{Valor Inicial} * 100$.
- **Retorno Anualizado:** É o retorno médio anualizado ao longo de um período, calculado com base no retorno total e no número de períodos (normalmente um ano).
- **Taxa de Crescimento:** É a taxa de variação média anual de um investimento ao longo de um período específico.

B. Medidas de Risco:

- **Desvio Padrão:** É uma medida estatística que mostra o grau de dispersão dos retornos em relação à média. Quanto maior o desvio padrão, maior a volatilidade e, portanto, maior o risco.
- **VaR (Value at Risk):** É uma medida que estima a perda máxima esperada em um investimento ou carteira de investimentos em um determinado nível de confiança.
- **Beta:** É uma medida de sensibilidade do retorno de um investimento em relação ao retorno do mercado como um todo. Um beta maior que 1 indica que o investimento tende a ter variações maiores que o mercado, enquanto um beta menor que 1 indica que o investimento é menos volátil que o mercado.
- **Coefficiente de Correlação:** É uma medida que indica o grau de relação entre os retornos de dois ativos ou investimentos. Correlações positivas indicam movimentos semelhantes, enquanto correlações negativas indicam movimentos opostos.
- **Drawdown:** É a medida da maior perda de um investimento desde o seu pico até o seu fundo.

A combinação dessas medidas de retorno e risco permite que os investidores avaliem a relação risco-retorno de diferentes investimentos e construam portfólios que estejam alinhados com suas metas e tolerância ao risco. É importante considerar diversas medidas para ter uma visão mais completa dos investimentos e tomar decisões informadas e embasadas.

2.3.3. TOLERÂNCIA (OU AVERSÃO AO RISCO) INCORPORADA AO MODELO

No modelo de Black-Litterman, a aversão ao risco é incorporada através da especificação de um parâmetro chamado de "lambda" (λ). Esse parâmetro representa a aversão ao risco do investidor e é usado para determinar a importância relativa atribuída ao retorno esperado em relação ao risco na otimização da carteira. Quanto maior o valor de lambda, maior será o peso atribuído à minimização do risco na construção do portfólio. Por outro lado, um valor baixo de lambda indica que o investidor está mais disposto a assumir riscos em troca de retornos mais elevados.

O modelo de Black-Litterman permite que os investidores ajustem a aversão ao risco de acordo com suas preferências pessoais, levando em consideração seus objetivos financeiros e sua tolerância a flutuações no valor de seus investimentos. Além disso, o modelo de Black-Litterman também incorpora as visões subjetivas dos investidores sobre os retornos esperados dos ativos, permitindo que sejam incluídas projeções pessoais ou análises qualitativas na construção do portfólio.

Em resumo, a aversão ao risco é um fator importante no modelo de Black-Litterman e é considerada através do parâmetro λ , possibilitando que os investidores ajustem a alocação de ativos de acordo com suas preferências individuais e seu perfil de risco.

2.3.4. COEFICIENTES DE AVERSÃO A RISCO ABSOLUTOS E RELATIVOS

Os coeficientes de aversão ao risco absolutos e relativos são medidas que expressam a propensão de um investidor a evitar riscos em suas decisões de investimento. Ambas as medidas são utilizadas para refletir a atitude do investidor em relação à incerteza dos retornos.

O coeficiente de aversão ao risco absoluto mede o grau de aversão a risco de um investidor com relação aos montantes financeiros nominais envolvidos. Quanto maior o valor desse coeficiente, mais avesso ao risco o investidor é. Ele indica a disposição do investidor em renunciar a uma quantidade de retorno esperado em troca de uma redução em sua exposição ao risco. Se um investidor com um alto coeficiente de aversão ao risco absoluto pode estar disposto a sacrificar uma parte significativa de seu retorno esperado para evitar qualquer possibilidade de perda substancial.

O coeficiente de aversão ao risco relativo está relacionado ao percentual da riqueza total do investidor que está sob risco. Ele é frequentemente usado em modelos de otimização de carteiras para considerar a aversão ao risco em relação à alocação de ativos. Se um investidor possui um coeficiente de aversão ao risco relativo alto para um ativo em particular, isso significa que ele prefere alocar menos recursos nesse ativo para reduzir sua exposição ao risco, mesmo que isso resulte em retornos potencialmente menores.

Ambos os coeficientes de aversão ao risco desempenham um papel fundamental na construção de carteiras otimizadas e refletem a postura individual do investidor em relação ao relação risco-retorno. O coeficiente de aversão ao risco ajuda a

modelar as preferências individuais dos investidores e é um componente importante nos modelos de tomada de decisão de investimento.

2.3.5. TIPOS DIFERENTES DE FUNÇÃO DE UTILIDADE

As funções utilidade são modelos matemáticos que expressam as preferências individuais de um investidor em relação ao risco e ao retorno. Existem diferentes tipos de funções utilidade que são utilizadas para representar diferentes atitudes em relação ao risco. Algumas das principais funções utilidade são:

Função Utilidade Quadrática: A função utilidade quadrática é uma das mais comuns e simples. Ela assume a forma $U(W) = W - 0.5 * \lambda * \sigma^2$, onde W é a riqueza final do investidor, λ é o coeficiente de aversão ao risco e σ^2 é a variância dos retornos. Nessa função, o coeficiente de aversão ao risco λ controla a forma como o investidor valoriza o risco em relação ao retorno. Um valor maior de λ indica uma maior aversão ao risco.

Função Utilidade Exponencial: A função utilidade exponencial assume a forma $U(W) = -e^{-\lambda * W}$, onde W é a riqueza final do investidor e λ é o coeficiente de aversão ao risco. Nessa função, o coeficiente de aversão ao risco λ determina a sensibilidade do investidor ao risco. Quanto maior o valor de λ , maior é a aversão ao risco.

Função Utilidade Constante de Elasticidade de Substituição (CES): A função utilidade CES é uma função mais flexível que permite uma variedade de atitudes em relação ao risco. Sua forma geral é $U(W) = [(a * C + (1-a) * D)^{-\rho/a}]$, onde W é a riqueza final do investidor, a é o parâmetro de substituição, C é o consumo esperado, D é a riqueza esperada e ρ é o parâmetro de aversão ao risco. Esse último parâmetro, ρ , determina a aversão ao risco do investidor. Um valor maior de ρ indica uma maior aversão ao risco.

Função Utilidade de Bernoulli: A função utilidade de Bernoulli assume a forma $U(W) = \ln(W)$, onde \ln é o logaritmo natural e W é a riqueza final do investidor. Essa função foi proposta por Daniel Bernoulli e é frequentemente utilizada para descrever a aversão ao risco em termos marginais. Quanto maior o valor de W , menor é a aversão ao risco.

Essas são apenas algumas das funções utilidade utilizadas na análise financeira para representar as preferências dos investidores em relação ao risco. Cada função utilidade possui suas próprias características e é aplicada de acordo com as

particularidades do modelo e das preferências individuais dos investidores. A escolha da função utilidade adequada é crucial para a modelagem realista das decisões de investimento e a construção de carteiras ótimas.

2.4. RISCOS PRESENTES NO SETOR ELÉTRICO

Os principais riscos¹ que os investidores devem considerar ao investir em companhias do setor elétrico listadas em bolsa. De fato, o setor elétrico está sujeito a diversos riscos, e é fundamental que os investidores estejam cientes desses aspectos antes de tomar suas decisões de investimento.

É importante destacar que, apesar dos riscos mencionados, o setor elétrico ainda é considerado atrativo para investidores conservadores, especialmente devido à sua perenidade, previsibilidade de receitas e, em alguns casos, distribuição de dividendos. No entanto, a análise cuidadosa dos riscos específicos de cada empresa é fundamental para uma decisão de investimento informada e prudente. A diversificação da carteira de investimentos também é uma estratégia que pode ajudar a mitigar os riscos associados ao setor elétrico e a outros setores da economia.

¹ Três principais riscos:

- **Risco Climático:** Esse risco é mais presente nas empresas geradoras de energia elétrica, especialmente aquelas que dependem de fontes hidroelétricas. Períodos de seca podem afetar a disponibilidade de água para geração de energia, resultando em custos mais elevados para as empresas que precisam recorrer a fontes alternativas de geração. Além disso, a escassez de água pode impactar as distribuidoras, levando a revisões tarifárias e aumentos de preços que, por sua vez, podem aumentar o risco de inadimplência dos consumidores.
- **Risco Regulatório:** O setor elétrico como um todo está sujeito a regulamentações e decisões da Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL) e do governo. As empresas de distribuição, em particular, estão mais expostas a esse risco, uma vez que suas tarifas são reguladas e elas não têm autonomia para definir suas próprias políticas tarifárias. Decisões desfavoráveis da ANEEL podem afetar a lucratividade das distribuidoras e impactar seus resultados financeiros.
- **Risco Institucional:** Esse risco envolve a possibilidade de intervenção governamental nas empresas ou no setor elétrico como um todo. Em momentos de medidas populistas ou intervenções do governo, pode haver reduções tarifárias forçadas que prejudicam os acionistas e as empresas do setor elétrico. Essas reduções ou a ausência de reajuste conforme índices de inflação podem levar as empresas do setor elétrico a enfrentarem lucros reduzidos ou prejuízos.

2.5. LITERATURA RELACIONADA À OTIMIZAÇÃO DE CARTEIRAS DE INVESTIMENTO

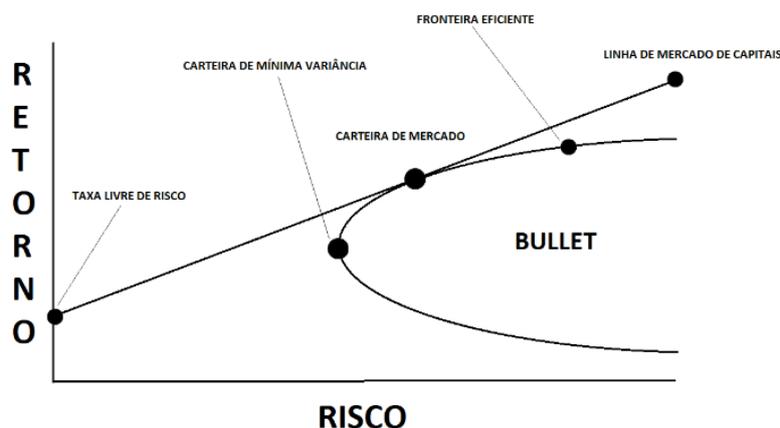
A teoria que aborda a Otimização de Portfólio experimenta novas abordagens a partir da década de 50, quando Markowitz (1952) introduziu o modelo de média-variância (MV). Esse modelo permitiu a criação de uma fronteira eficiente que possibilita aos investidores diversificarem seus investimentos, ajustando a relação entre risco e retorno. Posteriormente, nos anos 60, os trabalhos de Sharpe (1964) e Linter (1965) deram origem ao Capital Asset Pricing Model (CAPM). Esse modelo divide o risco em "Risco Sistemático" e "Risco Não Sistemático" (β) e relaciona o retorno de cada ativo com o prêmio pelo risco de mercado. Na década de 70, surgiu o Arbitrage Pricing Theory (APT) de Ross (1976), um modelo regressivo multifatorial que não assume que os mercados estejam sempre em equilíbrio, possibilitando a arbitragem por parte dos investidores. Nos anos 90, o modelo FAMA-FRENCH de Três Fatores (1992) foi introduzido na otimização de portfólios. Além do prêmio de risco de mercado do CAPM, esse modelo considera dois fatores de mercado para estimar os retornos: Small Minus Big (SMB) e High Minus Low (HML). Uma característica comum desses modelos é que eles estimam seus parâmetros com base em dados históricos, o que permitiu avanços na teoria de otimização de portfólios, especialmente no que se refere à diversificação com base em medidas de risco e retorno.

2.5.1. CONCEITOS SOBRE A TEORIA MODERNA DE PORTIFÓLIO

2.5.1.1. CARTEIRA EFICIENTE

A carteira eficiente é um conceito da teoria moderna de portfólio, desenvolvida pelo economista Harry Markowitz e amplamente aplicada na área de finanças. Essa teoria busca otimizar a alocação de ativos financeiros em uma carteira de investimentos, buscando o melhor equilíbrio entre risco e retorno. Na figura 2 a seguir, podemos observar a Fronteira Eficiente de Markowitz, que evidencia que o nível de risco de uma carteira não é determinado apenas pela média dos riscos dos ativos individuais, mas, sim, pela diversificação do portfólio de investimentos como um conjunto integrado.

Figura 2 – Fronteira Eficiente de Markowitz



Fonte: <https://www.suno.com.br/artigos/fronteira-eficiente/>

O objetivo da carteira eficiente é construir um portfólio que maximize o retorno esperado para um determinado nível de risco ou minimize o risco para um determinado nível de retorno, levando em consideração a correlação entre os diferentes ativos. Segundo Samanez (2007), o retorno esperado de um ativo em uma carteira de ativo é a média central da distribuição probabilística dos retornos desse ativo. Desta forma, a ideia central é diversificar os investimentos em ativos que não estejam altamente correlacionados entre si, pois isso pode reduzir o risco total da carteira, conhecido como risco diversificável ou não sistemático.

A carteira eficiente é composta por uma combinação de ativos que oferecem o melhor trade-off entre risco e retorno, levando em conta as preferências individuais do investidor em relação ao risco. Através de análises matemáticas e estatísticas, é possível determinar as proporções ideais de cada ativo na carteira para atingir o ponto de eficiência.

Vale ressaltar que a carteira eficiente é um conceito teórico e que, na prática, pode ser difícil alcançá-la exatamente devido às limitações, como custos de transação, disponibilidade de ativos, e mudanças nas condições do mercado. No entanto, a teoria da carteira eficiente continua sendo uma ferramenta valiosa para ajudar os investidores a tomarem decisões informadas sobre como diversificar seus investimentos de forma inteligente.

2.5.1.2. CARTEIRA ÓTIMA

A carteira ótima, também, é um conceito relacionado à teoria moderna de portfólio. Ela representa a combinação ideal de ativos financeiros que oferece o máximo retorno esperado para um determinado nível de risco ou o mínimo risco para um determinado nível de retorno.

Em outras palavras, a carteira ótima é aquela que proporciona a melhor relação possível entre retorno e risco, levando em consideração as características dos ativos individuais, suas correlações e as preferências do investidor em relação ao risco.

O processo de construção de uma carteira ótima envolve basicamente duas etapas: (1) Seleção de ativos: Os investidores devem escolher uma variedade de ativos financeiros, como ações, títulos, imóveis, commodities, entre outros. Cada ativo terá seu próprio retorno esperado e risco associado; (2) Composição da carteira: Com base nas características dos ativos selecionados, o investidor deve alocar diferentes proporções de seu capital em cada um deles. Essa alocação dependerá de fatores como o perfil de risco do investidor, seus objetivos financeiros e horizonte de investimento.

Para encontrar a carteira ótima, são realizados cálculos e análises matemáticas que consideram as taxas de retorno esperadas dos ativos, suas volatilidades (medida do risco), as correlações entre eles e a aversão ao risco do investidor. O objetivo é identificar a alocação de ativos que maximize o retorno esperado, minimizando a exposição ao risco.

É importante ressaltar que a carteira ótima pode variar de investidor para investidor, pois cada pessoa possui diferentes níveis de aversão ao risco e objetivos de investimento. Portanto, o conceito de carteira ótima é mais um guia teórico do que uma solução única e universal para todos os investidores.

Devido a diversas limitações e incertezas associadas aos mercados financeiros, alcançar a carteira ótima na prática pode ser complexo e pode exigir ajustes e revisões ao longo do tempo, especialmente à medida que as condições econômicas e os preços dos ativos mudam. No entanto, a teoria da carteira ótima continua sendo uma base importante para a construção e gerenciamento eficiente de portfólios de investimentos.

2.5.1.3. ALPHA

Em finanças, "alpha" é uma medida usada para avaliar o desempenho de um investimento, como um fundo de investimento ou uma carteira, em relação a um índice de referência (como o índice de mercado). É uma das principais métricas usadas na análise de gestão ativa.

O alpha mede a capacidade de um gerente de investimentos ou um fundo de superar o retorno esperado com base no risco assumido, após ajustar para o desempenho geral do mercado ou do índice de referência. Em outras palavras, ele reflete a habilidade do gestor de obter retornos adicionais além do que seria esperado puramente com base nas flutuações do mercado.

Se um investimento possui um alpha positivo, isso indica que ele superou o índice de referência, gerando um retorno superior ao esperado, considerando o risco envolvido. Por outro lado, se o alpha for negativo, o investimento teve um desempenho inferior ao esperado, dado o nível de risco. Um alpha igual a zero significa que o investimento teve um desempenho em linha com o índice de referência, não superando nem ficando atrás do retorno esperado com base no risco. O cálculo do alpha envolve análises estatísticas e modelos de regressão para separar o retorno do investimento em componentes atribuíveis ao mercado (beta) e à habilidade do gestor (alpha).

É importante notar que alcançar consistentemente um alpha positivo é considerado um sinal de habilidade do gestor de investimentos em superar o mercado e entregar retornos adicionais para os investidores. No entanto, obter alpha de forma consistente é desafiador e, muitas vezes, poucos gestores ativos conseguem mantê-lo ao longo do tempo. Por essa razão, muitos investidores também optam por investir em estratégias passivas, como fundos de índice, que buscam acompanhar o desempenho do mercado como um todo, sem buscar superá-lo através de gestão ativa.

2.5.1.4. BETA DAS AÇÕES

O "beta" é uma medida usada em finanças para avaliar a volatilidade ou o risco sistemático de uma ação em relação ao mercado como um todo. Ele é uma das principais métricas utilizadas pelos investidores para entender como o preço de uma ação pode se mover em relação às flutuações do mercado em geral.

O beta² é calculado através de análises estatísticas, especialmente por meio de regressão linear, que relacionam os movimentos históricos do preço de uma ação com os movimentos do mercado em um determinado período. Esse período geralmente é de um a três anos, embora a frequência possa variar dependendo da análise e das preferências do investidor.

O beta é uma ferramenta útil para os investidores, pois ajuda a entender a relação de risco entre uma ação específica e o mercado em geral. Investidores com diferentes perfis de risco podem usar o beta para avaliar o quanto uma ação pode amplificar ou mitigar o risco geral de sua carteira de investimentos. Ações com beta alto tendem a ter retornos mais voláteis, enquanto ações com beta baixo costumam ser mais estáveis, mas podem ter menor potencial de retorno.

2.5.1.5. SHARPE RATIO AJUSTADO

O Sharpe Ratio Ajustado é uma medida de retorno ajustado ao risco que , além do desvio-padrão, também considera a assimetria e a curtose das séries históricas do portfólio de investimentos.

2.5.1.6. VALUE AT RISK (VAR)

Segundo Assaf Neto (2006), chama-se de risco o grau de incerteza sobre a rentabilidade de um investimento, ou seja, a chance de um certo investimento dar um retorno diferente do esperado, gerando ganho ou perda de capital e podendo, em casos extremos, se igualar ao valor investido.

² O beta é representado por um número que pode ser positivo ou negativo:

- Beta positivo (maior que 0): Indica que a ação tem uma tendência a se mover na mesma direção do mercado. Se o mercado sobe, é provável que essa ação também suba, e se o mercado cair, a ação provavelmente também cairá. O beta positivo indica que a ação é mais volátil do que o mercado como um todo.
- Beta negativo (menor que 0): Indica que a ação tem uma tendência inversa ao mercado. Se o mercado sobe, a ação tende a cair, e vice-versa. O beta negativo sugere que a ação é menos volátil do que o mercado.
- Beta igual a 0: Nesse caso, o movimento da ação não está correlacionado com o movimento do mercado. A ação pode estar sujeita a outros fatores específicos que a influenciam, mas ela não é afetada diretamente pelas flutuações do mercado como um todo.
- Beta igual a 1: Isso indica que a ação tem uma volatilidade em linha com o mercado. Se o mercado subir 1%, a ação tende a subir aproximadamente 1%, e se o mercado cair 1%, a ação também cairá em torno de 1%.

Assim, o Value at Risk (VaR) é uma medida utilizada em finanças para estimar o risco de perdas potenciais em um investimento, uma carteira de investimentos ou um ativo financeiro em um determinado período de tempo e com um determinado nível de confiança. O VaR é amplamente utilizado por instituições financeiras, gestores de ativos e investidores para quantificar o risco de mercado de suas posições.

O VaR é expresso como um valor monetário ou uma porcentagem do valor do investimento e representa a perda máxima esperada em um intervalo de tempo específico, com uma determinada probabilidade. Por exemplo, se um investimento tem um VaR de 5% para um horizonte de tempo de um dia, com um nível de confiança de 95%, isso significa que existe uma probabilidade de 5% de que o investimento sofra perdas maiores do que o valor estimado pelo VaR em um único dia.

Existem várias abordagens para calcular o VaR, incluindo métodos paramétricos, métodos históricos e simulações de Monte Carlo. Os métodos paramétricos e históricos são mais simples e requerem menos dados, mas podem não capturar completamente a natureza complexa dos retornos dos ativos financeiros. Por outro lado, as simulações de Monte Carlo são mais sofisticadas e permitem levar em consideração distribuições mais complexas dos retornos, tornando-as mais precisas em certas situações.

É importante ressaltar que o VaR é uma medida de risco que se concentra principalmente nas perdas potenciais em um determinado intervalo de tempo e nível de confiança. Ele não fornece informações sobre a magnitude das perdas além do nível VaR ou sobre possíveis cenários extremos. Portanto, o VaR deve ser usado como uma ferramenta complementar em uma análise mais abrangente de risco, juntamente com outras medidas de risco, como o Stress Testing (teste de estresse) e a Análise de Cenários.

2.5.2. OTIMIZAÇÃO DE CARTEIRAS DE MARKOWITZ

A teoria moderna de carteiras de investimento, desenvolvida por Harry Markowitz, é baseada no princípio de que os investidores podem construir carteiras eficientes que maximizam o retorno esperado para um determinado nível de risco, ou minimizam o risco para um determinado nível de retorno esperado. A técnica de

otimização de carteiras de Markowitz³ é amplamente utilizada para alcançar esse objetivo.

É importante ressaltar que a escolha do modelo de otimização depende dos objetivos e preferências do investidor, bem como das suposições feitas sobre a distribuição dos retornos dos ativos. Além disso, a otimização de carteiras de Markowitz tem suas limitações e é sensível a estimativas de parâmetros, dados históricos e pressupostos subjacentes. Portanto, é recomendável realizar análises de sensibilidade e considerar a diversificação adequada ao construir uma carteira otimizada.

2.5.2.1. CAPITAL MARKET LINE

A Capital Market Line (CML), em português Linha do Mercado de Capitais, é uma linha reta que representa a combinação ideal de risco e retorno para uma carteira de investimentos que consiste em um ativo livre de risco e um portfólio diversificado de ativos arriscados.

A CML é derivada da teoria de Markowitz e do modelo de precificação de ativos de capital (Capital Asset Pricing Model - CAPM). Ela ilustra a relação entre o risco sistemático (medido pelo beta) e o retorno esperado em uma carteira diversificada. A equação da CML é dada por:

$$E(R) = R_f + [(E(R_m) - R_f) / \sigma_m] * \sigma,$$

³ Existem várias abordagens e modelos de otimização de carteiras de Markowitz, incluindo:

- Otimização de Variância: Esse modelo busca minimizar a variância da carteira sujeita a um retorno esperado mínimo desejado. Ele é baseado na premissa de que a variância é uma medida adequada de risco.
- Otimização de Média-Variância: Esse modelo busca encontrar a combinação de ativos que maximize a relação entre retorno esperado e risco, representada pelo coeficiente de Sharpe. Ele leva em consideração tanto a média (retorno esperado) quanto a variância dos retornos dos ativos.
- Otimização de Média-CVaR (Value at Risk Condicionado): Esse modelo busca maximizar a relação entre retorno esperado e risco, representada pelo índice de Sortino. Em vez de usar a variância, ele utiliza o CVaR como medida de risco, que captura melhor a cauda negativa da distribuição de retornos.
- Otimização de Risco Absoluto: Esse modelo busca minimizar o risco absoluto da carteira, geralmente medido pelo desvio padrão dos retornos. Ele é útil quando o investidor está mais preocupado com a minimização de perdas do que com a maximização de ganhos.
- Otimização de Risco de Downside: Esse modelo se concentra na minimização do risco de eventos de "downside" (quedas acentuadas nos retornos). Ele utiliza medidas como o índice de Sortino ou o Índice de Ulcer para otimizar a carteira, levando em consideração apenas o risco negativo.

onde:

- $E(R)$: Retorno esperado da carteira
- R_f : Taxa de retorno do ativo livre de risco
- $E(R_m)$: Retorno esperado do mercado
- σ_m : Desvio padrão do mercado
- σ : Desvio padrão da carteira

A CML mostra que a taxa de retorno esperada de uma carteira é igual à taxa de retorno do ativo livre de risco, acrescida de um prêmio de risco proporcional ao desvio padrão da carteira em relação ao desvio padrão do mercado. E sua inclinação é representada pelo índice de Sharpe (Sharpe ratio), que mede a relação entre o prêmio de risco e o desvio padrão da carteira. A carteira que maximiza o índice de Sharpe é considerada a carteira de mercado.

A CML é uma ferramenta útil para os investidores, pois fornece um guia para a construção de uma carteira eficiente que otimiza a relação risco-retorno. Os investidores podem escolher um ponto ao longo da CML, dependendo de suas preferências de risco. Aqueles com maior aversão ao risco podem optar por uma alocação maior no ativo livre de risco, enquanto aqueles com maior tolerância ao risco podem escolher uma alocação maior em ativos arriscados.

No entanto, é importante destacar que a CML é baseada em certas suposições, como mercados eficientes, distribuição normal dos retornos e ausência de custos de transação. Portanto, a aplicação prática da CML requer consideração cuidadosa das limitações e adaptações adequadas às condições reais do mercado.

2.5.2.2. SECURITY MARKET LINE

The Security Market Line (SML), em português Linha de Mercado de Títulos, é uma linha que representa a relação entre o risco sistemático (beta) e o retorno esperado de um ativo financeiro. A SML é uma ferramenta importante na teoria de precificação de ativos e está relacionada ao modelo de precificação de ativos de capital (Capital Asset Pricing Model - CAPM).

A SML é uma linha reta que relaciona o retorno esperado de um ativo com seu risco sistemático, medido pelo beta. O beta é uma medida de sensibilidade de um ativo em relação aos movimentos do mercado como um todo. Um beta igual a 1 indica

que o ativo tem um risco sistemático igual ao do mercado, um beta maior que 1 indica um risco sistemático maior que o do mercado, e um beta menor que 1 indica um risco sistemático menor que o do mercado. A equação da SML é dada por:

$$E(R) = R_f + \beta * (E(R_m) - R_f),$$

onde:

- $E(R)$: Retorno esperado do ativo
- R_f : Taxa de retorno do ativo livre de risco
- β : Beta do ativo
- $E(R_m)$: Retorno esperado do mercado

A SML indica que o retorno esperado de um ativo é igual à taxa de retorno do ativo livre de risco acrescida de um prêmio de risco proporcional ao beta do ativo multiplicado pela diferença entre o retorno esperado do mercado e a taxa de retorno do ativo livre de risco.

A inclinação da SML é determinada pelo prêmio de risco do mercado, representado pela diferença entre o retorno esperado do mercado e a taxa de retorno do ativo livre de risco. Os ativos que estão acima da SML são considerados subavaliados (com retorno esperado maior que o sugerido pelo modelo), enquanto os ativos abaixo da SML são considerados sobreavaliados (com retorno esperado menor que o sugerido pelo modelo).

A SML é usada para avaliar se um ativo está fornecendo um retorno adequado em relação ao seu risco. Se um ativo estiver localizado abaixo da SML, isso indica que ele está oferecendo um retorno inferior ao esperado para o seu risco, e pode ser considerado menos atraente para os investidores.

No entanto, é importante destacar que a SML é baseada em várias suposições, como mercados eficientes, investidores racionais e ausência de custos de transação. Além disso, o CAPM e a SML têm suas limitações e podem não capturar completamente a complexidade do mercado financeiro real. Portanto, é necessário considerar cuidadosamente as premissas e limitações ao usar a SML como uma ferramenta de tomada de decisão de investimento.

2.5.3. MODELO DE BLACK-LITTERMAN

O modelo de Black-Litterman⁴ é uma abordagem de otimização de portfólio que combina as perspectivas dos investidores (visões) com as estimativas de mercado para construir um portfólio mais equilibrado e eficiente. Foi proposto por Fischer Black e Robert Litterman em 1992 e é amplamente utilizado em gestão de investimentos.

O modelo de Black-Litterman é uma extensão do modelo de precificação de ativos de capital (CAPM) e do modelo de média-variância de Markowitz. A principal ideia por trás do modelo é que as estimativas do mercado para o retorno esperado e a covariância dos ativos não são suficientemente precisas para formar um portfólio ideal. Portanto, o modelo incorpora as visões subjetivas do investidor sobre o mercado para ajustar as estimativas de mercado.

O resultado é um portfólio que leva em consideração as visões subjetivas do investidor e as informações de mercado, equilibrando os dois para obter uma alocação mais eficiente dos ativos. O modelo de Black-Litterman é particularmente útil quando os investidores têm insights específicos sobre o mercado que podem não estar totalmente refletidos nas estimativas de mercado. Ele permite que os investidores expressem suas visões subjetivas e as incorporem ao processo de tomada de decisão de investimentos.

⁴ Os passos básicos do modelo de Black-Litterman são:

- Estimar as expectativas de mercado: Primeiro, as estimativas de mercado para os retornos esperados e a matriz de covariância dos ativos são calculadas com base em dados históricos e outras informações disponíveis.
- Incorporar as visões do investidor: O investidor fornece suas visões subjetivas sobre os retornos esperados de alguns ativos específicos ou sobre o mercado como um todo. Essas visões são expressas como desvios dos retornos de mercado, geralmente na forma de um vetor de opiniões.
- Estimar a incerteza das visões: O investidor também fornece uma matriz de confiança, que representa a incerteza associada às suas visões. Essa matriz é usada para ponderar a importância relativa das visões do investidor em relação às estimativas de mercado.
- Calcular os retornos ajustados: Com base nas visões do investidor e na matriz de confiança, o modelo de Black-Litterman calcula os retornos ajustados para cada ativo, que combinam as estimativas de mercado com as visões subjetivas do investidor.
- Calcular a matriz de covariância ajustada: Da mesma forma, o modelo ajusta a matriz de covariância dos ativos com base nas visões do investidor e na matriz de confiança.
- Otimização do portfólio: Com as estimativas ajustadas de retorno e covariância, o modelo de Black-Litterman realiza a otimização de portfólio para encontrar a alocação de ativos que maximiza o retorno esperado dado um determinado nível de risco (ou minimiza o risco dado um determinado nível de retorno).

Uma característica desse modelo é a estimativa de seus parâmetros com base em dados históricos, o que impulsionou avanços na teoria de otimização de carteiras, especialmente na diversificação com base em medidas de risco e retorno.

Existem argumentos a favor e contra⁵ a utilização de dados históricos na área de investimentos financeiros, principalmente devido ao fato de que resultados passados não garantem retornos futuros, e controlar todas as variáveis usadas no modelo é uma tarefa complicada. Da mesma forma, fazer projeções também é desafiador, pois requer uma série de suposições para fundamentar os resultados esperados.

⁵ A favor da utilização de dados históricos:

- Informação disponível: Os dados históricos são frequentemente a única informação disponível para análise. Eles fornecem um ponto de partida útil para entender o comportamento passado do mercado financeiro.
- Tendências e padrões: Os dados históricos podem revelar tendências e padrões que podem ajudar os investidores a tomar decisões informadas sobre seus portfólios.
- Base para análise estatística: Os dados históricos são essenciais para a análise estatística e a aplicação de modelos matemáticos para estimar parâmetros e riscos associados aos ativos.

Contra a utilização de dados históricos:

- Limitações da amostra: Os dados históricos podem representar apenas uma amostra limitada da história do mercado financeiro, o que pode não ser suficiente para prever cenários futuros.
- Mudança de cenários: As condições econômicas e políticas mudam ao longo do tempo, e os dados históricos podem não refletir com precisão os eventos e mudanças futuras.
- Risco de ajuste excessivo: A análise baseada em dados históricos pode levar a um ajuste excessivo (overfitting) aos padrões passados, resultando em previsões imprecisas.

A favor da utilização de projeções:

- Incorporação de expectativas: As projeções permitem que os investidores incorporem suas expectativas sobre o futuro, o que pode levar a decisões mais personalizadas e adaptadas aos objetivos individuais.
- Atualização em tempo real: As projeções podem ser atualizadas continuamente à medida que novas informações se tornam disponíveis, permitindo ajustes rápidos à medida que o cenário econômico muda.

Contra a utilização de projeções:

- Incerteza e imprecisão: As projeções estão sujeitas a incertezas e podem ser imprecisas, especialmente em cenários econômicos voláteis ou em mudança.
- Viés e subjetividade: As projeções podem ser influenciadas por viés cognitivo ou subjetividade do analista, o que pode levar a resultados tendenciosos.

2.5.4. TEOREMA DE BAYES

A forma geral do Teorema de Bayes⁶ é dada pela seguinte equação:

$$P(A|B) = (P(B|A) * P(A)) / P(B),$$

onde:

- $P(A|B)$ é a probabilidade condicional de A ocorrer dado que B ocorreu, ou seja, é a probabilidade de A ser verdadeiro considerando que temos a informação de que B é verdadeiro.
- $P(B|A)$ é a probabilidade condicional de B ocorrer dado que A ocorreu, ou seja, é a probabilidade de B ser verdadeiro considerando que temos a informação de que A é verdadeiro.
- $P(A)$ é a probabilidade de A ocorrer (antes de termos qualquer informação sobre B).
- $P(B)$ é a probabilidade de B ocorrer (antes de termos qualquer informação sobre A).

O uso do Teorema de Bayes no Modelo de Black-Litterman permite que os investidores combinem informações objetivas (dados históricos) e subjetivas (visões) de forma sistemática e coerente, resultando em uma distribuição mais precisa e atualizada dos retornos esperados. Isso é especialmente útil quando os dados históricos são limitados ou insuficientes para refletir completamente as opiniões e insights do investidor.

⁶ O Teorema de Bayes é um conceito fundamental na teoria das probabilidades e estatística. Ele é nomeado em homenagem ao estatístico britânico Thomas Bayes, que o desenvolveu no século XVIII. O teorema de Bayes descreve como atualizar nossas crenças sobre um evento quando novas evidências são apresentadas.

3. PRÁTICAS ESG E O SETOR ELÉTRICO BRASILEIRO

3.1. CONTEXTUALIZAÇÃO

A importância da adoção de práticas ESG (Ambiental, Social e de Governança) tem se tornado cada vez mais presente no mundo empresarial. A percepção de que os impactos ambientais, a desigualdade social e a falta de governança podem ameaçar a sustentabilidade das empresas, historicamente focadas na geração de lucros para acionistas, tem gerado um movimento para incluir esses aspectos nos indicadores de desempenho corporativo. Essa mudança não representa apenas uma evolução da sustentabilidade empresarial, mas se tornou uma necessidade para permanecer competitivo no mercado.

Empresas que adotam voluntariamente políticas ambientais e sociais em seus modelos de negócios representam uma forma diferenciada de corporação moderna. Elas se destacam por uma estrutura de governança que, além do desempenho financeiro, também se preocupa com o impacto ambiental e social em seu setor de atuação. Essa abordagem visa maximizar os lucros ao longo do tempo, adotando um processo ativo de gerenciamento das partes interessadas e sistemas de medição (ECCLES; IOANNOU; SERAFEIM, 2014).

O Manifesto de Davos (SCHWAB, 2019) destaca que uma empresa é mais do que uma unidade econômica geradora de riqueza. Ela também deve atender às aspirações humanas e sociais como parte de um sistema social mais amplo. Portanto, o desempenho não deve ser medido apenas pelo retorno aos acionistas, mas também pela realização de objetivos ambientais, sociais e de boa governança.

Todas as organizações, por meio de suas atividades e relações, têm impactos positivos e negativos no objetivo de alcançar o desenvolvimento sustentável. Por isso, desempenham um papel crucial para atingir essa meta (GLOBAL REPORTING, 2016).

O cenário atual, influenciado pela COVID-19, ressalta a importância de se preocupar com os aspectos sociais, ambientais e humanitários para evitar impactos econômicos adversos e garantir a sustentabilidade dos negócios a longo prazo. Isso ficou evidente com o movimento europeu em torno dos investimentos sociais e ambientais, conhecido como Green Deal (EUROPEAN COMMISSION, 2020; ANBIMA, 2021). A

adoção de práticas ESG pelas empresas tornou-se um critério importante para o apoio de diversos financiadores.

O ambiente de negócios está sob forte pressão para incorporar ações focadas em ESG, impulsionadas por diversos atores e processos, incluindo a demanda dos consumidores por produtos ambientalmente sustentáveis, o valor dado pelos profissionais ao equilíbrio entre trabalho e vida pessoal, normas e regulamentações mais rigorosas relacionadas ao ESG, e o crescente interesse dos investidores em aspectos ambientais, sociais e de governança em suas decisões de investimento (ZACCONE; PEDRINI, 2020). Conseqüentemente, nos últimos 20 anos, houve um aumento no número de empresas que relataram dados ESG, e o interesse dos investidores por esses dados também cresceu (SERAFEIM; GREWAL, 2019).

A indústria de energia é especialmente afetada por esse movimento, com destaque para a cadeia de produção de hidrocarbonetos, que tem sido vista com cautela pelos investidores devido aos seus impactos sociais, ambientais e de governança. Pesquisas indicam que 65% dos investidores em empresas de petróleo e gás priorizam ESG, mesmo que isso signifique uma redução nos ganhos por ação (BCG, 2020).

Apesar da atenção voltada para as empresas de petróleo e gás devido às altas emissões de gases ao longo do ciclo de vida do produto, o setor elétrico também é observado de perto pelo mercado em relação aos indicadores de ESG. Isso é relevante mesmo em países com matrizes energéticas predominantemente renováveis, como o Brasil, devido aos impactos socioeconômicos dos grandes projetos de infraestrutura do setor.

O setor elétrico brasileiro, complexo e em constante expansão, apresenta um crescimento significativo em sua rede física, com milhares de quilômetros de linhas de transmissão. Apesar do uso de fontes renováveis, a operação de grandes reservatórios e usinas termelétricas pode gerar impactos socioeconômicos e ambientais de grande escala. Portanto, mesmo com uma matriz energética predominantemente renovável, a governança das empresas desse setor é valorizada pelo mercado para reduzir riscos internos e externos.

Além das questões socioambientais, os mecanismos de governança corporativa desempenham um papel importante na construção e fortalecimento da confiança das partes interessadas, garantindo o cumprimento das responsabilidades para com a sociedade e o meio ambiente (STUEBS; SUN, 2015). O setor de energia está diretamente relacionado ao crescimento econômico sustentável de um país, não apenas

por fornecer energia para o funcionamento dos fatores de produção, mas também por envolver grandes investimentos na expansão da infraestrutura da cadeia de geração, transmissão e distribuição. Por essa razão, o desempenho dos indicadores de governança das empresas desse setor é valorizado pelo mercado como forma de reduzir riscos internos e externos.

Dada a relevância do ESG e sua relação com os resultados corporativos, especialmente no acesso a mercados de investidores e consumidores, é fundamental que sua implementação faça parte das estratégias das empresas do setor de energia. A expansão do interesse pela agenda ESG no setor elétrico está relacionada à necessidade constante de investimentos para garantir o suprimento de energia em todo o país e promover a transição para fontes mais limpas e sustentáveis. Empresas do setor elétrico têm aproveitado seu portfólio renovável e investimentos em tecnologias inovadoras para obter melhores condições de financiamento e atender às demandas do mercado por práticas mais sustentáveis.

Além disso, o acordo sobre as normas relacionadas ao mercado de carbono na COP 26 abre oportunidades para investimentos em projetos de redução de emissões no setor elétrico brasileiro. Fundos ESG têm se mostrado capazes de movimentar grandes quantias, o que representa uma alternativa não tradicional para atender à demanda por investimentos associados às inovações tecnológicas no setor elétrico.

A perspectiva de crescimento dos ativos ESG frente aos ativos totais no setor elétrico brasileiro mostra que a agenda ESG está ganhando cada vez mais relevância e deve continuar impulsionando mudanças e investimentos sustentáveis no setor nos próximos anos. O Brasil, como país em desenvolvimento, tem um grande potencial para se beneficiar dessas tendências e contribuir para uma transição energética mais sustentável.

3.2. PRÁTICAS ESG E DESEMPENHO FINANCEIRO

A literatura sobre o tema indica que as práticas ESG, como garantir relacionamentos éticos, promover a diversidade, reduzir a poluição ambiental e aumentar a confiança dos funcionários, contribuem para um melhor desempenho das empresas, resultando em redução do custo de capital e dos riscos de litígios no longo prazo (STARKS et al., 2020). Aumentar a transparência na adoção dessas práticas tende a

transformar o comportamento das organizações, trazendo benefícios para as empresas, acionistas, clientes, comunidades locais e o meio ambiente.

Serafain e Grewal (2019) realizaram estudos em busca de correlações entre a implementação de métricas ESG e o desempenho financeiro ao longo de mais de 40 anos, mas não encontraram um consenso definitivo. No entanto, eles afirmam que pesquisas recentes, considerando horizontes de longo prazo, indicam que empresas que implementam métricas ESG em seus negócios têm um desempenho superior em relação a seus pares.

Empresas em todo o mundo estão cada vez mais incorporando preocupações ambientais, sociais e de governança em seus modelos de negócio. No Brasil, o número de fundos de ações que se enquadram na temática de sustentabilidade e governança corporativa aumentou 74% entre 2008 e março de 2022, passando de 27 para 47 produtos (ANBIMA, 2022).

A análise do desempenho de uma empresa é uma ferramenta essencial para os administradores tomarem decisões. O uso de indicadores financeiros de forma sistemática possibilita uma análise completa do desempenho e garante tomadas de decisão mais informadas dentro da empresa (BORTOLUZZI et al., 2011; CODAMA et al., 2020).

Santos (2008) destaca que o desempenho econômico-financeiro de uma organização está relacionado às informações contábeis e demonstrações financeiras. Além disso, o desempenho financeiro é visto como o resultado das decisões tomadas na atividade da empresa, onde o capital investido precisa obter retorno e superar o custo do investimento aplicado (TEIXEIRA e AMARO, 2013).

3.3. ÍNDICE DE SUSTENTABILIDADE EMPRESARIAL – ISE B3

O Índice de Sustentabilidade Empresarial (ISE B3) é um indicador que mede o desempenho médio das cotações dos ativos de empresas listadas na B3 (Bolsa de Valores de São Paulo) que demonstram um comprometimento reconhecido com a sustentabilidade empresarial. Ele foi criado em 2005 pela B3 em parceria com a International Finance Corporation (IFC), que é o braço financeiro do Banco Mundial. O objetivo principal do ISE B3 é apoiar os investidores na tomada de decisão de investimento, incentivando-os a investir em empresas comprometidas com práticas ESG (Ambiental, Social e de Governança Corporativa) e, ao mesmo tempo, induzir as

empresas a adotarem melhores práticas de sustentabilidade, uma vez que isso contribui para a perenidade dos negócios.

O ISE B3 é um dos primeiros índices de sustentabilidade na América Latina e o quarto no mundo. Ele é composto pelas ações e units (certificados compostos por mais de um ativo) exclusivamente de companhias listadas na B3 que atendem a critérios⁷ específicos de inclusão.

3.4. PREVISIBILIDADE DE RECEITA DAS EMPRESAS DE ENERGIA ELÉTRICA

O setor de energia elétrica é considerado um setor estável e perene, com empresas que possuem previsibilidade de receitas devido à demanda constante por energia elétrica. Isso torna o setor atraente para investidores conservadores que buscam empresas com maior estabilidade e previsibilidade de retorno. Além disso, muitas empresas do setor elétrico possuem um elevado payout, ou seja, distribuem parte significativa de seus lucros aos acionistas na forma de dividendos, o que atrai investidores que buscam renda passiva.

⁷ Esses critérios incluem:

1. Estar entre os ativos elegíveis que ocupam as 200 primeiras posições em ordem decrescente de Índice de Negociabilidade (IN) no período de vigência das três carteiras anteriores.
2. Ter presença em pregão de 50% ou mais durante o período de vigência das três carteiras anteriores.
3. Não ser classificado como "Penny Stock", que são ações de baixo valor de mercado.
4. Ser um ativo emitido por uma empresa que atenda cumulativamente aos seguintes critérios de sustentabilidade, de acordo com as Diretrizes do ISE B3:
 - a) Ter um Score ISE B3 igual ou maior que a nota de corte geral aplicável a cada ciclo anual de seleção;
 - b) Ter uma pontuação por tema do questionário ISE B3 maior ou igual a 0,01 pontos;
 - c) Ter uma pontuação qualitativa mínima de 70 pontos percentuais;
 - d) Ter um Índice de risco reputacional (RepRisk Index - Peak RRI) igual ou inferior a 50 pontos;
 - e) Ter um Score CDP-Climate Change igual ou superior a "C";
 - f) Responder positivamente às perguntas do questionário classificadas como requisitos mínimos para o setor.
5. Uma vez que um ativo de uma empresa atenda aos critérios de inclusão, somente a espécie de sua emissão de maior Índice de Negociabilidade (IN) participará da carteira do índice.
6. As atualizações dos valores referentes aos critérios indicados nas alíneas (d) e (e) do item 4 (Score CDP-Climate Change e RepRisk Index - Peak RRI) serão consideradas a cada rebalanceamento quadrimestral, podendo resultar na inclusão de ativos que passem a atendê-los.

As empresas do setor elétrico também se beneficiam da previsibilidade de receitas para obterem financiamento através de endividamento. Como a receita do setor é relativamente estável, as empresas podem ter um maior nível de endividamento sem aumentar significativamente o risco envolvido em seus negócios.

É importante notar que, embora o setor elétrico seja considerado mais estável em relação a outros setores, ele não está isento de riscos, como oscilações na demanda de energia, mudanças regulatórias e questões ambientais, entre outros. Portanto, os investidores devem sempre considerar cuidadosamente os riscos e oportunidades associados ao investimento em empresas do setor elétrico antes de tomar suas decisões de investimento.

Em suma, o setor de energia elétrica é atrativo para investidores conservadores devido à sua natureza estável e previsível de receitas, bem como à possibilidade de recebimento de dividendos regulares. No entanto, é importante realizar uma análise detalhada das empresas individuais do setor e considerar os riscos associados antes de investir.

4. METODOLOGIA

Foram criadas duas carteiras distintas: uma exclusivamente com empresas ESG e outra com um conjunto completo de empresas. A divisão por setores de geração, transmissão e distribuição de energia não foi viável devido à presença de empresas com atuação em múltiplos setores, tornando complexa a separação específica de suas atividades. Separar as empresas por setores pode ser desafiador, especialmente quando algumas delas têm atuação em mais de um setor, como é comum no setor de energia. Nesse caso, consideramos ser mais apropriado realizar uma análise geral de desempenho para comparar as carteiras ESG e Total.

Assim, comparamos o desempenho geral das duas carteiras ao longo do tempo, sem considerar a separação por setores específicos. Isso envolveu calcular métricas como retorno total, volatilidade, índices de risco e recompensa, para ambas as carteiras. Essa análise fornece uma visão geral de como a carteira ESG se saiu em relação à carteira total.

Selecionamos ações do ramo de energia para serem integradas em cada conjunto de investimentos: uma carteira voltada para critérios ambientais, sociais e de governança (ESG) e outra englobando todas as empresas disponíveis. Além disso, foi estabelecido um limite mínimo de capitalização de mercado de R\$ 10 bilhões para excluir empresas com menor representatividade na bolsa de valores e concentrar o foco apenas naquelas de maior relevância. (Vide tabelas 1 e 2 do Apêndice)

Coletamos as séries históricas de preços diários das ações de empresas do setor elétrico com foco em critérios ESG e não ESG. Esses dados foram obtidos por meio das informações disponibilizadas pelo site “Yahoo Finanças”. Além disso, também foram baixadas as séries históricas das taxas diárias da Selic por meio do Sistema Gerenciador de Séries Temporais do Banco Central do Brasil.

Devido à ausência de dados históricos de longo prazo para algumas empresas, foi decidido utilizar os dados disponíveis no período compreendido entre 1º de julho de 2019 e 14 de julho de 2023. Essa abordagem também foi aplicada para a taxa Selic, utilizando os dados disponíveis dentro do mesmo intervalo de tempo. Dessa forma, o período selecionado servirá como base para as análises e comparações das séries históricas das ações do setor elétrico e das taxas diárias da Selic.

Com base nos preços, foram calculadas as séries de retornos diários para cada uma das ações do setor elétrico, bem como o excesso de retorno (retorno da ação menos o retorno da taxa Selic diária). O cálculo dos retornos diários é realizado pela fórmula:

$$\text{Retorno diário} = \frac{(\text{Preço do dia atual} - \text{Preço do dia anterior})}{\text{Preço do dia anterior}}$$

Essa fórmula é aplicada a cada dia da série histórica de preços, gerando assim a série de retornos diários para cada ação. Após calcular os retornos diários das ações, de 2019 a 2023, é calculado o excesso de retorno, que é obtido subtraindo-se o retorno diário da taxa Selic diária do retorno diário de cada ação. A utilização de 252 dias úteis leva em consideração os dias em que o mercado está aberto para negociação, o que é mais apropriado do que utilizar o número total de dias em um ano civil.

Essa medida de excesso de retorno permite avaliar o desempenho relativo das ações em relação à taxa de juros básica, representada pela taxa Selic. Se o excesso de retorno for positivo, indica que a ação apresentou um desempenho superior ao da taxa Selic no dia correspondente; se for negativo, indica um desempenho inferior. Essa análise é valiosa para compreender o rendimento das ações em relação a um investimento considerado livre de risco, como a taxa Selic.

A avaliação da presença de autocorrelação serial nas séries de excesso de retorno é uma etapa importante na análise financeira. A autocorrelação serial ocorre quando os valores de uma série temporal estão correlacionados com seus próprios valores anteriores em diferentes intervalos de tempo. Em outras palavras, é a presença de padrões ou tendências repetitivas nos dados ao longo do tempo.

A autocorrelação serial nas séries de excesso de retorno pode sugerir baixa liquidez das ações e possíveis distorções nos retornos do mercado. Isso porque a autocorrelação pode indicar que os preços e retornos das ações não estão refletindo efetivamente as informações disponíveis no mercado, podendo haver atrasos ou ineficiências na reação dos preços às novas informações.

Identificada autocorrelação serial significativa nas séries de excesso de retorno, foi necessário ajustar aplicando o “Filtro Blundell-Ward”⁸. O filtro Blundell-

⁸ O filtro Blundell-Ward é um método de detecção e correção de autocorrelação em séries temporais. Ele foi proposto pelos economistas Richard Blundell e Michael Ward em seu artigo "Bias in Regressions Involving Time-Series: A Further Comment" publicado em 1984.

Ward é usado para corrigir a autocorrelação nos resíduos. Ele utiliza uma abordagem de filtros lineares, aplicando um filtro para remover a autocorrelação nos resíduos, tornando-os incorrelacionados em diferentes defasagens. Essa técnica é particularmente útil em modelos de séries temporais, onde a autocorrelação é uma preocupação comum. Ao aplicar o filtro Blundell-Ward, é possível melhorar a validade das inferências estatísticas e obter estimativas mais precisas dos parâmetros. Caso assumamos que os retornos reportados, denotados por r_t , seguem um processo AR (1), temos o seguinte:

$$r_t = \alpha + \rho r_{t-1} + \varepsilon_t$$

onde α e ρ são constantes e os ε_t são variáveis aleatórias i.i.d., então a série r_t^* é definida por:

$$r_t^* = (r_t - \rho r_{t-1}) / (1 - \rho),$$

devendo ter autocorrelação zero e essencialmente a mesma média que r_t . A autocorrelação ρ é derivada de AR (1) da serie r_t original.

A próxima etapa consiste em gerar, por meio de simulação de Monte Carlo, uma série completamente nova de 2.000 (dois mil) retornos anualizados, obtida por meio da agregação de amostras aleatórias dos retornos diários, de 2019 a 2023, sem autocorrelação. Esta base será utilizada para calcular o vetor de retornos e a matriz de covariância do modelo de Black-Litterman. Depois, calculamos o excesso de retorno diários menos a Selic.

Para calcular os retornos anuais, primeiro é necessário ter a série limpa de autocorrelação dos retornos diários. A série limpa não apresenta correlação serial, o que é importante para evitar distorções nos cálculos. Essa fórmula é aplicada para cada ano da série de dados para obter os retornos anuais. A utilização de 252 dias úteis leva em consideração os dias em que o mercado está aberto para negociação. A partir daí, calculamos o Black-Litterman que envolve os seguintes passos:

- 1) Construção da carteira de mercado de equilíbrio: Inicialmente, é criada uma carteira de mercado de equilíbrio com base nos dados históricos e no modelo CAPM (Modelo de Precificação de Ativos de Capital). Essa carteira representa a distribuição de retornos implícita nos dados históricos.

- 2) Inclusão das views do investidor: O investidor fornece suas visões subjetivas sobre os retornos esperados de alguns ativos específicos ou do mercado em geral. Essas visões podem ser expressas como retornos percentuais ou como comparações de desempenho entre diferentes ativos.
- 3) Combinação das visões com a carteira de mercado: Usando o modelo de Black-Litterman, as visões do investidor são combinadas com a distribuição de retornos implícita na carteira de mercado de equilíbrio. Isso resulta em uma nova distribuição de retornos esperados que reflete tanto os dados históricos quanto as visões do investidor.
- 4) Criação da carteira otimizada: Com base na nova distribuição de retornos esperados, é possível criar uma carteira otimizada que leve em conta os objetivos e restrições do investidor.

No Modelo de Black-Litterman, após combinar os dados históricos com as visões do investidor, é possível obter estimativas atualizadas dos retornos esperados e da volatilidade dos ativos. Essas estimativas são conhecidas como "retorno posterior" e "volatilidade posterior".

- Retorno Posterior: O retorno posterior é a estimativa atualizada dos retornos esperados dos ativos, levando em consideração as informações dos dados históricos e as visões do investidor. Esse valor reflete a nova distribuição de retornos esperados após a aplicação do Modelo de Black-Litterman. É importante notar que o retorno posterior normalmente é diferente do retorno implícito nos dados históricos ou do retorno inicial estimado pelo investidor, devido à combinação das visões e dos dados históricos.
- Volatilidade Posterior: A volatilidade posterior é a estimativa atualizada da volatilidade (risco) dos ativos, considerando as informações dos dados históricos e as visões do investidor. Essa estimativa de volatilidade pode ser calculada usando modelos estatísticos ou técnicas específicas, dependendo do contexto e dos dados disponíveis. A volatilidade posterior pode ser diferente da volatilidade histórica ou inicialmente assumida pelo investidor, devido à incorporação das visões e dos dados históricos.

Os retornos e volatilidades posteriores podem ser atualizados à medida que novos dados e informações se tornam disponíveis, tornando o modelo dinâmico e útil para a tomada de decisões de investimento.

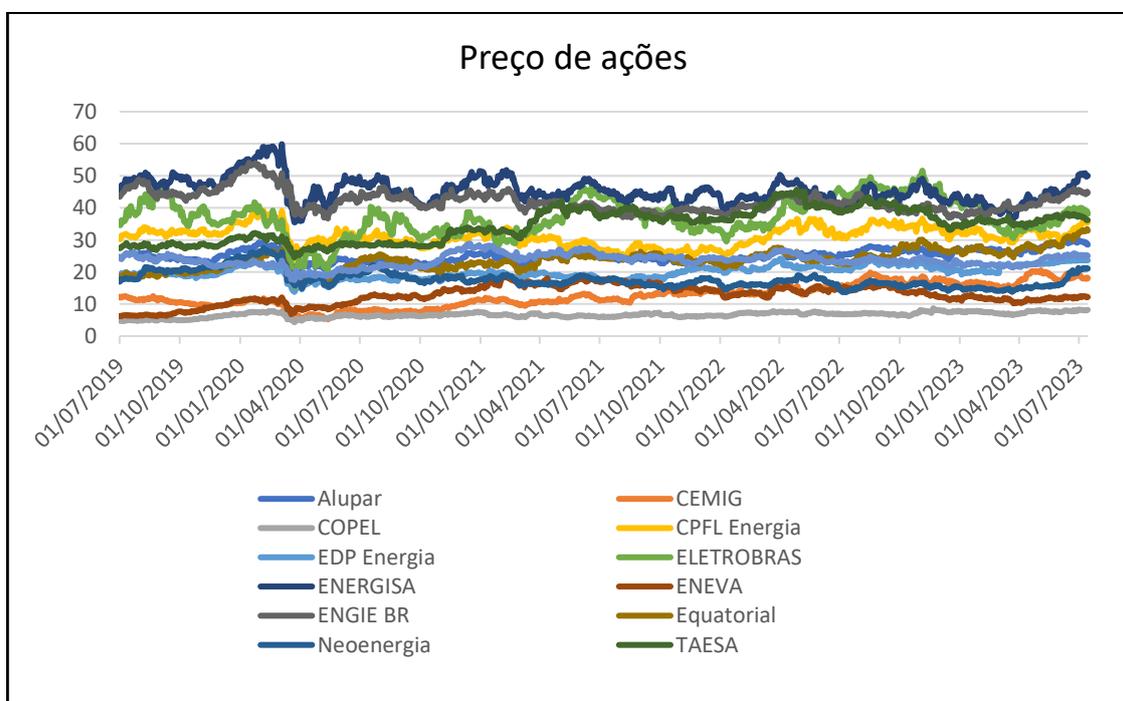
5. EXERCÍCIO EMPÍRICO

5.1. ANÁLISE DOS DADOS

O propósito da formação das carteiras é otimizar o retorno esperado, considerando um determinado nível de risco, o que geralmente envolve a criação de portfólios diversificados. Os dados a serem coletados consistem nas cotações diárias de fechamento, que serão usadas para calcular os retornos, e nas alocações de capital no final do período, que determinarão os pesos iniciais de cada ativo na carteira, conforme recomendado pelo modelo. O período de análise abrangerá 4 anos e 2 meses, equivalente a 50 meses, compreendendo o intervalo entre 01 de julho de 2019 e 14 de julho de 2023.

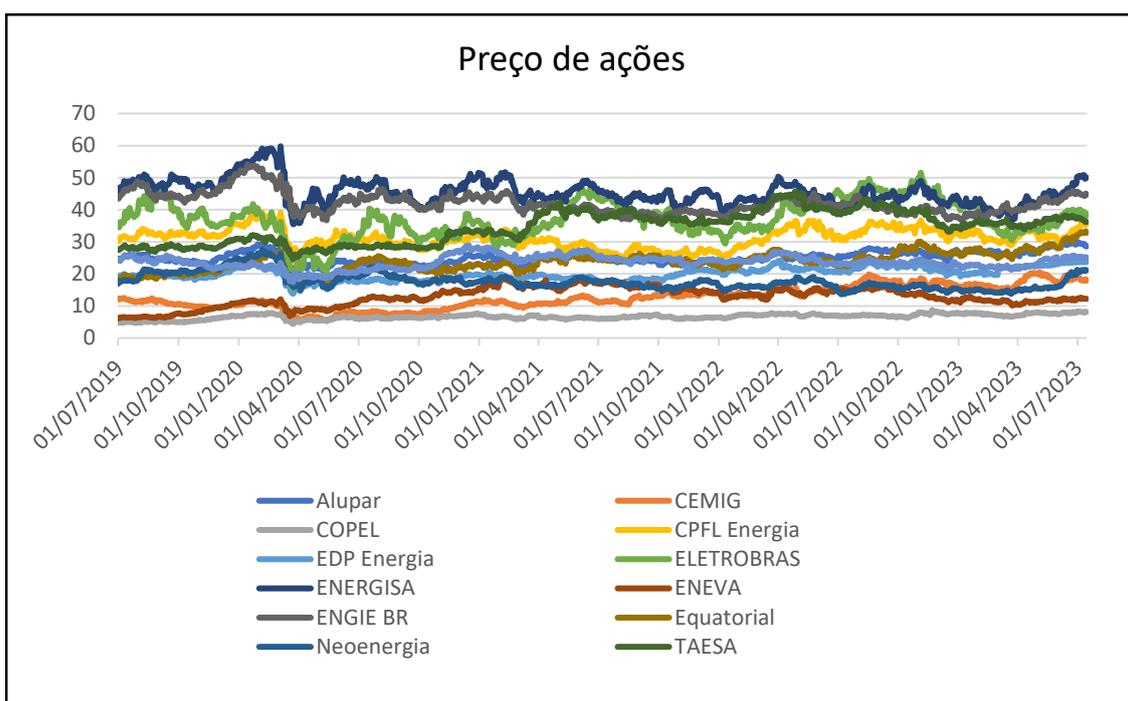
A composição das duas carteiras consistirá em: i) uma carteira com ações pertencentes ao Índice de Sustentabilidade Empresarial (ISE) (figura 3); ii) outra, com preço de ações composta com o total de empresas (figura 4). O critério de escolha das empresas foi uma capitalização mínima de R\$ 10 bilhões, conforme tabelas 2 e 3.

Figura 3 - Carteira das empresas ESG.



Fonte: Elaboração própria (2023).

Figura 4 – Carteira com o total de empresas.



Fonte: Elaboração própria (2023).

Tabela 1 - Carteira de ações das empresas ESG.

(BILHÕES)

EMPRESA	CÓDIGO DE AÇÃO	CAPITALIZAÇÃO DE MERCADO
ALUPAR	ALUP11	16,54
CEMIG	CMIG3	30,40
COPEL	CPLE6	21,84
CPF ENERGIA	CPFE3	40,99
EDP ENERGIA	ENBR3	14,05
ELETROBRAS	ELET3	91,13
ENERGISA	ENGI11	13,71
ENEVA	ENEV3	19,89
ENGIE BR	EGIE3	36,64
EQUATORIAL	EQTL3	37,55
NEOENERGIA	NEOE3	26,43
TAESA	TAE11	37,84
TRANSMISSÃO PAULISTA	TRPL4	18,68

Fonte: Elaboração própria (2023).

Tabela 2 - Carteira de ações com o total de empresas.

(BILHÕES)

EMPRESA	CÓDIGO DE AÇÃO	CAPITALIZAÇÃO DE MERCADO
ALUPAR	ALUP11	16,54
AUREN	AURE3	14,31
CEMIG	CMIG3	30,40
COELBA	CEEB3	11,18
COPEL	CPLE6	21,84
CPF ENERGIA	CPFE3	40,99
CPFL RENOVÁVEIS	CPRE3	10,82
EDP ENERGIA	ENBR3	14,05
ELETROBRAS	ELET3	91,13
ENERGISA	ENGI11	13,71
ENERGISA MT	ENMT3	15,82
ENEVA	ENEV3	19,89
ENGIE BR	EGIE3	36,64
EQUATORIAL	EQTL3	37,55
EQUATORIAL PARÁ	EQPA3	13,68
NEOENERGIA	NEOE3	26,43
REDE	REDE3	12,56
TAESA	TAAE11	37,84
TRANSMISSÃO PAULISTA	TRPL4	18,68

Fonte: Elaboração própria (2023).

Também, cabe destacar que duas empresas deixaram de compor as carteiras: (a) a empresa Auren Energia ficou de fora porque a série de preço de ações é muito curta; (b) a empresa CPFL Renováveis ficou de fora porque a série de preço de ações não vai até o final da janela. Por fim, informamos que não consideramos custos de transação e as séries de preço de ações foram limpas de autocorrelação.

Foi coletada uma série composta da Selic no período de 01/07/2019 a 14/07/2023, conforme tabela 4 abaixo, para caracterizar ativos livre de risco. Em modelos Black-Litterman, o "conjunto de ativos sem risco" refere-se a um ativo hipotético que é considerado livre de risco, ou seja, não possui incerteza ou volatilidade em seus retornos. Na prática, esse ativo sem risco pode ser representado por um título de dívida de curto prazo do governo, como é o caso da taxa Selic.

O objetivo de incluir o ativo livre de risco no modelo Black-Litterman é fornecer uma referência para os investidores com aversão ao risco. Esse ativo permite comparar o retorno esperado de outras opções de investimento em relação ao retorno garantido pelo ativo sem risco.

Tabela 3 - Descrição e Fonte de Dados.

Dado	Descrição	Fonte	Disponível em:
Preço das ações	Cotação ou valor de mercado da ação, é o preço pelo qual uma ação de uma empresa é comprada ou vendida no mercado financeiro. Esse preço é determinado pela oferta e demanda no mercado de ações, onde compradores e vendedores negociam os títulos.	Yahoo Finanças	https://br.financas.yahoo.com/quote/%5EBVSP/history?p=%5EBVSP
Taxa Selic	A Taxa Selic (Sistema Especial de Liquidação e de Custódia) é a taxa básica de juros da economia brasileira. Ela é definida e utilizada pelo Banco Central do Brasil como uma ferramenta para controlar a política monetária e influenciar a economia do país.	Banco Central do Brasil	https://www3.bcb.gov.br/sgspub/localizarseries/localizarSeries.do?method=prepararTelaLocalizarSeries

Fonte: Elaboração própria (2023).

5.2. RESULTADOS

5.2.1. CARTEIRA DE EMPRESAS ESG

A estatística de portfólio se concentra na análise de carteiras de investimentos, compostas por múltiplos ativos financeiros. Seu objetivo principal é entender o comportamento conjunto desses ativos, considerando seus retornos, riscos e correlações, para ajudar os investidores a tomarem decisões informadas e construir carteiras eficientes. Essas estatísticas e técnicas são amplamente usadas por investidores, gestores de carteira e analistas financeiros para tomarem decisões informadas sobre alocação de ativos, construção de portfólios diversificados e gerenciamento de riscos em suas estratégias de investimento. Considerando os resultados da carteira de empresas ESG, incluindo as métricas de desempenho e risco. Vamos analisar as informações abaixo e, também, constantes da tabela 5:

Tabela 4 - Estatísticas do Portfólio - Empresas ESG

Média	0,1143
Desvio-Padrão	0,1938
Assimetria	0,5190
Curtose	0,3122
Sharpe Ratio	0,5901
Adjusted-Sharpe Ratio	0,6432
Calculando o Value-at-Risk (95%)	
Investimento Inicial	R\$ 10.000.000,00
Retorno Mensal	0,0091
Volatilidade Mensal	0,0559
VaR	-R\$ 1.028.086,24

Fonte: Elaboração própria (2023).

- Média: 11,4% Isso indica que a carteira apresentou um excesso de retorno médio de 11,4% ao longo do período considerado.
- Desvio-padrão: 0,193766807 (ou 19,38% em termos percentuais).
- Assimetria: 0,518958013 A assimetria é uma medida que indica a inclinação da distribuição dos retornos da carteira. Um valor positivo indica que a distribuição tem uma cauda longa à direita, ou seja, há uma maior probabilidade de retornos extremamente positivos. Neste caso, a carteira possui uma leve assimetria positiva.
- Curtose: 0,31284214. A curtose é uma medida que descreve o "achatamento" da distribuição dos retornos em relação à distribuição normal. Um valor de curtose abaixo de 3 indica que a distribuição é menos "achatada" (menos volátil em relação à distribuição normal). Assim, a distribuição é levemente menos "achatada" do que a distribuição normal. Aqui, o resultado da curtose sugere que a distribuição é leptocúrtica, o que significa que possui um pico mais acentuado e caudas mais pesadas em comparação com a distribuição normal padrão, que tem uma curtose de 0.
- Portanto, uma curtose igual a 0,31284214 é maior do que a curtose da distribuição normal padrão.
- Índice Sharpe Ajustado igual a 0,6432.
- Investimento Inicial: \$10.000.000,00 Esse é o valor inicial arbitrário investido na carteira, que é de \$10.000.000,00.

- Retorno Mensal: 0,9% (ou 0,009 em forma decimal) Esse valor representa o retorno mensal esperado da carteira, que é de 0,9% ao mês.
- Volatilidade: 5,6% (ou 0,056 em forma decimal) Essa é a volatilidade mensal esperada da carteira, que é de 5,6% ao mês.
- VAR (Value at Risk): -\$1.028.086,24. O VAR é uma medida de risco que indica a perda máxima esperada, com uma determinada probabilidade, em um determinado período. Com isso, o VAR é de -\$1.028.086,24, o que significa que há uma probabilidade de 95% de que a carteira tenha uma menor do que \$1.028.086,24. Ou simetricamente de que perdas acima de -\$1.028.086,24 tem chance de ocorrer em menos de 5% dos casos.

O objetivo é encontrar a combinação de ativos que otimize o retorno esperado e minimize o risco global do portfólio. Um portfólio ótimo é alcançado quando não é possível obter maior retorno esperado mantendo o nível de risco, ou quando não é possível reduzir o risco mantendo o retorno esperado. O portfólio ótimo para empresas ESG estão dispostas na tabela 6 a seguir.

Tabela 5 - Portfólio Ótimo - Empresas ESG

Alupar	17,22%
CEMIG	0,00%
COPEL	0,00%
CPFL Energia	0,18%
EDP Energia	0,00%
ELETROBRAS	10,17%
ENERGISA	0,00%
ENEVA	0,07%
ENGIE BR	26,32%
Equatorial	2,63%
Neoenergia	3,24%
TAESA	24,65%
Transmissão Paulista	15,53%

Fonte: Elaboração própria (2023).

5.2.2. CARTEIRA COM O TOTAL DE EMPRESAS

As estatísticas de portfólio da carteira que compõe o total de empresas são apresentadas abaixo, assim como, resumidamente na tabela 7, compostas por múltiplos

ativos financeiros. Após, está disposto o portfólio ótimo da carteira (tabela 8), que considera os resultados da carteira.

Tabela 6 - Estatísticas do Portfólio – Total de Empresas

Média	0,0076
Desvio-Padrão	0,0128
Assimetria	0,4671
Curtose	0,4496
Sharpe Ratio	0,5924
Adjusted-Sharpe Ratio	0,6419
Calculando o Value-at-Risk (95%)	
Investimento Inicial	R\$ 10.000.000,00
Retorno Mensal	0,0006
Volatilidade Mensal	0,0037
VaR	-R\$ 67.661,87

Fonte: Elaboração própria (2023).

Tabela 7 - Portfólio do Total de Empresas

Alupar	1,75%
CEMIG	0,00%
COELBA	1,13%
COPEL	0,00%
CPFL Energia	0,00%
EDP Energia	0,73%
ELETROBRAS	0,00%
ENERGISA	0,40%
ENERGISA MT	1,28%
ENEVA	0,09%
ENGIE BR	2,13%
Equatorial	0,01%
Equatorial Pará	0,30%
Neoenergia	22,14%
Rede Energia	22,17%
TAESA	22,19%
Transmissão Paulista	25,68%

Fonte: Elaboração própria (2023).

- Média: 0,8%, representa o excesso de retorno médio anualizado do investimento, que é de 0,8%.
- Desvio-padrão: 0,012811077 (ou 1,28% em termos percentuais), o que indica que o investimento teve uma variação média de 1,28% em relação à sua média mensal.

- Assimetria: 0,467108701, o investimento possui uma assimetria positiva.
- Curtose: 0,449594066, a distribuição é levemente menos "achatada" do que a distribuição normal.
- Índice Sharpe Ajustado igual a 0,6419.
- Retorno Mensal: 0,1% (ou 0,001 em forma decimal), que é de 0,1% ao mês.
- Volatilidade: 0,4% (ou 0,004 em forma decimal), que é de 0,4% ao mês.
- VAR (Value at Risk): -\$67.661,87, o que significa que há uma probabilidade de 95% de que o investimento tenha uma perda máxima de \$67.661,87.

5.2.3. COMPARAÇÃO DAS DUAS CARTEIRAS: ESG E TOTAL DE EMPRESAS

Se a entrada de novos ativos causa uma diminuição no retorno mensal da carteira já existente, isso indica que os novos ativos tiveram um desempenho negativo ou abaixo das expectativas, impactando negativamente o retorno geral da carteira.⁹

A carteira que inclui empresas ESG apresenta um retorno anualizado esperado de 11,4%, enquanto a carteira que inclui todas as empresas tem um retorno anualizado esperado de 8%. Esses números indicam que a carteira com empresas ESG teve um retorno significativamente maior do que a outra durante o período considerado.

Ter um melhor desempenho ajustado ao risco significa que um investimento ou carteira apresenta um retorno mais atrativo em relação ao nível de risco assumido. Em

⁹ Algumas possíveis razões para essa redução de retorno incluem:

- Desempenho inferior dos novos ativos: Os novos ativos podem ter tido um desempenho inferior em relação aos ativos já presentes na carteira. Se os novos ativos apresentam retornos mais baixos do que os ativos existentes, eles podem puxar o retorno médio da carteira para baixo.
- Correlações negativas: Se os novos ativos possuem correlações negativas com os ativos existentes na carteira, isso pode levar a uma diversificação eficiente e reduzir a volatilidade geral da carteira. No entanto, se as correlações entre os novos ativos e os ativos existentes forem positivas, os retornos podem se movimentar na mesma direção, aumentando o risco e reduzindo o retorno.
- Diferenças de volatilidade: Os novos ativos podem ter volatilidades mais altas do que os ativos já presentes na carteira. Nesse caso, se os novos ativos têm pesos significativos na carteira, sua maior volatilidade pode afetar o retorno geral da carteira.
- Alteração na alocação de ativos: A entrada de novos ativos pode alterar a alocação de ativos existente na carteira. Se os novos ativos foram adicionados com pesos relativamente altos e apresentam desempenho inferior, isso pode resultar em uma redução do retorno da carteira como um todo.
- Mudanças nas condições de mercado: Mudanças nas condições econômicas, políticas ou de mercado podem afetar o desempenho dos ativos de forma geral, incluindo os novos ativos adicionados à carteira.

outras palavras, é uma medida de eficiência que indica como o investimento ou carteira se saiu considerando a relação entre retorno e risco.

Um investimento com melhor desempenho ajustado ao risco pode ser considerado mais eficiente do que outro, pois consegue alcançar retornos mais significativos (ou semelhantes) com uma quantidade menor de risco ou volatilidade. Dessa forma, investidores geralmente preferem ativos ou carteiras que possuam um Índice de Sharpe Ajustado¹⁰ mais elevado, pois eles indicam uma melhor relação entre retorno e risco.

Em resumo, um melhor desempenho ajustado ao risco significa que um investimento ou carteira oferece retornos mais atrativos considerando o nível de risco envolvido, o que é geralmente considerado uma característica positiva para os investidores.

No caso em questão, a carteira de empresas ESG possui um Índice Sharpe Ajustado maior do que a carteira com todas as empresas ($0,6432 > 0,6419$). Isso indica que a carteira ESG apresenta um melhor desempenho ajustado ao risco em comparação com a outra carteira, levando em conta informações adicionais sobre a assimetria e a curtose dos retornos.

Em geral, a carteira com empresas ESG apresenta um retorno médio mensal mais elevado e também um melhor desempenho ajustado ao risco, o que a torna mais eficiente do que a outra carteira, pois consegue alcançar retornos mais significativos (ou semelhantes) com uma quantidade menor de risco ou volatilidade.

Outro ponto importante é que a inclusão de novas empresas não ESG pode causar distorções na carteira e alterar a composição ótima. Isso pode acontecer porque essas novas empresas podem ter características e comportamentos diferentes dos ativos já existentes na carteira, o que afeta a correlação entre os ativos, a volatilidade geral da carteira e a eficiência na diversificação de riscos. Além disso, a entrada de novas empresas não ESG pode alterar as expectativas dos investidores sobre o desempenho do mercado ou setor, levando a mudanças nas alocações de ativos à medida que os investidores ajustam suas posições para refletir suas novas perspectivas. Isso pode levar a distorções na composição ótima da carteira, o que sugere os resultados deste estudo.

¹⁰ O Índice Sharpe Ajustado é uma métrica utilizada para avaliar o desempenho ajustado ao risco de um investimento ou carteira de investimentos. Quanto maior o valor do Índice Sharpe Ajustado, melhor é o desempenho ajustado ao risco da carteira.

6. CONCLUSÃO

Inicialmente, é importante ressaltar que o propósito deste estudo consiste em criar dois portfólios de investimento ideais para empresas do setor elétrico, diferenciados pelo primeiro grupo que inclui empresas listadas no índice ISE (Índice de Sustentabilidade Empresarial), conseqüentemente, adota práticas ESG e o segundo grupo que além das empresas ESG, também inclui outras empresas que não fazem tal distinção. O principal achado do trabalho foi o melhor desempenho das empresas ESG em comparação ao grupo total. Essa superioridade pode ser atribuída às boas práticas de governança que tornam essas empresas mais eficientes.

No modelo Black-Litterman, a inclusão de novas empresas que não se enquadram nos critérios ESG pode causar distorções nas carteiras e modificar a composição ideal. As empresas ESG possuem modelos de gestão mais avançados, especialmente em governança, o que as torna aparentemente mais eficientes. Ao incorporar empresas com padrões menos rigorosos em relação a questões ESG, corre-se o risco de adicionar empresas com práticas de gestão inadequadas. Isso aumenta a probabilidade de enfrentar problemas futuros, como escândalos, multas, perda de reputação e outras conseqüências negativas. Portanto, é essencial considerar critérios ESG ao construir um portfólio diversificado. A seleção de empresas com sólidos princípios ESG ajuda a mitigar riscos e promover uma abordagem de investimento mais sustentável e responsável.

Resumidamente, a adição de novas empresas não ESG pode alterar o perfil de risco e retorno das carteiras, influenciando as decisões de alocação de ativos no modelo Black-Litterman. Neste estudo, a carteira com empresas ESG exibe um retorno mensal médio mais alto e um desempenho ajustado ao risco superior, tornando-a mais eficiente em relação à outra carteira. Isso permite que ela alcance retornos mais expressivos (ou semelhantes) com menor quantidade de risco ou volatilidade.

É importante mencionar que, apesar dos resultados positivos, não foi possível segmentar as empresas por setor (geração, transmissão e distribuição), dado que muitas atuam em múltiplos setores. Além disso, não foram realizadas avaliações fundamentais sobre índices contábeis, demonstrativos financeiros ou projeções das empresas incluídas no portfólio ideal. É conhecido que a gestão profissional de portfólios deve considerar aspectos subjetivos como gestão, conformidade, geração de fluxo de caixa, entre outros.

Assim, uma extensão natural deste estudo seria testar as carteiras ideais em relação a esses aspectos subjetivos.

7. REFERÊNCIAS

ABIGAIL B. SUSSMAN. HARTZMARK. **Os investidores Value Sustentabilidade? Um ranking de exames de experimentos naturais e fluxos de fundos.** European Corporate Governance Institute (ECGI) – Trabalho financeiro nº 565/2018.

ALEXANDRINO, T. C. **Análise da relação entre os indicadores de desempenho sustentável (ESG) e desempenho econômico-financeiro de empresas listadas na B3.** Recife, 2020.

ALPARI INTERNATIONAL LIMITED. **Indicadores Macroeconômicos.** Disponível em: http://www.alpari.org/pt/help_center/macroeconomic_indicators/ . Acesso em 16 março 2015

ANBIMA. **Retrato da Sustentabilidade no Mercado de Capitais.** [S.l.: s.n.], 2021. 61 p. Disponível em: <https://www.anbima.com.br/data/files/3C/C2/CA/05/72EBD71032ADBBD76B2BA2A8/Retrato%20da%20sustentabilidade%20no%20mercado%20de%20capitais.pdf>. Acesso em: 02 set. 2022.

ANEEL. **Resolução nº 444, de 26 de outubro de 2001.** Institui o Manual de Contabilidade do Serviço Público de Energia Elétrica, englobando o Plano de Contas revisado, com instruções contábeis e roteiro para elaboração e divulgação de informações econômicas e financeiras. Brasília, DF: [Diário Oficial do Estado], 2001.

ANEEL. **Manual de Elaboração do Relatório Anual de Responsabilidade Social.** Brasília, DF: [s.n.], 2006.

ANEEL – Agência Nacional de Energia Elétrica. **Atlas de energia elétrica do Brasil.** Brasília; 2008.

ANEEL. **Manual de Contabilidade do Setor Elétrico.** Brasília, DF: [s.n.], 2015. 825 p. Disponível em: <https://antigo.aneel.gov.br/web/guest/manuais-e-procedimentos>. Acesso em: 20 out. 2022.

BCG. **Infographic oil gas investor survey**. Boston Consulting Group. [S.l.]: BCG, 2020. Disponível em <https://www.bcg.com/na-es/publications/2020/infographic-oil-gas-investor-survey>. Acesso em: 30 mar. 2023.

BMTE. **Relatório de Impacto Ambiental: dezembro de 2014**. [S.l.]: BMTE, 2014. Disponível em: <https://www.bmte.com.br/wp-content/uploads/2016/06/RIMA.pdf>. Acesso em: 21 out. 2022.

BORTOLUZZI, S. C. et al. **Avaliação de desempenho econômico-financeiro: uma proposta de integração de indicadores contábeis tradicionais por meio da metodologia multicritério de apoio à decisão construtivista (MCDA-C)**. Revista Alcance, v. 18, n. 2, p. 200–218, 2011.

BRAMMER, STEPHEN BROOKS, CHRIS PAVELIN, **Stephen Corporate Social Performance e Stock Returns: Uk Evidence from Disaggregate Measures**. Gestão Financeira 35(3). Fevereiro de 2006.

BRASIL. **Resolução nº 351, de 12/11/1998**. Autoriza o Operador Nacional do Sistema Elétrico ONS - a executar as atividades de coordenação e controle da operação de geração e transmissão de energia elétrica nos sistemas interligados. Brasília, DF. Disponível em: <https://www.lexml.gov.br/urn/urn:lex:br:agencia.nacional.energia.eletrica:resolucao:1998-11-12;351>. Acesso em: 27 out. 2022.

BRASIL. Ministério de Economia. **Boletim de Investimentos Estrangeiros, Países Selecionados, nº 1, janeiro a março de 2019, ano 03**. Brasília, DF: Secretaria-Executiva da CAMEX, 2019.

BRASIL. **Lei Nº 10.165, de 27 de dezembro de 2000**. Dispõe sobre a Política Nacional do Meio Ambiente, seus fins e mecanismos de formulação e aplicação, e dá outras providências. Brasília, DF: Diário Oficial da União, 2000. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/16938.htm. Acesso em: 27 out. 2022.

BRASIL. **Lei Nº 14.120, 1º de março de 2021**. Altera a Lei nº 9.991, de 24 de julho de 2000, a Lei nº 5.655, de 20 de maio de 1971, a Lei nº 9.427, de 26 de dezembro de 1996,

a Lei nº 10.438, de 26 de abril de 2002, a Lei nº 10.848, de 15 de março de 2004, a Lei nº 12.111, de 9 de dezembro de 2009, a Lei nº 12.783, de 11 de janeiro de 2013, a Lei nº 13.203, de 8 de dezembro de 2015, e o Decreto-Lei nº 1.383, de 26 de dezembro de 1974; transfere para a União as ações de titularidade da Comissão Nacional de Energia Nuclear (CNEN) representativas do capital social da Indústrias Nucleares do Brasil S.A. (INB) e da Nuclebrás Equipamentos Pesados S.A. (Nuclep); e dá outras providências. Brasília, DF: Diário Oficial da União, 2021.

CAIXA LANÇA LINHA DE CRÉDITO PARA SISTEMAS FOTOVOLTAICOS RESIDENCIAIS E FUNDO ESG. **Istoé Dinheiro**, 2021. Disponível em: <https://www.istoedinheiro.com.br/caixa-lanca-linha-de-credito-para-sistemasfotovoltaicos-residenciais-e-fundo-esg/>. Acesso em: 23 de outubro de 2022.

CAMPOS, A. C. **Setor elétrico requer investimentos de R\$450 bilhões, diz ministro**. Agência Brasil. Brasília, 2019. Disponível em: <https://agenciabrasil.ebc.com.br/economia/noticia/2019-11/setor-eletrico-requerinvestimentos-de-r-450-bilhoes-diz-ministro>. Acesso em: 07 de abril de 2023.

CASTRO, N. **O Financiamento do Setor Elétrico Brasileiro**: o papel do BNDES e as novas tendências. Canal Energia, 2019. Disponível em: [O Financiamento do Setor Elétrico Brasileiro: o papel do BNDES e as novas tendências](#)¹. Acesso em: 20 de outubro de 2022.

CODAMA, R. A.; OLIVEIRA, M. H.G.; SILVA, E. da C.; FERREIRA, P. de O.; SOUZA FRANCISCO, J. R. de. **Relação entre os indicadores econômico-financeiros e o valor adicionado distribuído**: perspectivas de mercado para o setor elétrico brasileiro. VI Seminário Científico do UNIFACIG – 12 e 13 de novembro de 2020, V Jornada de Iniciação Científica do UNIFACIG – 12 e 13 de novembro de 2020. Disponível em: <http://www.pensaracademico.unifacig.edu.br/index.php/semiariocientifico/article/view/2238>. Acesso em: 15 de março de 2023.

COUNCIL OF EUROPEAN ENERGY REGULATORS [CEER]. **Report on Regulatory Frameworks for European Energy Networks**. Brussels, 2019. Disponível em:

<https://www.ceer.eu/documents/104400/-/-/9665e39a-3d8b-25dd-7545-09a247f9c2ff>.

Acesso em: 21 mar. 2023.

CRUZ, A. **Introdução ao ESG: meio ambiente, social e governança**. 2 Ed. São Paulo, 2022.

CRUZ, W. H., MIRANDA, G. J., & RIBEIRO, R. B. (2020). Relação Entre Indicadores Socioambientais e Rentabilidade das Empresas Listadas na B3. **Pensar Contábil**, 22 (78), 31-42.

COMISSÃO DE VALORES MOBILIÁRIOS. **Instrução CVM Nº 586, DE 8 de junho de 2017**: Altera e acrescenta dispositivos à Instrução CVM nº 480, de 7 de dezembro de 2009. Disponível em: <https://conteudo.cvm.gov.br/export/sites/cvm/legislacao/instrucoes/anexos/500/inst586.pdf>.

D`ARAÚJO, R. P. **O setor elétrico brasileiro: uma aventura mercantil**. Brasília: CONFEA, 2009. Disponível em: <https://ecodebate.com.br/pdf/setorseletrico.pdf>. Acesso em: 29 ago. 2022.

DELAJ, I.; TAKAHASHI, S. **Sustainability measurement system**: a reference model proposal. *Social Responsibility Journal*, v.7, n.3, p.438-471, 2011

DERWALL, J., BAUER, R., GUENSTER, N., & KOEDIJK, K. G. (2004). **The eco-efficiency premium puzzle**. *Financial Analysts Journal*, 61, 51-63.

ECCLES, R., AND M. KASTRAPELI. **“The Investing Enlightenment: How Principle and Pragmatism Can Create Sustainable Value through ESG.”** State Street Corp. 2017.

ECCLES, R.; IOANNOU, I.; SERAFEIM, G. **The Impact of Corporate Sustainability on Organizational Processes and Performance**. *Management Science*, v. 60, n. 11, p. 2835-2857, nov. 2014.

EDMANS, A. (2011). **Does the stock market fully value intangibles? Employee satisfaction and equity prices.** Journal of Financial Economics, 101(3), 621–640.

EL GHOUL, S., O. GUEDHAMI, C. KWOK E R. MISHRA. "A **responsabilidade social corporativa afeta o custo do capital?**" Jornal de Finanças e Bancos 35 (9): 2388-2406. 2011.

EMISSIONS GAP REPORT 2021. **Organização das Nações Unidas (ONU), 2021.** Disponível em: <https://wedocs.unep.org/bitstream/handle/20.500.11822/36990/EGR21.pdf>. Acesso em: 20 de outubro de 2022.

EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA. **Balço energético nacional.** Brasília, DF: EPE, 2022. Disponível em: <https://www.epe.gov.br/sites-pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/PublicacoesArquivos/publicacao-675/topico-638/BEN2022.pdf>. Acesso em 14 mar. 2023.

ERHEMJAMTS, O., LI, Q., & VENKATESWARAN, A. **Responsabilidade social corporativa e seu impacto na política de investimento das empresas, estrutura organizacional e desempenho.** Journal of Business Ethics, 118, 2013.

EUROPEAN COMISSION. **A European Green Deal: striving to be the first climate-neutral continente.** [S.l.]: EC, 2020. Disponível em: https://ec.europa.eu/info/strategy/priorities-2019-2024/european-green-deal_en#documents. Acesso em: 13 mar. 2023.

FATEMI, A., GLAUM, M., & KAISER, S. **Desempenho do ESG e valor firm: O papel moderador da divulgação.** Jornal Global de Finanças. 2017.

FLAMMER, CAROLINE. **A responsabilidade Social Corporativa leva a um desempenho financeiro superior? Uma Abordagem de Descontinuidade de Regressão,** Ciência da Gestão, 61, (11), 2549-2568, 2015.

FLORINI, A; SALEEM, S. **Information Disclosure in Global Energy Governance**. Global Policy, v. 2, special issue, sep. 2011.

FROYEN, RICHARD T. **Macroeconomia: Teoria e Aplicações**. Tradução: Cecília Camargo Bartalotti. 2ª ed. – São Paulo: Saraiva, 2013.

GIESE, GUIDO G., LEE, LINDA-ELING, MELAS, DIMITRIS, NAGY, ZOLTÁN & NISHIKAWA, LAURA. **Foundations of ESG Investing: How ESG Affects Equity Valuation, Risk, and Performance**. The Journal of Portfolio Management. Julho, 2019.

GILLAN, S., HARTZELL, J., KOCH, A., & STARKS, L. **Escolhas, Desempenho e Desempenho ambiental, social e de governança das empresas**. Motivação Gerencial. Trabalho inédito, Texas Tech University e University of Texas em Austin, 2010.

GLOBAL REPORTING. **Caderno GRI 101: fundamentos**. [S.l.: s.n.], 2016. 6 p. Disponível em: <https://www.globalreporting.org/media/wtafl4tw/a-short-introduction-to-the-gristandards.pdf>. Acesso em: 10 jul. 2022

GLOBAL REPORTING. **Sustainability Disclosure Database, Data Legend**. [S.l.]: GRI, 2020. Disponível em: <https://www.globalreporting.org/media/m22dl3o0/gri-data-legendsustainability-disclosure-database-profiling.pdf>. Acesso em: 25 jul. 2022.

GOMPERS, P. A., ISHII, J. L., & METRICK, A. (2003). **Corporate governance and equity prices**. Quarterly Journal of Economics, 118, 108–155.

GREGORY, A., R. THARYAN E J. WHITTAKER. **"Responsabilidade Social Corporativa e Valor Firme: Desagregando os efeitos sobre o fluxo de caixa, risco e crescimento"**. Revista de Ética Empresarial 124 (4): 633-657. 2014.

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

HOEPNER, A. G. F., M. REZEC, AND K. S. SIEGL. **“Does Pension Funds’ Fiduciary Duty Prohibit the Integration of Environmental Responsibility Criteria in**

Investment Processes?: A Realistic Prudent Investment Test.” Available at SSRN: <https://ssrn.com/abstract=1930189> or <http://dx.doi.org/10.2139/ssrn.1930189>. 2017.

HONG, H., AND M. KACPERCZYK. “**The Price of Sin: The Effects of Social Norms on Markets.**” *Journal of Financial Economics* 93 (1): 15–36. 2009.

HORVÁTHOVÁ, E. **O desempenho ambiental afeta o desempenho financeiro? Uma meta análise.** *Economia Ecológica* 70(1): 52-59. 2010.

ISKANDAR, S. The Sectorial impact of ESG on Financial Performance of Firms in Emerging Countries. **The Faculty of Business Administration and Economics at Notre Dame University-Louaize**, jun. 2019.

ISTO É DINHEIRO. **Entenda como a EDP virou sinônimo de ESG no Brasil**, 2021. Disponível em: <https://www.istoedinheiro.com.br/entenda-como-a-edp-virou-sinonimo-de-esg-no-brasil/>. Acesso em: 25 de abril de 2023.

JANNUZZI P. de M. **Construção de uma escala sócio-ocupacional: notas metodológicas.** *Revista Brasileira de Estatística*, Rio de Janeiro, v. 60, n. 2, p. 7-24, jul./dez. 1999.

JEREMY GALBREATH. **Estratégia de responsabilidade social corporativa: Opções estratégicas, considerações globais.** *Corporate Governance International Journal of Business in Society* 6(2), março de 2006.

KHAN, M.H.U.Z.; HALABI, também conhecido como. Samy, M. **Corporate social responsibility (CSR) reportando: Um estudo de empresas bancárias selecionadas em Bangladesh.** *Soc. Responsib. J.* 2009, 5, 344-357.

LI, Z. CHEN, Z.; LUI, T.T.S.; CHU, S.K.W. **O Impacto do Capital Intelectual nas Performances das Empresas: Um Estudo Baseado em Vencedores do Prêmio MAKE e Empresas Vencedoras de Prêmios Não-MAKE.** Em Processo da ConfeInternacional de Gestão do Conhecimento, Viena, Áustria, 10 a 11 de outubro de 2016.

MANRIQUE, S., & MARTÍ-BALLESTER, C. (2017). **Analyzing the effect of corporate environmental performance on corporate financial performance in developed and developing countries**. *Sustainability*, 9, 1–30.

MCGUIRE, J. SUNDGREN, A. & SCHNEEWEIS, T. "Responsabilidade social corporativa e desempenho financeiro firme", *A Academia de Revista De Gestão* 31(4), 854-72. 1988.

MOREIRA, MARJOEL. **Conheça o setor de energia elétrica**, 2022. Disponível em: <https://www.analisedeacoes.com/acoes/setores/energia-eletrica>. Acesso em: 22 mar. 2023.

NETO, A. A. **Mercado Financeiro**. [S.l.]: Atlas, 2007.

ONS. **Extensão da Rede Básica de Transmissão**. Disponível em: <http://www.ons.org.br/paginas/sobre-o-sin/o-sistema-em-numeros>. Acesso em: 05 nov. 2022.

ONU. (2004). **Who cares wins: Connecting financial markets to a changing world**. Tech. rep., United Nations Global Compact.

PACTO GLOBAL. **Energia & Clima: Grupo Temático**. [S.l.: s.n.], 2019. Disponível em: <https://www.pactoglobal.org.br/storage/solutions/May2019/XWX0cdqQ1jWB3QsXjQg5.pdf> f. Acesso em: 22 mar. 2023.

PLUMLEE, M., BROWN, D., HAYES, R. M., E MARSHALL, R. S. (2015). **Qualidade de divulgação ambiental voluntária e valor firme: Mais evidências**. *Revista de Contabilidade e Políticas Públicas*, 34(4), 336-361.

PRADO, Alexandre. **Análise dos Modelos de Coordenação da Operação Adotados a partir da reestruturação dos sistemas elétricos no mundo**: uma abordagem segundo os quadros de referência da gestão de cadeias de suprimentos. Tese (Doutorado em Engenharia de Produção) - Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2006.

REFINITIV. **Quanto mais felizes os funcionários, maior a valorização das ações no mercado.** Disponível em: <https://www.refinitiv.com/pt/blog/future-of-investing-trading/quanto-mais-felizes-os-funcionarios-maior-a-valorizacao-das-acoes-no-mercado/>

Acesso em: 22 mai. 2023.

RENNEBOOG, L., TER HORST, J., ZHANG, C., **Investimentos socialmente responsáveis: aspectos institucionais, desempenho e comportamento dos investidores.** *Jornal de Bancos e Finanças*, em breve. 2008. A Us SIF Foundation lançou a 13ª edição do Relatório sobre tendências de investimento sustentável e de impacto dos EUA em 16 de novembro de 2020.

ROMERO, R. V. F. S. **A aderência do mercado financeiro às ODS através das práticas ESG: um estudo de caso do Santander Private Banking.** Minas Gerais. 2021

RUEFLI, T., J. COLLINS, AND J. LACUGNA. “**Risk Measures in Strategic Management Research: Auld Lang Syne?**” *Strategic Management Journal* 20 (2): 167–194. 1999.

SABDIN, Beatriz. **Os impactos econômicos do ESG (Environmental, Social and Governance) no mercado financeiro brasileiro.** Rio de Janeiro, 2022.

SAMANEZ, C. P. **Gestão de investimentos e geração de valor.** [S.l.]: São Paulo: Pearson, 2007.

SANTOS, A. **Gestão Estratégica - Conceitos, modelos e instrumentos.** Lisboa: Escolar Editora, 2008.

SCHWAB, Klaus. Davos Manifesto 2020: The Universal Purpose of a Company in the Fourth Industrial Revolution. **World Economic Forum**, 2019. Disponível em <https://www.weforum.org/agenda/2019/12/davos-manifesto-2020-the-universal-purposeof-a-company-in-the-fourth-industrial-revolution/>. Acesso em: 25 nov. 2021.

SERAFAIM, G.; GREWAL, J. ESG Metrics: Reshaping Capitalism? **Harvard Business School**, apr. 2019.

SHAHBAZ, M. et al. **Board attributes, CSR engagement, and corporate performance**: What is the nexus in the energy sector? *Energy Policy*, v. 143, p. 111582, 2020.

SHARPE WILLIAN F.; ALEXANDER, G. J. B. J. V. I. **Investments**. New Jersey: Prentice Hall. 5. ed. [S.l.: s.n.], 1995.

SILVEIRA, Alexandre Di Miceli da. **Governança corporativa no Brasil e no mundo: teoria e prática**. Rio de Janeiro: Elsevier, 2010.

SILVEIRA, Alexandre Di Miceli. **Governança corporativa e estrutura de propriedade**. São Paulo, 2006.

SIQUEIRA, Camilla Lacerda. **Governança corporativa e fator ESG como meios para o impacto social e ambiental no setor empresarial**. Porto Alegre, 2021.

STARKS, L.; VENKAT, P.; ZHU, Q. Corporate ESG Profiles and Investor Horizons. **SSRN Electronic Journal**, 2020.

STUEBS, M.; SUN, L. Corporate governance and social responsibility. **Int. J. Law. Manage.**, v. 57, n. 1, p. 38-52, 2015.

SUBRAMANIAN S., KABRA M., CHOPRA S., YEO J., STRZELINSKA P., HUANG L. **ESG importa - Global**. ESG de A a Z: Uma cartilha global. Bank of America Merrill Lynch. Novembro. 25, 2019.

TARMUJI, I., MAELAH, R., & TARMUJI, N. H. (2016). **The impact of environmental, social and governance practices (ESG) on economic performance**: Evidence from ESG score. *International Journal of Trade, Economics and Finance*, 7, 67–74.

TEIXEIRA, N., AMARO, A. **Avaliação do desempenho financeiro e da criação de valor - um estudo de caso.** Santa Catarina. 2013.

TOLMASQUIM, M. **Novo Modelo do Setor Elétrico Brasileiro.** 2. ed. Rio de Janeiro: Synergia, 2015.

VELTE, P. (2017). **Does ESG performance have an impact on financial performance?** Evidence from Germany. *Journal of Global Responsibility*, 8, 169–178.

ZACCONE, M. C.; PEDRINI, M. ESG Factor Integration into Private Equity. *Sustainability*, v. 12, p. 5725, 2020. <https://doi.org/10.3390/su12145725>.

ZHAO, CHANGHONG; GUO, YU; YUAN, JIAHAI; WU, MENGYA; LI, DAIYU; ZHOU, YIOU; KANG, JIANGANG. **ESG and Corporate Financial Performance:** Empirical Evidence from China's Listed Power Generation Companies. *Sustainability*. Julho, 2018.