PONTIFÍCIA UNIVERSIDADE CATÓLICA DO RIO DE JANEIRO

Uma Análise Comparativa dos Modelos de Markowitz e Black-Litterman na Avaliação de Ativos ESG no Contexto do Mercado Brasileiro: Estudo de Caso de ITSA4 e NTCO3 em 2024

Beatriz de Almeida Carvalho

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

CENTRO DE CIÊNCIAS SOCIAIS - CCS

DEPARTAMENTO DE ADMINISTRAÇÃO

Graduação em Administração

Rio de Janeiro, novembro de 2024

Beatriz de Almeida Carvalho

Uma Análise Comparativa dos Modelos de Markowitz e Black-Litterman na Avaliação de Ativos ESG no Contexto do Mercado Brasileiro: Estudo de Caso de ITSA4 e NTCO3 em 2024

Trabalho de Conclusão de Curso

Trabalho de Conclusão de Curso, apresentado ao curso de graduação em Administração da PUC-Rio como requisito parcial para a obtenção do título de Bacharel em Administração.

Orientador: André Cabús Klötzle

Rio de Janeiro

Novembro de 2024

Agradecimentos

“Sou uma parte de tudo aquilo que encontrei no meu caminho.” – Alfred Tennyson.

Este trabalho é fruto de uma caminhada que não percorri sozinha, e sou extremamente grata a todos que, de diferentes maneiras, contribuiriam para sua conclusão.

Em primeiro lugar, agradeço aos meus pais, Rubem e Denise. Meu pai, Rubem, que me ensinou a importância da lógica, da determinação e de impor minhas certezas. Com ele, aprendi que o conhecimento é o que nos permite alcançar o topo. Minha mãe, Denise, por me lembrar que, assim como as estrelas, a vida tem seus ciclos, e que devemos agir tanto pela razão quanto pelo coração. A vocês dois, devo tudo o que sou e que o ainda serei.

À Scheilla, minha madrasta, que se tornou uma extensão da minha família, sempre presente com sua generosidade, abrindo seu mundo para mim, e ao Fernandinho, meu irmão, que trouxe para minha vida o valor da cumplicidade desde que chegou.

Aos meus avós, Edyr e Jefferson, que, com todo o carinho e dedicação, sempre moveram o mundo por mim. Cada momento com vocês me transformou como pessoa, e espero carregar em mim ao menos um pouco da bondade que vocês dedicaram à nossa família.

Por fim, agradeço às minhas melhores amigas Marcela, Bárbara e Bruna, que são mulheres incríveis, fortes e inteligentes, e me ensinaram o verdadeiro significado de amizade. Com vocês, aprendi o que é ter um apoio incondicional em todos os momentos.

Resumo

De Almeida Carvalho, Beatriz. Uma Análise Comparativa dos Modelos de Markowitz e Black-Litterman na Avaliação de Ativos ESG no Contexto do Mercado Brasileiro:
Estudo de Caso de ITSA4 e NTCO3 em 2024. Rio de Janeiro, 2024. 25p. Trabalho de Conclusão de Curso – Departamento de Administração. Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro.

O presente trabalho analisa o impacto da incorporação de critérios ESG (Environmental, Social and Governance) nos modelos de otimização de portfólio, comparando a teoria de Markowitz e o modelo de Black-Litterman. Com a crescente relevância dos investimentos sustentáveis, observa-se uma tendência entre investidores a incorporar fatores ESG em suas decisões, desafiando abordagens tradicionais de otimização. A aplicação dessas teorias é investigada na construção de portfólios eficientes que equilibram retorno financeiro e responsabilidade socioambiental, com foco nos ativos Itaúsa (ITSA4) e Natura (NTCO3) no mercado brasileiro. A metodologia utiliza dados históricos e projeções de mercado, a fim de destacar oportunidades e desafios na adoção de critérios ESG em 2024 no Brasil.

Palavras-chave: ESG, Otimização, Portfólio, Markowitz, Black-Litterman, ITSA4, NTCO3.

Abstract

De Almeida Carvalho, Beatriz. Comparing Markowitz and Black-Litterman Models through the Lens of ESG in the Brazilian Market. Rio de Janeiro, 2024. 25p. Trabalho de Conclusão de Curso – Departamento de Administração. Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro.

This paper analyzes the impact of incorporating ESG (Environmental, Social, and Governance) criteria into portfolio optimization models by comparing Markowitz's theory with the Black-Litterman model. Given the growing importance of sustainable investments, there is a notable trend among investors to integrate ESG factors into their decisions, challenging traditional optimization approaches. The application of these theories is examined in constructing efficient portfolios that balance financial returns and socio-environmental responsibility, focusing on the assets Itaúsa (ITSA4) and Natura (NTCO3) within the Brazilian market. The methodology employs historical data and market projections to highlight opportunities and challenges in adopting ESG criteria in Brazil in 2024.

Key-words: ESG, Optimization, Portfolio, Markowitz, Black-Litterman, ITSA4, NTCO3*.*

Sumário

1 . Introdução 1

2 . Referencial Teórico 4
2.1. Critérios ESG na transformação do Mercado Financeiro 4
2.2. Desempenho Financeiro e Critérios ESG: Evidências na Literatura 5
2.3. Teoria de Markowitz: Fronteira Eficiente e Limitações para o ESG 6
2.4. Modelo Black-Litterman: Flexibilidade na Incorporação de Variáveis ESG 7
2.5. Índice de Sharpe: Medindo Retorno Ajustado ao Risco 8
2.5.1. Aplicabilidade do Índice de Sharpe para Investimentos ESG 9
2.5.2. Contribuições do Índice de Sharpe para Investidores Sustentáveis 10
2.6. ESG no Contexto Brasileiro: Desafios e Implicações para a Alocação de Ativos 11
2.7. Estudo de Caso: Itaúsa e Natura como Exemplos de Ativos ESG no Brasil 12

3 . Metodologia 14

4 . Apresentação e análise dos resultados 18
4.1. Fronteira Eficiente - Modelo de Markowitz 18
4.2. Fronteira Eficiente - Modelo Black-Litterman 19
4.3. Comparação das Fronteiras Eficientes: Markowitz vs Black-Litterman 21

5 . Conclusões 23

Referências Bibliográficas 24

1. Introdução

Nos últimos anos, o conceito de investimento responsável, representado pelos critérios ESG (Environmental, Social, and Governance), tem ganhado relevância significativa no mercado financeiro global. O ESG representa um conjunto de padrões e boas práticas voltados à promoção da sustentabilidade, responsabilidade social e governança corporativa, permitindo que os investidores avaliem não apenas o desempenho financeiro de uma empresa, mas também seu comprometimento com práticas sustentáveis. Considerando esses aspectos, o ESG pode ser implementado tanto internamente, estruturalmente na gestão da empresa, quanto externamente, funcionando como critério analítico para investidores comprometidos com práticas sustentáveis. (Ribeiro, 2022; Lee & Faff, 2009).

O ESG compreende três pilares fundamentais:

- Ambiental (Environmental): Práticas de governança da empresa que promovem a conservação do meio ambiente, incluindo políticas voltadas ao uso responsável de recursos naturais, gestão de resíduos e redução de emissões de carbono.
- Social (Social): Critérios sociais relacionados ao impacto e envolvimento da empresa com a na comunidade e seus colaboradores, abrangendo aspectos como condições de trabalho e engajamento com stakeholders.
- Governança (Governance): Forma de gestão empresarial focada na transparência e ética organizacional, assegurando práticas como prevenção à corrupção.

A crescente relevância dos critérios ESG reflete a mudança de perspectiva dos investidores, que tem buscado integrar preocupações socioambientais e de governança corporativa às suas decisões de alocação, movendo-se além da maximização do retorno financeiro. O desafio reside na incorporação eficaz desses fatores em modelos tradicionais de otimização de portfólio.

A teoria clássica de Markowitz desenvolvida na década de 1950, representa um marco no desenvolvimento da alocação de ativos ao introduzir o conceito de fronteira eficiente. Fundamentada na relação entre risco e retorno, a abordagem sugere ser possível maximizar o retorno esperado de uma carteira para um dado nível de risco ou, alternativamente, minimizar o risco para um retorno esperado. Este modelo baseado em princípios estatísticos e financeiros, pressupõe que os retornos de ativos seguem uma distribuição normal e que os investidores são racionais, buscando sempre a maximização de sua utilidade esperada. (Markowitz, 1952). No entanto, essa abordagem tradicional apresenta limitações ao depender estritamente de dados históricos para estimar previsões futuras de desempenho dos ativos, com isso, ignorando eventos atípicos e mudanças estruturais que podem afetar a dinâmica dos mercados. (Fabozzi et al., 2002)

Por outro lado, o modelo de Black-Litterman desenvolvido nos anos 1990, propõe uma alternativa inovadora ao permitir a incorporação de expectativas subjetivas sobre retornos futuros. Tornando o modelo especialmente adequado para ativos que seguem fatores ESG, cujos impactos são mais complexos de prever com base apenas em dados históricos (Black & Litterman, 1992). Dessa forma, o método facilita uma análise mais ampla e adaptada a fatores que tendem a influenciar o mercado em horizontes temporais mais extensos e incertos.

Este estudo investiga a aplicabilidade dos modelos de Markowitz e Black-Litterman na construção de portfólios eficientes que equilibrem retorno financeiro e responsabilidade socioambiental Para esse propósito, utiliza-se os ativos brasileiros Itaúsa (ITSA4) e Natura (NTCO3) como exemplos de aplicação, sendo ambos reconhecidos por sua robustez em práticas de governança corporativa, sustentabilidade e responsabilidade social. Ao explorar os ativos, será demonstrado como os critérios ESG podem ser estrategicamente incorporados no processo de alocação de portfólios, não apenas visando a maximização de retornos financeiros, mas também promovendo impacto positivo em resposta aos desafios pela busca da sustentabilidade ética no contexto do mercado financeiro brasileiro em 2024.

O artigo encontra-se estruturado, primeiramente, realizando uma análise comparativa dos critérios ESG ao visar uma otimização de um portfólio tanto na

Teoria de Markowitz quanto no Modelo de Black-Litterman. Na aplicação seguindo o modelo de Markowitz, consideram-se os retornos históricos dos ativos que seguem práticas sustentáveis, juntamente com a volatilidade e a correlação entre esses ativos. Já no modelo de Black-Litterman permite ajustar as alocações de portfólio, incorporando tanto os retornos históricos quanto as expectativas de mercado e as opiniões de especialistas sobre o comportamento futuro desses ativos.

Na segunda seção, são abordadas as especificidades acerca do contexto brasileiro, caracterizado por sua condição de mercado emergente, além de um conjunto único de fatores econômicos e sociais que impactam diretamente a aplicação implementação de modelos financeiros que incorporam critérios ESG. Em particular, destaca-se a crescente pressão regulatória no Brasil, que vem se alinhando a práticas globais de ESG, impulsionada por políticas de sustentabilidade e compromissos internacionais.

Em seguida, são examinados os setores e discrepâncias nas práticas de governança e sustentabilidade, destacando que a implementação de políticas ESG varia substancialmente entre os setores econômicos. Setores com maior intensidade de uso de recursos naturais, como a energia e manufatura, enfrentam desafios ambientais e sociais mais complexos, enquanto setores de serviços tendem a apresentar um impacto ambiental relativamente reduzido. Essa distinção gera uma disparidade na adoção de práticas sustentáveis, refletindo-se nas diferentes performances dos ativos ESG em cada setor.

2. Referencial Teórico

2.1. Critérios ESG na transformação do Mercado Financeiro

A incorporação dos critérios ESG (Environmental, Social, and Governance) no mercado financeiro reflete uma mudança significativa na análise de ativos. Essa mudança é impulsionada pela crescente pressão de stakeholders e investidores institucionais, com intuito de integrar retorno financeiro com impacto socioambiental positivo (Eccles et al., 2014). A sustentabilidade empresarial, conforme definida pelos critérios ESG, está associada ao gerenciamento de riscos e identificação de oportunidades vinculadas a questões ambientais, relações sociais e práticas de governança, destacando-se como uma medida holística de desempenho corporativo.

O Principles for Responsible Investment (PRI) enfatiza que os critérios ESG são fundamentais para avaliar como as organizações abordam riscos e oportunidades socioambientais, alinhando-se aos objetivos de investidores de longo prazo interessados em mitigar potenciais riscos futuros (UN PRI, 2022). Esta abordagem orientada à sustentabilidade contribui para a resiliência financeira e operacional das empresas, proporcionando uma visão mais ampla do impacto de práticas empresariais sobre a sociedade e o meio ambiente.

Conforme destacado por Jagannathan et al. (2017), empresas que investem em ESG tendem a ter menor exposição a riscos, adaptando-se de forma mais eficaz não somente a novas crises ambientais, mas também a novas regulamentações, avanços tecnológicos e mudanças nas preferências dos consumidores. Estudos sobre bancos em economias emergentes reforçam esta correlação, demonstrando que atividades alinhadas aos princípios ESG detêm uma relação positiva com o valor de mercado, o Retorno sobre Ativos (ROA) e o Retorno sobre Patrimônio Líquido (ROE) (Azmi et al., 2021). Adicionalmente, é também levantado que o desempenho elevado em ESG aumenta a valorização da empresa, em parte devido à melhoria na comunicação com stakeholders, fortalecendo a percepção de valor corporativo.

2.2. Desempenho Financeiro e Critérios ESG: Evidências na Literatura

O desempenho financeiro de investimentos sustentáveis tem sido amplamente discutido na literatura técnica. Em uma análise conduzida por Fried, Bush e Bassen (2015), que revisou mais de 2.000 estudos empíricos e teóricos, destacou-se a reação entre a maioria dessas práticas ESG e o retorno financeiro. Publicado no Journal of Sustentainble Finance & Investment, esse estudo reforça a ideia de que práticas sustentáveis podem coexistir com a geração de valor econômico, desmistificando a ideia de que a sustentabilidade necessariamente compromete a lucratividade.

Giese et al. (2019), em sua pesquisa publicada pelo MSCI (Morgan Stanley Capital International), exploram essa dinâmica ao demonstrar que que empresas com sólidos critérios ESG tendem a apresentar menor risco idiossincrático, ou seja, riscos específicos que afetam exclusivamente a empresa. Além disso, esses estudos observaram uma melhor performance de mercado em comparação com empresas sem políticas de sustentabilidade. Dessa forma, Giese e seus colegas consolidaram a tese de que tais práticas além de oferecerem resiliência financeira, também potencialmente aumentam a atratividade das empresas para investidores que buscam estabilidade a longo prazo.

Adicionalmente, o relatório de sustentabilidade do Morgan Stanley Institute for Sustainable Investing (2019) analisou o desempenho de fundos sustentáveis, com dados que apresentaram melhor performance em períodos de alta volatilidade, como na pandemia de COVID-19. Evidenciando a resistência de investimentos ESG em contextos de crise, o que destaca o valor estratégico de práticas sustentáveis para gerenciar riscos sistêmicos.

No contexto brasileiro, Borges (2021) destaca que a regulação local, além de promover transparência, é vista como um fator que aumenta o apelo do Brasil para investidores internacionais interessados em critérios ESG. Esses elementos compõem um cenário onde a aderência a práticas de sustentabilidade pode ser um diferencial competitivo no mercado brasileiro.

2.3. Teoria de Markowitz: Fronteira Eficiente e Limitações para o ESG

A teoria de portfólio moderno, proposta por Markowitz (1952), estabeleceu os fundamentos quantitativos para a diversificação de ativos com o objetivo de maximizar o retorno ajustado ao risco. Com base em modelos matemáticas, Markowitz introduziu o conceito de fronteira eficiente que se tornou uma ferramenta fundamental para a gestão de portfólios, permitindo que investidores identifiquem combinações ideais de ativos que maximizem o retorno para um dado nível de risco. No entanto, conforme apontado poro Fabozzi et al. (2002), reconhecidos acadêmicos em finanças e autores do Handbook of Portfolio Management, a aplicação prática da teoria enfrenta limitações, especialmente no contexto de variáveis qualitativas como os critérios ambientais, sociais e de governança (ESG).

Essa dependência dos dados históricos limita a aplicabilidade da teoria de Markowitz para ativos com características de longo prazo, que envolvem fatores intangíveis e, em algumas ocasiões, variáveis não financeiras. Além disso, o modelo parte da suposição de que os retornos dos ativos seguem uma distribuição normal e que os investidores são racionais, o que não representa com exatidão a dinâmica complexa dos mercados financeiros atuais. Conforme destacado por Meucci (2005), pesquisador na área de análise quantitativa e de otimização de portfólios, essas premissas simplificadas subestimam a volatilidade e os choques que podem ocorrer nos mercados financeiros, especialmente em segmentos que incorporam princípios ESG.

Essa lacuna é discutida por Dorfleitner et al. (2015) em seu estudo Socially Responsible Investing: A Survey of the Academic Literature, no qual revisam a compatibilidade entre critérios ESG e a teoria financeira tradicional. Eles argumentam que modelos clássicos, como o de Markowitz, precisam de ajustes para capturar adequadamente os riscos e retornos específicos dos ativos ESG. O estudo ressalta a natureza intangível e de longo prazo dos critérios ESG, muitas vezes fora do escopo das métricas convencionais, e defende que esses fatores devem ser considerados para uma análise de risco mais completa e alinhada à sustentabilidade financeira.

2.4. Modelo Black-Litterman: Flexibilidade na Incorporação de Variáveis ESG

O modelo Black-Litterman desenvolvido por Fischer Black e Robert Litterman na década de 1990, é amplamente reconhecido como uma evolução do modelo de Markowitz, principalmente devido à sua capacidade de integrar as expectativas subjetivas dos investidores. Diferente da abordagem de Markowitz, que se baseia exclusivamente em retornos históricos e volatilidades, o modelo Black-Litterman introduz uma maior flexibilidade ao incorporar variáveis qualitativas e expectativas de mercado, possibilitando uma abordagem de alocação mais dinâmica, ajustada as preferencias e visões dos investidores, o que é especialmente relevante em contextos de incerteza e transformação como o mercado de investimentos ESG.

Em sua formulação original, Black e Litterman (1992) propuseram um método que combina os retornos de equilíbrio de mercado com as previsões individuais de investidores, permitindo a construção de um modelo de alocação que incorpora visões personalizadas sobre o desempenho esperado dos ativos, oferecendo um contraponto ao modelo clássico de Markowitz, que não leva em consideração as opiniões dos investidores sobre o cenário futuro.

He e Litterman (1999) avançam nessa discussão ao apontar que a flexibilidade do modelo o torna particularmente adequado para a gestão ativos com características ESG. Eles então observam que, ao permitir a inclusão de projeções subjetivas e visões de mercado, o modelo é capaz de capturar aspectos intangíveis dos ativos ESG, como o impacto de regulamentações futuras ou mudanças nas preferências dos consumidores por práticas sustentáveis.

A literatura sobre investimentos sustentáveis destaca essa adaptabilidade como uma vantagem estratégica, visto que os impactos ambientais, sociais e de governança nem sempre são refletidos em dados passados, mas exercem influência significativa no desempenho de um portfólio no longo prazo. Desse modo, o modelo se apresenta como uma alternativa promissora para alocar ativos ESG de maneira personalizada e alinhada às expectativas de mercado.

Meucci (2005), em Risk and Asset Allocation, explora a aplicabilidade do modelo Black-Litterman no contexto ESG, destacando sua capacidade de combinar retornos de equilíbrio com previsões ajustadas. O autor argumenta que, ao incorporar previsões futuras e elementos subjetivos, o modelo se torna mais robusto para analisar ativos influenciados por fatores externos, como mudanças nas regulamentações ambientais e nas preferências sociais. Essa abordagem é vantajosa para investidores que desejam alocar recursos em ativos ESG, uma vez que o modelo possibilita a inclusão de variáveis que antecipam mudanças no comportamento do consumidor e nas políticas de sustentabilidade.

Giese et al. (2019) em "Foundations of ESG Investing: How ESG Affects Equity Valuation, Risk, and Performance", publicado no The Journal of Portfolio Management, reforçam a importância dessa flexibilidade na avaliação de ativos ESG, especialmente em mercados onde as regulamentações e práticas sustentáveis estão em constante evolução. Segundo os autores, o modelo Black-Litterman, ao possibilitar a incorporação de visões de mercado sobre sustentabilidade, adapta-se bem a um contexto no qual os investidores buscam não apenas retornos financeiros, mas também minimizar impactos ambientais e maximizar práticas de governança.

Diante dessas considerações, o modelo Black-Litterman oferece uma abordagem avançada para a alocação de ativos ESG, permitindo ajustes nas carteiras com base em visões subjetivas e fatores sustentáveis emergentes. Ao combinar previsões de mercado com retornos de equilíbrio, o modelo contempla tanto o desempenho passado quanto variáveis futuras, como regulamentações ambientais e preferências sociais. Assim, ele se apresenta como uma alternativa promissora para investidores em ativos ESG, integrando flexibilidade, personalização e alinhamento com as tendências globais de sustentabilidade.

2.5. Índice de Sharpe: Medindo Retorno Ajustado ao Risco

O Índice de Sharpe, desenvolvido por William F. Sharpe (1966), é uma métrica amplamente utilizada para avaliar o desempenho de portfólios ao ajustar o retorno esperado pelo nível de risco assumido. Este índice é calculado pela diferença entre o retorno do portfólio e a taxa de retorno livre de risco, dividida

pelo desvio padrão dos retornos do portfólio. Sua fórmula é expressa pela equação a seguir:

$$\text{Índice de Sharpe} = \frac{(R_p - R_f)}{\sigma_p}$$

onde:

- R_p é o retorno do portfólio;
- R_f é a taxa de retorno livre de risco; e
- σ_p representa o desvio padrão dos retornos do portfólio.

A introdução dessa métrica trouxe uma inovação, ao permitir a comparação entre diferentes portfólios em termos de eficiência no retorno ajustado ao risco, sendo especialmente valioso para investidores que desejam maximizar retornos sem assumir riscos desproporcionais. Um Índice de Sharpe mais alto indica um melhor retorno em relação ao risco assumido, sendo especialmente relevante para a análise de portfólios com diferentes perfis de risco, dado que oferece uma visão balanceada do desempenho, considerando o retorno e a volatilidade.

2.5.1. Aplicabilidade do Índice de Sharpe para Investimentos ESG

Com o crescimento do interesse em investimentos sustentáveis, o Índice de Sharpe consolidou-se como uma ferramenta essencial para a avaliação de portfólios que buscam equilibrar retorno financeiro e impacto sustentável. Nos últimos anos, evidências teóricas sugerem que ativos com pontuações elevadas em critérios ambientais, sociais e de governança (ESG) têm maior potencial de apresentar índices de Sharpe mais altos, o que implica em uma possível redução na volatilidade e maior resiliência em períodos de incerteza econômica.

Estudos recentes reforçam a relação entre pontuações ESG e performance ajustada ao risco. Giese et al. (2019), em análise publicada no Journal of Applied Corporate Finance, sugerem que práticas de sustentabilidade conferem maior robustez a ativos ESG. Este estudo revelou que empresas comprometidas com

critérios ESG tendem a ser mais estáveis durante crises econômicas, devido a um gerenciamento de risco mais sofisticado. A adoção de práticas ESG, além de promover sustentabilidade, também pode reduzir a exposição a riscos operacionais e reputacionais, fatores frequentemente negligenciados por modelos de investimento tradicionais.

Friede et al. (2015), em um amplo estudo publicado no Journal of Sustainable Finance & Investment, consolidam os resultados de mais de 2.000 pesquisas sobre a relação entre ESG e desempenho financeiro. Concluem que a integração de fatores ESG tende não somente a aumentar o retorno ajustado ao risco, mas também a proporcionar resiliência a longo prazo. A pesquisa demonstra que empresas com alta pontuação ESG geralmente enfrentam volatilidade com maior estabilidade, atraindo investidores que buscam impacto social positivo sem comprometer o retorno financeiro.

No contexto dos modelos de Markowitz e Black-Litterman, o Índice de Sharpe desempenha um papel central na seleção de portfólios eficientes. O modelo de Markowitz utiliza o Índice de Sharpe para construir a fronteira eficiente, priorizando portfólios que maximizam o retorno ajustado ao risco. Por outro lado, o modelo de Black-Litterman ajusta o Índice de Sharpe ao incorporar visões de mercado com um peso probabilístico, o que o torna uma ferramenta valiosa para investidores interessados em sustentabilidade.

2.5.2. Contribuições do Índice de Sharpe para Investidores Sustentáveis

O Índice de Sharpe fornece um critério quantitativo fundamental para investidores sustentáveis, permitindo uma análise eficaz da eficiência de suas carteiras ao incorporar práticas ESG. Por meio da sua capacidade de ajustar o retorno ao risco, o índice se mostra valioso para aqueles que buscam conciliar retornos financeiros com um impacto positivo, seja ele ambiental, social ou relacionado à governança corporativa.

2.6. ESG no Contexto Brasileiro: Desafios e Implicações para a Alocação de Ativos

O Brasil, como mercado emergente com uma diversidade econômica e geográfica acentuada, apresenta particularidades que influenciam a aplicação e a eficácia de critérios ESG. A adoção de práticas de sustentabilidade vem crescendo nos últimos anos, motivada tanto por pressões externas, como regulamentações e padrões globais, quanto por demandas internas de stakeholders. Todavia, os setores econômicos do país exibem disparidades significativas em relação ao impacto ambiental e social, o que gera diferentes graus de pressão para a implementação de práticas sustentáveis.

Por exemplo, o setor de energia, que ocupa uma posição central na economia brasileira, mas também responsável por elevadas emissões de carbono, enfrenta uma série de desafios regulatórios que demandam adaptação a políticas ESG mais robustas, dado seu impacto ambiental e os compromissos climáticos assumidos pelo Brasil em fóruns internacionais. Esse movimento está em linha com as metas globais de redução das emissões, que também são adotadas como compromisso no Acordo de Paris.

Em contrapartida, setores como o de serviços, com menor impacto ambiental, enfrentam pressão reduzida para adotar práticas ESG rigorosas. Segundo a Revista Brasileira de Economia (2023), empresas de serviços têm maior flexibilidade para implementar sustentabilidade, gerando diferenças na aplicabilidade dos critérios sustentáveis entre setores. Ainda assim, o setor de serviços é desafiado a adotar governança e responsabilidade social, componentes essenciais da abordagem ESG.

Pesquisas indicam que a implementação de práticas ESG pode trazer uma série de vantagens para empresas brasileiras, sobretudo porque essas práticas demonstram alinhamento com padrões globais de sustentabilidade e atraem, assim, capital estrangeiro. O relatório da United Nations Principles for Responsible Investment (UN PRI, 2022) reforça essa ideia, observando que empresas brasileiras que adotam critérios ESG de forma consistente tendem a atrair investidores estrangeiros que buscam oportunidades sustentáveis em mercados emergentes. No entanto, o Brasil ainda enfrenta desafios estruturais

consideráveis em relação à padronização e transparência nas métricas ESG, o que representa um obstáculo significativo para a eficácia desses critérios na avaliação de riscos e retornos.

Clark et al. (2015) analisam que a falta de padronização nas métricas ESG nos mercados emergentes compromete a comparabilidade entre empresas e setores, o que torna difícil para investidores obterem uma avaliação precisa e confiável do desempenho sustentável das empresas brasileiras. Esse problema de padronização impede uma aplicação eficaz dos critérios ESG no mercado brasileiro, limitando o crescimento e a adoção de práticas sustentáveis em um contexto em que métricas objetivas e comparáveis são essenciais para fundamentar decisões de investimento e promover uma economia mais sustentável.

2.7. Estudo de Caso: Itaúsa e Natura como Exemplos de Ativos ESG no Brasil

No contexto brasileiro, empresas como Itaúsa e Natura têm se consolidado como referências em práticas ambientais, sociais e de governança (ESG), especialmente para investidores que buscam equilíbrio entre retorno financeiro e impacto sustentável. Essas empresas são destacadas na literatura acadêmica e em relatórios de sustentabilidade devido ao seu compromisso com altos padrões de ESG, tornando-se exemplos representativos para análise de investidores focados em práticas éticas e sustentáveis.

Itaúsa (ITSA4), uma das principais holdings de investimento do Brasil, implementa uma rigorosa governança corporativa e responsabilidade social, fatores valorizados por investidores com foco em ESG. Conforme o Relatório de Sustentabilidade da Itaúsa (2023) a empresa prioriza transparência e ética, com políticas de compliance que abrangem auditoria, controles internos e engajamento com stakeholders. Esse compromisso destaca a Itaúsa como um exemplo de como uma governança sólida pode agregar valor aos investidores em contextos voláteis.

Além disso, a holding investe em iniciativas sociais e ambientais, incluindo programas de inclusão e conscientização ambiental em parceria com ONGs, focados em educação e empregabilidade. Tais iniciativas reforçam seu compromisso com as comunidades onde atua, promovendo um impacto positivo duradouro e posicionando a Itaúsa entre as empresas alinhadas com as melhores práticas de sustentabilidade para investidores ESG.

Natura (NTCO3), por sua vez, que é um dos maiores nomes do setor de cosméticos na América Latina, destaca-se pela integração de práticas ESG, tornando-se pioneira em sustentabilidade ambiental no Brasil. Conforme o Relatório Anual de Sustentabilidade da Natura & Co. (2023), a empresa adota um modelo de economia circular, reduzindo desperdícios e promovendo o uso responsável de recursos naturais, especialmente na Amazônia. Suas iniciativas incluem conservação da biodiversidade, uso sustentável de matérias-primas e economia inclusiva, beneficiando comunidades locais e fortalecendo seu compromisso ambiental, reconhecido como diferencial competitivo por investidores ESG.

Além disso, a Natura adota uma abordagem inclusiva para colaboradores, com políticas de diversidade e igualdade de gênero que reforçam seu compromisso social. Esse aspecto é amplamente citado em relatórios de responsabilidade corporativa, posicionando a Natura como um case para análises ESG no Brasil. Suas práticas de impacto positivo no meio ambiente e sociedade tornam a empresa uma opção atraente para portfólios focados em ESG.

Ambas as empresas demonstram, na prática, como os critérios ESG podem ser aplicados de forma abrangente e bem-sucedida, impulsionando tanto a criação de valor econômico quanto a preservação ambiental e o fortalecimento de relações sociais. Em um estudo comparativo, essas empresas permitem avaliar como práticas robustas de sustentabilidade e governança podem influenciar a avaliação de ativos financeiros e a construção de portfólios sob modelos teóricos, como os de Markowitz e Black-Litterman.

3. Metodologia

Para realizar uma análise prática das empresas Itaúsa (ITSA4) e Natura (NTCO3), usando os modelos de otimização de Markowitz e Black-Litterman, precisamos de dados de retorno e risco dos ativos ao longo de um período, assim como um conjunto de dados sobre expectativas de retorno, especialmente para o modelo de Black-Litterman. Abaixo está o esboço do código que permite obter essa análise, usando **Python, via Google Colab**, seguido de uma descrição das análises e da conclusão.

Coleta e preparação dos dados:

```
!pip install yfinance

import yfinance as yf
import numpy as np
import pandas as pd
import matplotlib.pyplot as plt

Baixar dados para ITSA4 e NTCO3
tickers = ["ITSA4.SA", "NTCO3.SA"]
data = yf.download(tickers, start="2024-01-01", end="2024-12-31")['Adj Close']

Calcular retornos diários
returns_daily = data.pct_change().dropna()

Calcular retornos anuais e matriz de covariância anualizada
returns_annual = returns_daily.mean() * 252
cov_matrix_annual = returns_daily.cov() * 252
```

Implementação do modelo de Markowitz:

```
Função de otimização de Markowitz para risco-retorno
def markowitz_optimization(returns, cov_matrix):
num_assets = len(returns)
num_portfolios = 10000
```

```
    results = np.zeros((num_portfolios, 3))
    weights_record = []

    for i in range(num_portfolios):
    weights = np.random.random(num_assets)
    weights /= np.sum(weights)

    portfolio_return = np.dot(weights, returns)
    portfolio_std_dev = np.sqrt(np.dot(weights.T, np.dot(cov_matrix, weights)))

    results[i, 0] = portfolio_return
    results[i, 1] = portfolio_std_dev
    results[i, 2] = results[i, 0] / results[i, 1]  # Sharpe Ratio (assumindo taxa livre de risco = 0)
    weights_record.append(weights)

    results_df = pd.DataFrame(results, columns=["Return", "Volatility", "Sharpe Ratio"])
    return results_df, weights_record
```

Rodar otimização de Markowitz

```
    markowitz_results, markowitz_weights =
    markowitz_optimization(returns_annual.values,
    cov_matrix_annual.values)
```

Encontrar o portfólio ótimo para o modelo de Markowitz

```
    max_sharpe_markowitz =
    markowitz_results.loc[markowitz_results['Sharpe Ratio'].idxmax()]
```

Plotar Fronteira Eficiente - Modelo de Markowitz

```
    plt.figure(figsize=(10, 6))
    plt.scatter(markowitz_results["Volatility"], markowitz_results["Return"],
    c=markowitz_results["Sharpe Ratio"], cmap="viridis")
    plt.colorbar(label="Sharpe Ratio")
    plt.scatter(max_sharpe_markowitz["Volatility"],
    max_sharpe_markowitz["Return"], c="red", marker="*", s=200,
    label="Ótimo Markowitz")
    plt.xlabel("Volatilidade (Risco)")
    plt.ylabel("Retorno")
    plt.title("Fronteira Eficiente - Modelo de Markowitz")
    plt.legend()
    plt.show()
```

Implementação do modelo de Black-Litterman

Configuração do modelo Black-Litterman

```
market_implied_returns = returns_annual.values
P = np.array([[1, -1]])  # Matriz de visão (exemplo: ITSA4 > NTCO3)
Q = np.array([0.02])     # Suposição de performance esperada de ITSA4
sobre NTCO3
omega = np.array([[0.0005]])
tau = 0.025
```

Calcular matriz de covariância ajustada (ajuste Black-Litterman)

```
adjusted_cov = np.linalg.inv(np.linalg.inv(tau * cov_matrix_annual) + P.T
@ np.linalg.inv(omega) @ P)
adjusted_returns = adjusted_cov @ (np.linalg.inv(tau *
cov_matrix_annual) @ market_implied_returns + P.T @
np.linalg.inv(omega) @ Q)
```

Otimização de Markowitz com retornos ajustados pelo modelo Black-Litterman

```
bl_results, bl_weights = markowitz_optimization(adjusted_returns,
cov_matrix_annual.values)
```

Encontrar o portfólio ótimo para o modelo de Black-Litterman

```
max_sharpe_black_litterman = bl_results.loc[bl_results['Sharpe
Ratio'].idxmax()]
```

Plotar Fronteira Eficiente - Modelo Black-Litterman

```
plt.figure(figsize=(10, 6))
plt.scatter(bl_results["Volatility"], bl_results["Return"], c=bl_results["Sharpe
Ratio"], cmap="plasma")
plt.colorbar(label="Sharpe Ratio")
p        lt.scatter(max_sharpe_black_litterman["Volatility"],
max_sharpe_black_litterman["Return"], c="red", marker="*", s=200,
label="Ótimo Black-Litterman")
plt.xlabel("Volatilidade (Risco)")
plt.ylabel("Retorno")
plt.title("Fronteira Eficiente - Modelo Black-Litterman")
plt.legend()
plt.show()
```

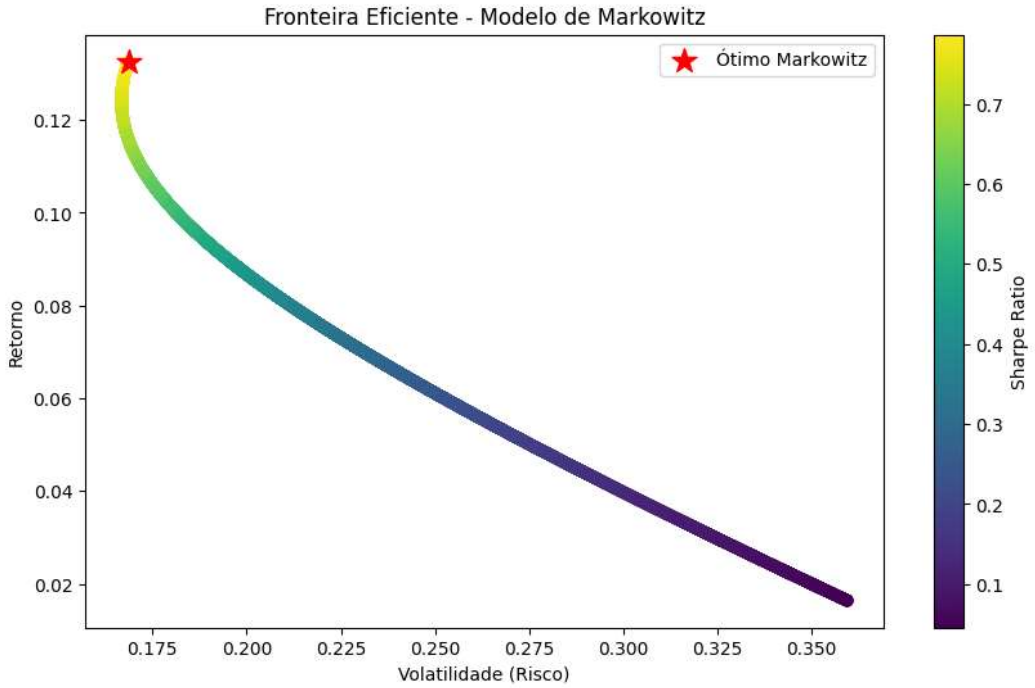
Comparação de Fronteiras Eficientes: Markowitz vs Black-Litterman

```
plt.figure(figsize=(10, 6))
plt.scatter(markowitz_results["Volatility"], markowitz_results["Return"],
c="blue", label="Modelo de Markowitz", alpha=0.5)
plt.scatter(bl_results["Volatility"], bl_results["Return"], c="orange",
label="Modelo Black-Litterman", alpha=0.5)
```

```
plt.scatter(max_sharpe_markowitz["Volatility"],
max_sharpe_markowitz["Return"], c="green", marker="*", s=200,
label="Ótimo Markowitz")
plt.scatter(max_sharpe_black_litterman["Volatility"],
max_sharpe_black_litterman["Return"], c="red", marker="*", s=200,
label="Ótimo Black-Litterman")
plt.xlabel("Volatilidade (Risco)")
plt.ylabel("Retorno")
plt.legend()
plt.title("Comparação das Fronteiras Eficientes: Markowitz vs Black-
Litterman")
plt.show()
```

4. Apresentação e análise dos resultados

4.1.Fronteira Eficiente - Modelo de Markowitz



Observações:

A fronteira eficiente é representada pelos pontos em um gráfico de dispersão, onde o eixo X mostra a volatilidade (risco) e o eixo Y mostra o retorno esperado.

A taxa de Sharpe (relação entre retorno e risco) é representada por uma coloração, onde tons mais claros (amarelo/verde) indicam um melhor retorno ajustado ao risco.

O ponto vermelho marcado com um asterisco (*) representa o portfólio ótimo no modelo de Markowitz, calculado como o portfólio com a maior taxa de Sharpe. Esse ponto indica a alocação de ativos que proporciona o melhor

retorno ajustado ao risco, considerando uma análise puramente quantitativa dos dados históricos de risco e retorno.

Interpretação do Resultado:

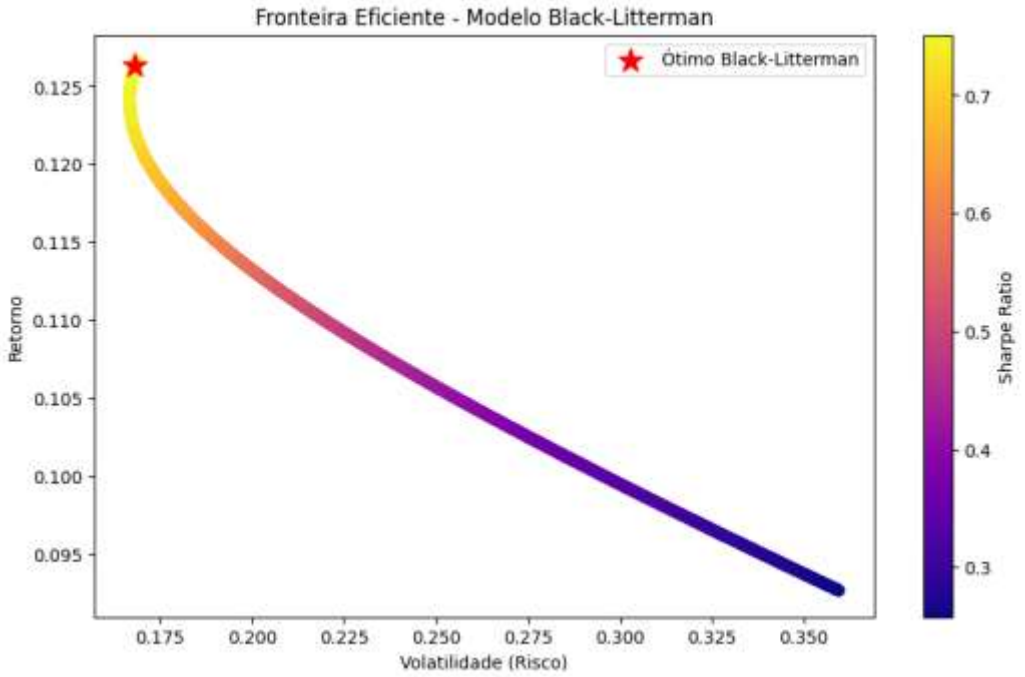
O portfólio ótimo (ponto vermelho) indica que, para o modelo de Markowitz, essa é a combinação ideal de alocação de ITSA4 e NTCO3 que maximiza o retorno esperado ajustado ao risco.

Esse modelo é eficiente para investidores que preferem uma abordagem puramente objetiva, baseando-se em dados históricos de risco e retorno sem incorporar visões qualitativas, como a expectativa de desempenho de ITSA4 com base em práticas ESG.

Conclusão:

O modelo de Markowitz fornece uma análise direta de otimização de portfólio. Contudo, para investidores com preferência por práticas ESG, pode ser limitada pela falta de ajuste para expectativas específicas sobre os ativos.

4.2.Fronteira Eficiente - Modelo Black-Litterman



Observações:

Este gráfico exibe a fronteira eficiente ajustada pelo modelo de Black-Litterman, onde foram incorporadas visões qualitativas (neste caso, uma expectativa de que ITSA4 superará NTCO3).

Assim como no gráfico de Markowitz, a coloração representa a taxa de Sharpe, e o ponto vermelho destacado representa o portfólio ótimo do modelo Black-Litterman.

O portfólio ótimo no modelo Black-Litterman também é determinado pela taxa de Sharpe, indicando a melhor combinação de retorno e risco ajustado, porém considerando as visões incorporadas no modelo.

Interpretação do Resultado:

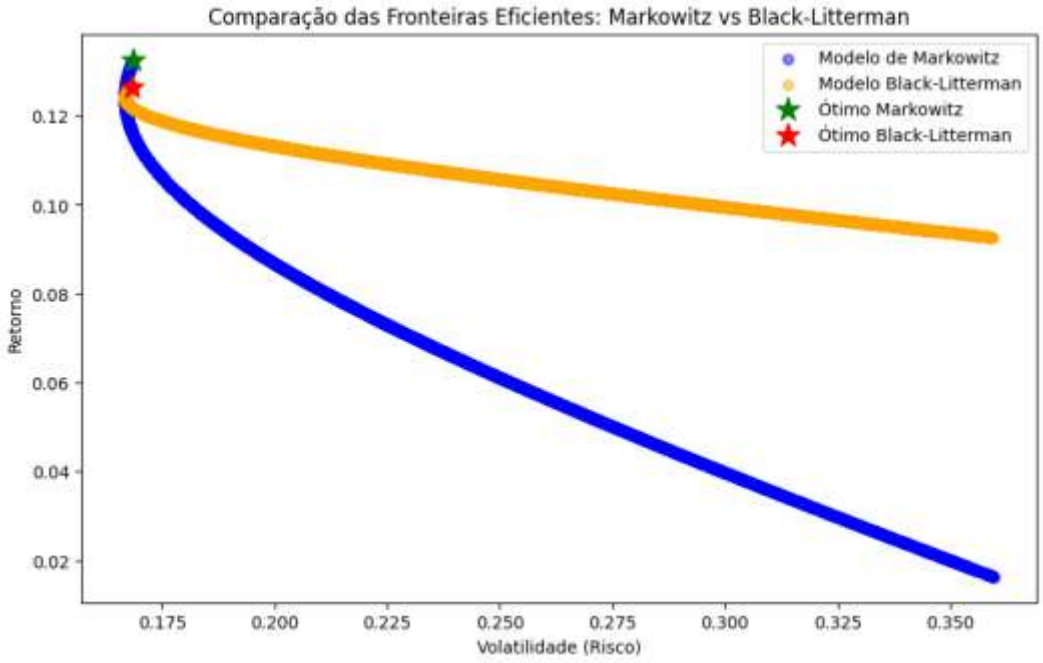
A fronteira eficiente do modelo Black-Litterman pode estar inclinada para retornos mais altos em relação ao risco quando comparada ao modelo de Markowitz, especialmente no caso de alocações com menor risco. Isso reflete o ajuste com base na visão de que ITSA4 terá um desempenho superior.

O ponto ótimo, marcado com um asterisco vermelho, reflete o portfólio que maximiza a taxa de Sharpe dentro das condições de Black-Litterman, capturando a expectativa qualitativa de desempenho para ITSA4.

Conclusão:

O modelo Black-Litterman oferece uma abordagem flexível e mais personalizada, permitindo que os investidores incorporem expectativas futuras (como desempenho superior devido a práticas ESG). Isso o torna ideal para investidores que buscam alocações mais alinhadas com preferências qualitativas, como as práticas de ESG.

4.3. Comparação das Fronteiras Eficientes: Markowitz vs Black-Litterman



Observações:

Este gráfico exibe as duas fronteiras eficientes sobrepostas: azul para o modelo de Markowitz e laranja para o modelo de Black-Litterman.

O ponto verde representa o portfólio ótimo do modelo de Markowitz, enquanto o ponto vermelho representa o portfólio ótimo do modelo Black-Litterman.

Ao comparar as duas fronteiras, observa-se que a fronteira do modelo Black-Litterman (laranja) pode estar moderadamente deslocada para cima, especialmente em áreas de menor volatilidade, indicando um ajuste favorável no retorno esperado para as visões introduzidas.

Interpretação da Comparação:

O comparativo nos mostra que, devido à incorporação da visão de que ITSA4 pode ter um desempenho superior a NTCO3, o modelo Black-Litterman ajusta o retorno esperado de modo a favorecer essa expectativa.

Para os mesmos níveis de risco, a fronteira Black-Litterman pode oferecer um retorno esperado moderadamente maior que o modelo de Markowitz, especialmente em alocações de menor risco, onde ITSA4 é mais ponderada.

O ponto ótimo do modelo Black-Litterman é geralmente mais atrativo para investidores com preferências ESG, pois alinha o portfólio com as expectativas de desempenho futuro de ITSA4.

Conclusão:

A sobreposição das fronteiras evidencia que o modelo Black-Litterman, ao incorporar visões qualitativas, pode resultar em uma alocação mais alinhada às expectativas de sustentabilidade e práticas ESG, apresentando um retorno superior em relação ao mesmo nível de risco.

Esse modelo é o mais indicado quando o investidor deseja uma abordagem personalizada e estratégica, incorporando aspectos ESG na tomada de decisão de alocação.

5. Conclusões

O Modelo de Markowitz permite uma análise direta de otimização de portfólio, apresentando-se como ideal para os investidores que prefiram uma abordagem quantitativa e objetiva, sem a necessidade de ajustar expectativas futuras.

Oferece uma alocação eficiente com base em retornos históricos, podendo ser recomendado para aqueles que priorizam uma análise puramente numérica; contudo, para investidores com preferência por práticas ESG, pode ser limitado pela falta de ajuste para expectativas específicas sobre os ativos.

Por sua vez, o Modelo Black-Litterman oferece uma abordagem flexível e mais personalizada, permitindo ajustes para expectativas específicas futuras, como o desempenho superior de ITSA4, refletindo uma preferência, por exemplo, por práticas ESG.

Torna-se mais recomendado para aqueles investidores que desejam uma visão estratégica, oferecendo alocações mais alinhadas com preferências qualitativas.

Assim, ao analisarmos comparativamente os Modelos de Markowitz e Black-Litterman na Avaliação de Ativos ESG no Contexto do Mercado Brasileiro (Estudo de Caso de ITSA4 e NTCO3 em 2024), observamos que a sobreposição das fronteiras evidencia que o modelo Black-Litterman, ao incorporar visões qualitativas, pode resultar em uma alocação mais alinhada às expectativas de sustentabilidade e práticas ESG, apresentando um retorno superior em relação ao mesmo nível de risco – tornando-se, portanto, mais adequado, pois captura melhor as expectativas de desempenho futuro com base em *insights* qualitativos. Isso permite uma abordagem personalizada e mais alinhada aos valores e estratégias ESG do investidor.

Referências Bibliográficas

AZMI, W.; HASSAN, M. K.; HOUSTON, R.; KARIM, M. S. (2021). ESG activities and banking performance: International evidence from emerging economies

BEBCHUK, L. A.; WEISBACH, M. S. (2010). The State of Corporate Governance Research. *Review of Financial Studies*, 23(3), 939–961.

BLACK, F.; LITTERMAN, R. (1992). Global Portfolio Optimization. *Financial Analysts Journal*, 48(5), 28–43.

BORGES, T. A. (2021). Regulamentação e Investimento Sustentável no Brasil. *Revista de Sustentabilidade e Governança Corporativa*, 12(1), 75–92.

CLARK, G. L.; FEINER, A.; VIEHS, M. (2015). From the Stockholder to the Stakeholder: How Sustainability Can Drive Financial Outperformance. *University of Oxford and Arabesque Partners*.

DORFLEITNER, G.; HALBRITTER, G.; NGUYEN, M. (2015). Measuring the Level and Risk of Corporate Responsibility: An Empirical Comparison of Different ESG Rating Approaches. *Journal of Asset Management*, 16(7), 450–466.

ECCLES, R. G.; IOANNOU, I.;SERAFEIM, G. (2014). The Impact of Corporate Sustainability on Organizational Processes and Performance. *Management Science*, 60(11), 2835–2857.

FABOZZI, F. J.; GUPTA, F.; MARKOWITZ, H. M. (2002). The legacy of modern portfolio theory. *Journal of Investing*, 11(3), 7–22.

FERRELL, A. LIANG, H.; RENNEBOOG, L. (2016). Socially responsible firms. *Journal of Financial Economics*, 122(3), 585–606.

FRIEDE, G.; BUSCH, T.; BASSEN, A. (2015). ESG and Financial Performance: Aggregated Evidence from More than 2000 Empirical Studies. *Journal of Sustainable Finance & Investment*, 5(4), 210–233.

GIESE, G.; LEE, L.; MELAS, D.; NAGY, Z.; NISHIKAWA, L. (2019). *Foundations of ESG Investing: How ESG Affects Equity Valuation, Risk, and Performance*. *The Journal of Portfolio Management*, 45(5), 69-83. Recuperado de https://jpm.pm-research.com/content/45/5/69

HE, G.; LITTERMAN, R. (1999). *The Intuition Behind Black-Litterman Model Portfolios*. *Goldman Sachs Asset Management*. Disponível em https://www.gsam.com/content/gsam/en/Insights/Research/black-litterman-model-portfolios.html

JAGANNATHAN, R.; RAVIKUMAR, A.; SAMMON, M. (2017). Environmental Social and Governance criteria: Why investors are paying attention

MEUCCI, A. (2005). *Risk and Asset Allocation*. Springer. Recuperado de https://www.springer.com/gp/book/9780387008815

Morgan Stanley Institute for Sustainable Investing. (2019). Sustainable Reality: Analyzing Risk and Returns of Sustainable Funds. Disponível em: </https://www.morganstanley.com/content/dam/msdotcom/ideas/sustainable-investing-offers-financial-performance-lowered-risk/Sustainable_Reality_Analyzing_Risk_and_Returns_of_Sustainable_Funds.pdf/>. Acessado em: julho 2024.

MOUTINHO, R; SILVA, R. M. (2024) Investimentos ESG na pandemia da Covid-19: houve desempenhos financeiros e acionários superiores?

OLLI, K. (2021) Impact of ESG on financial performance: empirical evidence from the European market –2019

Relatório de Sustentabilidade Itaúsa. (2023). Itaúsa Relatório Anual de Sustentabilidade. Disponível em: <https://www.itausa.com.br/relato-integrado-e-relatorios-anuais/>. Acesso em: julho 2024.

Relatório Integrado Natura&Co (2023). Disponível em: <https://2023ar.naturaeco.report/documents/82/Relat%C3%B3rio_Integrado_Natura_Co_2023_17.4.pdf/>. Acesso em: julho 2024.

SHARPE, W. F. (1966). Mutual Fund Performance. Journal of Business, 39(1), 119–138.

UN PRI (2022). *Principles for Responsible Investment Annual Report*. Disponível em: </https://dwtyzx6upklss.cloudfront.net/Uploads/b/f/m/pri_annual_report_2022_689047.pdf/>. Acessado em: julho 2024.