

**FUCAPE PESQUISA E ENSINO S/A**

**LUIZ OTÁVIO MONTEIRO MACIEL JÚNIOR**

**QUAL O CUSTO IMPLÍCITO DE INVESTIMENTOS ESG NO  
MERCADO ACIONÁRIO BRASILEIRO?**

**VITÓRIA  
2024**

**LUIZ OTÁVIO MONTEIRO MACIEL JÚNIOR**

**QUAL O CUSTO IMPLÍCITO DE INVESTIMENTOS ESG NO  
MERCADO ACIONÁRIO BRASILEIRO?**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciências Contábeis, da Fucape Pesquisa e Ensino S/A, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Ciências Contábeis e Administração – Nível Profissionalizante.

Orientador: Prof<sup>a</sup>. Dra. Sandrielem S. Rodrigues.

**VITÓRIA  
2024**

**LUIZ OTÁVIO MONTEIRO MACIEL JÚNIOR**

**QUAL O CUSTO IMPLÍCITO DE INVESTIMENTOS ESG NO  
MERCADO ACIONÁRIO BRASILEIRO?**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciências Contábeis da Fucape Pesquisa e Ensino S/A, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Ciências Contábeis e Administração – Nível Profissionalizante.

Aprovada em 28 de novembro de 2024.

**COMISSÃO EXAMINADORA**

**Profa. Dra.: SANDRIELEM DA SILVA RODRIGUES**  
Fucape Pesquisa e Ensino S/A

**Prof. Dr.: VALCEMIRO NOSSA**  
Fucape Pesquisa e Ensino S/A

**Profa. Dra.: JUSCELIANY RODRIGUES LEONEL CORREA**  
Universidade do Estado de Mato Grosso – UNEMAT

## RESUMO

Diversas organizações internacionais têm promovido a adoção de critérios de responsabilidade ambiental, social e de governança (ESG) como princípio para investimentos responsáveis, o que tem influenciado decisões de empresas, investidores e reguladores em diferentes mercados e países. Contudo, o debate quanto a incidência desses princípios sobre o desempenho das carteiras financeiras ainda está em aberto. Este estudo avalia qual o custo implícito para investidores ao optar por carteiras sustentáveis (ESG restritas) em comparação àquelas que priorizam apenas o retorno máximo (não restritas), no mercado brasileiro de ações. O custo é a diferença entre retornos de carteiras eficientes restritas e não restritas em ativos ESG, para o mesmo nível de risco em ambas as carteiras. Realizou-se análise empírica para quatro conjuntos de carteiras de investimentos envolvendo a seleção de ativos que compõem quatro índices do mercado brasileiro de ações, no período de 2014 a 2023. Utilizou-se o modelo de média-variância de Markowitz (1952) para seleção de carteiras de investimento, aprimorado com contribuições posteriores, com destaque à utilização do método de otimização de portfólio multiobjetivo (Carleo et al., 2017), que considera o impacto do ESG no risco e retorno esperado. Os resultados da pesquisa revelam que a preferência absoluta por ativos ESG é bastante severa à rentabilidade dos portfólios em todos os níveis de riscos examinados, exigindo maior necessidade de reconfiguração nas carteiras com alvos de riscos mais baixos. Para os investidores com preferências ESG, mas não absoluta, o estudo revelou que o relaxamento parcial dessa condição restritiva é altamente benéfico, pois o processo de otimização multiobjetivo conseguiu selecionar carteiras mais rentáveis e eficientes, apresentando retornos médios maiores, com menor dispersão, melhores Índices de Sharpe e melhores indicadores de Trade-off ESG. A pesquisa proporcionou o reconhecimento do custo histórico implícito na seleção de ativos ESG, possibilitando ao público interessado mensurar o trade-off entre retorno financeiro esperado e as preferências alocativas de caráter social, ambiental e de governança.

**Palavras-chave:** seleção de carteiras; investimento sustentável (ESG); risco e retorno esperado; otimização de portfólio multiobjetivo.

## ABSTRACT

Several international organizations have promoted the adoption of environmental, social and governance (ESG) responsibility criteria as a principle for responsible investments, which has influenced decisions by companies, investors and regulators in different markets and countries. However, the debate on the impact of these principles on the performance of financial portfolios is still open. This study evaluates the implicit cost for investors when opting for sustainable portfolios (ESG restricted) compared to those that prioritize only maximum return (non-restricted) in the Brazilian stock market. Cost is the difference between returns from constrained and unconstrained efficient portfolios in ESG assets, for the same level of risk in both portfolios. The empirical analysis for four sets of investment portfolios involving the selection of assets that make up four stock market indices from 2014 to 2023 is presented here. Markowitz's (1952) mean-variance model was used to select investment portfolios, improved with subsequent contributions, with emphasis on the use of the multi-objective portfolio optimization method (Carleo et al., 2017), which considers the impact of ESG on risk and expected return. The survey results reveal that the absolute preference for ESG assets is quite detrimental to the profitability of portfolios at all risk levels examined, requiring greater need for reconfiguration in portfolios with lower risk targets. For investors with ESG preferences, but not absolute ones, the study revealed that the partial relaxation of this restrictive condition is highly beneficial, as the multi-objective optimization process was able to select more profitable and efficient portfolios, presenting higher average returns, with less dispersion, better Sharpe Ratios and better ESG Trade-off indicators. The survey provided recognition of the historical cost implicit in the selection of ESG assets, allowing the interested public to measure the trade-off between expected financial return and social, environmental, and governance allocative preferences.

**Keywords:** portfolio selection; sustainable investing (ESG); risk and expected return; multi-objective portfolio optimization.

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1: Fronteira eficiente do portfólio $P_{IBrA}$ .....	<b>Erro! Indicador não definido.</b>
Figura 2: Erro absoluto médio dos modelos de risco .....	42
Figura 3: Matriz de correlação IBrA.....	42
Figura 4: Fronteira eficiente e portfólios otimizados por vértices (ciclo C0).....	47
Figura 5: Portfólios otimizados por vértices (ciclos C0 – C78) .....	56

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Ativos disponíveis a alocação em portfólio .....	39
Tabela 2: Quantidade de ações assinaladas em índices ESG .....	44
Tabela 3: Vértices para a análise do custo implícito ações .....	45
Tabela 4: Resultados vértice 1 (Pmin : $\phi = 26,5\%a.a.$ ).....	49
Tabela 5: Resultados vértice 2 (Pmed : $\phi = 31,5\%a.a.$ ).....	51
Tabela 6: Resultados vértice 3 (Pmax : $\phi = 36,5\%a.a.$ ).....	53

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO .....</b>	<b>9</b>
<b>2 REFERENCIAL TEÓRICO.....</b>	<b>13</b>
2.1 INVESTIMENTOS ESG E SEU IMPACTO NO MERCADO FINANCEIRO .....	13
2.2 BENEFÍCIOS SOCIAIS E CUSTOS PRIVADOS NA ADOÇÃO DE PRÁTICAS ESG .....	15
<b>3 METODOLOGIA .....</b>	<b>28</b>
3.1 MODELO MV-ESG.....	28
3.2 BASE DE DADOS E PROCEDIMENTOS .....	35
<b>4 ANÁLISE RISCO-RETORNO .....</b>	<b>41</b>
4.1 ANÁLISE DE RESULTADOS.....	48
<b>5 CONCLUSÃO .....</b>	<b>59</b>
<b>APÊNDICE A – RESUMO DAS VARIÁVEIS .....</b>	<b>66</b>
<b>APÊNDICE B – RELATÓRIO DE RESULTADO DOS PORTFÓLIOS OTIMIZADOS PARA O CICLO C0 .....</b>	<b>71</b>

## Capítulo 1

### 1 INTRODUÇÃO

Nas últimas décadas, temas que tratam sobre a responsabilidade ambiental, social e governança (ESG, termo em inglês) tem adquirido importância, seja no âmbito de decisões de investimento (BlackRock Inc., 2020), no reporte de ações de sustentabilidade das companhias ao mercado (Li et al., 2023) ou nas agendas dos agentes reguladores (Lykkesfeldt & Kjaergaard, 2022).

Esta tendência tem se impulsionado por vários fatores como a crescente sensibilização e preocupação às questões de sustentabilidade (Cerulli Associates Inc., 2024; KPMG International Limited, 2023; BlackRock Inc., 2020), o reconhecimento do impacto dos fatores ESG no desempenho das empresas (Widyawati, 2020; Friede et al., 2015) e o aumento da procura por parte dos investidores em investimentos que buscam gerar impacto social e ambiental positivo juntamente com retornos financeiros (Global Sustainable Investment Alliance, 2020).

Apesar do interesse por ativos ESG crescer globalmente, ainda está aberto o debate acadêmico sobre o desempenho de empresas e de fundos de investimentos que consideram práticas ESG, havendo divergência entre os resultados encontrados (Friede et al., 2015).

Nessa linha, há um grupo de estudos (Zhou et al., 2022; Budsaratragoon & Jitmaneeroj, 2021; Yoon et al., 2018; Russo & Fouts, 1997) que demonstram a existência de uma associação positiva entre a implementação de práticas ESG e um desempenho financeiro superior no longo prazo.

Esses resultados estão atrelados ao fato das empresas com forte desempenho ESG terem custos de capital mais baixos e estarem menos expostas ao risco sistemático (Zhou et al., 2022; Budsaratragoon & Jitmaneeoj, 2021; Khan et al., 2016). Adicionalmente, esses estudos mostraram que empresas com forte desempenho ESG podem capitalizar oportunidades de mercado, ao mesmo tempo em que melhoram a sua imagem e o seu desempenho financeiro global (Zhou et al. 2022).

Por outro lado, há um outro grupo de estudos que divergem dessas conclusões (Cornell & Damodaran, 2020; Fish et al., 2019). Esses estudos fornecem evidências de que empresas com fortes práticas ESG têm retornos esperados mais baixos. Além disso, esses estudos defendem que não há garantia de que práticas ESG resultem em elementos tangíveis de valor, uma vez que há uma variedade de razões distintas para as empresas alcançarem sucesso (Cornell B. , 2021).

Nota-se que essa dualidade de resultados, deve-se em parte pelas diferentes abordagens metodológicas que têm sido utilizadas nesses estudos. Segundo Friede et al (2015), ao examinar mais de 2.000 pesquisas acadêmicas sobre esse tema, os resultados mostraram que 56,7% das indicações positivas de impactos ESG estão associados ao uso de abordagem não-portfólio e que essa relação caiu para apenas 15,5% quando os estudos foram do tipo portfólio.

Em conformidade com essa perspectiva, estudos que adotam a metodologia de portfólio se dedicam a explorar se as estratégias de investimento em ESG, que atualmente despertam grande interesse entre os investidores, conseguem, de fato, proporcionar rendimentos superiores para carteiras de investimento. Esse questionamento é analisado detalhadamente em pesquisas realizadas por Fereydooni et al. (2023), Cesarone et al. (2022) e La Torres et al. (2020).

Este estudo dirige seu foco para a formação e análise de desempenho de carteiras de investimento ESG no contexto do mercado de ações brasileiro, examinando como diferentes preferências de risco, tanto convencionais quanto ligadas ao ESG, afetam os retornos dessas carteiras.

Notavelmente, a pesquisa destaca uma lacuna significativa: a limitada quantidade de estudos sobre carteiras de investimento específicos para o mercado brasileiro. Especialmente, no que se refere a evidenciar o custo implícito histórico associado à restrição de portfólios ESG.

Portanto, o objetivo desse estudo é verificar qual o custo implícito do investidor por escolher carteiras de ativos que são sustentáveis e responsáveis do ponto de vista ambiental, social e de governança (carteira restrita ESG).

Por custo implícito do portfólio ESG entende-se a diferença observada, para determinado período, entre os retornos de uma carteira de mercado eficiente e não restritiva e os retornos de uma carteira eficiente e restrita a composições mínimas em ativos ESG, para os mesmos níveis de risco em ambos os portfólios comparados.

Para alcance desse objetivo, utilizou-se o modelo média-variância de Markowitz atualizado pelo método de otimização de portfólio multiobjetivo, como aplicado por Carleo et al. (2017) que incorporou objetivos adicionais na otimização do portfólio.

Para a pesquisa foram coletados os dados diários dos retornos de ações de empresas listadas na B3, nos anos 2014 a 2023<sup>1</sup>, visando estimar o custo implícito à decisão de selecionar um portfólio ESG eficiente, em detrimento a uma carteira ótima não restritiva. Além disso, examinou-se a estabilidade das estimativas de retornos, volatilidade e horizonte de reconfiguração de alocação do portfólio.

---

<sup>1</sup> De dezembro 2014 a junho de 2023, inclusive.

Espera-se que esta pesquisa contribua para a teoria ao buscar conciliar os diferentes resultados encontrados na literatura sobre o efeito do ESG no desempenho das empresas listadas. Este estudo também contribui para aprofundar o conhecimento existente sobre portfólios, avaliando o impacto nos retornos das carteiras quando são aplicadas restrições aos investimentos, focando em portfólios ESG no mercado acionário brasileiro.

Além disso, este estudo justifica-se por sua relevância aos investidores, profissionais de mercado e mesmo para a indústria de fundos, que desejam manter ou ofertar uma carteira de investimento ESG, permitindo o reconhecimento e o acompanhamento do custo histórico implícito na seleção de um portfólio ESG eficiente.

Portanto, aspira-se que os resultados dessa pesquisa possam ser aplicados pelos investidores e demais partes interessadas ao seu processo decisório, de forma prática; ou seja, que se utilizem além das tradicionais premissas locais de risco e retornos, como definidas na moderna teoria de portfólios, as preferências de alocação ESG, aqui propostas, por meio de uma restrição tri-objetivo a ser otimizada.

## Capítulo 2

### 2 REFERENCIAL TEÓRICO

#### 2.1 INVESTIMENTOS ESG E SEU IMPACTO NO MERCADO FINANCEIRO

Diversas organizações internacionais têm promovido a adoção de agenda e critérios ambientais, sociais e de governança (ESG) em vários países, o que tem provocado mudanças no mercado financeiro global (UNPRI, 2019)

Estas mudanças, com o apoio das Nações Unidas, visam disseminar e induzir a prática de Princípios para o Investimento Responsável (PRI) com implicações financeiras tangíveis para empresas, investidores e participantes de mercados, com jurisdições e regulamentações próprias (UNPRI, 2019).

As definições para investimentos ESG e a padronização de conceitos têm sido amplamente discutidas e buscadas por investidores na alocação de seus ativos e no reconhecimento de parâmetros que atestem a sua prática por parte das empresas (BNDES, 2024).

A Eurosif (2016) traz como conceito de Investimento Sustentável e Responsável, aqueles que incorporam integralmente fatores ESG no processo de pesquisa, análise e seleção de títulos dentro de uma carteira de investimentos e que está orientada para o longo prazo no atendimento dos objetivos dos investidores e da sociedade, influenciando positivamente o comportamento das empresas.

De acordo com a Global Sustainable Investment Alliance (GSIA, 2020), os ativos sob gestão em investimentos sustentáveis alcançaram aproximadamente US\$

35,3 trilhões em 2020, evidenciando uma tendência ascendente nessa modalidade de investimento. Esse crescimento reflete uma transformação significativa no comportamento e nas estratégias de decisão dos investidores, que agora estão incorporando considerações ambientais, sociais e de governança (ESG) em suas análises (GSIA, 2020).

Corroborando com essa percepção, destacam-se do Press Releasing Details referente a pesquisa BlackRock (2020) com 425 investidores<sup>2</sup> em 27 países, que para a maioria dos entrevistados a sustentabilidade é fundamental nos processos e resultados dos investimentos.

Adicionalmente, a aludida pesquisa informa que 75% dos entrevistados usam ou considerariam usar uma abordagem integrada para contabilizar os riscos ESG e que 53% dos entrevistados consideram como a principal barreira à adoção de investimentos sustentáveis, a baixa qualidade e disponibilidade de dados (BlackRock Inc., 2020).

Em relação ao mercado acionário brasileiro, observa-se um aumento na oferta de produtos financeiros ESG, como fundos de investimento e ETFs (Exchange-Traded Funds) voltados para empresas que se destacam em práticas sustentáveis. (CVM, 2024)

No âmbito institucional, a Comissão de Valores Mobiliários (CVM) tem incentivado a divulgação de informações ESG pelas empresas listadas na bolsa brasileira, buscando aumentar a transparência e a conscientização dos investidores sobre questões relacionadas ao ESG (Empresa Brasileira de Comunicação, 2023).

---

<sup>2</sup> Investidores privados, planos e fundos de pensão, gestoras de ativos e de patrimônios globais, endowments etc.

Ainda nessa linha, a bolsa de valores Brasil Bolsa Balcão (B3) criou índices de carteira de ações com viés ESG<sup>3</sup>, quais sejam, o Índice Carbono Eficiente, Índice Great Place to Work e Índice de Sustentabilidade Empresarial (Brasil, Bolsa e Balcão - B3, 2023).

Contudo, apesar do crescimento observado, o mercado de investimentos ESG no Brasil ainda enfrenta desafios, como a falta de informação, padronização e qualidade dos dados ESG disponíveis, bem como a necessidade de educação e conscientização dos investidores sobre a importância desses critérios (Instituto Propague, 2024).

## 2.2 BENEFÍCIOS SOCIAIS E CUSTOS PRIVADOS NA ADOÇÃO DE PRÁTICAS ESG

O tema investimentos socialmente responsável tem se tornado uma das questões mais recorrentes e relevantes tratadas nos fóruns globais, pois é crescente as preocupações com a capacidade adaptativa do planeta frente aos desafios do desenvolvimento econômico e do bem-estar social (Principles for Responsible Investment Association, 2024).

Na academia, a discussão que tem sido travada há mais de três décadas, é se os custos adicionais incorridos pelas companhias para implementar práticas socialmente responsáveis diminuem a competitividade das empresas, visto que esta

---

<sup>3</sup> A B3 define critérios específicos para a inclusão de uma ação aos índices que busca referenciar, como por exemplo, a adoção de questionários e rankings temáticos, publicações e relatos em políticas internas, relatórios e inventários específicos, sejam esses de caráter obrigatório ou voluntário, evidências de compromissos assumidos para redução de emissões, indicadores de liquidez mínima, volume de negociações e critérios econômico-financeiros etc. Para detalhamento de cada índice ver sítio da empresa na internet: [https://www.b3.com.br/pt\\_br/market-data-e-indices/indices/indices-de-sustentabilidade/](https://www.b3.com.br/pt_br/market-data-e-indices/indices/indices-de-sustentabilidade/).

questão envolveria um trade-off entre benefícios sociais e custos privados (Porter & Linde , 1995; Cornell & Damodaran, 2020).

Em um trabalho precursor, Porter e Linder (1995) examinaram a relação entre metas ambientais e competitividade da indústria. Os autores chegaram à conclusão de que o sucesso na implementação de práticas ESG requer abordagens inovadoras que, simultaneamente, fomentem o ambientalismo e a competitividade industrial.

Essa dualidade, segundo os autores, é alcançada através da definição de metas ambientais explícitas, que devem ser realizáveis com uma certa margem de flexibilidade. Esta flexibilidade permite uma adaptação às capacidades tecnológicas e aos recursos disponíveis em diferentes fases da implementação de mudanças, sugerindo um equilíbrio estratégico entre sustentabilidade e eficiência operacional (Porter & Linde , 1995).

Já a pesquisa de Ambec e Lanoie (2008) buscou sistematizar os possíveis impactos sobre o crescimento de vendas e/ou redução de custos resultante da adoção de melhores práticas socioambientais nas empresas, para tanto analisou: (a) melhor acesso a determinados mercados; (b) produtos diferenciadores; (c) venda de tecnologia de controle da poluição; (d) gestão de risco e relações com partes interessadas externas; (e) custo de materiais, energia e serviços; (f) custo de capital; e (g) custo da mão de obra.

Os resultados dessa pesquisa mostram que as despesas incorridas para reduzir os impactos ambientais podem ser parciais ou totalmente compensadas pelos ganhos obtidos noutros locais. Contudo, essa vantagem não se aplica a todas as companhias, há firmas que são mais aptas a se aproveitar dessa condição de ganhos mútuos do que outras (Ambec & Lanoie, 2008).

Similarmente, outros estudos buscaram investigar uma possível relação entre prática ESG e melhorias no desempenho das companhias, abrangendo dimensões operacionais, financeiras, de gestão de riscos e os interesses da sociedade e stakeholders.

Dentre esses estudos, destaca-se Zhou et al. (2022), que investigou a presença de benefícios na melhoria da eficiência operacional em razão de práticas ESG, aplicando modelos de regressão linear e de efeito mediador demonstrou uma correlação positiva entre altos níveis de desempenho ESG e a melhoria da eficiência operacional e valor de mercado de empresas chinesas<sup>4</sup>.

Contudo, Zhou et al. (2022) não identificaram um impacto significativo das práticas ESG na rentabilidade ou na capacidade de crescimento das empresas.

Sobre o aspecto da produtividade do trabalho e de ganhos reputacionais associados às práticas sociais das empresas, destacam-se os trabalhos de Valentine e Fleischman (2008), Brammer e Millington (2005) e Fryxell e Wang (1994).

Nessa linha, o estudo exploratório com 313 profissionais de negócios realizado por Valentine e Fleischman (2008) demonstrou haver relações positivas entre postura ética nas empresas, treinamento e satisfação no trabalho.

Similarmente, Brammer e Millington (2005) concluíram que empresas com elevados níveis de despesas filantrópicas têm melhor reputação e que este efeito varia significativamente entre os setores. Em conexão, Brammer e Millington (2005) e Fryxell e Wang (1994) mostram que há indícios de que índices de reputação tendem a refletir o desempenho financeiro das organizações acima de outros fatores.

---

<sup>4</sup> Empresas chinesas listadas pela SynTao Green Finance de 2014 a 2019.

Dentro do contexto das análises do mercado de capitais, as pesquisas de Khan (2019) e Khan et al. (2016) se destacam por utilizar técnicas de regressões para inferir que empresas bem avaliadas em questões materiais de sustentabilidade<sup>5</sup> tendem a desempenho superior.

Dhaliwal et al. (2011), por sua vez, encontraram evidências de que empresas com um bom desempenho em responsabilidade social experimentam uma redução subsequente nos custos de capital próprio. Adicionalmente, os autores apontam que, se essas empresas forem novas no mercado, conseguem atrair a atenção de investidores institucionais e de analistas de mercado.

Em um estudo mais recente, Tarulli et al. (2023) conduziram análises em painel envolvendo 73 empresas dos setores agrícola e de alimentos, durante o período de 2015 a 2019, e concluíram que há uma relação significativa e negativa entre um nível mais alto de divulgação informações não financeiras e a redução dos custos financeiros para as empresas.

Em relação à existência de uma correlação positiva entre práticas ESG e um melhor desempenho financeiro de longo prazo, diversos estudos se destacam. Budsaratragoon e Jitmaneeroj (2021), por exemplo, empregaram modelagem de equações estruturais para analisar dados de 865 empresas nos mercados emergentes da Ásia-Pacífico, com o objetivo de avaliar se o valor de mercado das companhias é afetado por medidas multidimensionais de sustentabilidade.

E, os resultados da pesquisa sugerem que investidores tendem a valorizar mais empresas que adotam uma abordagem holística nas práticas ESG.

---

<sup>5</sup> Critérios definidos pelos autores com base em investimentos classificados ESG e notas de rating ESG para cada tipo de indústria analisada.

Yoon et al. (2018), concluiu que as práticas ESG impactam positiva e significativamente no valor de mercado das empresas na Coreia do Sul, corroborando achados de estudos similares em países desenvolvidos. No entanto, evidenciaram que o efeito dessas práticas nos preços das ações pode variar de acordo com características da empresa.

Russo & Fouts (1997), investigando a hipótese de que compensa adotar postura ESG, constataram, por meio da análise de 243 empresas finlandesas ao longo de dois anos com base em classificações ambientais independentes, que ser ambientalmente responsável pode de fato aumentar o valor da empresa, especialmente em setores em crescimento.

Em contraposição a essas conclusões há vários outros estudos que, em linhas gerais, embasam-se na tese Friedman (1962; 2007) de que as empresas deveriam se concentrar somente na geração de lucros e valor para os seus acionistas. Portanto, devem mobilizar seus recursos para esse propósito dentro do respeito das regras e concorrência aberta e livre, ao invés de desempenharem papel de decisores de políticas sociais.

Na mesma linha, Cornell e Damodaran (2020) argumentam que a defesa do ESG deveria, se estiver correta, mais do que aparentar ser vantajoso, como já é voz corrente no atual ambiente dos negócios, mas ser realmente efetiva para aumentar o valor das empresas. Assim, os autores afirmam que esperar das empresas que adotem uma postura solucionadoras de problemas sociais em detrimento a geração de lucros e valor, é que deveria soar como ultrapassado.

Corroborando com essa ideia, o estudo recente de Pastor et al. (2021) concluiu que as preferências por ESG afetam os preços dos ativos, observando que empresas com elevada performance ESG apresentam alfas ex-ante menores e que isso pode

ser mais evidente em contextos de baixa aversão ao risco e elevada valorização das questões ESG.

Ou, em outras palavras, os investidores podem estar dispostos a aceitar retornos esperados inferiores se isso significar contribuir para um impacto social positivo, integrando essas considerações em suas estratégias de investimento (Pástor et al., 2021).

Alguns autores, por exemplo Cornell (2021) e Cornell e Damodaran (2020), corroboram argumentando que, embora os investidores possam favorecer ações de empresas com classificação ESG elevadas porque valorizam essas características e seus impactos, eles não deveriam comprometer o desempenho geral de sua carteira em busca de objetivos socialmente responsável.

Isso se deve ao fato de que, apesar de empresas com alta performance ESG poderem experimentar uma diminuição no custo de capital, refletindo o viés comportamental dos investidores em favor das preferências ESG, existe também o reconhecimento de que essas escolhas podem conduzir a retornos esperados menores em comparação a outros investimentos (Cornell & Damodaran, 2020).

Portanto, mesmo que práticas ESG possam ser consideradas como um fator de risco subjacente, não há evidências de que o seu uso, como instrumento de seleção, conduza a investimentos de performance superior (Cornell B. , 2021).

Fish et al. (2019) contribuem a essa discussão, asseverando que há evidências mais fortes para retornos esperados menores em empresas que adotam práticas ESG, em comparação as evidências de maior geração de lucros ou crescimento. Além disso, os autores afirmam que não há garantia de que essas práticas gerem elementos

tangíveis de valor, pois muitas das empresas são bem-sucedidas por um conjunto de outras razões.

Alinhado às discussões apresentadas, este estudo visa investigar uma questão central: se o investidor precisa, inevitavelmente, comprometer o desempenho financeiro de sua carteira para obter resultados socialmente responsáveis. Faz-se isso por meio de uma análise de portfólio.

Dentro desse contexto, as investigações sobre as estratégias de alocação e desempenho financeiro de ativos ESG, tem sido objetivo de diversas pesquisas contemporâneas. Dentre as quais, Fereydooni et al. (2023), se propôs a avaliar estratégias de seleção de portfólio incorporando fatores ESG ao binômio retorno e risco.

O aludido estudo analisou quatro diferentes agrupamentos de ativos, em dois cenários distintos ESG e não ESG e comparou os resultados obtidos a performance de índices de mercado. Utilizando os modelos de seleção com base média-variância simples, os autores mostraram que a estratégia de não ESG se destacou em comparação as outras, conquanto os portfólios com fatores ESG tenham apresentado lucro e volatilidade reduzida (Fereydooni et al., 2023).

De maneira semelhante, o estudo de Cesarone et al. (2022) examinou como os critérios ESG afetam o desempenho das carteiras financeiras, empregando um modelo de otimização multiobjetivo. Os resultados revelam dois padrões comportamentais distintos ao longo de quinze anos para as 16 carteiras analisadas.

Ainda observou que notadamente, em períodos mais recentes, a integração de metas ESG tende a melhorar o desempenho financeiro das carteiras nos mercados dos EUA, mas não apresentou o mesmo efeito nos mercados europeus.

Já, La Torres et al. (2020) examinaram como os componentes ESG afetam os retornos das ações; com base numa metodologia de dois passos, analisaram o desempenho das empresas incluídas no índice Eurostoxx50, durante o período de 2010 a 2018. Os resultados obtidos contradizem descobertas anteriores; mostrando que as empresas do Eurostoxx50 não têm o seu desempenho afetado por iniciativas e compromissos ESG.

Como apresentado acima, o debate acadêmico sobre o desempenho das companhias e dos portfólios de investimentos em empresas que adotam práticas ESG permanece aberto. Apesar disso, o interesse por esses ativos cresce globalmente, provocando mudanças concretas no ambiente de negócios, nos produtos financeiros e nas participantes desse mercado em nível global.

## 2.3 TEORIAS DE PORTFÓLIO E SELEÇÃO DE ATIVOS

A moderna teoria de gestão de carteiras tem o seu marco inicial na publicação do modelo Média-Variância (MV Model) de Markowitz (1952 e 1959). Desde então, inúmeros trabalhos científicos e aplicações práticas foram desenvolvidos para ampliar e aprofundar criticamente o escopo original desse modelo.

Em linhas gerais, a teoria desenvolvida por Markowitz explica como os investidores buscam construir portfólios eficientes, selecionando-os, a partir de uma solução analítica simples e direta que considera apenas a média esperada e a matriz de covariância dos retornos dos ativos (Markowitz, 1959).

Portanto, a questão fundamental é como os investidores se comportam, ou deveriam se comportar, ao decidir sobre as diversas possibilidades de investimento.

É razoável supor que os investidores são avessos ao risco e buscam maximizar suas expectativas de retorno dada sua própria tolerância ao risco (Fabozzi et al., 2008). Portanto, o investidor racional, com base nas informações que possui e nos dados históricos de retorno e risco dos ativos, decide combiná-los numa carteira de investimentos cujos retornos não sejam perfeitamente correlacionados positivamente, pois, nesse preceito de diversificação de ativos, o risco do portfólio (variância) é minorado, sem sacrificar o retorno da carteira (Markowitz, 1952).

A diversificação de portfólio proposta por Markowitz (1952) produz a seleção de carteiras eficientes, que são aquelas que possuem o maior retorno esperado para um determinado nível de risco. Então, de um conjunto de possibilidade de portfólios eficientes, há a formação de uma fronteira eficiente, para a qual o investidor deve reconhecer e decidir, mesmo que intuitivamente, pelo portfólio ideal considerada a sua preferência a diferentes alternativas de compensações entre risco e retorno (Fabozzi et al., 2008).

Contudo, de acordo com a tese de mercados eficientes, premissa presente no modelo de média-variância (Markowitz, 1952), os investidores não podem sistematicamente superar o mercado ou obter retornos anormais sem assumir um risco adicional, pois os preços dos ativos já refletem toda a informação disponível e são corretamente avaliados com base nessa informação.

Esse fato enseja, ainda hoje, um debate sobre a sensibilidade da otimização em relação aos erros da distribuição. Para que a teoria funcione bem, a suposição de que os retornos dos ativos sejam normalmente distribuídos é fundamental, então, espera-se que uma base histórica extensa proveja uma aproximação razoável da realidade (Carleo et al., 2017).

Outro ponto levantado nessa literatura se refere a qual medida de risco deve ser usada. A variância, medida originalmente proposta por Markowitz, foi questionada em diversos trabalhos posteriores, com por exemplo em Rockafellar and Uryasev (2000, 2002) e Ogryczak and Ruszczyński (1999, 2001).

Nessa linha, as pesquisas em finanças comportamentais sugerem que investidores não veem problemas em lidar com variabilidade positiva da variância, ou seja, a distribuição dos retornos acima do esperado é considerada favorável e não deveria pesar na medida de risco usada no modelo. O próprio Markowitz já reconheceu essa limitação e propôs como medida de risco de cauda baixa - a semivariância - que calcula apenas o risco de se obter um resultado abaixo do esperado (Fabozzi et al., 2008).

Como bem tratado por Steinbach (2001), o trabalho seminal de Markowitz foi tão revolucionário para o mundo das finanças, que levantou uma vasta gama de questões, iniciando, assim, enormes quantidades de pesquisas que atualmente formam mais de uma dezena de tópicos especializados, tornando-se campos de pesquisas independentes.

Nesse contexto, é prudente que se ressalve, que não será escopo da presente pesquisa um aprofundamento nesse debate. Assim, as seções a seguir limitaram-se a apresentar aspectos mais práticos relativos à análise de portfólio, em especial o que se refere ao desenvolvimento do modelo de seleção de carteira tri-objetivo (MV-ESG).

Essa escolha se dá por consequência da interação entre a medida de risco e o conjunto de portfólio viáveis para alocação da riqueza do investidor, considerada a possibilidade de restrições (Fabozzi et al., 2008); e, no caso concreto da presente pesquisa refere-se a carteira ESG.

### **2.3.1 Decisão de investimento avaliação de risco e retorno**

O processo de seleção de carteiras se refere a percepção do investidor sobre o futuro, que são representados, no campo teórico, pela distribuição de probabilidade dos rendimentos dos ativos e pelas preferências dos investidores (Markowitz, 1952).

Nesse contexto, Steinbach (2001) deixa claro que consideradas viáveis as distribuições de probabilidade dos rendimentos dos ativos, as propriedades das medidas de risco fazem sentido num contexto de otimização, ainda que seja considerada a possibilidade de adoção de restrições.

É esperado que o investidor racional e bem-informado ao incorporar em suas decisões de investimentos, essa nova componente (restrição ESG), o faça mantendo as técnicas de avaliação que consideram o retorno esperado e o risco do portfólio, em seu conjunto diversificado, tudo em conformidade com o axioma da teoria de seleção de portfólios (Markowitz, 1952).

Na prática, espera-se que um terceiro objetivo seja adicionado ao racional decisório do investidor, que, agora, passa a maximizar não somente os objetivos clássicos de investimento, mas também a nova restrição, um alvo ESG (Cesarone et al., 2022).

Por hipótese lógica, é sensato esperar que a adição de qualquer restrição ao processo de seleção de ativos, traga como resultado a limitação do espaço de possibilidades dos portfólios viáveis e conseqüentemente, provoque, na maioria das vezes, a redução no desempenho esperado das carteiras de investimento ESG (carteiras restritas).

Se a hipótese for confirmada irá coadunar às evidências levantadas por Fried et al. (2015) que ao examinar mais de 2 mil pesquisas acadêmicas, encontrou

discrepâncias relevantes entre estudos que analisavam e não analisavam portfólios. No sentido de encontrar uma menor quantidade de avaliações de desempenho positivas de empresas, quando os estudos faziam análises de portfólio.

### **2.3.2 Método de otimização multicritério**

A otimização de Pareto é uma abordagem matemática amplamente utilizada na resolução de problemas complexos caracterizados por múltiplos critérios de decisão. Essa técnica é aplicada em diversas disciplinas científicas e campos como engenharia, pesquisa operacional e economia.

O procedimento de otimização envolve a resolução simultânea de problemas multiobjetivo nos quais melhorar um critério implica em piorar outro, e não existem soluções que sejam estritamente superiores em todos os critérios. Essas soluções, denominadas soluções não dominadas, delineiam a fronteira eficiente de Pareto em problemas de otimização multiobjetivo (Odu & Charles-Owaba, 2013).

A dominância é o cerne do processo de otimização de Pareto, pois estabelece uma relação de superioridade com base em múltiplos objetivos (Odu & Charles-Owaba, 2013).

No contexto financeiro, a otimização de carteiras de investimento é uma aplicação usual do método de otimização de Pareto, por meio de recursos computacionais modernos (Martin, 2021).

O PyPortfolioOpt é uma biblioteca em linguagem Python amplamente utilizada que simplifica e agiliza o processo de otimização de carteiras, permitindo aos usuários construir portfólios diversificados que maximizam o retorno esperado para um nível

de risco específico ou minimizam o risco para um determinado nível de retorno (Martin, 2021).

O processo de otimização pode ser resolvido por uma série de algoritmos eficientes – ver, por exemplo, o trabalho de Cesarone et al (2022). Dentre os métodos disponíveis na biblioteca PyPortfolioOpt, destacam-se abordagens clássicas de otimização de média-variância (MV), técnicas de alocação de Black-Litterman e métodos contemporâneos, como o algoritmo de Hierarchical Risk Parity, inspirado em princípios de aprendizado de máquina (Martin, 2021).

Essas ferramentas fornecem uma estrutura robusta e flexível para a análise e otimização de portfólios de investimento, possibilitando a consideração de uma ampla variedade de critérios e restrições na busca por soluções eficientes e adequadas às necessidades específicas do investidor.

## Capítulo 3

### 3 METODOLOGIA

Para estimar o custo implícito associado à escolha de um portfólio ESG eficiente, em comparação a uma carteira não restritiva, será utilizado o modelo de média-variância desenvolvido por Markowitz (1952 e 1959), amplamente aplicado na seleção de carteiras de investimento.

Esta pesquisa adota uma versão atualizada do modelo média-variância, incorporando contribuições subsequentes que permitem a inclusão de outros objetivos de interesse dos investidores. Por meio do método de otimização de portfólio multiobjetivo serão adicionados os critérios ESG ao modelo clássico de diversificação de riscos e retorno esperado.

O custo implícito do portfólio ESG é definido como a diferença, em um período específico, entre os retornos de uma carteira eficiente não restritiva e os retornos de uma carteira eficiente com restrições mínimas em ativos ESG, mantendo-se o nível de risco em ambos os portfólios comparados.

#### 3.1 MODELO MV-ESG

Apresenta-se, a seguir, o modelo de otimização de portfólio Média-Variância (MV Model), originalmente proposto por Markowitz (1952 e 1959) com o intuito de se construir carteiras eficientes que detenham o maior retorno esperado a um determinado nível de risco.

Para descrever o modelo proposto e com base nos artigos de (Fabozzi et al., 2008) foram assumidas as seguintes notações e conceitos:

Os retornos dos ativos são variáveis aleatórias discretas distribuídas em um espaço finito de  $i$  ativos disponíveis,  $R = \{r_1, r_2, r_3 \dots r_i\}$ , para os quais há  $T$  cenários históricos igualmente prováveis,  $T = \{1,2,3\dots t\}$ . Logo, denota-se  $r_{it}$  como o retorno linear do  $i$ ésimo ativo, no período  $t$ .

A riqueza disponível de um determinado período ( $W_t$ ) é integralmente alocada pelo investidor racional em ativos rentáveis ( $w_i$ ). Os ativos rentáveis se distribuem em ativos sem risco e com risco, sendo que o último possui esperança condicional  $E_t[R_{it^*}]$  e variância condicional  $s^2_t[R_{it^*}] > 0$ .

O investidor reconhece como definidas as distribuições de probabilidade dos retornos dos ativos com risco, para o qual distribui sua riqueza ( $W_t$ ), num vetor de alocação de ativos  $w_p = \{w_1, w_2, w_3 \dots w_n\}$ , sendo que  $w_i \in W = \{ w_i \in R^n: \sum_{i=1}^n w_i = 1, w_i \geq 0, i = 1,2,3\dots n\}$ .

Como visto acima, o vetor de alocação  $w_p$  é o resultado do processo de decisão do investidor. Ele é composto por todas as posições em ativos individuais, somente posições ativas ( $w_i \geq 0$ ), que somadas totalizam o portfólio selecionado ( $w_p = 1$ ) e individualmente revelam a participação relativa de cada ativo individual ( $w_i$ ) na carteira de investimentos.

Portanto, as equações do retorno corrente ( $r_p$ ), o retorno esperado [ $E(r_p)$ ] e variância [ $\text{Var}(r_p)$ ] do portfólio são respectivamente:

$$r_p = \sum_{i=1}^n w_i \cdot r_i \quad (1.1)$$

Na qual,  $r_p$  é a taxa de retorno da carteira, no período  $t$ ;  
 $w_i$  é a participação do ativo  $i$  na composição da carteira, no período  $t$ .  
 $r_i$  é a taxa de retorno do ativo  $i$ , no período  $t$ ;

$$E(r_p) = \sum_{i=1}^n w_i \cdot E(r_i) \quad (1.2)$$

Na qual,  $E(r_p)$  é o retorno esperado da carteira para o período estimado  $t^*$   
 $E(r_i)$  é o retorno esperado do ativo  $i$  para o período estimado  $t^*$ ;

$$\text{Var}(r_p) = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n w_i \cdot w_j \cdot \text{Cov}(r_i, r_j) \quad (1.3)$$

Na qual,  $\text{Var}(r_p)$  é a variância da carteira para o período estimado  $t^*$ ;  
 $w_i$  e  $w_j$  são os pesos dos ativos  $i$  e  $j$  na carteira;  
 $\text{Cov}(r_i, r_j)$  é a covariância entre os ativos  $i$  e  $j$  para o período estimado  $t^*$ ;

Assim, o modelo de otimização de portfólio Média-Variância (MV Model) está definido pela seleção do vetor de alocação de ativos ( $w_p$ ) que produz a mínima variância para o retorno esperado ( $h$ ), num período  $t$ , como especificado abaixo:

$$\min. \text{Var}(r_p) = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n w_i \cdot w_j \cdot \text{Cov}(r_i, r_j) \quad (2)$$

sujeito a:

$$\begin{aligned} E(r_p) &= \sum_{i=1}^n w_i \cdot E(r_i) \geq h \\ \sum_{i=1}^n w_i &= 1 \\ w_i &\geq 0, \quad i = 1, 2, 3 \dots n \end{aligned}$$

Ou, de forma alternativa, o MV Model pode ser definido pelo ( $w_p$ ) que resulta no máximo retorno esperado para um nível de risco ( $\phi$ ), num período  $t$ , como especificado abaixo:

$$\min. [- E(r_p)] = - \sum_{i=1}^n w_i \cdot E(r_i) \quad (2A)$$

sujeito a:

$$\begin{aligned} \text{Var}(r_p) &= \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n w_i \cdot w_j \cdot \text{Cov}(r_i, r_j) \leq \phi \\ \sum_{i=1}^n w_i &= 1 \\ w_i &\geq 0, \quad i = 1, 2, 3 \dots n \end{aligned}$$

A primeira restrição na eq. (2) estabelece a condição de mínima variância para um alvo mínimo de retorno esperado, enquanto na eq. (2A), a restrição define o máximo retorno esperado para um alvo máximo de risco. As duas últimas restrições, presentes em ambas as equações, referem-se à alocação total do capital do investidor entre os ativos disponíveis e à proibição de operações de venda a descoberto.

Agora, falta incluir o terceiro componente para completar o modelo (MV-ESG): a adição da variável ESG ao modelo clássico de seleção de portfólio. A pontuação ESG da carteira otimizada é definida como:

$$ESG_p = \sum_{i=1}^n w_i \cdot ESG_i \quad (3)$$

Na qual,  $ESG_i$  é a quantidade de assinalações referidas às participações da companhia  $i$  em índices de ações da B3 classificados como sustentável (ESG).

Cada companhia  $i$  pode participar, ou não, de um ou mais índices de ações da B3 classificados como sustentáveis (ESG). Cada assinalação indica que a empresa atende aos critérios de elegibilidade e participa daquele(s) índice(s) de sustentabilidade concernente(s)<sup>6</sup>.

Portanto, o problema de otimização de portfólio MV-ESG pode ser resolvido encontrando-se os vetores de alocação ( $w_p$ ) que são as soluções ótimas de Pareto para o tri-objetivo abaixo especificado:

$$\min. (- E(r_p), + \text{Var}(r_p), - ESG_p), \quad (4)$$

$$\begin{aligned} \text{Sujeito a: } & E(r_p) = \sum_{i=1}^n w_i \cdot E(r_i) \geq h \\ & ESG_p = \sum_{i=1}^n w_i \cdot ESG_i \geq \delta \\ & \sum_{i=1}^n w_i = 1 \\ & w_i \geq 0, \quad i = 1, 2, 3, \dots, n \end{aligned}$$

<sup>6</sup> Referem-se aos Índice Brasil Amplo (IBRA\_B3), Índice Carbono Eficiente (ICO2\_B3), Índice Great Place to Work (IGPTW\_B3) e Índice de Sustentabilidade Empresarial (ISE\_B3). Para maiores detalhes ver tópico: 3.2 - Base de Dados e Procedimentos;

Na qual,  $E(r_p)$  é o retorno esperado do portfólio  
 $Var(r_p)$  é a variância do portfólio;  
 $ESG_p$  é pontuação ESG do portfólio  
 $\delta$  é o alvo *da pontuação ESG estabelecida*;  
 $h$  é o alvo retorno esperado estabelecido;  
 $w_i$  é o peso de cada ativo no portfólio.

A partir da eq. (4) acima definida, duas abordagens são possíveis em atendimento aos interesses dos investidores, quais sejam:

#### Abordagem 1: Fixar o Alvo de Risco e Maximizar o Retorno e a Nota ESG

Dado o apetite de risco do investidor, fixa-se o nível de risco ( $\phi$ ), enquanto se busca maximizar o retorno esperado  $E(r_p)$  e a nota de assinalações de índices de sustentabilidade ( $ESG_p$ ), por meio do processo de otimização tri-objetivo na eq. (4).

Será essa a abordagem adotada para a obtenção dos resultados na presente pesquisa, fixando-se três níveis crescentes de risco, a fim de aferir não somente a magnitude do custo implícito à decisão de restrição ESG, mas também verificar se há diferenças nos patamares de custos para níveis crescentes de risco.

#### Abordagem 2: Fixar o Alvo de Retorno, Minimizar o Risco e Maximizar a nota ESG

Essa abordagem não é objeto da presente pesquisa, mas é necessário mencioná-la por atender a possível interesse de investidores que intentam fixar o nível de retorno esperado ( $h$ ), enquanto buscam minimizar o risco da carteira ( $Var(r_p)$ ), e ainda consideram maximizar a pontuação ESG, como artifício do modelo tri-objetivo operacionalizado pela eq. (4).

Por fim, resta a apuração do Custo Implícito ( $IC_{ESG}$ ) à escolha de uma carteira restrita em ESG que, como mencionado anteriormente, representa a diferença observada, para determinado período, entre os retornos esperados de uma carteira de mercado eficiente e não restritiva e os retornos esperados de uma carteira eficiente

e restrita a composições mínimas em ativos ESG, para os mesmos níveis de risco em ambos os portfólios comparados.

Tem-se, portanto, a seguinte formulação:

$$IC_{ESG} = \frac{E(r_{IBrA}) - E(r_{ESG})}{E(r_{IBrA})} \quad (5)$$

Na qual:

$E(r_{IBrA})$  = retornos esperados da carteira de mercado eficiente e não restritiva;

$E(r_{ESG})$  = retornos esperados da carteira em análise (restrição ESG);

A partir da eq. (5) será possível perceber, para cada nível de risco fixado, a extensão da perda de rentabilidade das carteiras que possuem restrições ESG, ou seja, obter-se-á em termos mensuráveis (% do IBrA) o trade-off entre o retorno e a declaração de preferência alocativas em ESG dos investidores.

A partir do Custo Implícito ( $IC_{ESG}$ ) apurado como definido acima, é possível também decompor a sua extensão em dois efeitos distintos – o efeito restrição ( $ef_{rest}$ ) e o efeito ESG ( $ef_{ESG}$ ).

O efeito restrição ( $ef_{rest}$ ) deve exprimir o movimento de diminuição do retorno esperado de um portfólio em razão exclusiva da limitação do espaço de possibilidades de alocação de ativos elegíveis na carteira; portanto, não há nenhuma determinação específica, que não a restrição quantitativa e aleatória daquele espaço.

Assim, para que seja mensurado o efeito restrição ( $ef_{rest}$ ) é necessário que se estime o retorno de uma carteira ( $E(r_{Nrest})$ ) otimizada que possua as mesmas características da carteira ESG, exceto pela própria condição de restrição ESG que se buscará distinguir.

Em termos práticos, será estimada a carteira eficiente ( $E(r_{Nrest})$ ) que deverá possuir idênticos níveis de risco e amplitude de possibilidades de alocação (quantidade de ativos elegíveis) daqueles aferidos para a carteira ESG.

O efeito restrição ( $ef_{rest}$ ) é definido como:

$$ef_{rest} = [E(r_{IBrA}) - E(r_{Nrest})] / E(r_{IBrA}) \quad (6)$$

O efeito ESG ( $ef_{ESG}$ ) deve exprimir a variação do retorno esperado de um portfólio, em razão exclusiva da escolha de ativos ESG.

O efeito restrição ( $ef_{ESG}$ ) é definido como:

$$ef_{ESG} = [E(r_{Nrest}) - E(r_{ESG})] / E(r_{IBrA}) \quad (7)$$

E, por fim, o Custo Implícito ( $IC_{ESG}$ ) também pode ser expresso em taxa de retorno (% a.a.), com:

$$IC_{ESG} = ef_{rest} - ef_{ESG} \quad (5A)$$

Esta relação nos permite entender se o impacto das restrições de mercado é mais significativo do que os benefícios ou custos específicos dos ativos ESG selecionados.

Em tese, toda restrição impõe uma perda de retorno por limitar o espaço de possibilidade de alocação. Então, o que se pretende é: aplicar com o cálculo dos efeitos acima definidos, a mensuração do quanto dessa perda é decorrente do simples efeito de se restringir espaço de possibilidade e o quanto é estritamente decorrente da preferência alocativa em ESG.

## 3.2 BASE DE DADOS E PROCEDIMENTOS

Foram coletados na plataforma de informações de mercado Broadcast+<sup>7</sup> (Agência Estado S.A., 2017), dados diários da bolsa de valores Brasil Bolsa Balcão (B3) para a cotação das ações, com os seus valores ajustados<sup>8</sup> por dividendos e outros eventos, das empresas listadas nos Índice Brasil Amplo (IBrA\_B3), Índice Carbono Eficiente (ICO2\_B3), Índice Great Place to Work (IGPTW\_B3) e Índice de Sustentabilidade Empresarial (ISE\_B3).

O período de análise compreendeu os anos 2014 a 2023<sup>9</sup>, com janelas móveis de 504 dias úteis (2 anos, aproximadamente), que foram utilizadas para estimar as carteiras otimizadas, bem como a evolução de seu desempenho, a elegibilidade na alocação em ativos e o rebalanceamento dos portfólios de ações.

A escolha de janelas móveis de 504 dias úteis buscou oferecer vasta quantidade de dados para uma estimativa robusta de risco e retorno, sem perder a relevância de dados mais recentes, tampouco tornar as estimativas muito sensíveis a flutuações de curto prazo ou choques de mercado que podem gerar ruídos nas inferências estatísticas.

Quanto ao período de carregamento do portfólio entre os intervalos de rebalanceamento, definiu-se o prazo de um mês, atendendo aos quesitos de viabilidade operacional da pesquisa (números de simulações) e de flexibilidade

---

<sup>7</sup> Broadcast é uma plataforma digital que reúne notícias, dados técnicos e especializados, transmitidos pela internet ou por outros meios de comunicação, acessíveis aos usuários licenciados. Seu propósito é acompanhar os mercados locais e globais em tempo real, oferecendo ferramentas para facilitar a tomada de decisões.

<sup>8</sup> Valor da ação ajustado por eventos de pagamentos de dividendos, juros sobre capital próprio, desdobramentos, agrupamentos, amortizações, bonificações em ações e/ou dinheiro, reduções de capital, restituições de capital, subscrições etc.

<sup>9</sup> De dezembro 2014 a junho de 2023, inclusive.

alocativa na gestão da carteira, condição estratégica sempre requerida pelos investidores.

Em estudos de portfólios de investimento, a adoção de janelas de dados com dois anos e ciclos de um mês para o rebalanceamento das carteiras são frequentemente utilizados, como por exemplo em (Cesarone et al., 2022).

O primeiro ciclo de análise e seleção de carteiras (C0) teve como data base: dez/2016 e foi constituído por 110 ativos elegíveis<sup>10</sup> dos 179 ativos coletados, que configurou o espaço de possibilidades de alocação nesse ciclo de análise. Os ciclos de rebalanceamentos das carteiras observaram intervalos mensais, com aproximadamente 21 dias uteis.

Para a adição de novos ativos elegíveis ao processo de otimização e seleção das carteiras foram definidos ciclos de ingressos que respeitaram os intervalos semestrais<sup>11</sup> dos anos civis, e, ainda, a janela de dados prévios, composta por 504 dados observáveis (aproximadamente 2 anos) para a cotação das ações entrantes.

Quanto ao tratamento da base de dados, relata-se que das 179 ações coletadas para todos os ciclos de análise, 11 ações (6,15%) foram descartadas do estudo por não possuírem o período prévio mínimo de dados observáveis de retornos. Foram encontrados, ainda, 17 dados ausentes (*missing data*) que foram estimados pelo método de interpolação, representando 0,006% do total dos retornos. Foram estimados 4 conjuntos de carteiras eficientes, a saber:

- i. *P\_IBrA* - Portfólio eficiente selecionado do conjunto de ativos negociados no mercado a vista (lote-padrão) da B3 que atenderam aos critérios do índice

---

<sup>10</sup> Ativos pertencentes a listagem do índice de ações IBrA\_B3 (o mais amplo) e com pelo menos 504 registros de preços em negociações prévias a data base.

<sup>11</sup> Ingresso no primeiro dia útil dos meses de julho e janeiro de cada ano.

IBrA\_B3, com o objetivo de expressar comportamento de uma carteira ótima para o mercado acionário brasileiro amplo<sup>12</sup> e irrestrito;

- ii. *P\_ESG* - Portfólio eficiente selecionado do conjunto de ativos negociados no mercado a vista (lote-padrão) da B3 que atenderam a todos os critérios de participação nos índices ISE\_B3, ICO2\_B3 e GPTW\_B3, com o objetivo de expressar o comportamento de uma carteira ótima, assinalada exclusivamente por empresas que componham os índices ESG do mercado acionário brasileiro na B3.
- iii. *P\_3Obj* – Portfólio tri-objetivo, selecionado do conjunto de ativos negociados no mercado a vista (lote-padrão) da B3 que atenderam aos critérios de participação em pelo menos um dos índices ISE\_B3, ICO2\_B3 e GPTW\_B3, com o objetivo de expressar o comportamento de uma carteira ótima, cuja otimização considerou como terceiro objetivo a maximização do alvo de assinalações ESG das empresas que compunham algum dos índices ESG do mercado acionário brasileiro na B3.
- iv. *P\_Nrest* – Portfólio eficiente selecionado da análise combinatória de tamanho idêntico ao *P\_ESG* (mesma quantidade de ativos) e que foi obtido do conjunto de ativos elegíveis em *P\_IBrA*. O objetivo desse portfólio é expressar o comportamento de uma carteira ótima, cuja otimização buscou encontrar, do conjunto de resultados possíveis, aquela com a menor diferença de retorno esperado em comparação a *P\_IBrA*. Portanto, o portfólio selecionado, *P\_Nrest*, é aquele de maior retorno esperado, extraído de um subconjunto de

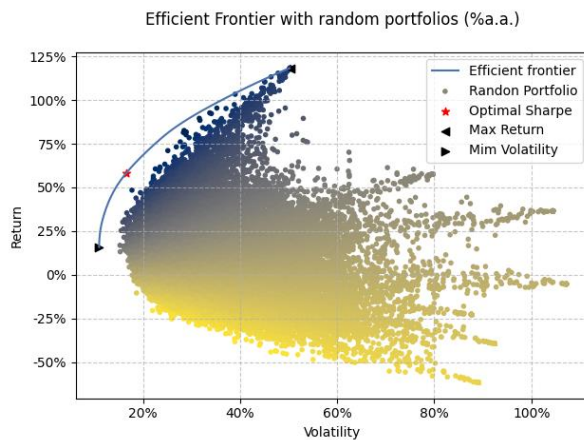
---

<sup>12</sup> Ver critérios do IBrA\_B3, disponível no sítio da B3 na internet: [https://www.b3.com.br/pt\\_br/market-data-e-indices/indices/indices-de-sustentabilidade/](https://www.b3.com.br/pt_br/market-data-e-indices/indices/indices-de-sustentabilidade/).

$P\_IBrA$  cuja composição contém apenas as combinações de elementos com a mesma quantidade de ativos existente em  $P\_ESG$ .

Para cada ciclo de análise, tentou-se encontrar nas incontáveis combinações de ativos que configuram o espaço de possibilidades de alocação em portfólios viáveis ( $w_p$ ), a conexão das carteiras otimizadas para que se delineasse a Fronteira Eficiente (EF) do portfólio  $P\_IBrA$ .

Para ilustrar o aludido procedimento computacional de otimização de portfólios, apresentam-se na figura abaixo, os resultados encontrados para as simulações<sup>13</sup> do espaço de possibilidades de alocações e a fronteira eficiente estimada para o portfólio  $P\_IBrA$ , que estavam elegíveis aos critérios de análise do ciclo inicial (C0).



### ### P\_IBrA SOLUÇÃO DE OTIMIZAÇÃO DE PORTFÓLIO ###

#### Relatórios de portfólio:

P\_IBra tamanho da carteira: 11 ativos  
Janelas de dados: 504 Dias úteis, de: 2016-12-01 até 2016-12-29

#### Métricas financeiras:

Retorno anual esperado: 58,0%  
Volatilidade anual: 16,5%  
Índice de Sharpe: 3,39  
ESGp (pontuação): 1,6

#### P\_IBrA Alocação de ativos:

OrderedDict([('AGRO3', 0.11997), ('BRKM5', 0.03678), ('ELET3', 0.08859), ('ELET6', 0.08204), ('EQTL3', 0.07443), ('FLRY3', 0.19792), ('RADL3', 0.21497), ('SMTO3', 0.02864), ('SQIA3', 0.02562), ('SUZB3', 0.06338), ('UNIP6', 0.06765)])

Figura 1: Fronteira eficiente do portfólio  $P\_IBrA$

Fonte: Broadcast+ e B3, elaborado pelo autor.

Na abordagem clássica de Média-Variância (MV Model), a Fronteira Eficiente é estabelecida (eq. 2) para qualquer portfólio 'x' preferido ao 'y', se e somente se,  $E(r_{px}) \geq E(r_{py})$  e  $Var(r_{px}) \leq Var(r_{py})$ , portanto, deve-se estabelecer pelo menos uma

<sup>13</sup> Foram realizadas dez mil simulações para a composição aleatória de portfólios (Randon Portfolio), que estavam elegíveis aos critérios de análise do ciclo inicial (C0).

desigualdade estrita, de maneira que a superfície eficiente é encontrada conectando as diversas carteiras não dominadas, que são as soluções ótimas de Pareto.

Para todas as carteiras anteriormente especificadas foram selecionados três pontos fixos para análise dos resultados (vértices). Pretendeu-se obter, para cada vértice, os marcos otimizados de máximo retorno  $E(r_p)$ , o índice de Sharpe ( $IS_p$ ), a nota de assinalações ESG ( $ESG_p$ ) e o custo implícito ( $IC_{ESG}$ ) à escolha de carteiras ESG.

Os três alvos de risco foram definidos a partir da otimização do portfólio  $P_{ESG}$  (carteira mais restrita), para a qual foram estimados os seguintes alvos de risco: vértices de mínima volatilidade ( $P_{mim}$ ), de máximo retorno ( $P_{max}$ ) e de intervalo médio entre os pontos de máximo e mínimo retornos otimizados ( $P_{med}$ ).

O quadro resumo com o rol das ações e as principais características da base de dados constam do Apêndice A e a informação completa, disponível em arquivo eletrônico: <https://1drv.ms/x/s!AIRvdU0S33q3iOQEAebpTFRUsvv5sg?e=E1QnAN>. A seguir, evidencia-se apenas um recorte do quadro com a indicação das informações disponíveis para consulta.

**TABELA 1: ATIVOS DISPONÍVEIS A ALOCAÇÃO EM PORTFÓLIO**

Ticker	Ativo	ESG	GPTW	ICO <sup>2</sup>	ISE	Add_Ciclo
ABEV3	AMBEV S/A	3	1	1	1	C0
WIZC3	WIZ CO	1	1	0	0	C12
LUPA3	LUPATECH ON NM	0	0	0	0	C18
ENGI11	ENERGISA	2	1	1	0	C24
BHIA3	CASAS BAHIA	3	1	1	1	C30
AZUL4	AZUL	2	0	1	1	C36
BPAC11	BTGP BANCO	2	0	1	1	C42
HAPV3	HAPVIDA ON NM	0	0	0	0	C48
LOGG3	LOG COM PROPON NM	0	0	0	0	C54
PLPL3	PLANOEPLANO ON NM	0	0	0	0	C78
ASAI3	ASSAI	3	1	1	1	OUT

Fonte: Broadcast+ e B3, dados elaborados pelo autor.

A partir da análise comparativa das carteiras otimizadas foram obtidas estimativas para os custos implícitos às seleções de carteiras exclusivamente ESG ( $P_{ESG}$ ) e ESG não exclusiva ( $P_{3Obj}$ ), ambas em relação a carteira ampla e irrestrita do mercado acionário ( $P_{IBrA}$ ), bem como a decomposição de suas extensões nos dois efeitos distintos pesquisados – o efeito restrição ( $ef_{rest}$ ) e o efeito ESG ( $ef_{ESG}$ ).

Por fim, foram realizados para todo horizonte de análise cortes periódicos e uniformes de reprocessamento do modelo de otimização (79 ciclos mensais), com o objetivo de examinar a estabilidade das estimativas de retorno, volatilidade e horizonte de reconfiguração de alocação do portfólio.

Todos os procedimentos e código computacionais desenvolvidos para a presente pesquisa utilizaram o Python®<sup>14</sup> (ver. 3.10.1) e bibliotecas associadas<sup>15</sup>, com a base de dados disponíveis para consulta eletrônica em: <https://1drv.ms/x/s!AIRvdU0S33q3iOQEAbpTFRUsv5sg?e=jQGPY6>. Destaca-se, ainda, o uso da biblioteca PyPortfolioOpt<sup>16</sup>, cuja documentação técnica (Martin, 2021) serviu de base e instrução para o desenvolvimento código computacional desenvolvido.

---

<sup>14</sup> É marca registrada da PSF e uma linguagem de programação orientada a objetos, interativa e interpretada. utilizada no desenvolvimento de software, ciência de dados e “machine learning”. Possui interfaces para chamadas e bibliotecas de sistema.

<sup>15</sup> Foram utilizadas as seguintes bibliotecas matplotlib, numpy, openpyxl, pandas e pypfopt.

<sup>16</sup> É uma biblioteca, em código aberto, para linguagem python que fornece algoritmos para otimização de portfólio, incluindo técnicas clássicas de fronteira eficiente, alocação Black-Litterman, dentre outros.

## 4 ANÁLISE RISCO-RETORNO

O modelo clássico (MV Model) de diversificação e seleção de portfólios eficientes foi o modelo padrão utilizado nesta pesquisa e, portanto, teve como métricas: a (média) para a estimativa dos retornos esperados e a (variância) para quantificação do risco dos ativos. Para o cálculo dos retornos correntes ( $r_p$ ) e retornos esperados ( $E(r_p)$ ) utilizados na presente pesquisa, adotou-se o método linear. Para quantificação do risco dos ativos, adotou-se variância como métrica de risco, medida própria do MV Model.

Contudo, como já mencionado na Seção 2 – Revisão da Literatura, outros modelos de risco também são amplamente utilizados em pesquisas acadêmicas, em especial, quando se pretende de forma prospectiva, prever as volatilidades dos ativos e a suas codependências, ou quando se busca prevenir a riscos específicos para os quais há modelagem especiais, como por exemplo no uso da semivariância.

Portanto, além da métrica clássica de risco e retorno buscou-se, também, avaliar o uso de outra medida de risco diferentes a do modelo padrão, visando confirmar a aderência ou a discrepância de seus resultados. Para a eleição dessa métrica alternativa empregou-se a amostra de dados de 2016-12 a 2014-12 (504 dias úteis), contra os dados fora da amostra do ano de 2017-06 a 2017-01 (121 dias uteis), com o intuito de comparar a capacidade dos diferentes modelos de risco em prever a matriz de covariância fora da amostra.

O período de 121 dias úteis (aproximadamente, 6 meses) para os dados fora da amostra é compatível com a periodicidade semestral para a adição de novos ativos elegíveis ao processo de otimização e seleção das carteiras, como definido anteriormente.

Servindo-se do cálculo do erro absoluto médio para todos os modelos de risco disponíveis na biblioteca PyPortfolioOpt, verificou-se como métrica alternativa de risco a variância ponderada exponencialmente<sup>17</sup> (exp cov), por apresentar o menor erro absoluto:

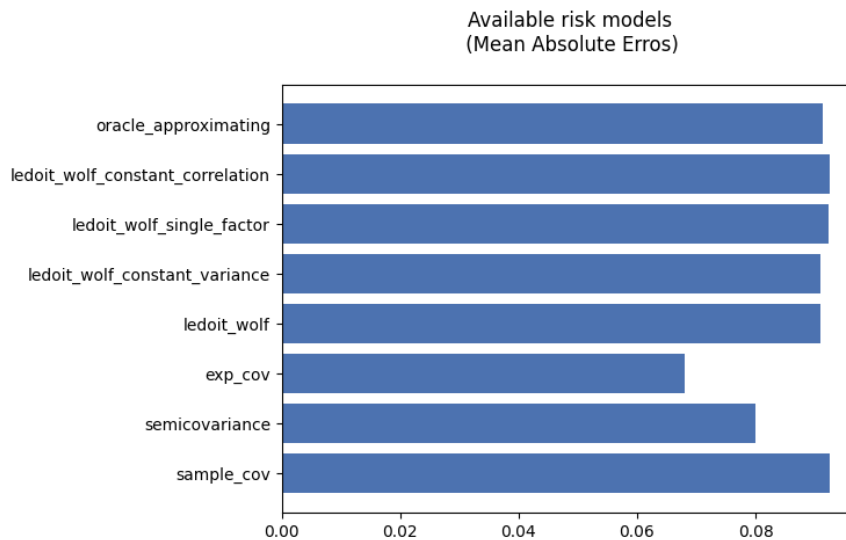


Figura 2: Erro absoluto médio dos modelos de risco  
Fonte: Broadcast+ e B3, elaborado pelo autor.

Seguindo aos procedimentos de pesquisa para o cálculo da variância dos portfólios ( $\text{Var}(r_p)$ , equação 1.3) foram obtidos, com base nos retornos lineares dos ativos, os cálculos das matrizes de covariância e correlação para ambos os modelos de riscos (Cov e Exp\_Cov), como demonstrado no gráfico abaixo:

<sup>17</sup> Aplica-se a ponderação exponencial quando se quer dar maior significância relativa à comparação entre valores mais representativos em relação aos outros valores.

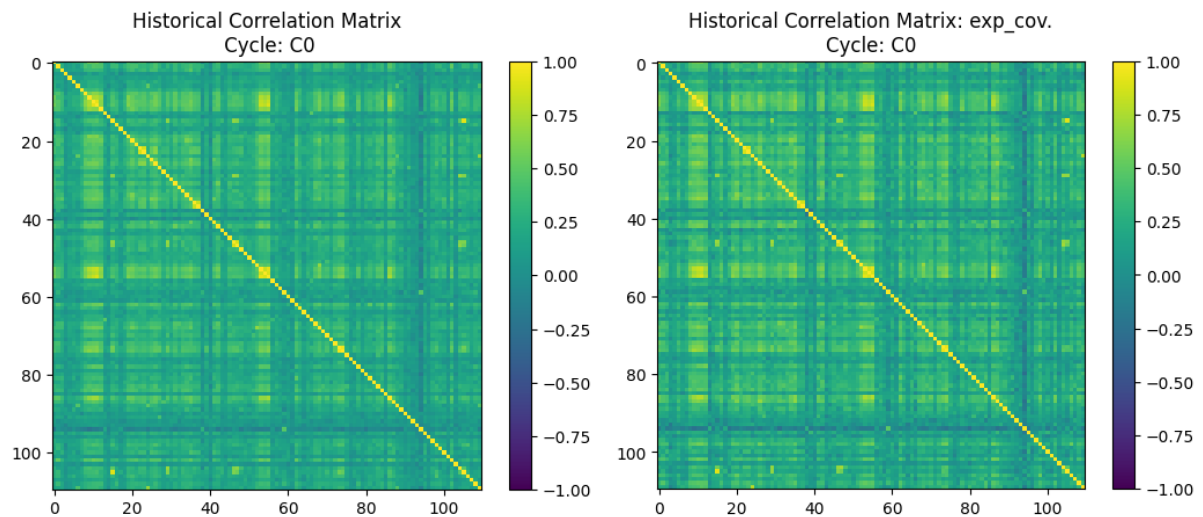


Figura 3: Matriz de correlação IBrA  
 Fonte: Broadcast+ e B3, elaborado pelo autor

Resta, agora, obter as notas de assinalações ESG para que seja possível efetivar, por meio de algoritmo de Programação Quadrática (QP, do termo em inglês), a solução do problema de otimização de carteiras. Como definido em eq. (3), a nota de assinalação ESG de um portfólio ( $ESG_p$ ) depende do vetor de alocação ( $w_p$ ), que é a própria solução do processo de otimização, e as notas de assinalações de todos os ativos que compõem a carteira.

A nota ESG de cada ativo pode ser encontrada no Apêndice A, mas com o intuito dar uma visão de conjunto, resumiram-se, abaixo, as quantidades de ativos por índice de ações na B3 e nota ESG assinalada.

**TABELA 2: QUANTIDADE DE AÇÕES ASSINALADAS EM ÍNDICES ESG**

Assinalações	Não Há	Há	Total
Não há	61	0	61
1 Assinalação	0	52	52
2 Assinalações	0	46	46
3 Assinalações	0	20	20
<b>Total</b>	<b>61</b>	<b>118</b>	<b>179</b>

Assinalados	ISE	ICO <sup>2</sup>	GPTW
1 Assinalação	7	16	29
2 Assinalações	39	40	13
3 Assinalações	20	20	20
<b>Total</b>	<b>66</b>	<b>76</b>	<b>62</b>

Fonte: Broadcast+ e B3, dados elaborados pelo autor.

Para que fosse possível a comparação de desempenho e do custo implícito das três carteiras analisadas ( $P_{BrA}$ ,  $P_{ESG}$  e  $P_{3Obj}$ ) foi necessário fixar três patamares de risco, os quais se denominaram: vértices de mínima volatilidade ( $P_{mim}$ ), vértice de média volatilidade ( $P_{med}$ ) e vértice de máxima volatilidade ( $P_{max}$ ).

Fixados os três alvos de risco, é possível, por meio das equações 2 e 4 em processo de otimização em QP, encontrar para todos os portfólios os resultados de desempenho, nota ESG, o custo implícito e a extensão de seus efeitos. Como mencionado anteriormente, os alvos de risco (vértices) foram definidos a partir da otimização do portfólio  $P_{ESG}$  (carteira mais restrita), encontrando-se os pontos fixos para a comparação de todos os portfólios, em todos os ciclos de análise, como demonstrado no relatório a seguir:

**TABELA 3: VÉRTICES PARA A ANÁLISE DO CUSTO IMPLÍCITO AÇÕES**Ciclo de referência: C0 ( $P_{ESG}$ )

Período de referência: 2016-12

Dados: últimos 504 dias úteis

**Pmin: vértice de volatilidade mínima**

Retorno anual esperado: 44,4% a.a.

Volatilidade anual: 26,5% a.a. (1º ponto fixo)

Índice de Sharpe: 1,30

**Pmax: vértice de volatilidade máxima**

Retorno anual esperado: 63,7% a.a.

Volatilidade anual: 36.5% a.a. (2º ponto fixo)

Índice de Sharpe: 1,69

**Pmed: vértice de volatilidade média**

Retorno anual esperado: 55,7%

Volatilidade anual: 31,5% a.a. (3º ponto fixo)

Índice de Sharpe: 1,71

Fonte: Broadcast+ e B3, dados elaborados pelo autor.

Concluído o cálculo de todos os elementos acima, passou-se ao processo de obtenção das carteiras otimizadas, ou seja, por meio de algoritmos de otimização de QP foram encontradas as composições ótimas de Pareto para a alocação em cada portfólio ( $w_p$ ) analisado, com a identificação do retorno esperado ( $E(r_p)$ ), em todos os alvos de risco fixados.

Para as carteiras  $P_{IBrA}$ ,  $P_{ESG}$  e  $P_{Nrest}$  utilizou-se o clássico MV Model, pois em todas as carteiras há, apenas, a delimitação dos ativos elegíveis que podem participar do processo de otimização. Logo, para todas as carteiras os objetivos são: determinar o vetor de alocação em cada portfólio ( $w_p$ ) que maximiza o retorno dos portfólios, como requerido na eq. (2A), na qual o retorno esperado é definido como  $E(r_p) = \sum_{i=1}^n w_i \cdot E(r_i)$ , e o risco do portfólio, como  $Var(r_p) = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n w_i \cdot w_j \cdot Cov(r_i, r_j)$ , estando esse limitado a um alvo fixo de risco, especificado com ( $\phi$ ).

Os resultados da otimização desses portfólios nos 79 ciclos de análise e nos três vértices de riscos fixados estão disponíveis para consulta eletrônica em: <https://1drv.ms/x/s!AIRvdU0S33q3iOQ4fChFPTbbLvGozQ?e=j1F4GE>.

De outra forma, para o portfólio  $P_{30bj}$ , utilizou-se o método de otimização de portfólio multiobjetivo, uma variante atualizada do clássico MV Model que incorpora, no caso em específico, uma terceira variável a ser otimizada ( $ESG_p$ ).

Agora, portanto, não é apenas o caso de delimitação de ativos elegíveis, mas há a introdução do terceiro objetivo (ESG) que precisa interagir com as medidas de risco e retorno do portfólio, para considerar o atingimento de um alvo ESG no processo de otimização da carteira.

A definição de um alvo ESG a ser incorporado ao modelo é um parâmetro estritamente exógeno, que pode ser arbitrado pelas preferências do investidor. Neste estudo utilizou-se como alvo ESG ( $\delta_{P_{30bj}}$ ) o ponto médio entre a nota de assinalação do portfólio estritamente restrito ( $P_{ESG}$ ) e nota de assinalação do portfólio irrestrito ( $P_{IBrA}$ ), ambos observados em seus respectivos vértices de risco.

Assim, para o portfólio  $P_{30bj}$  buscou-se determinar o vetor de alocação do portfólio ( $w_{p_{30bj}}$ ) que maximiza o retorno dos portfólios, como requerido na eq. (4), na qual o retorno esperado é definido como  $E(r_{p_{30bj}}) = \sum_{i=1}^n w_i \cdot E(r_i)$ ; o risco do portfólio, como  $Var(r_{p_{30bj}}) = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n w_i \cdot w_j \cdot Cov(r_i, r_j)$ , estando esse limitado a um alvo fixo de risco, especificado com ( $\phi$ ), e, por fim; a nota de assinalação ESG definida como  $ESG_{p_{30bj}} = \sum_{i=1}^n w_i \cdot ESG_i$ , estando essa limitada a um alvo fixo de assinalação, especificado com ( $\delta$ ).

Os resultados da otimização desse portfólio, nos 79 ciclos de análise e para os três vértices de riscos fixados, foram disponibilizados para consulta como indicado anteriormente em arquivo eletrônico.

Para ilustrar o procedimento adotado na otimização de todos os portfólios dos 79 ciclos de análise é apresentado, nesse momento, apenas o primeiro ciclo de análise (C0). Observa-se na figura abaixo as duas configurações experimentais utilizadas, quais sejam: a comparação de desempenho dos portfólios restritos  $P\_ESG$  (gráfico esquerdo) e  $P\_3Obj$  (gráfico direito), ambos em relação ao portfólio irrestrito ( $P\_IBrA$ ).

Assim, foram encontradas para cada configuração, 9 carteiras otimizadas (Pareto-ótimas) nos três níveis-alvo de risco ( $\phi$ ), com 3 alvo-ESG ( $\delta$ ) vinculados ao portfólio  $P\_3Obj$ , tudo como já fora especificado no problema-objetivo acima.

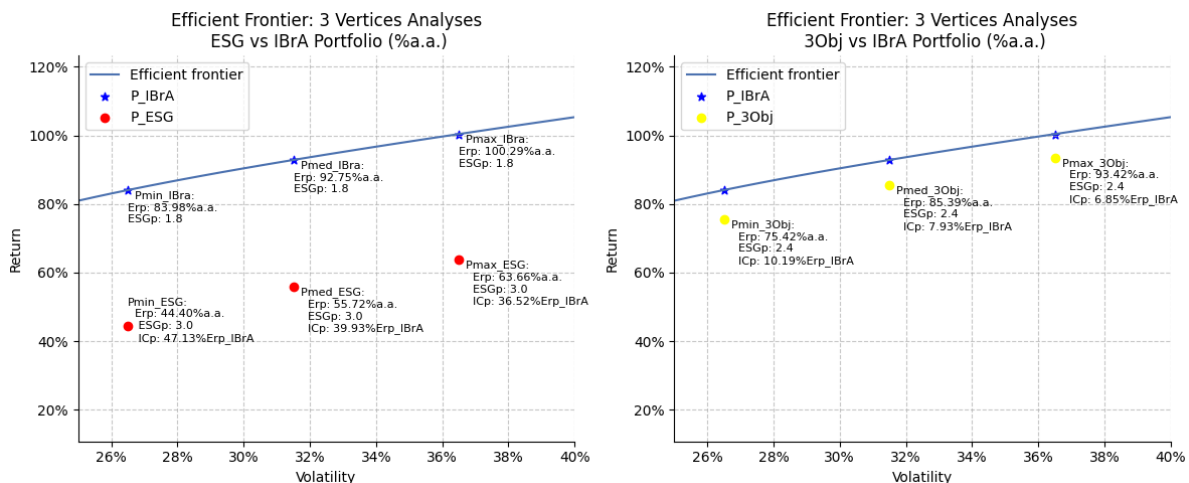


Figura 4: Fronteira eficiente e portfólios otimizados por vértices (ciclo C0)  
Fonte: Broadcast+ e B3, elaborado pelo autor

O custo implícito foi calculado para todos os portfólios em cada vértice, como definido na equação (5); as notas de assinalações ESG, como definido na eq. (3); e a extensão dos efeitos restrição ( $ef_{rest}$ ) e ESG ( $ef_{ESG}$ ), respectivamente, definidos nas equações (6) e (7).

Todos os procedimentos acima descritos e os cálculos realizados para o ciclo inicial (Apêndice B) foram também processados e compilados nos demais 78 ciclos de análises, de modo a se estimar os custos implícitos ( $IC_{ESG}$ ) de todo o período, a estabilidade das estimativas de retornos e o exame do horizonte de reconfiguração de alocação do portfólio.

## 4.1 ANÁLISE DE RESULTADOS

Para a análise dos resultados foram sumarizados indicadores da estatística descritivas e da seleção de performance e risco utilizados no exame de todas (quatro) as carteiras, seccionadas em três vértices de riscos distintos.

Os valores médios dos retornos das carteiras foram expressos em taxa de variação percentual anual (%a.a.) e em índice referenciado à carteira ampla e irrestrita (% do  $P_{IBrA}$ ), esse último mais eficaz para o propósito analítico por desconsiderar das taxas de variação as oscilações de mercado que produzem impacto sistemático, deslocando os patamares médios de retorno a cada período de análise (ciclo).

### 4.1.1 Resultados do vértice 1 (Pmin)

O vértice 1 (Pmin) corresponde ao nível de risco ( $\phi$ ) fixado em 26,5%a.a., usado para a análise comparativa dos portfólios. Foram processados os 79 ciclos de análise e para todos foram encontradas soluções ótimas.

A tabela abaixo sumariza os resultados encontrados:

**TABELA 4: RESULTADOS VÉRTICE 1 (PMIN :  $\phi = 26,5\%A.A.$ )**

Nome do Portfólio	Estatísticas				Indicadores Performance		
	$E_{r_p}$ (Média)	CV (%)	Máximo	Mínimo	$IC_{esg}$ (Média)	$ESG_p$ (Nota Média)	$I_{Sharpe_p}$ (Média)
Portfólio $P_{IBrA}$ (%a.a.)	119,5%	47,7%	264,2%	45,1%	0,0%	1,35	4,43
(% $P_{IBrA}$ )	100,0%	0,0%	100,0%	100,0%	0,0%		
Portfólio $P_{3Obj}$ (%a.a.)	107,0%	52,5%	249,6%	40,1%	14,6%	2,18	3,96
(% $P_{IBrA}$ )	87,8%	6,0%	97,0%	74,4%	12,2%		
Portfólio $P_{ESG}$ (%a.a.)	66,6%	77,2%	207,1%	12,0%	59,9%	3,00	2,44
(% $P_{IBrA}$ )	49,9%	34,3%	82,5%	13,5%	50,1%		

Fonte: B3, calculados pelo autor

Como visto acima, o retorno esperado (média) do portfólio  $P_{IBrA}$ , que é a referência para as demais carteiras, foi 119,5%a.a., apresentando o coeficiente de variação (CV) de 47,7%, indicando alta variabilidade das observações.

Os indicadores de performance dessa carteira ampla e irrestrita ( $P_{IBrA}$ ) apontam uma relação retorno-risco medida pelo índice de Sharpe de 4,43 e nota de assinalação ESG de 1,35, cuja nota máxima é 3,0.

O portfólio  $P_{ESG}$ , o mais restrito de todos, teve o retorno esperado (média) de 66,6%a.a., apenas 49,9% do  $P_{IBrA}$ ; apresentou maior dispersão em comparação ao portfólio de referência, com um CV de 34,3%, medido pela dispersão dos retornos em % do  $P_{IBrA}$ .

Sobre o aspecto da performance, verificou-se uma piora na relação retorno-risco em comparação a referência, com o índice de Sharpe de 2,44 (1,99 ponto menor que da carteira  $P_{IBrA}$ ); quanto à nota ESG, esta foi fixada em 3,0 por premissa alocativa própria da carteira; e para a relação de trade-off entre preferência ESG e o retorno esperado ( $\Delta E(r_p)/\Delta ESG_p$ ), verificou-se que para cada ponto ganho em nota ESG há uma redução no retorno desse portfólio de 30,4% do  $P_{IBrA}$ .

O Custo implícito da carteira ( $IC_{ESG}$ ) foi de 50,1% do  $P_{IBrA}$ , representando a extensão total do ônus do investidor por exercer a sua preferência em ativos ESG; e para a decomposição desse movimento tem-se em termos médios, o efeito Restrição de 0,9% do  $P_{IBrA}$  e o efeito ESG de 48,9% do  $P_{IBrA}$ , representando respectivamente 1,7% e 98,3% do ônus total ( $IC_{ESG}$ ).

O portfólio  $P_{3Obj}$  que representa a alternativa do investidor que busca maximizar sua preferência ESG, sem renunciar ao objetivo da rentabilidade, obteve o um retorno esperado (média) de 107,0%a.a. ou 87,8% do  $P_{IBrA}$ , que é 1,6 vez superior ao do  $P_{ESG}$ ; apresentou uma dispersão menor que o portfólio  $P_{ESG}$ , com CV de 6,0%, medido pela dispersão dos retornos em % do  $P_{IBrA}$ , considerado um índice baixo.

Sobre o aspecto de eficiência, verificou-se uma melhora na relação retorno-risco em comparação ao portfólio  $P_{ESG}$ , com o índice de Sharpe de 3,96 (1,52 ponto maior que a do  $P_{ESG}$ ); quanto à nota  $ESG_p$  obteve 2,18; e para a relação de trade-off entre preferência ESG e o retorno esperado ( $\Delta E(r_p)/\Delta ESG_p$ ) de 14,8% do  $P_{IBrA}$ , portanto, melhor que a do indicador do  $P_{ESG}$  que assinalou para o mesmo índice a redução no retorno de 30,4% do  $P_{IBrA}$  para cada ponto ganho em nota ESG.

A carteira alternativa  $P_{3Obj}$  em comparação a  $P_{ESG}$  se mostrou mais vantajosa sobre todos os aspectos analisados: o retorno 1,76 vez maior; uma dispersão 5,71 vezes menor; Índice de Sharpe 1,62 vez maior e o indicador que mede o trade-off ESG é 2,41 vezes menor, ou seja, o exercício da preferência ESG na carteira  $P_{3Obj}$  sacrifica 2,06 vezes menos o retorno desse portfólio em relação ao  $P_{ESG}$ .

#### 4.1.2 Resultados do vértice 2 (Pmed)

O vértice 2 (Pmed) corresponde ao nível de risco ( $\phi$ ) fixado em 31,5%a.a. para a análise comparativa entre os portfólios. Foram processados 79 ciclos de análise dos quais 69 foram encontradas soluções ótimas, sendo desprezados 10 ciclos (12,6%) da análise.

A tabela abaixo sumariza os resultados encontrados:

**TABELA 5: RESULTADOS VÉRTICE 2 (PMED :  $\phi = 31,5\%A.A.$ )**

Nome do Portfólio	Estatísticas				Indicadores Performance		
	$E_{rp}$ (Média)	CV (%)	Máximo	Mínimo	$IC_{ESG}$ (Média)	$ESG_p$ (Nota Média)	$ISharpe_p$ (Média)
Portfólio P_IBrA (%a.a.)	143,8%	47,3%	315,8%	53,7%	0,0%	1,43	4,50
(%P_IBrA)	100,0%	0,0%	100,0%	100,0%	0,0%		
Portfólio P_3Obj (%a.a.)	130,9%	51,9%	300,3%	41,9%	15,5%	2,22	4,09
(%P_IBrA)	89,2%	6,8%	97,9%	73,1%	10,8%		
Portfólio P_ESG (%a.a.)	94,4%	65,3%	262,2%	19,1%	50,6%	3,00	2,93
(%P_IBrA)	61,3%	21,2%	86,4%	33,4%	38,7%		

Fonte: B3, calculados pelo autor.

Como visto acima, o retorno esperado (média) do portfólio  $P_{IBrA}$  foi 143,8%a.a, apresentando o coeficiente de variação (CV) de 47,3%, indicando alta variabilidade das observações. Os indicadores de performance da carteira  $P_{IBrA}$  indicam uma relação retorno-risco medida pelo índice de Sharpe de 4,50 e nota de assinalação ESG de 1,43.

O portfólio  $P_{ESG}$  teve o retorno esperado (média) de 94,4%a.a., apenas 61,3% do  $P_{IBrA}$ ; apresentou maior dispersão em comparação ao portfólio de referência, com um CV de 21,2%, medido pela dispersão dos retornos em % do  $P_{IBr}$  (dispersão moderada).

Sobre o aspecto da performance, verificou-se uma piora na relação retorno-risco em comparação a referência, com o índice de Sharpe de 2,93 (1,57 ponto menor que da carteira  $P\_IBrA$ ); quanto à nota ESG, esta foi fixada em 3,0 por premissa alocativa própria da carteira; e para a relação de trade-off entre preferência ESG e o retorno esperado ( $\Delta E(r_p)/\Delta ESG_p$ ), verificou-se que para cada ponto ganho em nota ESG há uma redução no retorno desse portfólio em 24,7% do  $P\_IBrA$ .

O Custo implícito da carteira ( $IC_{ESG}$ ) foi de 38,7% do  $P\_IBrA$ , e para a decomposição desse movimento, tem-se em termos médios, o efeito Restrição de 0,9% do  $P\_IBrA$  e o efeito ESG de 48,9% do  $P\_IBrA$ , representando respectivamente 1,7% e 98,3% do ônus total ( $IC_{ESG}$ ).

O portfólio  $P\_30bj$  obteve um retorno esperado (média) de 130,9%a.a. ou 89,2% do  $P\_IBrA$ , que é 1,4 vez superior ao do  $P\_ESG$ ; apresentou uma dispersão menor que o portfólio  $P\_ESG$ , com CV de 6,8% medida pela dispersão dos retornos em % do  $P\_IBrA$ , considerado um índice baixo.

Sobre o aspecto de eficiência, verificou-se uma melhora na relação retorno-risco em comparação ao portfólio  $P\_ESG$ , com o índice de Sharpe de 4,09 (1,16 ponto maior que a do  $P\_ESG$ ); quanto à nota  $ESG_p$  obteve 2,22; e para a relação de trade-off ( $\Delta E(r_p)/\Delta ESG_p$ ) obteve-se 13,7% do  $P\_IBrA$ , portanto, melhor que a do indicador do  $P\_ESG$  que assinalou para o mesmo parâmetro a redução no retorno de 24,7% do  $P\_IBrA$  para cada ponto ganho em nota ESG.

A carteira alternativa  $P\_30bj$  em comparação a  $P\_ESG$  se mostrou mais vantajosa sobre todos os aspectos analisados: retorno 1,40 vez maior; uma dispersão 3,1 vezes menor; Índice de Sharpe 1,40 vez maior e o indicador que mede o trade-off

ESG é 1,80 vez menor, ou seja, o exercício da preferência ESG na carteira  $P_{30bj}$  sacrifica 1,80 vez menos o retorno desse portfólio em relação ao  $P_{ESG}$ .

#### 4.1.3 Resultados do vértice 3 (Max)

O vértice 3 (Pmax) corresponde ao nível de risco ( $\phi$ ) fixado em 36,5%a.a., usado para a análise comparativa entre os portfólios. Foram processados os 79 ciclos de análise dos quais 64 foram encontradas soluções ótimas, sendo desprezados 15 (18,9%) da análise.

A tabela abaixo sumariza os resultados encontrados:

**TABELA 6: RESULTADOS VÉRTICE 3 (P<sub>MAX</sub> :  $\phi = 36,5\%A.A.$ )**

Nome do Portfólio	Estatísticas				Indicadores Performance		
	$E_{r_p}$ (Média)	CV (%)	Máximo	Mínimo	$IC_{ESG}$ (Média)	$ESG_p$ (Nota Média)	$I_{Sharpe_p}$ (Média)
Portfólio $P_{IBrA}$ (%a.a.)	162,9%	48,0%	365,0%	58,8%	0,0%	1,50	4,41
(% $P_{IBrA}$ )	100,0%	0,0%	100,0%	100,0%	0,0%		
Portfólio $P_{3Obj}$ (%a.a.)	150,7%	51,7%	349,1%	44,2%	14,8%	2,26	4,07
(% $P_{IBrA}$ )	90,9%	7,1%	98,2%	70,4%	9,1%		
Portfólio $P_{ESG}$ (%a.a.)	118,3%	61,1%	314,0%	20,1%	47,0%	3,00	3,19
(% $P_{IBrA}$ )	68,8%	16,5%	89,4%	34,2%	31,2%		

Fonte: B3, calculados pelo autor.

Como visto acima, o retorno esperado (média) do portfólio  $P_{IBrA}$  foi 162,9%a.a, apresentando o coeficiente de variação (CV) de 48,0%, indicando alta variabilidade das observações. Os indicadores de performance dessa carteira ampla e irrestrita ( $P_{IBrA}$ ) apontam uma relação retorno-risco medida pelo índice de Sharpe de 4,41 e nota de assinalação ESG de 1,50, cuja nota máxima é 3,0.

O portfólio  $P\_ESG$  teve o retorno esperado (média) de 118,3%a.a., apenas 68,8% do  $P\_IBrA$ ; apresentou maior dispersão em comparação ao portfólio de referência, com um CV de 16,5%, medido pela dispersão dos retornos em % do  $P\_IBrA$  (dispersão moderada).

Sobre o aspecto da performance, verificou-se uma piora na relação retorno-risco em comparação a referência, com o índice de Sharpe de 3,19 (1,22 ponto menor que da carteira  $P\_IBrA$ ); quanto à nota ESG, esta foi fixada em 3,0; e para a relação de trade-off ( $\Delta E(r_p)/\Delta ESG_p$ ), verificou-se que para cada ponto ganho em nota ESG há uma redução no retorno desse portfólio em 20,8% do  $P\_IBrA$ .

O Custo implícito da carteira ( $IC_{ESG}$ ) foi de 31,2% do  $P\_IBrA$  e para a decomposição desse movimento, tem-se em termos médios, o efeito Restrição de 1,0% do  $P\_IBrA$  e o efeito ESG de 37,3% do  $P\_IBrA$ , representando respectivamente 2,6% e 97,4% do ônus total ( $IC_{ESG}$ ).

O portfólio  $P\_30bj$  obteve o um retorno esperado (média) de 150,7%a.a. ou 90,9% do  $P\_IBrA$ , que é 1,13 vez superior ao do  $P\_ESG$ ; apresentou uma dispersão menor que o portfólio  $P\_ESG$ , com CV de 7,1% medida pela dispersão dos retornos em % do  $P\_IBrA$ , considerado um índice baixo.

Sobre o aspecto de eficiência, verificou-se uma melhora na relação retorno-risco em comparação ao portfólio  $P\_ESG$ , com o índice de Sharpe de 4,07 (0,89 ponto maior que a do  $P\_ESG$ ); quanto à nota  $ESG_p$  obteve 2,26; e para a relação de trade-off ( $\Delta E(r_p)/\Delta ESG_p$ ) obteve-se 11,9% do  $P\_IBrA$ , portanto, melhor que o parâmetro do  $P\_ESG$  que assinalou para o mesmo indicador a redução no retorno de 20,8% do  $P\_IBrA$ , para cada ponto ganho em nota ESG.

A carteira alternativa  $P_{3Obj}$  em comparação a  $P_{ESG}$  se mostrou mais vantajosa sobre todos os aspectos analisados: retorno 1,3 vez maior; uma dispersão 2,32 vezes menor; Índice de Sharpe 1,28 vez maior e o indicador que mede o trade-off ESG é 1,74 vez menor, ou seja, o exercício da preferência ESG na carteira  $P_{3Obj}$  sacrifica 1,74 vez menos o retorno desse portfólio em relação ao  $P_{ESG}$ .

#### 4.1.4 Resultados em perspectiva (análise dos vértices em conjunto)

Iniciando a análise pelo processo de reconfiguração das carteiras, observou-se que o portfólio  $P_{3Obj}$  em comparação ao  $P_{ESG}$  teve, em todos os ciclos de análise, uma menor restrição de seu espaço de possibilidades para alocação em ativos, na média o  $P_{3Obj}$  contou com a disponibilidade de 87,5 ativos, contra 17,6 da carteira  $P_{ESG}$ .

Quando se examinam os dados sobre a perspectivas da necessidade, ou não, de se reconfigurar os portfólios a cada novo ciclo, tem-se os seguintes resultados:

**TABELA 7: RECONFIGURAÇÕES DE PORTFÓLIOS**

Vértice de Níveis de Risco ( $\phi$ )	Reconfigurações de portfólio / Ciclos Totais		
	P_IBrA	P_3Obj	P_ESG
Pmin	57/78 (73,1%)	48/78 (61,5%)	61/78 (78,2%)
Pmed	48/78 (61,5%)	33/78 (42,3%)	46/78 (59,0%)
Pmax	38/78 (48,7%)	46/78 (59,0%)	29/78 (37,2%)

Fonte: B3, calculados pelo autor.

As carteiras  $P_{IBrA}$  e  $P_{ESG}$  apresentaram tendência de redução da necessidade de reconfiguração de portfólio para níveis de risco crescentes. Para todas as carteiras analisadas, a  $P_{ESG}$  foi a que apresentou tanto a maior frequência (78,2%, em Pmin) de reconfiguração, como a menor frequência (37,2%, em Pmax).

Comparam-se abaixo as performances das carteiras restritas  $P_{30bj}$  e  $P_{ESG}$  ao portfólio de referência  $P_{IBrA}$  e, como esperado, ambas tiveram menor nível de retorno em relação a referência, para todos os vértices de risco analisados.

Chama atenção a relação inversa revelada na análise conjunta dos vértices do portfólio  $P_{30bj}$ , que mostrou para níveis de risco crescentes existir um menor impacto (diferença de retorno) em relação ao resultado do portfólio de referência, ou seja, há um menor custo implícito para alvos de riscos mais arrojados na seleção de carteiras estritamente ESG.

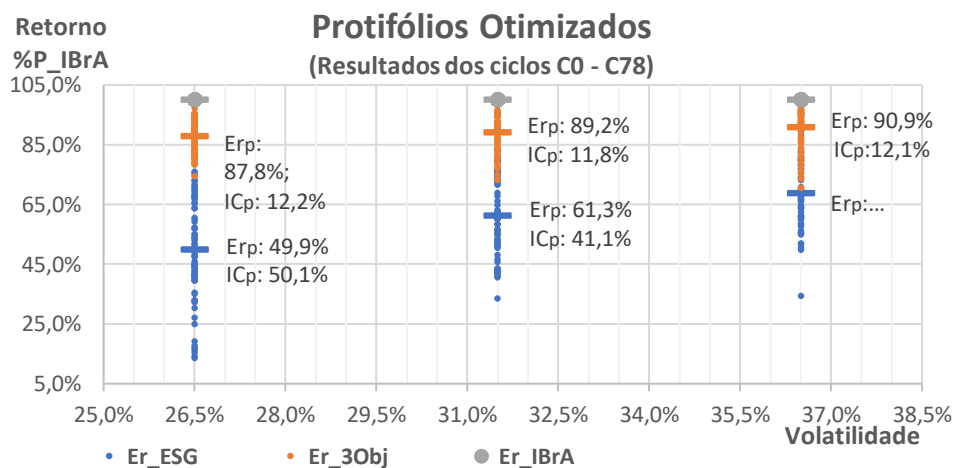


Figura 5: Portfólios otimizados por vértices (ciclos C0 – C78)  
Fonte: Broadcast+ e B3, elaborado pelo autor

Para sustentar tais evidências procederam-se a análise ANOVA, visando comparar os retornos dos portfólios  $P_{ESG}$  e  $P_{30bj}$  nos três níveis de risco distintos (mínimo, médio e máximo), o que resultou para um o nível de significância de 5,0% em:

i. Portfólio  $P_{ESG}$

A estatística F: 23,96, com um p-valor de aproximadamente  $5,30 \times 10^{-10}$ . O p-valor é muito baixo, sugerindo **que há diferenças estatisticamente**

**significativas** nos retornos entre os três níveis de risco. Os resultados do teste de comparações múltiplas de Tukey HSD para os níveis de risco dos portfólios ESG são os seguintes:

- a. Existe uma diferença estatisticamente significativa entre os retornos dos portfólios de risco máximo e médio (p-valor = 0,0039), sendo que os portfólios de risco máximo têm um retorno maior.
- b. Existe uma diferença estatisticamente significativa entre os retornos dos portfólios de risco máximo e mínimo (p-valor = 0.0001), sendo que os portfólios de risco máximo têm um retorno maior.
- c. Também existe uma diferença estatisticamente significativa entre os retornos dos portfólios de risco médio e mínimo (p-valor = 0.0001), com os portfólios de risco médio apresentando retornos maiores.

ii. Portfólio *P\_3Obj*

A estatística F: 2,49, com um p-valor de 0.0853. O p-valor indica que **não há diferenças estatisticamente significativas** entre os retornos dos portfólios para os diferentes níveis de risco. O p-valor acima do nível de significância indica que os retornos são bastante similares entre os três níveis de risco.

O Teste de Tukey confirmou os resultados - Er\_3Obj\_Pmax vs Er\_3Obj\_Pmed (p-valor = 0.5676); Er\_3Obj\_Pmax vs Er\_3Obj\_Pmin (p-valor = 0.0997) e Er\_3Obj\_Pmed vs Er\_3Obj\_Pmin (p-valor = 0.3266).

Portanto, confirmam-se as evidências obtidas com as otimizações das carteiras de que o portfólio *P\_3Obj* é capaz, por meio da diversificação, de manter estáveis os

patamares de retorno nos três níveis de risco fixados; e, de forma diversa, evidencia-se que a carteira mais restrita,  $P\_ESG$ , é muito menos eficiente em garantir melhores retornos por unidade de preferência ESG adicionada, em todos os níveis de risco fixados.

Analisando, ainda, a trajetória ascendente nos três níveis-alvo de risco ( $\phi$ ), percebe-se que o indicador de custo implícito (IC) cai significativamente mais no  $P\_3Obj$  do que em  $P\_ESG$ , sugerindo compensar a escolha por ganho de performance financeira, com menor composição de ativos ESG.

Quanto à evolução da extensão dos efeitos Restrição ( $ef_{rest}$ ) e ESG ( $ef_{ESG}$ ), verificou que a redução dos retornos das carteiras, em todos os níveis de riscos analisados, decorre de forma amplamente majoritária do efeito ESG,  $ef_{ESG}$ : {Pmin(98,3%); Pmed(97,4%); Pmax(96,9%)} do custo implícito.

Percebe-se, portanto, que os resultados encontrados nesta pesquisa aderem a vertente teórica que postula pela redução no desempenho esperado das carteiras de investimento em razão de restrições ao processo de seleção de ativos, coadunando às evidências levantadas por Fried et al. (2015) que indica, em sua maioria, a presença de resultados não positivos para pesquisa do tipo portfólio.

## 5 CONCLUSÃO

Os resultados encontrados em todo o período de análise (C0 – C78) revelam que há perda significativa de rentabilidade do portfólio  $P_{ESG}$  em comparação ao portfólio irrestrito,  $P_{IBrA}$ , e que esse custo implícito ( $IC_{ESG}$ ) à preferência por ativos ESG é mais severa quanto menor for nível de risco requerido pelo investidor.

Quando comparadas as performances das carteiras mais restritas,  $P_{ESG}$ , aos portfólios  $P_{30bj}$ , nos três níveis-alvo de risco ( $\phi$ ) arbitrados, e nos alvos-ESG ( $\delta$ ) mínimos requeridos, observa-se que os custos implícitos dos portfólios  $P_{30bj}$ , diminuem significativamente e mais do que proporcionalmente a variação da nota de assinalação ESG, o que recomenda compensar o ganho de performance financeira por uma menor composição de ativos ESG, para aqueles investidores que possuem preferências não absolutas por ativos ESG.

Observou-se que as estimativas de retornos de  $P_{30bj}$  se mantêm estáveis e eficientes à otimização multiobjetivo. Portanto, a relação inversa observada entre severidade do custo implícito ( $IC_{ESG}$ ) e o nível de risco requerido pelo investidor está presente somente nos resultados da carteira  $P_{ESG}$ , inexistindo na carteira  $P_{30bj}$ .

A extensão dos efeitos Restrição ( $ef_{rest}$ ) e ESG ( $ef_{ESG}$ ) revelam que o componente largamente majoritário para explicar a redução do retorno do portfólio  $P_{ESG}$  é o efeito da alocação exclusiva em ativos ESG, permanecendo tal efeito ( $ef_{ESG}$ ) presente em patamar idêntico para todos os níveis de riscos analisados.

Em suma, a preferência absoluta por ativos ESG mostrou-se bastante severa para os investidores sob o aspecto de rentabilidade dos portfólios em todos os níveis de riscos examinados, exigindo maior necessidade de reconfiguração para as carteiras com alvos de riscos mais baixos.

Para os investidores com preferências ESG, mas não absoluta, o estudo revelou que o relaxamento parcial dessa condição restritiva é altamente benéfico, pois o processo de otimização multiobjetivo conseguiu selecionar carteiras mais rentáveis e eficientes, apresentando retornos médios maiores, com menor dispersão; melhores Índices de Sharpe e melhores indicadores de trade-off ESG (menor sacrifício de retorno para cada ponto de nota ESG requerida).

É importante mencionar que o uso de assinalações em índices de ações da B3 pode não capturar integralmente as preferências alocativas dos investidores, em especial por não oferecer gradações ESG para os emissores listados em um mesmo índice de ações.

Além disso, os retornos passados não garantem necessariamente a repetição desses padrões no futuro e os resultados das estimativas dos retornos esperados podem variar, especialmente em mercados emergentes como o brasileiro, por serem mais voláteis e mais influenciados por fatores externos imprevisíveis.

Portanto, os resultados encontrados aderem a vertente teórica que postula pela redução no desempenho esperado das carteiras de investimento em razão de restrições ao processo de seleção de ativos. Contudo novas pesquisas, ao ampliar o período de observação e/ou incorporar novos parâmetros para aferição de nota ESG, podem indicar a manutenção do custo implícito ou novas tendências para o desempenho de empresas ESG.

Apesar dessas limitações, espera-se que as contribuições teóricas e práticas do estudo sejam significativas. Em termos teóricos, este trabalho contribui por abordar uma lacuna existente na literatura que examina o mercado brasileiro de ações, especialmente o que tange ao custo implícito das restrições ESG em portfólios.

Além disso, a aplicação prática de modelos de otimização multiobjetivo no contexto de portfólios ESG oferece uma nova perspectiva para mensurar e conciliar os objetivos financeiros às preferências de sustentabilidade, algo pouco explorado no Brasil.

Nesse contexto, a presente pesquisa proporciona o reconhecimento do custo histórico implícito na seleção de ativos ESG, permitindo ao público interessado que incorpore e ajuste seu modelo decisório com informações mais qualificadas, que ponderam o trade-off entre retorno financeiro esperado e o impacto social, ambiental e de governança de suas preferencias alocativas.

## REFERÊNCIAS

- Agência Estado S.A. (2017). EA Broadcast+, v. 6.11.2.0. São Paulo, SP. Retrieved 11 de 2023, from (<http://broadcast.com.br/>)
- Ambec, S., & Lanoie, P. (2008). Does it pay to be green? A systematic overview. [https://doi.org/Available at SSRN 2923484](https://doi.org/Available%20at%20SSRN%202923484)
- BlackRock Inc. (03 de Dezembro de 2020). *BlackRock Survey Shows Acceleration of Sustainable Investing*. <https://www.blackrock.com/br.ir.blackrock.com/news-and-events/press-releases/press-releases-details/2020/BlackRock-Survey-Shows-Acceleration-of-Sustainable-Investing/default.aspx>
- BNDES. (outubro de 2024). *Blog do Desenvolvimento*. Agência BNDES de Notícias. <https://agenciadenoticias.bndes.gov.br/blogdodesenvolvimento/detalhe/A-difusao-da-agenda-ESG-no-mundo-e-no-Brasil/>
- Brammer, S., & Millington, A. (2005). Corporate reputation and philanthropy: An empirical analysis. *Journal of business ethics*, 61, pp. 29-44.
- Brasil, Bolsa e Balcão - B³. (2023). *Índices de Sustentabilidade B³*. Retrieved 20 de 03 de 2023, from Brasil Bolsa Balcão - B³. [https://www.b3.com.br/pt\\_br/market-data-e-indices/indices/indices-de-sustentabilidade/](https://www.b3.com.br/pt_br/market-data-e-indices/indices/indices-de-sustentabilidade/)
- Budsaratragoon, P., & Jitmaneeoj, B. (2021). Corporate sustainability and stock value in Asian–pacific emerging markets: synergies or tradeoffs among ESG factors? *Sustainability*, 13(11), p. 6458.
- Carleo, A., Cesarone, F., Gheno, A., & Ricci, J. (2017). Approximating exact expected utility via portfolio efficient frontiers. *Decisions in Economics and Finance*, 40, pp. 115-143.
- Cerulli Associates Inc. (2024). *U.S. Environmental, Social, and Governance Investing 2023*. cerulli.com. <https://www.cerulli.com/reports/us-environmental-social-and-governance-investing-2023>
- Cesarone, F., Martino, M. L., & Carleo, A. (2022). Does ESG impact really enhance portfolio profitability? *Sustainability*, 14(4), p. 2050.
- Cornell, B. (2021). ESG preferences, risk and return. *European Financial Management*, 27(1), pp. 12-19.
- Cornell, B., & Damodaran, A. (2020). Valuing ESG: Doing good or sounding good? *NYU Stern School of Business*. <https://doi.org/dx.doi.org/10.2139/ssrn.3557432>
- CVM. (outubro de 2024). [www.gov.br/investidor/pt-br](http://www.gov.br/investidor/pt-br). Portal do Investidor. <https://www.gov.br/investidor/pt-br/penso-logo-invisto/investimentos-asg-e-aspectos-comportamentais>

- Dhaliwal, D. S., Li, O. Z., Tsang, A., & Yang, Y. (2011). Voluntary nonfinancial disclosure and the cost of equity capital: The initiation of corporate social responsibility reporting. *The accounting review*, 86(1), pp. 59-100.
- Dhaliwal, D. S., Radhakrishnan, S., Tsang, A., & Yang, Y. G. (2012). Nonfinancial disclosure and analyst forecast accuracy: International evidence on corporate social responsibility disclosure. *The accounting review*, 87(3), pp. 723-759.
- Empresa Brasileira de Comunicação. (10 de 2023). *Notícias Gov - Empresas que acessam mercado de capitais terão que publicar relatórios de práticas sustentáveis*. Retrieved 23/04/2024, from agência gov. <https://agenciagov.ebc.com.br/noticias/202310/cvm-lanca-resolucao-para-adotar-indicadores-claros-e-comparaveis-em-praticas-sustentaveis-de-empresas-que-acessam-o-mercado-de-capitais>
- Eurosif. (2016). European SRI Study 2016.
- Fabozzi, F. J., Markowitz, H., & Gupta, F. (2008). Portfolio selection. 2. Hoboken, NJ, USA: John Wiley & Sons, Inc.
- Fereydooni, A., Barak, S., & Sajadi, A. S. (2023). A Novel Online Portfolio Selection Based on Pattern Matching and ESG Factors. Available at SSRN 4355713.
- Fish, A. J., Kim, D. H., & Venkatraman, S. (2019). The ESG Sacrifice. Available at SSRN 3488475.
- Fish, A., Kim, D. H., & Venkatraman, S. (Novembro de 2019). The ESG Sacrifice. *Mutual Funds*. <https://doi.org/api.semanticscholar.org/CorpusID:219364127>
- 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), pp. 210-233.
- Friedman, M. (1962). Capitalism and freedom. *University of Chicago*.
- Friedman, M. (2007). The social responsibility of business is to increase its profits. In *Corporate ethics and corporate governance*, pp. 173-178.
- Fryxell, G. E., & Wang, J. (1994). The Fortune corporate'reputation'index: Reputation for what? *Journal of management*, 20(1), pp. 1-14. <https://doi.org/doi.org/10.1177/014920639402000101>
- Global Sustainable Investment Alliance. (2020). *Global sustainable investment review 2020*. GSIA.
- Godfrey, P. C. (2005). The relationship between corporate philanthropy and shareholder wealth: A risk management perspective. *Academy of management review*, 30(4), pp. 777-798.

- Instituto Propague. (outubro de 2024). *Propague*.  
<https://institutopropague.org/financas-verdes/insight-padronizacao-de-dados-esg/>
- Khan, M. (2019). Corporate governance, ESG, and stock returns around the world. . *Financial Analysts Journal*, 75(4), pp. 103-123.
- Khan, M., Serafeim, G., & Yoon, A. (2016). Corporate sustainability: First evidence on materiality. *The accounting review*, 91(6), pp. 1697-1724.
- KPMG International Limited. (Novembro de 2023). *KPMG 2023 Banking CEO Outlook*.  
<https://kpmg.com/br/pt/home.html>.  
[kpmg.com/br/pt/home/insights/2023/12/pesquisa-global-ceos-bancos-destaca-ia-esg.html](https://kpmg.com/br/pt/home/insights/2023/12/pesquisa-global-ceos-bancos-destaca-ia-esg.html)
- La Torre, M., Mango, F., Cafaro, A., & Leo, S. (2020). Does the ESG index affect stock return? Evidence from the Eurostoxx50. *Sustainability*, 12(16), p. 6387.  
<https://doi.org/https://doi.org/10.3390/su12166387>
- Li, L., Zheng, X., & Wang, S. (2023). The Effect of Sustainability Information Disclosure on the Cost of Equity Capital: An Empirical Analysis Based on Gartner Top 50 Supply Chain Rankings. . *Journal of Risk and Financial Management.*, 16(8), p. 358.
- Lykkesfeldt, P., & Kjaergaard, L. L. (2022). The new wave of ESG regulatory framework. In *Investor Relations and ESG Reporting in a Regulatory Perspective: A Practical Guide for Financial Market Participants*. Springer International Pub, pp. 127-136.
- Margolis, J. D., Elfenbein, H. A., & Walsh, J. P. (2011). Does it pay to be good... and does it matter? A meta-analysis of the relationship between corporate social and financial performance. And does it matter. *American accounting review.*, 86(1), pp. 59 - 100.
- Markowitz, H. (1952). Portfolio selection. *Journal of Finance*, pp. 77–91.
- Markowitz, H. (1959). *Portfolio Selection: Efficient Diversification of Investments*. Cowles Foundation for Research in Economics at Yale University, Monograph 16. New York, NY, USA: John Wiley & Sons Inc.
- Martin, A. R. (2021). PyPortfolioOpt: portfolio optimization in Python. *Journal of Open Source Software*, 6(61), p. 3066.
- Merton, R. C. (1987). A Simple Model of Capital Market Equilibrium with Incomplete Information. *The Journal of Finance*(42), pp. 483-510.  
<https://doi.org/doi.org/10.1111/j.1540-6261.1987.tb04565.x>
- Odu, G. O., & Charles-Owaba, O. E. (2013). Review of multi-criteria optimization methods—theory and applications. *IOSR Journal of Engineering*, 3(10), pp. 01-14.

- Pástor, L., Stambaugh, R. F., & Taylor, L. A. (2021). Sustainable investing in equilibrium. *Journal of financial economics*, 142(2), pp. 550 - 571.
- Porter, M. E., & Kramer, M. R. (2002). The competitive advantage of corporate philanthropy. *Harvard business review*, 80 (12), pp. 56-68.
- Porter, M., & Linde , C. V. (1995). Toward a new conception of the environment-competitiveness relationship. *Journal of economic perspectives*, 9(4), pp. 97-118.
- Principles for Responsible Investment Association. (2024). *Global policy (PRI)*. Retrieved 15 de 04 de 2024, from Principles for Responsible Investment. <https://www.unpri.org/policy/global-policy>
- Russo, V. M., & Fouts, A. P. (1997). *A Resource-based Perspective on Corporate*.
- Steinbach, M. C. (2001). Markowitz revisited: Mean-variance models in financial portfolio analysis. *SIAM review*, 43(1), pp. 31-85.
- Sverner, C., Minardi, A., & Moraes, T. F. (2023). The impact of ESG momentum in stock prices,. *Revista Brasileira de Finanças*, 21, pp. 77-105.
- Tarulli, A., Morrone, D., Conte, D., & Bussoli, C. (2023). The relevance of non-financial disclosure in influencing the cost of capital: Empirical evidence from the agri-food sector. *Business strategy and the environment*, 32(4), pp. 1739-1751.
- UNPRI. (2019). *PRINCIPLES FOR RESPONSIBLE INVESTMENT*. UNEP FI.
- Valentine, S., & Fleischman, G. (2008). Ethics programs, perceived corporate social responsibility and job satisfaction. *Journal of Business Ethics*, 77, pp. 159–172.
- Widyawati, L. (2020). A systematic literature review of socially responsible investment and environmental social governance metrics. *Business strategy and the environment*, 29(2), pp. 619 - 637.
- Yoon, B., Lee, J. H., & Byun, R. (2018). Does ESG performance enhance firm value? Evidence from Korea. *Sustainability*. 10(10), p. 3635.
- Zhou, G., Liu, L., & Luo, S. (2022). Sustainable development, ESG performance and company market value: Mediating effect of financial performance. *Business Strategy and the Environment*, 31(7), pp. 3371-3387.

## APÊNDICE A – RESUMO DAS VARIÁVEIS

TICKER	ATIVO	TICKER: ATIVO	ESG	GPT W	ICO <sup>2</sup>	ISE	ADD_ CICLO
ABEV3	AMBEV S/A	ABEV3: AMBEV S/A	3	1	1	1	C0
ARZZ3	AREZZO CO	ARZZ3: AREZZO CO	3	1	1	1	C0
B3SA3	B3	B3SA3: B3	3	1	1	1	C0
BBDC4	BRADESCO	BBDC4: BRADESCO	3	1	1	1	C0
CCRO3	CCR AS	CCRO3: CCR AS	3	1	1	1	C0
CIEL3	CIELO	CIEL3: CIELO	3	1	1	1	C0
COGN3	COGNA ON	COGN3: COGNA ON	3	1	1	1	C0
CPLE6	COPEL	CPLE6: COPEL	3	1	1	1	C0
ITSA4	ITAUSA	ITSA4: ITAUSA	3	1	1	1	C0
ITUB4	ITAUNIBANCO	ITUB4: ITAUNIBANCO	3	1	1	1	C0
MGLU3	MAGAZ LUIZA	MGLU3: MAGAZ LUIZA	3	1	1	1	C0
PCAR3	P.ACUCAR-CBD	PCAR3: P.ACUCAR-CBD	3	1	1	1	C0
SANB11	SANTANDER BR	SANB11: SANTANDER BR	3	1	1	1	C0
SLCE3	SLC AGRICOLA	SLCE3: SLC AGRICOLA	3	1	1	1	C0
STBP3	SANTOS BRP	STBP3: SANTOS BRP	3	1	1	1	C0
TIMS3	TIM	TIMS3: TIM	3	1	1	1	C0
VIVT3	TELEF BRASIL	VIVT3: TELEF BRASIL	3	1	1	1	C0
BBAS3	BRASIL	BBAS3: BRASIL	2	0	1	1	C0
BEEF3	MINERVA	BEEF3: MINERVA	2	0	1	1	C0
BPAN4	BANCO PAN	BPAN4: BANCO PAN	2	1	0	1	C0
BRFS3	BRF AS	BRFS3: BRF SA	2	0	1	1	C0
BRKM5	BRASKEM	BRKM5: BRASKEM	2	0	1	1	C0
CMIG4	CEMIG	CMIG4: CEMIG	2	0	1	1	C0
CPFE3	CPFL ENERGIA	CPFE3: CPFL ENERGIA	2	0	1	1	C0
CSAN3	COSAN	CSAN3: COSAN	2	0	1	1	C0
DXCO3	DEXCO	DXCO3: DEXCO	2	0	1	1	C0
ECOR3	ECORODOVIAS	ECOR3: ECORODOVIAS	2	0	1	1	C0
EGIE3	ENGIE BRASIL	EGIE3: ENGIE BRASIL	2	0	1	1	C0
ELET3	ELETROBRAS	ELET3: ELETROBRAS	2	0	1	1	C0
ENEV3	ENEVA	ENEV3: ENEVA	2	0	1	1	C0
FLRY3	FLEURY	FLRY3: FLEURY	2	0	1	1	C0
GFGA3	GAFISA	GFGA3: GAFISA	2	1	0	1	C0
GGBR4	GERDAU	GGBR4: GERDAU	2	1	1	0	C0
GUAR3	GUARARAPES	GUAR3: GUARARAPES	2	1	0	1	C0
HYPE3	HYPERA	HYPE3: HYPERA	2	0	1	1	C0
IGTI11	IGUATEMI S.A	IGTI11: IGUATEMI S.A	2	1	1	0	C0
KLBN11	KLABIN S/A	KLBN11: KLABIN S/A	2	0	1	1	C0
LREN3	LOJAS RENNER	LREN3: LOJAS RENNER	2	0	1	1	C0
MDIA3	M.DIASBRANCO	MDIA3: M.DIASBRANCO	2	0	1	1	C0
MRFG3	MARFRIG	MRFG3: MARFRIG	2	0	1	1	C0
MRVE3	MRV	MRVE3: MRV	2	0	1	1	C0
NTCO3	GRUPO NATURA	NTCO3: GRUPO NATURA	2	0	1	1	C0
RADL3	RAIADROGASIL	RADL3: RAIADROGASIL	2	0	1	1	C0
RAIL3	RUMO S.A.	RAIL3: RUMO S.A.	2	0	1	1	C0
RENT3	LOCALIZA	RENT3: LOCALIZA	2	1	1	0	C0
SUZB3	SUZANO S.A.	SUZB3: SUZANO S.A.	2	0	1	1	C0

TICKER	ATIVO	TICKER:_ATIVO	ESG	GPT W	ICO <sup>2</sup>	ISE	ADD_ CICLO
TAE11	TAESA	TAE11: TAESA	2	1	1	0	C0
TOTS3	TOTVS	TOTS3: TOTVS	2	1	1	0	C0
TRPL4	TRAN PAULIST	TRPL4: TRAN PAULIST	2	0	1	1	C0
UGPA3	ULTRAPAR	UGPA3: ULTRAPAR	2	1	1	0	C0
USIM5	USIMINAS	USIM5: USIMINAS	2	0	1	1	C0
WEGE3	WEG	WEGE3: WEG	2	0	1	1	C0
AESB3	AES BRASIL	AESB3: AES BRASIL	1	0	0	1	C0
AGRO3	BRASILAGRO	AGRO3: BRASILAGRO	1	1	0	0	C0
BBDC3	BRADESCO	BBDC3: BRADESCO	1	0	1	0	C0
BRPR3	BR PROPERT	BRPR3: BR PROPERT	1	1	0	0	C0
CSNA3	SID NACIONAL	CSNA3: SID NACIONAL	1	0	1	0	C0
ELET6	ELETOBRAS	ELET6: ELETOBRAS	1	0	1	0	C0
EMBR3	EMBRAER	EMBR3: EMBRAER	1	0	1	0	C0
EQTL3	EQUATORIAL	EQTL3: EQUATORIAL	1	1	0	0	C0
EZTC3	EZTEC	EZTC3: EZTEC	1	0	1	0	C0
GOLL4	GOL	GOLL4: GOL	1	0	1	0	C0
GRND3	GRENDENE	GRND3: GRENDENE	1	0	0	1	C0
JBSS3	JBS	JBSS3: JBS	1	0	1	0	C0
KEPL3	KEPLER WEBER	KEPL3: KEPLER WEBER	1	1	0	0	C0
LEVE3	METAL LEVE	LEVE3: METAL LEVE	1	1	0	0	C0
LOGN3	LOG-IN	LOGN3: LOG-IN	1	1	0	0	C0
MILS3	MILLS	MILS3: MILLS	1	1	0	0	C0
MULT3	MULTIPLAN	MULT3: MULTIPLAN	1	0	1	0	C0
MYPK3	IOCHP-MAXION	MYPK3: IOCHP-MAXION	1	0	0	1	C0
PETR3	PETROBRAS	PETR3: PETROBRAS	1	0	1	0	C0
PETR4	PETROBRAS	PETR4: PETROBRAS	1	0	1	0	C0
POSI3	POSITIVO TEC	POSI3: POSITIVO TEC	1	1	0	0	C0
PSSA3	PORTO SEGURO	PSSA3: PORTO SEGURO	1	0	1	0	C0
QUAL3	QUALICORP	QUAL3: QUALICORP	1	1	0	0	C0
SBSP3	SABESP	SBSP3: SABESP	1	1	0	0	C0
SIMH3	SIMPAR	SIMH3: SIMPAR	1	0	0	1	C0
SMT03	SAO MARTINHO	SMT03: SAO MARTINHO	1	0	1	0	C0
SQIA3	SINQIA	SQIA3: SINQIA	1	1	0	0	C0
TGMA3	TEGMA	TGMA3: TEGMA	1	1	0	0	C0
UNIP6	UNIPAR	UNIP6: UNIPAR	1	1	0	0	C0
YDUQ3	YDUQS PART	YDUQ3: YDUQS PART	1	0	1	0	C0
ABCB4	ABC BRASIL PN N2	ABCB4: ABC BRASIL PN N2	0	0	0	0	C0
ALPA4	ALPARGATAS PN ATZ N1	ALPA4: ALPARGATAS PN ATZ N1	0	0	0	0	C0
ALUP11	ALUPAR UNT ED N2	ALUP11: ALUPAR UNT ED N2	0	0	0	0	C0
ANIM3	ANIMA ON NM	ANIM3: ANIMA ON NM	0	0	0	0	C0
BBSE3	BBSEGURIDADE ON NM	BBSE3: BBSEGURIDADEON NM	0	0	0	0	C0
BRAP4	BRADESPAR PN EDJ N1	BRAP4: BRADESPAR PN EDJ N1	0	0	0	0	C0
BRSR6	BANRISUL PNB N1	BRSR6: BANRISUL PNB N1	0	0	0	0	C0
CMIG3	CEMIG ON N1	CMIG3: CEMIG ON N1	0	0	0	0	C0
CSMG3	COPASA ON NM	CSMG3: COPASA ON NM	0	0	0	0	C0

TICKER	ATIVO	TICKER:_ATIVO	ESG	GPT W	ICO <sup>2</sup>	ISE	ADD_ CICLO
CVCB3	CVC BRASIL ON NM	CVCB3: CVC BRASIL ON NM	0	0	0	0	C0
CYRE3	CYRELA REALTON NM	CYRE3: CYRELA REALTON NM	0	0	0	0	C0
DIRR3	DIRECIONAL ON NM	DIRR3: DIRECIONAL ON NM	0	0	0	0	C0
ENAT3	ENAUTA PART ON NM	ENAT3: ENAUTA PART ON NM	0	0	0	0	C0
FESA4	FERBASA PN N1	FESA4: FERBASA PN N1	0	0	0	0	C0
GOAU4	GERDAU MET PN ED N1	GOAU4: GERDAU MET PN ED N1	0	0	0	0	C0
ITUB3	ITAUNIBANCOO N N1	ITUB3: ITAUNIBANCOON N1	0	0	0	0	C0
JHSF3	JHSF PART ON NM	JHSF3: JHSF PART ON NM	0	0	0	0	C0
ODPV3	ODONTOPREV ON NM	ODPV3: ODONTOPREV ON NM	0	0	0	0	C0
ROMI3	ROMI ON NM	ROMI3: ROMI ON NM	0	0	0	0	C0
SEER3	SER EDUCA ON NM	SEER3: SER EDUCA ON NM	0	0	0	0	C0
TUPY3	TUPY ON NM	TUPY3: TUPY ON NM	0	0	0	0	C0
VALE3	VALE ON EDJ NM	VALE3: VALE ON EDJ NM	0	0	0	0	C0
VLID3	VALID ON NM	VLID3: VALID ON NM	0	0	0	0	C0
POMO4	MARCOPOLO PN N2	POMO4: MARCOPOLO PN N2	0	0	0	0	C0
PRIO3	PETRRORIO ON ATZ NM	PRIO3: PETRRORIO ON ATZ NM	0	0	0	0	C0
RAPT4	RANDON PART PN N1	RAPT4: RANDON PART PN N1	0	0	0	0	C0
PTBL3	PORTOBELLO ON NM	PTBL3: PORTOBELLO ON NM	0	0	0	0	C0
TASA4	TAURUS ARMASPN N2	TASA4: TAURUS ARMASPN N2	0	0	0	0	C0
WIZC3	WIZ CO	WIZC3: WIZ CO	1	1	0	0	C12
LUPA3	LUPATECH ON NM	LUPA3: LUPATECH ON NM	0	0	0	0	C18
ENGI11	ENERGISA	ENGI11: ENERGISA	2	1	1	0	C24
VULC3	VULCABRAS ON NM	VULC3: VULCABRAS ON NM	0	0	0	0	C24
FRAS3	FRAS-LE ON N1	FRAS3: FRAS-LE ON N1	0	0	0	0	C24
BHIA3	CASAS BAHIA	BHIA3: CASAS BAHIA	3	1	1	1	C30
AALR3	ALLIAR ON NM	AALR3: ALLIAR ON NM	0	0	0	0	C30
AZUL4	AZUL	AZUL4: AZUL	2	0	1	1	C36
MOVI3	MOVIDA	MOVI3: MOVIDA	2	0	1	1	C36
TEND3	TENDA ON NM	TEND3: TENDA ON NM	0	0	0	0	C36
BPAC11	BTGP BANCO	BPAC11: BTGP BANCO	2	0	1	1	C42
VBBR3	VIBRA	VBBR3: VIBRA	2	0	1	1	C42
SAPR11	SANEPAR	SAPR11: SANEPAR	1	0	0	1	C42
TRIS3	TRISUL ON NM	TRIS3: TRISUL ON NM	0	0	0	0	C42
CRFB3	CARREFOUR BRON NM	CRFB3: CARREFOUR BRON NM	0	0	0	0	C42
IRBR3	IRBBRASIL REON NM	IRBR3: IRBBRASIL REON NM	0	0	0	0	C42
CAML3	CAMIL ON NM	CAML3: CAMIL ON NM	0	0	0	0	C42

TICKER	ATIVO	TICKER: ATIVO	ESG	GPT W	ICO <sup>2</sup>	ISE	ADD_ CICLO
ZAMP3	ZAMP S.A. ON NM	ZAMP3: ZAMP S.A. ON NM	0	0	0	0	C42
HAPV3	HAPVIDA ON NM	HAPV3: HAPVIDA ON NM	0	0	0	0	C48
LOGG3	LOG COM PROPON NM	LOGG3: LOG COM PROPON NM	0	0	0	0	C54
EVEN3	EVEN ON NM	EVEN3: EVEN ON NM	0	0	0	0	C6
RANI3	IRANI	RANI3: IRANI	2	1	0	1	C60
SBFG3	GRUPO SBF	SBFG3: GRUPO SBF	1	1	0	0	C60
CEAB3	CEA MODAS	CEAB3: CEA MODAS	1	1	0	0	C66
VIVA3	VIVARA S.A. ON NM	VIVA3: VIVARA S.A. ON NM	0	0	0	0	C66
LWSA3	LOCAWEB	LWSA3: LOCAWEB	1	1	0	0	C72
PNVL3	DIMED ON NM	PNVL3: DIMED ON NM	0	0	0	0	C72
AERI3	AERIS	AERI3: AERIS	2	1	0	1	C78
DASA3	DASA	DASA3: DASA	2	1	0	1	C78
RDOR3	REDE D OR	RDOR3: REDE D OR	2	0	1	1	C78
AMBP3	AMBIPAR	AMBP3: AMBIPAR	1	0	0	1	C78
CASH3	MELIUZ	CASH3: MELIUZ	1	1	0	0	C78
HBSA3	HIDROVIAS	HBSA3: HIDROVIAS	1	1	0	0	C78
LJQQ3	QUERO-QUERO	LJQQ3: QUERO-QUERO	1	1	0	0	C78
PGMN3	PAGUE MENOS	PGMN3: PAGUE MENOS	1	1	0	0	C78
RRRP3	3R PETROLEUM	RRRP3: 3R PETROLEUM	1	1	0	0	C78
SOMA3	GRUPO SOMA	SOMA3: GRUPO SOMA	1	0	1	0	C78
LAVV3	LAVVI ON ED NM	LAVV3: LAVVI ON ED NM	0	0	0	0	C78
PETZ3	PETZ ON NM	PETZ3: PETZ ON NM	0	0	0	0	C78
PLPL3	PLANOEPLANO ON NM	PLPL3: PLANOEPLANO ON NM	0	0	0	0	C78
CURY3	CURY S/A ON NM	CURY3: CURY S/A ON NM	0	0	0	0	C78
SEQL3	SEQUOIA LOG ON NM	SEQL3: SEQUOIA LOG ON NM	0	0	0	0	C78
GMAT3	GRUPO MATEUSON NM	GMAT3: GRUPO MATEUSON NM	0	0	0	0	C78
ASAI3	ASSAI	ASAI3: ASSAI	3	1	1	1	OUT
CBAV3	CBA	CBAV3: CBA	3	1	1	1	OUT
RAIZ4	RAIZEN	RAIZ4: RAIZEN	2	0	1	1	OUT
VAMO3	VAMOS	VAMO3: VAMOS	2	0	1	1	OUT
ALSO3	ALIANSCSONAE	ALSO3: ALIANSCSONAE	1	0	0	1	OUT
AURE3	AUREN	AURE3: AUREN	1	0	1	0	OUT
BMOB3	BEMOBI TECH	BMOB3: BEMOBI TECH	1	1	0	0	OUT
CLSA3	CLEARSALE	CLSA3: CLEARSALE	1	1	0	0	OUT
CMIN3	CSNMINERACAO	CMIN3: CSNMINERACAO	1	0	1	0	OUT
CXSE3	CAIXA SEGURI	CXSE3: CAIXA SEGURI	1	1	0	0	OUT
IFCM3	INFRACOMM	IFCM3: INFRACOMM	1	1	0	0	OUT
INTB3	INTELBRAS	INTB3: INTELBRAS	1	1	0	0	OUT
JALL3	JALLESMAHAD	JALL3: JALLESMAHAD	1	1	0	0	OUT
MATD3	MATER DEI	MATD3: MATER DEI	1	1	0	0	OUT
ESPA3	ESPACOLASER ON NM	ESPA3: ESPACOLASER ON NM	0	0	0	0	OUT
MBLY3	MOBLY ON NM	MBLY3: MOBLY ON NM	0	0	0	0	OUT
ORVR3	ORIZON ON NM	ORVR3: ORIZON ON NM	0	0	0	0	OUT
BLAU3	BLAU ON NM	BLAU3: BLAU ON NM	0	0	0	0	OUT
GGPS3	GPS ON NM	GGPS3: GPS ON NM	0	0	0	0	OUT

TICKER	ATIVO	TICKER:_ATIVO	ESG	GPT W	ICO <sup>2</sup>	ISE	ADD_ CICLO
RECV3	PETRORECSA ON NM	RECV3: PETRORECSA ON NM	0	0	0	0	OUT
TTEN3	3TENTOS ON NM	TTEN3: 3TENTOS ON NM	0	0	0	0	OUT
SMFT3	SMART FIT ON NM	SMFT3: SMART FIT ON NM	0	0	0	0	OUT
MLAS3	MULTILASER ON NM	MLAS3: MULTILASER ON NM	0	0	0	0	OUT
ARML3	ARMAC ON NM	ARML3: ARMAC ON NM	0	0	0	0	OUT
ONCO3	ONCOCLINICASO N NM	ONCO3: ONCOCLINICASON NM	0	0	0	0	OUT
MEGA3	OMEGAENERGIA ON NM	MEGA3: OMEGAENERGIAON NM	0	0	0	0	OUT

## APÊNDICE B – RELATÓRIO DE RESULTADO DOS PORTFÓLIOS OTIMIZADOS PARA O CICLO C0

```
#####
###          REPORTING RESULTS          ###
###                                          ###
###      Implicit Cost Analysis for IBrA, ESG and 3Obj Portfolios      ###
#####
```

```
### The Three Vertices for portfolios implicit cost analysis ###
Reference cycle is: 0 (RC_0.0)
Reference period: 2016-12
Data: last 504 business day
```

```
Three arbitrary vertices created:
std_tangent_vrct_pmin = 0.265
std_tangent_vrct_pmed = 0.315
std_tangent_vrct_pmax = 0.365
```

```
##### P_IBrA #####
```

```
### The IBrA portfolio vector
P_IBrA total assets: 110 assets
p_IBrA definition: ESG_Score >= 0
P_IBrA: ['ABCB4', 'ABEV3', 'AESB3', 'AGRO3', 'ALPA4', 'ALUP11', 'ANIM3', 'ARZZ3', 'B3SA3', 'BBAS3', 'BBDC3', 'BBDC4',
'BBSE3', 'BEEF3', 'BPAN4', 'BRAP4', 'BRFS3', 'BRKM5', 'BRPR3', 'BRSR6', 'CCRO3', 'CIEL3', 'CMIG3', 'CMIG4', 'COGN3',
'CPFE3', 'CPLE6', 'CSAN3', 'CSMG3', 'CSNA3', 'CVCB3', 'CYRE3', 'DIRR3', 'DXCO3', 'ECOR3', 'EGIE3', 'ELET3', 'ELET6',
'EMBR3', 'ENAT3', 'ENEV3', 'EQTL3', 'EZTC3', 'FESA4', 'FLRY3', 'GFSA3', 'GGBR4', 'GOAU4', 'GOLL4', 'GRND3', 'GUAR3',
'HYPE3', 'IGTI11', 'ITSA4', 'ITUB3', 'ITUB4', 'JBSS3', 'JHSF3', 'KEPL3', 'KLBN11', 'LEVE3', 'LOGN3', 'LREN3', 'MDIA3', 'MGLU3',
'MILS3', 'MRFG3', 'MRVE3', 'MULT3', 'MYPK3', 'NTCO3', 'ODPV3', 'PCAR3', 'PETR3', 'PETR4', 'POMO4', 'POS13', 'PRIO3',
'PSSA3', 'PTBL3', 'QUAL3', 'RADL3', 'RAIL3', 'RAPT4', 'RENT3', 'ROMI3', 'SANB11', 'SBSP3', 'SEER3', 'SIMH3', 'SLCE3',
'SMTO3', 'SQIA3', 'STBP3', 'SUZB3', 'TAEE11', 'TASA4', 'TGMA3', 'TIMS3', 'TOTS3', 'TRPL4', 'TUPY3', 'UGPA3', 'UNIP6', 'USIM5',
'VALE3', 'VIVT3', 'VLID3', 'WEGE3', 'YDUQ3']
```

```
# Pmin: Minimal Volatility Vertex
Expected annual return: 84.0%
Annual volatility: 26.5%
Sharpe Ratio: 3.09
ESG score: 1.82
```

```
-----
P_IBrA_pmin total assets: 5 assets
OrderedDict([('BRKM5', 0.01309), ('ELET3', 0.26533), ('ELET6', 0.18168), ('FLRY3', 0.22513), ('RADL3', 0.31476)])
-----
```

```
# Pmax: Maximal Volatility Vertex
Expected annual return: 100.3%
Annual volatility: 36.5%
Sharpe Ratio: 2.69
ESG score: 1.80
```

```
-----
P_IBrA_pmax total assets: 4 assets
OrderedDict([('ELET3', 0.52951), ('ELET6', 0.19621), ('FLRY3', 0.05273), ('RADL3', 0.22155)])
-----
```

```
# Pmed: Average Volatility Vertex
Expected annual return: 92.7%
Annual volatility: 31.5%
Sharpe Ratio: 2.88
ESG score: 1.81
```

```
-----
P_IBrA_pmed total assets: 4 assets
OrderedDict([('ELET3', 0.40554), ('ELET6', 0.1909), ('FLRY3', 0.13595), ('RADL3', 0.26761)])
-----
```

```
##### P_ESG #####
```

```
### The ESG portfolio vector
P_ESG total assets: 17 assets
p_ESG definition: ESG_Score = 3
P_ESG: ['ABEV3', 'ARZZ3', 'B3SA3', 'BBDC4', 'CCRO3', 'CIEL3', 'COGN3', 'CPLE6', 'ITSA4', 'ITUB4', 'MGLU3', 'PCAR3',
'SANB11', 'SLCE3', 'STBP3', 'TIMS3', 'VIVT3']
```

# Pmin: Minimum Volatility Vertex  
 Expected annual return: 44.4%  
 Annual volatility: 26.5%  
 Sharpe Ratio: 1.60  
 ESG score: 3.00  
 IC\_ESGpmin vertex: 47.13% Erpi\_IBrA (Erpi\_IBrA= 83.98%a.a.)

-----  
 P\_ESG\_pmin total assets: 6 assets  
 OrderedDict([('ABEV3', 0.04542), ('B3SA3', 0.22179), ('MGLU3', 0.01131), ('SANB11', 0.52158), ('SLCE3', 0.16759), ('STBP3', 0.03232)])

-----  
 # Pmax: Maximal Volatility Vertex  
 Expected annual return: 63.7%  
 Annual volatility: 36.5%  
 Sharpe Ratio: 1.69  
 ESG score: 3.00  
 IC\_ESGpmax vertex: 36.52% Erpi\_IBrA (Erpi\_IBrA= 100.29%a.a.)

-----  
 P\_ESG\_pmax total assets: 2 assets  
 OrderedDict([('B3SA3', 0.00136), ('SANB11', 0.99864)])

-----  
 # Pmed: Average Volatility Vertex  
 Expected annual return: 55.7%  
 Annual volatility: 31.5%  
 Sharpe Ratio: 1.71  
 ESG score: 3.00  
 IC\_ESGpmed vertex: 39.93% Erpi\_IBrA (Erpi\_IBrA= 92.75%a.a.)

-----  
 P\_ESG\_pmed total assets: 4 assets  
 OrderedDict([('B3SA3', 0.23097), ('MGLU3', 0.00622), ('SANB11', 0.71164), ('SLCE3', 0.05116)])

##### P\_3Obj #####

# The 3Obj portfolio vector  
 P\_3Obj total assets: 82 assets  
 p\_3Obj definition: ESG\_Score >= 1  
 P\_3Obj: ['ABEV3', 'AESB3', 'AGRO3', 'ARZZ3', 'B3SA3', 'BBAS3', 'BBDC3', 'BBDC4', 'BEEF3', 'BPAN4', 'BRFS3', 'BRKM5', 'BRPR3', 'CCRO3', 'CIEL3', 'CMIG4', 'COGN3', 'CPFE3', 'CPLE6', 'CSAN3', 'CSNA3', 'DXCO3', 'ECOR3', 'EGIE3', 'ELET3', 'ELET6', 'EMBR3', 'ENEV3', 'EQLT3', 'EZTC3', 'FLRY3', 'GFSA3', 'GGBR4', 'GOLL4', 'GRND3', 'GUAR3', 'HYPE3', 'IGT11', 'ITSA4', 'ITUB4', 'JBSS3', 'KEPL3', 'KLBN11', 'LEVE3', 'LOGN3', 'LREN3', 'MDIA3', 'MGLU3', 'MILS3', 'MRFG3', 'MRVE3', 'MULT3', 'MYPK3', 'NTCO3', 'PCAR3', 'PETR3', 'PETR4', 'POSI3', 'PSSA3', 'QUAL3', 'RADL3', 'RAIL3', 'RENT3', 'SANB11', 'SBSP3', 'SIMH3', 'SLCE3', 'SMTO3', 'SQIA3', 'STBP3', 'SUZB3', 'TAEE11', 'TGMA3', 'TIMS3', 'TOTS3', 'TRPL4', 'UGPA3', 'UNIP6', 'USIM5', 'VIVT3', 'WEGE3', 'YDUQ3']

# Pmin: Minimal Volatility Vertex  
 Expected annual return: 75.4%  
 Annual volatility: 26.5%  
 Sharpe Ratio: 2.77  
 ESG score: 2.41  
 IC\_ESGpmin vertex: 10.19% Erpi\_IBrA (Erpi\_IBrA= 83.98%a.a.)

-----  
 P\_3Obj\_pmin total assets: 6 assets  
 OrderedDict([('B3SA3', 0.009), ('ELET3', 0.25632), ('FLRY3', 0.1585), ('RADL3', 0.17601), ('SANB11', 0.38287), ('SLCE3', 0.01729)])

-----  
 # Pmax: Maximal Volatility Vertex  
 Expected annual return: 93.4%  
 Annual volatility: 36.5%  
 Sharpe Ratio: 2.50  
 ESG score: 2.40  
 IC\_ESGpmax vertex: 6.85% Erpi\_IBrA (Erpi\_IBrA= 100.29%a.a.)

-----  
 P\_3Obj\_pmax total assets: 3 assets  
 OrderedDict([('ELET3', 0.54502), ('RADL3', 0.05309), ('SANB11', 0.40189)])

-----  
 # Pmed: Average Volatility Vertex  
 Expected annual return: 85.4%

Annual volatility: 31.5%

Sharpe Ratio: 2.65

ESG score: 2.40

IC\_ESGpmed vertex: 7.93% Erpi\_IBrA (Erpi\_IBrA= 92.75%a.a.)

-----  
P\_3Obj\_pmim total assets: 4 assets

OrderedDict([('ELET3', 0.40561), ('FLRY3', 0.06456), ('RADL3', 0.12529), ('SANB11', 0.40453)])

-----  
# Cell: 40