



UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO
FACULDADE DE ADMINISTRAÇÃO E CIÊNCIAS CONTÁBEIS
CENTRO DE CIÊNCIA JURÍDICAS E ECONÔMICAS

Anderson de Castro Lima Guerrieri Sobreira

**ESTRATÉGIAS DE ALOCAÇÃO DE PORTFÓLIO EM MERCADOS EMERGENTES
- CASO BRASILEIRO**

Rio de Janeiro

2023

Anderson de Castro Lima Guerrieri Sobreira

ESTUDO DE CASO: ESTRATÉGIAS DE ALOCAÇÃO DE PORTFÓLIO EM
MERCADOS EMERGENTES - CASO BRASILEIRO

Monografia apresentada como requisito parcial à obtenção do grau de Bacharel em Administração à Faculdade de Administração e Ciências Contábeis da Universidade Federal do Rio de Janeiro (FACC/UFRJ).

Orientador: Prof. Alexis Cavichini Teixeira de Siqueira.

Prof. Leitor: Prof^a. Maria Teresa Coutinho.

Rio de Janeiro

2023

Ficha catalografica

Anderson de Castro Lima Guerrieri Sobreira

ESTUDO DE CASO: ESTRATÉGIAS DE ALOCAÇÃO DE PORTFÓLIO EM
MERCADOS EMERGENTES - CASO BRASILEIRO

Monografia apresentada como requisito
parcial à obtenção do grau de Bacharel
em Administração à Faculdade de
Administração e Ciências Contábeis da
Universidade Federal do Rio de Janeiro
(FACC/UFRJ).

Rio de Janeiro, 26 de novembro de 2023.

Prof. Alexis Cavichini Teixeira de Siqueira- Orientador
Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ)

Prof. Maria Teresa Coutinho – Leitor(a)
Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ)

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente à minha família que sempre estimulou a importância e continuidade dos estudos e da educação em nossas vidas, aos meus professores do Colégio Pedro II que desde o primário até o ensino médio contribuíram para a formação do cidadão e aluno que me tornei até hoje, agradeço aos meus melhores amigos que sempre estiveram ao meu lado durante toda a minha jornada acadêmica compartilhando as dores e prazeres envolvidos nesse processo, agradeço aos ilustríssimos professores da Universidade Federal do Rio de Janeiro que desde o primeiro dia de aula me proporcionaram uma educação pública de qualidade e em especial aos professores Marcelo, Roberto Tomasetti, Falcão, Boris, Carlos, Cristina, Marco Antonio, Luiz Moura, Tatiana, Daniela e Fábio. E é claro, ao queridíssimo orientador Alexis que ao enxergar potencial em mim, me incentivou a seguir a pós graduação com intuito de um dia me tornar professor aqui na UFRJ, bem como a professora Maria Teresa Coutinho que gentilmente aceitou ser leitora do presente trabalho. Agradeço a todas as pessoas que estiveram presentes direta e indiretamente no meu caminho diário até a faculdade. Agradeço também as mulheres mais importante da minha vida, minhas avós e bisavó Elizabeth. Agradeço a minha primeira tutora de estágio que desde o primeiro dia fez questão de manter o diálogo aberto para dúvidas e sugestões, bem como também por ter enxergado potencial em mim e me auxiliado a me desenvolver profissionalmente quanto pessoalmente.

RESUMO

Esta monografia se dedica a explorar e analisar estratégias de alocação de portfólio eficazes para mercados emergentes, tomando o mercado brasileiro como um caso emblemático de estudo. Diante da ascensão contínua do Brasil como um player significativo nos mercados financeiros globais, o trabalho inicia identificando as características singulares e os desafios intrínsecos que esses mercados em ascensão apresentam, abordando a necessidade de estratégias de alocação meticulosas e bem-informadas.

A pesquisa examina uma série de estratégias de alocação de portfólio que estão sendo empregadas no Brasil, avaliando sua eficácia e rentabilidade em face da volatilidade do mercado e outros fatores de risco correlatos. Para fornecer uma análise abrangente, são exploradas tanto estratégias tradicionais quanto modernas, com o objetivo de discernir quais abordagens oferecem os melhores retornos, ao mesmo tempo minimizando riscos para os investidores.

Além da análise crítica dessas estratégias, o estudo visa auxiliar investidores e gestores de portfólio na otimização de suas decisões de alocação de ativos no contexto do mercado brasileiro. O trabalho conclui ressaltando a importância de compreender a dinâmica única dos mercados em ascensão, oferecendo uma contribuição significativa tanto para a academia quanto para profissionais atuantes no setor financeiro.

Abstract

This monograph meticulously explores and analyzes effective portfolio allocation strategies within emerging markets, utilizing the Brazilian market as a pivotal case study. With Brazil steadily rising as a substantial player in global financial markets, the paper commences by pinpointing the unique characteristics and inherent challenges posed by ascending markets, underscoring the necessity for careful and well-informed allocation strategies. The research scrutinizes a range of portfolio allocation strategies currently deployed in Brazil, evaluating their efficacy and profitability against market volatility and other correlated risk factors. To furnish a comprehensive analysis, both traditional and modern strategies are explored, aiming to discern which approaches yield the best returns while minimizing risks for investors. Beyond critiquing these strategies, the study propounds to assist investors and portfolio managers in optimizing their asset allocation decisions within the context of emerging markets. The paper concludes by emphasizing the importance of understanding the unique dynamics of rising markets, offering significant contributions to academia and practitioners in the financial sector alike.

Palavras-chave: mercado financeiro; estratégias de investimento; alocação de portfólio

SUMÁRIO

<u>1</u>	<u>INTRODUÇÃO</u>	6
<u>1.1</u>	<u>OBJETIVOS</u>	7
<u>2</u>	<u>CONTEXTUALIZAÇÃO – MERCADO DE INVESTIMENTOS NO BRASIL</u>	9
<u>3</u>	<u>METODOLOGIA</u>	11
<u>3.1</u>	<u>COLETA DE DADOS</u>	12
<u>4</u>	<u>ESTRATÉGIAS DE ALOCAÇÃO DE INVESTIMENTO</u>	13
<u>5</u>	<u>MÉTRICAS DE AVALIAÇÃO</u>	15
<u>6</u>	<u>Dados e RESULTADOS</u>	17
<u>7</u>	<u>CONCLUSÃO</u>	21
<u>8</u>	<u>CONSIDERAÇÕES FINAIS</u>	22
	<u>REFERÊNCIAS</u>	23

1 INTRODUÇÃO

O mercado financeiro global tem testemunhado uma série de transformações significativas ao longo das últimas décadas, com mercados emergentes, como o Brasil, ganhando proeminência e oferecendo uma miríade de oportunidades para investidores e gestores de portfólio. Esses mercados, embora promissores, são marcados por sua volatilidade e dinâmica única, exigindo estratégias de alocação de portfólio específicas e meticulosas para maximizar os retornos e minimizar os riscos. O presente trabalho busca explorar e analisar as variadas estratégias de alocação de portfólio que são particularmente eficazes no contexto dos mercados emergentes em ascensão, com foco especial no cenário financeiro brasileiro. À medida que o Brasil continua a se firmar como um mercado emergente crucial, compreender as táticas de alocação de portfólio adequadas torna-se imperativo para navegar com sucesso por suas águas financeiras complexas e muitas vezes turbulentas.

Nesse sentido, a expressão em inglês *all the eggs in one basket* encapsula uma sabedoria que ressoa de maneira crucial nos princípios e objetivos das estratégias de investimento. Essa metáfora que alerta contra a concentração excessiva de recursos em uma única opção, reflete diretamente a importância da diversificação na gestão de risco. No contexto financeiro, a ideia de diversificar os investimentos através de diferentes ativos e classes de ativos é mitigar a perda de patrimônio com a redução dos riscos, criando uma abordagem mais equilibrada e resiliente para o complexo universo das finanças.

Por outro lado, outras estratégias foram desenvolvidas ao longo do tempo, tais como a ponderação de portfólio com pesos iguais (equal weights ou EW) e outros métodos mais sofisticados inventados por renomados estudiosos, tais como Markowitz (1952) e Lopez de Prado (2016).

A estratégia de alocação igualmente ponderada (EW) destaca-se por sua praticidade e rapidez, distribuindo de maneira uniforme a riqueza entre os ativos, sem a necessidade de resolver problemas de otimização. Essa abordagem revela-se útil em situações em que nem os riscos nem os retornos esperados são previsíveis,

ou quando há uma margem significativa de erro nas estimativas (De Carvalho et al., 2012; Pflug et al., 2012; Battaglia e Leal, 2017).

A teoria moderna de portfólio, concebida por Harry Markowitz em 1952, tem como meta a construção de carteiras de investimento que maximizem o retorno esperado ajustado para um determinado nível de risco. Apesar de sua ampla popularidade e aplicação generalizada, essa abordagem enfrenta críticas devido à escassa verificação prática de suas premissas teóricas. Markowitz fundamenta sua teoria em conceitos como a racionalidade do investidor, um horizonte temporal específico, aversão ao risco, utilidade derivada da maximização de retorno e minimização de risco, independência dos ativos, diversificação como meio de redução de risco e a busca por carteiras eficientes na chamada fronteira eficiente. Essa falta de verificação prática resulta em pesos de portfólio extremos, ausência de diversificação e desempenho inferior em situações além da amostra (*out of sample*).

Recentemente, Lopez de Prado (2016) introduziu o portfólio de paridade de risco hierárquico (HRP), uma estratégia inovadora que minimiza o efeito do erro de estimativa e emprega técnicas de aprendizado de máquina não supervisionado para determinar os pesos do portfólio. Essa abordagem explora a natureza hierárquica dos mercados financeiros complexos.

1.1 OBJETIVOS

O objetivo principal desta monografia é investigar e analisar estratégias de alocação de portfólio eficazes e viáveis para mercados em ascensão, utilizando o artigo *Using hierarchical risk parity in the Brazilian market: An out-of-sample analysis* como principal fonte para o estudo de caso. Para alcançar esse fim, o presente trabalho tem como metas específicas:

- I. Explorar e avaliar as diversas estratégias de alocação de portfólio atualmente empregadas por gestores e investidores no mercado brasileiro.

- II. Analisar a eficácia e rentabilidade de cada estratégia identificada, considerando a volatilidade e outros fatores de risco pertinentes aos mercados emergentes.

2 CONTEXTUALIZAÇÃO – MERCADO DE INVESTIMENTOS NO BRASIL

O cenário do mercado de investimentos no Brasil, notadamente na B3, passa por uma fase de notável expansão e reconfiguração, refletindo um aumento substancial no número de investidores pessoa física (PF). A trajetória ascendente se manifesta de maneira contundente no considerável incremento no número de contas e investidores PFs ativos, com a média mensal de investidores que realizam ao menos uma operação ultrapassando consistentemente a marca de 1 milhão desde 2020. Esse incremento não apenas denota uma mudança quantitativa, mas também qualitativa, uma vez que os investidores PFs agora respondem por significativos 20% do volume total negociado na B3.

Os últimos 12 meses testemunharam um notável ingresso de 1,5 milhão de novos investidores pessoa física no mercado de capitais, atingindo um total de 4,2 milhões de investidores. Esse contingente coletivo direciona expressivos R\$ 501 bilhões para o mercado brasileiro, reforçando a crescente relevância desse segmento.

Destaca-se a estabilidade observada na diferença entre o número de contas dos investidores PFs e o total de investidores, mantendo-se praticamente constante desde 2019. Tal consistência é mais notável quando comparada à diferença observada até 2018.

A diversificação etária entre os investidores PFs é outro aspecto notável, com a faixa de 25 a 39 anos representando a maioria significativa, totalizando 52%. Este dado ressalta a adesão expressiva de investidores mais jovens ao mercado de equities, indicando uma mudança demográfica nas estratégias de investimento.

Ademais, o mercado financeiro brasileiro experimentou momentos históricos, como o recorde atingido pelo Ibovespa em 7 de janeiro de 2021, quando ultrapassou os 122.385 pontos. Este marco histórico não apenas reflete a vitalidade do mercado, mas também evidencia a confiança dos investidores diante das oportunidades oferecidas pela bolsa de valores brasileira.

Dessa forma, diante desse panorama robusto e dinâmico, o mercado de investimentos no Brasil destaca-se não apenas pelo crescimento significativo no número de investidores PFs, mas também pela diversificação de suas carteiras e pelo estabelecimento de recordes históricos nos índices de referência, consolidando-se como um ambiente atrativo e acessível para investidores de diferentes perfis e faixas etárias.

Este trabalho foi conduzido mediante um estudo de caso, escolhido como meio de pesquisa devido à flexibilidade que oferece para explorar distintas perspectivas acerca de um único exemplo. O objetivo central dessa abordagem é proporcionar uma análise multidisciplinar do objeto de estudo, examinando seus diversos aspectos com profundidade e detalhamento. Dessa forma, a natureza desta investigação é exploratória no que tange aos seus fins.

Inspirado no conceito de método científico apresentado por Gil (2008), este estudo aplicou um conjunto de procedimentos intelectuais e técnicos cuidadosamente selecionados para atingir uma compreensão profunda do objeto de estudo. Alinhando-se às categorias estabelecidas por Vergara (1998), o estudo de caso aqui empregado, caracteriza-se como uma pesquisa descritiva em seus objetivos, visto que visa expor e interpretar dados provenientes de documentos financeiros e operacionais públicos relacionados ao mercado financeiro brasileiro.

No que concerne à coleta de dados, a análise documental desempenhou um papel fundamental, permitindo uma exploração meticulosa, sendo essencial para a construção de premissas sólidas e fundamentadas. Estas premissas, por sua vez, foram cruciais para comparação entre as estratégias de investimento e subsequente escolha do método mais adequado. Os dados foram interpretados e analisados através de uma lente quantitativa, utilizando métricas matemáticas de análise de investimentos e estatísticas pertinentes, oferecendo assim uma base robusta as análises realizadas.

Adicionalmente, o estudo incorporou uma abordagem qualitativa na análise, o que possibilitou um exame aprofundado e detalhado baseado na observação de técnicas e métricas matemáticas de análise de investimentos, que não só facilitaram a construção de premissas para projeções futuras, mas também contribuíram para uma avaliação mais acurada e confiável.

Para assegurar a validade e confiabilidade dos resultados obtidos, foram adotadas estratégias meticolosas de validação dos dados coletados e das premissas construídas a partir da análise documental das fontes. Tais estratégias incluíram a

revisão e comparação crítica de dados e premissas com estudos e literaturas correlatas, assim como a verificação de consistência e plausibilidade dos dados e premissas no contexto específico.

Em resumo, a metodologia adotada neste trabalho consistiu em um estudo de caso descritivo e qualitativo, ancorado em uma análise documental minuciosa e em técnicas de análise financeira e estatística rigorosas, visando proporcionar uma compreensão multidimensional e aprofundada do objeto de estudo.

3.1 COLETA DE DADOS

A coleta de dados consistiu na análise documental de periódicos e publicações acadêmicas, utilizando-se técnicas de coleta de dados e empregando métodos de avaliação criteriosa do desempenho de carteiras de investimentos.

Segundo LUDKE e ANDRÉ (1986) e LAVILLE; DIONE (1999), a análise documental não visa quantificar ou medir eventos, mas sim, captar dados descritivos que articulem e expressem os significados inerentes aos fenômenos estudados.

Esta investigação foi moldada e aprofundada por meio de um exame minucioso de artigos científicos que exploram estratégias de alocação de portfólio, com ênfase particular no contexto do mercado financeiro brasileiro.

Este estudo analisou os retornos mensais de ativos negociados na bolsa de valores brasileira (B3) e listados no índice IBrX-100 em julho de 2022, com um período considerado de janeiro de 2000 a junho de 2022. Todos os dados referentes aos preços das ações foram obtidos por meio da Economatica TM.

4 ESTRATÉGIAS DE ALOCAÇÃO DE INVESTIMENTO

O Portfólio Igualmente Ponderado, conhecido como (EW), segundo a literatura de Duchin and Levy (2009), DeMiguel et al. (2009) e Malladi and Fabozzi (2017), é uma estratégia que atribui pesos idênticos a todos os ativos que o compõem. Embora seja uma abordagem simples e não otimizada, é eficaz na promoção da diversificação e na minimização de vieses. Dessa maneira, para manter a uniformidade, os ativos são reequilibrados periodicamente.

Por outro lado, de acordo com Markowitz (1952), o Portfólio de Variância Mínima (MV), tem como objetivo principal minimizar a variância - ou risco - dos retornos. Dessa maneira, ajustam-se os pesos dos ativos para que o portfólio tenha a menor volatilidade possível, reduzindo assim, o risco total.

Já o Portfólio de Paridade de Risco Hierárquico (Hierarchical Risk Parity ou HRP), proposto por Lopez de Prado (2016), utiliza uma estratégia avançada, agrupando ativos em clusters hierárquicos com base em suas correlações de retorno. O capital é distribuído de forma que cada cluster tenha contribuição equitativa para o risco global, otimizando a diversificação.

O Portfólio Ponderado por Inversão de Volatilidade (IV), elaborado por De Carvalho et al. (2012), por sua vez, é direcionado para alocar uma maior porção de capital para ativos menos voláteis, resultando, assim, em um perfil de risco mais controlado e favorecendo investimentos com menos incerteza.

O Portfólio de Descorrelação Máxima (MDE), concebido por Goltz e Sivasubramanian (2018), busca ativos com baixas correlações entre si, visando ampliar a diversificação e responder de forma diferenciada às flutuações do mercado.

O Portfólio de Diversificação Máxima (MD), desenvolvido por Choueifat et al. (2013), foca em distribuir o risco do portfólio de forma uniforme entre os ativos, evitando a superconcentração em determinados investimentos.

Por fim, o Portfólio de Paridade de Risco (RP), defendido por Qian (2005, 2006, 2011, 2016), equilibra os ativos de modo que todos tenham contribuições equivalentes ao risco total, priorizando a diversificação e o equilíbrio dos riscos entre os ativos escolhidos.

5 MÉTRICAS DE AVALIAÇÃO

Como forma de avaliação do desempenho dessas carteiras, utilizou-se nos trabalhos de SOBREIRA, Anderson et al. (2023) *Using hierarchical risk parity in the Brazilian market: An out-of-sample analysis*, as seguintes métricas:

- **Desvio Padrão Anualizado (SD):** O Desvio Padrão Anualizado é uma medida estatística que quantifica a dispersão dos retornos de um investimento ao longo do tempo, ajudando a entender seu nível de risco. É calculado multiplicando o desvio padrão dos retornos periódicos pela raiz quadrada do número de períodos por ano. Quanto maior o SD, maior a volatilidade e, conseqüentemente, o risco associado ao investimento.
- **Índice de Sharpe Anualizado (SR):** O Índice de Sharpe Anualizado avalia o desempenho ajustado ao risco de um investimento, comparando o retorno excedente (retorno do ativo menos taxa livre de risco) com sua volatilidade. Um SR maior indica um desempenho melhorado ajustado para o risco. É calculado anualizando tanto os retornos excedentes quanto o desvio padrão desses retornos.

$$SR = \frac{\bar{R}_p - \bar{R}_f}{\hat{\sigma}_{p-f}}$$

- **Índice de Sharpe Ajustado Anualizado (ASR):** O ASR é uma versão modificada do Índice de Sharpe, levando em consideração a assimetria e curtose dos retornos do investimento para oferecer uma avaliação mais acurada do desempenho ajustado ao risco, especialmente para distribuições de retorno não normais.

$$ASR = SR \left[1 + \left(\frac{\mu_3}{6} \right) SR - \left(\frac{\mu_4 - 3}{24} \right) SR^2 \right]$$

- **Índice de Sortino Anualizado (SO):** O Índice de Sortino Anualizado avalia o desempenho ajustado ao risco de um investimento

considerando apenas a volatilidade desfavorável (downside), ignorando a volatilidade favorável. Isso proporciona uma visão mais focada dos riscos que resultam em perdas, sendo útil para investidores avessos ao risco.

$$SO = \frac{\bar{R}_p}{\sqrt{\frac{\sum_{i=1}^K \text{Min}(0, R_{p,i} - MAR)^2}{K}}}$$

- **Giro de Portfólio Médio (TO):** O Giro de Portfólio Médio mede a frequência com que os ativos dentro de um portfólio são comprados ou vendidos durante um período determinado. Um TO alto pode indicar uma estratégia de negociação ativa, enquanto um TO baixo sugere uma abordagem de compra e manutenção.

$$TO = \frac{1}{K-1} \sum_{i=2}^K \sum_{j=1}^N |\hat{\omega}_{i,j} - \hat{\omega}_{i,j}^+|,$$

- **Soma dos Pesos do Portfólio ao Quadrado (SSPW):** SSPW é uma medida usada para avaliar a diversificação de um portfólio. Valores menores indicam uma distribuição mais uniforme dos pesos dos ativos, sinalizando uma maior diversificação, enquanto valores maiores revelam concentração em determinados ativos, o que pode aumentar o risco do portfólio.

$$SSPW = \frac{1}{K} \sum_{i=1}^K \sum_{j=1}^N \hat{\omega}_{i,j}^2$$

6 DADOS E RESULTADOS

O artigo *Using hierarchical risk parity in the Brazilian market: An out-of-sample analysis* SOBREIRA, Anderson et al. (2023) analisou os retornos mensais abrangendo o extenso período de janeiro de 2000 a junho de 2022, referentes aos ativos transacionados na Bolsa de Valores brasileira (B3) e listados no índice IBRX-100 a partir de julho de 2022. Para garantir a consistência dos dados, séries com valores ausentes foram cuidadosamente excluídas da análise, resultando em uma seleção de 25 ativos ao longo de 270 meses. Destaca-se que todas as informações de preços das ações foram obtidas da plataforma Economatica.

A Tabela 1 revela que a diversidade desses retornos ao longo do período. Todos os ativos demonstram uma média positiva, enquanto a curtose superior a 3 sugere a presença de caudas mais pesadas nas distribuições. Os valores mínimos e máximos variam significativamente, proporcionando um panorama abrangente das oscilações de mercado, com destaque para USIM5 (Usinas Siderúrgicas de Minas Gerais - Usiminas) e LIGT3 (Light) como os extremos.

No contexto da volatilidade, observa-se que USIM5 se destaca como o ativo mais volátil, evidenciando a complexidade de suas flutuações ao apresentar um desvio padrão anualizado de 59,3%. Em contrapartida, VIVT3 (Telefônica Brasil) exibe uma menor volatilidade, refletindo uma estabilidade relativa com um desvio padrão anualizado de 26,5%. A análise de assimetria revela nuances na distribuição dos retornos, com a maioria dos ativos apresentando assimetria positiva, sugerindo uma inclinação em direção a retornos mais elevados.

Além disso, destaca-se a correlação entre diferentes ativos, sendo PETR3 e PETR4 (Petrobras) os mais fortemente correlacionados (0,972), enquanto EGIE3 (Engie Brasil) e VALE3 (Vale) exibem a menor correlação (0,037). Esses insights, fundamentais para compreender a dinâmica do mercado, constituem a base para análises mais aprofundadas no âmbito do investimento e estratégias de portfólio.

	Min.	Max.	Mean	Std.
ABEV3	-39.285	30.847	1.767	7.828
ALPA4	-38.944	44.653	2.501	11.064
BBAS3	-40.182	47.544	2.141	11.979
BBDC3	-31.031	35.733	1.685	9.668
BBDC4	-31.927	30.425	1.692	9.832
BRKM5	-35.961	57.672	1.789	13.424
CMIG4	-36.175	54.050	1.633	10.627
CPLE6	-33.735	28.677	1.406	9.958
CSNA3	-50.228	83.776	2.563	15.846
EGIE3	-29.656	56.180	2.189	9.397
ELET3	-32.960	60.500	1.680	14.480
ELET6	-40.248	44.480	1.693	12.987
EMBR3	-43.769	39.135	1.011	11.643
GGBR4	-40.533	84.703	2.032	13.181
GOAU4	-45.055	100.826	1.909	14.075
ITSA4	-26.856	31.469	1.724	8.680
ITUB4	-27.810	36.095	1.614	9.119
LIGT3	-55.509	52.560	0.307	13.525
PETR3	-47.919	48.747	1.759	12.002
PETR4	-44.791	62.451	1.720	11.934
SBSP3	-34.925	37.683	1.520	10.495
TIMS3	-28.841	65.506	1.308	12.070
USIM5	-45.161	104.542	2.165	17.114
VALE3	-27.781	31.395	2.061	10.245
VIVT3	-28.623	41.262	1.416	7.652

Os resultados da análise fora da amostra são apresentados na Tabela 2. Os painéis superior e inferior relatam os resultados considerando tamanhos de janela de $T = 60$ e $T = 120$ meses, respectivamente. Os painéis esquerdo e direito relatam os resultados para os períodos fora da amostra total e antes da pandemia de COVID-19, respectivamente. Além das estratégias de alocação de portfólio descritas na Seção 3, também foi incluído o desempenho fora da amostra do índice Bovespa. Tamanhos de janela de $T = 60$ e $T = 120$ meses resultam em períodos fora da amostra de 210 e 150 meses no caso total e 182 e 122 meses no período fora da amostra antes da pandemia de COVID-19, respectivamente.

		Full out-of-sample period						Out-of-sample period before COVID					
	Method	SD	SR	ASR	SO	TO	SPPW	SD	SR	ASR	SO	TO	SPPW
$T = 60$	IBOV	23.2362	0.1872	0.1863	0.2627	-	-	21.9082	0.2525	0.2520	0.3387	-	-
	EW	24.9170	0.4546	0.4522	0.5867	0.0635	0.0400	23.8620	0.4993	0.5027	0.6161	0.0628	0.0400
	MV	17.6713	0.3441	0.3417	0.4696	0.1300	0.2135	17.1516	0.4181	0.4163	0.5490	0.1344	0.1989
	RP	21.5211	0.4650	0.4588	0.6153	0.0670	0.0523	20.3030	0.5402	0.5398	0.6765	0.0662	0.0521
	MD	19.8031	0.4231	0.4153	0.5813	0.1335	0.1654	18.1233	0.5120	0.5103	0.6568	0.1342	0.1584
	MDE	21.7531	0.4867	0.4788	0.6464	0.1370	0.1430	19.7010	0.5757	0.5761	0.7171	0.1373	0.1384
	IV	22.8530	0.4417	0.4387	0.5764	0.0612	0.0439	21.8534	0.5049	0.5065	0.6293	0.0607	0.0437
	HRP	19.6073	0.4192	0.4146	0.5631	0.1944	0.0842	18.7625	0.4810	0.4790	0.6205	0.1975	0.0812
$T = 120$	IBOV	22.1071	-0.0273	-0.0273	-0.0398	-	-	19.7062	0.0012	0.0012	0.0017	-	-
	EW	25.4796	0.3175	0.3169	0.4179	0.0644	0.0400	24.0646	0.3418	0.3453	0.4236	0.0635	0.0400
	MV	15.7394	0.2593	0.2575	0.3601	0.0781	0.1914	14.2621	0.3619	0.3614	0.4742	0.0791	0.1836
	RP	21.7068	0.2882	0.2862	0.3922	0.0643	0.0486	19.8923	0.3427	0.3445	0.4343	0.0628	0.0479
	MD	19.8693	0.2918	0.2881	0.4077	0.1063	0.1349	16.6581	0.3616	0.3611	0.4752	0.1063	0.1321
	MDE	21.8378	0.3550	0.3510	0.4784	0.1083	0.1241	18.5339	0.4163	0.4177	0.5276	0.1079	0.1229
	IV	23.3160	0.2943	0.2935	0.3916	0.0617	0.0431	21.9343	0.3394	0.3421	0.4247	0.0610	0.0427
	HRP	19.7160	0.2846	0.2826	0.3891	0.1531	0.0665	18.2363	0.3798	0.3808	0.4848	0.1626	0.0629

Independentemente do intervalo de tempo escolhido ($T = 60$ ou $T = 120$) e do período fora da amostra considerado (total ou antes da pandemia de COVID-19), a estratégia de portfólio MV demonstra consistentemente a menor volatilidade (SD), seguida de perto pelo portfólio HRP no caso do período total fora da amostra, e pelo portfólio MD no período anterior à pandemia de COVID-19. Contudo, apesar das discrepâncias observadas em valores absolutos, os testes de igualdade de variâncias entre HRP e as demais estratégias revelam que as diferenças são estatisticamente significativas apenas quando comparadas a MV em todos os cenários (valor-p = 0,0056 para $T = 60$ e 0,0004 para $T = 120$ no período total fora da amostra; valor-p = 0,0424 para $T = 60$ e 0,0038 para $T = 120$ no período antes da pandemia de COVID-19) e quando HRP é confrontado com MDE para $T = 120$ no período antes da pandemia de COVID-19 (valor-p = 0,0220). Em todos os outros casos, a hipótese nula não é rejeitada a um nível de significância de 5%, indicando que, salvo nas situações mencionadas, não há evidência de diferenças significativas na variância fora da amostra entre HRP e suas contrapartes.

Em relação à Razão de Sharpe (SR), a estratégia de alocação de portfólio MDE alcança os valores mais altos, enquanto o índice de mercado (IBOV) apresenta os valores mais baixos. A comparação da SR de HRP com as demais estratégias, por meio do teste bootstrap de Ledoit e Wolf (2008), revela rejeição da hipótese nula quando HRP é confrontado com o IBOV em três dos quatro cenários (valor-p =

0,0286 para $T = 60$ e 0,0420 para $T = 120$ no período total fora da amostra; valor- $p = 0,0250$ para $T = 120$ no período antes da pandemia de COVID-19). Nos demais casos, não há evidência estatística de diferenças significativas na SR entre HRP e seus concorrentes.

Quanto às medidas de desempenho ajustadas ao risco, ASR e SO, os resultados seguem padrão semelhante ao obtido para a SR. Nota-se uma diferença significativa entre as estratégias de alocação de portfólio em relação ao impacto dos custos de transação. Em geral, HRP apresenta o maior turnover médio, indicando que essa estratégia é mais suscetível aos custos de transação em comparação com as outras. Embora HRP não apresente o pior desempenho em termos de diversificação, é consistentemente superada pelos portfólios IV, RP e EW.

Em resumo, se as medidas de desempenho ajustadas ao risco são prioritárias e os custos de transação podem ser negligenciados, HRP se mostra competitivo em relação às demais estratégias. Contudo, devido aos seus valores mais elevados em termos absolutos, MDE pode ser preferido. Caso os custos de transação ou as medidas de diversificação não possam ser ignorados, HRP não é a estratégia mais indicada devido ao seu alto turnover médio e SSPW. Por outro lado, se o gerenciamento de risco é crucial, a preferência deve ser dada ao portfólio MV.

7 CONCLUSÃO

Observou-se que estratégias mais avançadas do ponto de vista matemático, exemplificadas pelo modelo *Hierarchical Risk Parity* (HRP), não necessariamente se traduziram em retornos de portfólio superiores. Nesse contexto, embora a alocação baseada no Modelo de Distribuição de Eficiência (MDE) tenha proporcionado retornos superiores em comparação com outras abordagens, quando comparada a estratégias mais simples, como a distribuição equitativa de pesos (EW), esta apresentou indicadores igualmente sólidos com um custo de implementação significativamente inferior.

Diante disso, considerando que as condições políticas, monetárias e fiscais no mercado de capitais brasileiro desafiam constantemente o status quo dos investidores, estratégias ativas mais simplificadas demonstraram ser resilientes em comparação com estratégias passivas que buscam replicar o desempenho do índice de referência do mercado (IBOV). Portanto, tais abordagens não devem ser subestimadas.

8 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Para fins de continuidade de pesquisa posteriores, sugere-se a análise dos impactos causado pelo uso de outras medidas de distância entre vetores durante a estruturação do modelo HRP, retirando-se ações preferenciais de empresas que possuam mais de um tipo de ação comercializado no mercado.

REFERÊNCIAS

LAKATOS, Eva Maria; MARCONI, Marina de Andrade. **Técnicas de pesquisa: Entrevista. In: FUNDAMENTOS de metodologia científica**. 5. ed., 2003. cap. 9.3.2, p. 195-201.

ZANELLA, Liane. **Metodologia de Pesquisa**. 2. ed., 2013.

Sortino, F. A. and Van Der Meer, R. (1991). Downside risk. *Journal of Portfolio Management*, 17(4):27.

Sharpe, W. F. (1975). Adjusting for risk in portfolio performance measurement. *The Journal of Portfolio Management*, 1(2):29–34.

Qian, E. (2005). Risk parity portfolios: Efficient portfolios through true diversification. Panagora Asset Management.

Qian, E. (2006). On the financial interpretation of risk contribution: risk budgets do add up. *Journal of Investment Management*, 4(4):41–51.

Qian, E. (2011). Risk parity and diversification. *The Journal of Investing*, 20(1):119–127.

Qian, E. (2013). Are risk-parity managers at risk parity? *The Journal of Portfolio Management*, 40(1):20–26.

Qian, E. (2016). *Risk parity fundamentals*. CRC Press.

Markowitz, H. (1952). Portfolio selection. *Journal of Finance*, 7(1):77–91.

Markowitz, H. (1959). *Portfolio Selection: Efficient Diversification of Investments*, volume 16 of Cowles Foundation Monograph. Wiley, New York, 2 edition.

Lopez de Prado, M. (2016). Building diversified portfolios that outperform out-of-sample. *Journal of Portfolio Management*, 42(4):59–69.

De Carvalho, R. L., Lu, X., and Moulin, P. (2012). Demystifying equity risk-based strategies: A simple alpha plus beta description. *The Journal of Portfolio Management*, 38(3):56–70.

SOBREIRA, Anderson; TRUCIUS, Carlos; ASRILHANT, Boris; REIS, Felipe (2023). Using hierarchical risk parity in the Brazilian market: An out-of-sample analysis.

<https://veja.abril.com.br/economia/ibovespa-bate-recorde-historico-e-ultrapassa-122-mil-pontos> , acessado em 01/11/2023

- Trucios, C. (2021). HierPortfolios: Hierarchical Clustering-Based Portfolio Allocation Strategies.
- Battaglia, T. K. and Leal, R. P. (2017). Equally weighted portfolios of randomly selected stocks and the individual investor. *Latin American Business Review*, 18(1):69–90.
- Caldeira, J. F., Moura, G. V., Perlin, M. S., and Santos, A. A. (2017). Portfolio management using realized covariances: Evidence from Brazil. *EconomiA*, 18(3):328–343.
- Goltz, F. and Sivasubramanian, S. (2018). Scientific beta maximum decorrelation indices. Working Paper: ERI Scientific Beta Publication.
- Leal, R. P. C. and Campani, C. H. (2016). Valor-coppead indices, equally weighed and minimum variance portfolios/indices valor-coppead, carteiras de ponderacao igualitaria e de minima variancia. *Revista Brasileira de Finan,cas*, 14(1):45–65.
- Lopez de Prado, M. (2016). Building diversified portfolios that outperform out-of-sample. *Journal of Portfolio Management*, 42(4):59–69.
- Markowitz, H. (1952). Portfolio selection. *Journal of Finance*, 7(1):77–91.
- Markowitz, H. (1959). *Portfolio Selection: Efficient Diversification of Investments*, volume 16 of Cowles Foundation Monograph. Wiley, New York, 2 edition.
- Pflug, G. C., Pichler, A., and Wozabal, D. (2012). The 1/N investment strategy is optimal under high model ambiguity. *Journal of Banking & Finance*, 36(2):410–417.
- Qian, E. (2005). Risk parity portfolios: Efficient portfolios through true diversification. Panagora Asset Management.
- Qian, E. (2006). On the financial interpretation of risk contribution: risk budgets do add up. *Journal of Investment Management*, 4(4):41–51.
- Qian, E. (2011). Risk parity and diversification. *The Journal of Investing*, 20(1):119–127.
- Qian, E. (2013). Are risk-parity managers at risk parity? *The Journal of Portfolio Management*, 40(1):20–26.
- Qian, E. (2016). *Risk parity fundamentals*. CRC Press.
- Sharpe, W. F. (1975). Adjusting for risk in portfolio performance measurement. *The Journal of Portfolio Management*, 1(2):29–34.
- Sortino, F. A. and Van Der Meer, R. (1991). Downside risk. *Journal of Portfolio Management*, 17(4):27.
- De Nard, G., Ledoit, O., and Wolf, M. (2021). Factor models for portfolio selection in large dimensions: The good, the better and the ugly. *Journal of Financial Econometrics*, 19(2):236–257.

Duchin, R. and Levy, H. (2009). Markowitz versus the talmudic portfolio diversification strategies. *The Journal of Portfolio Management*, 35(2):71–74.

Engle, R. F., Ledoit, O., and Wolf, M. (2019). Large dynamic covariance matrices. *Journal of Business & Economic Statistics*, 37(2):363–375.

Ledoit, O. and Wolf, M. (2008). Robust performance hypothesis testing with the sharpe ratio. *Journal of Empirical Finance*, 15(5):850–859.

Ledoit, O. and Wolf, M. (2011). Robust performances hypothesis testing with the variance. *Wilmott*, 2011(55):86–89.

Battaglia, T. K. and Leal, R. P. (2017). Equally weighted portfolios of randomly selected stocks and the individual investor. *Latin American Business Review*, 18(1):69–90.

Caldeira, J. F., Moura, G. V., Perlin, M. S., and Santos, A. A. (2017). Portfolio management using realized covariances: Evidence from Brazil. *EconomiA*, 18(3):328–343.

De Carvalho, R. L., Lu, X., and Moulin, P. (2012). Demystifying equity risk-based strategies: A simple alpha plus beta description. *The Journal of Portfolio Management*, 38(3):56–70.

De Nard, G., Ledoit, O., and Wolf, M. (2021). Factor models for portfolio selection in large dimensions: The good, the better and the ugly. *Journal of Financial Econometrics*, 19(2):236–257.

Duchin, R. and Levy, H. (2009). Markowitz versus the talmudic portfolio diversification strategies. *The Journal of Portfolio Management*, 35(2):71–74.

Engle, R. F., Ledoit, O., and Wolf, M. (2019). Large dynamic covariance matrices. *Journal of Business & Economic Statistics*, 37(2):363–375.

Goltz, F. and Sivasubramanian, S. (2018). Scientific beta maximum decorrelation indices. Working Paper: ERI Scientific Beta Publication.

LAKATOS, Eva Maria; MARCONI, Marina de Andrade. Técnicas de pesquisa: Entrevista. In: FUNDAMENTOS de metodologia científica. 5. ed., 2003. cap. 9.3.2, p. 195-201.

Leal, R. P. C. and Campani, C. H. (2016). Valor-coppead indices, equally weighed and minimum variance portfolios/indices valor-coppead, carteiras de ponderacao igualitaria e de mínima variancia. Revista Brasileira de Finan,cas, 14(1):45–65.

Ledoit, O. and Wolf, M. (2008). Robust performance hypothesis testing with the sharpe ratio. Journal of Empirical Finance, 15(5):850–859.

Ledoit, O. and Wolf, M. (2011). Robust performances hypothesis testing with the variance. Wilmott, 2011(55):86–89.

Lopez de Prado, M. (2016). Building diversified portfolios that outperform out-of-sample. Journal of Portfolio Management, 42(4):59–69.

Markowitz, H. (1952). Portfolio selection. Journal of Finance, 7(1):77–91.

Markowitz, H. (1959). Portfolio Selection: Efficient Diversification of Investments, volume 16 of Cowles Foundation Monograph. Wiley, New York, 2 edition.

Pflug, G. C., Pichler, A., and Wozabal, D. (2012). The 1/N investment strategy is optimal under high model ambiguity. Journal of Banking & Finance, 36(2):410–417.

Qian, E. (2005). Risk parity portfolios: Efficient portfolios through true diversification. Panagora Asset Management.

Qian, E. (2006). On the financial interpretation of risk contribution: risk budgets do add up. Journal of Investment Management, 4(4):41–51.

Qian, E. (2011). Risk parity and diversification. *The Journal of Investing*, 20(1):119–127.

Qian, E. (2013). Are risk-parity managers at risk parity? *The Journal of Portfolio Management*, 40(1):20–26.

Qian, E. (2016). *Risk parity fundamentals*. CRC Press.

Sharpe, W. F. (1975). Adjusting for risk in portfolio performance measurement. *The Journal of Portfolio Management*, 1(2):29–34.

Sortino, F. A. and Van Der Meer, R. (1991). Downside risk. *Journal of Portfolio Management*, 17(4):27.

SOBREIRA, Anderson; TRUCIUS, Carlos; ASRILHANT, Boris; REIS, Felipe (2023). Using hierarchical risk parity in the Brazilian market: An out-of-sample analysis. <https://veja.abril.com.br/economia/ibovespa-bate-recorde-historico-e-ultrapassa-122-mil-pontos> , acessado em 01/11/2023

Trucios, C. (2021). *HierPortfolios: Hierarchical Clustering-Based Portfolio Allocation Strategies*.

ZANELLA, Liane. *Metodologia de Pesquisa*. 2. ed., 2013.