

O ARREPENDIMENTO NA SELEÇÃO DE CARTEIRAS: ABORDAGENS CLÁSSICAS E COMPORTAMENTAIS

Resumo

Este estudo analisa os efeitos da incorporação da aversão ao arrependimento na otimização de carteiras, comparando modelos clássicos de média-variância com uma abordagem comportamental. O objetivo é verificar se a inclusão explícita do arrependimento, como componente emocional da decisão, produz composições de portfólio distintas e mais robustas em ambientes de elevada incerteza, como durante a pandemia de COVID-19 no Brasil. A fundamentação apoia-se na teoria de Harry Markowitz e no modelo de aversão ao arrependimento de Baule et al. (2019), no qual investidores consideram retornos realizados e resultados contrafactuais. Metodologicamente, são construídas três carteiras: mínima variância, tangência e Regret, utilizando dados do mercado acionário brasileiro. Avalia-se o desempenho em diferentes horizontes temporais. Os resultados indicam que a carteira Regret apresenta alocação mais equilibrada, menor sensibilidade a erros de estimação e desempenho mais estável no longo prazo, contribuindo ao integrar teoria de carteiras e finanças comportamentais no contexto brasileiro.

Palavras-chave: Investimento, Teoria clássica, Arrependimento, Psicologia financeira.

1 INTRODUÇÃO

Na teoria das finanças, a construção de carteiras ótimas baseia-se tradicionalmente na relação entre risco e retorno histórico dos ativos, sendo essa informação utilizada para minimizar o risco ou maximizar a relação do risco e do retorno. Contudo, essa abordagem raramente considera a possibilidade de correção da decisão de investimento ao longo do tempo, também não incorpora fatores comportamentais como a aversão ao arrependimento (Arisoy, et al., 2024). Ou seja, existem poucos estudos que analisem em que medida novas decisões, influenciadas por emoções, podem ser mais eficientes do que a análise puramente racional baseada nos modelos clássicos de Markowitz (1952) e Sharpe (1964).

É nesse contexto que se insere o objetivo de pesquisa, com enfoque nas contribuições da teoria comportamental das finanças, especialmente no papel da aversão ao arrependimento sobre a teoria clássica de carteiras. Busca-se, assim, avançar na compreensão de como fatores emocionais podem ser incorporados a modelos de alocação de ativos, contribuindo para a evolução do debate acadêmico sobre a teoria moderna de portfólios.

A aversão ao arrependimento é definida como o desconforto emocional causado pela constatação de que uma decisão alternativa teria gerado um resultado superior, isto é, o investidor emerge de um sentimento de insatisfação, haja vista a perda de oportunidade. Segundo Baule et al. (2019), esse sentimento pode ser mensurado de duas formas distintas: (a) com base no retorno realizado, comparando-se o desempenho da carteira do investidor com o do ativo ou portfólio de melhor performance; e (b) com base na utilidade percebida da oportunidade perdida. Em ambos os casos, observa-se que o investidor não se preocupa apenas com os resultados obtidos, mas também com o que poderia ter alcançado caso tivesse feito outra escolha, algo que não é capturado pelo modelo de Markowitz.

As emoções, entendidas como reações subjetivas a diferentes estímulos, exercem influência significativa sobre o comportamento humano. Elas podem conduzir a decisões rápidas e, por vezes, incontroláveis (Rodrigues & Rocha, 2016; Zhang, 2022;). Palacio et al. (2022) observam que as emoções podem desencadear reações sem que o indivíduo tenha plena consciência de sua origem, sendo a capacidade de reconhecê-las e diferenciá-las uma característica exclusivamente humana.

Nesse sentido, o arrependimento é uma emoção comum nos processos decisórios, especialmente quando os resultados obtidos não correspondem às expectativas. Diante de um desfecho insatisfatório, é frequente que os indivíduos reflitam sobre o que poderiam ter feito de maneira diferente (Larni-Fooeik et al., 2024). Esse sentimento é particularmente relevante na tomada de decisão em investimentos, pois os agentes tendem a evitar não apenas o risco, mas também o arrependimento. Por outro lado, o arrependimento pode fomentar decisões mais cautelosas, levando o investidor a buscar mais informações antes de agir (Grant et al., 2024). A incorporação dessas informações está diretamente relacionada ao grau de conhecimento do próprio investidor ou gestor sobre o mercado em que atua, os setores e motores da economia, a percepção internacional sobre o país em questão, o perfil de complexidade exportadora, bem como os indicadores de liberdade econômica e institucional.

A teoria da aversão ao arrependimento sustenta que erros de alocação podem ser agravados por experiências negativas anteriores (Zhang, 2022). Investidores que se decepcionaram com escolhas passadas podem evitar novas alternativas, comprometendo a racionalidade futura (Khawaja et al., 2021). Em ambientes incertos, como o mercado financeiro, essas reações emocionais tendem a ser ainda mais acentuadas, dada a volatilidade dos retornos.

Diante disso, este estudo tem como objetivo avaliar os efeitos da aversão ao arrependimento na construção de carteiras ótimas de investimento no mercado acionário brasileiro. Para tanto, será utilizada a modelagem proposta por Baule et al. (2019), que estende o modelo clássico de Markowitz ao incorporar aspectos comportamentais. A inclusão do arrependimento na função utilidade permite observar como essa variável influencia as decisões de alocação de ativos, oferecendo uma compreensão mais realista do comportamento do investidor em contextos de alta incerteza.

No modelo clássico de alocação de ativos, o investidor busca maximizar o retorno esperado e minimizar a variância dos retornos, com base em uma postura racional e quantitativa. Contudo, a introdução do arrependimento modifica essa lógica decisória: o investidor passa a considerar não apenas o risco e o retorno, mas também o impacto emocional de saber que outra decisão teria sido mais vantajosa. Assim, a utilidade esperada passa a depender não apenas dos resultados obtidos, mas da percepção subjetiva de perda associada à oportunidade não aproveitada. Esse componente comportamental torna o modelo mais aderente à realidade dos mercados financeiros ao reconhecer que emoções, como o arrependimento, afetam de forma direta as escolhas dos agentes econômicos (Larni-Fofoek et al., 2024).

Embora a teoria clássica de carteiras sustente que os investidores tomam decisões racionais com base em risco e retorno esperados, a literatura recente em finanças comportamentais tem demonstrado que emoções como o arrependimento podem influenciar significativamente tais decisões (Qin, 2020). No entanto, ainda são escassos os estudos que incorporam formalmente a aversão ao arrependimento na modelagem de carteiras no contexto de mercados emergentes como o brasileiro. Assim, a questão central que este estudo busca responder é: como a inclusão da aversão ao arrependimento, conforme modelado por Baule et al. (2019), afeta a construção de carteiras ótimas no mercado acionário brasileiro?

No geral, o estudo pretende contribuir com a literatura ao fazer uma aplicação do modelo comportamental de arrependimento em um contexto de mercado emergente, tal o caso do mercado brasileiro. A saber, a maioria dos modelos de alocação de ativos ainda ignora aspectos emocionais como o arrependimento. Em tal sentido, o estudo torna-se relevante ao propor uma alternativa de análise mais realista à gestão de carteiras, integrando emoções ao processo decisório.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1 A teoria clássica e as finanças comportamentais

A teoria clássica das finanças, associada principalmente às contribuições de Markowitz (1952) e Sharpe (1964), fundamenta a seleção de carteiras na relação histórica entre risco e retorno dos ativos. Nessa abordagem, os investidores são assumidos como plenamente racionais, maximizadores de utilidade, e tomam decisões exclusivamente com base em parâmetros estatísticos, como média, variância e covariância dos retornos. Como consequência, tais modelos não incorporam explicitamente fatores estruturais, como a relevância setorial das empresas para o crescimento econômico de um país, tampouco aspectos relacionados à composição da carteira de mercado ou fatores psicológicos e comportamentais dos investidores.

Diante dessas limitações, a literatura de finanças comportamentais propõe uma ampliação do arcabouço teórico tradicional ao questionar a hipótese de racionalidade plena. Parte-se do pressuposto de que os indivíduos apresentam limitações cognitivas e não atualizam suas crenças de forma estritamente bayesiana, o que implica desvios sistemáticos no processo de tomada de decisão (Lo, 2021). Nesse contexto, a interação

entre finanças e comportamento humano torna-se central para a compreensão de fenômenos observados empiricamente nos mercados financeiros, ancorando-se em conceitos oriundos da psicologia econômica.

Entre esses conceitos, destaca-se o arrependimento (*regret*), definido como uma emoção negativa experimentada pelos indivíduos ao reconhecerem que sua situação atual poderia ter sido melhor caso uma decisão alternativa tivesse sido tomada (Arisoy et al., 2024). No contexto das finanças, o arrependimento passou a ser incorporado como variável relevante a partir da década de 1980, sendo frequentemente modelado como a diferença entre o retorno efetivamente obtido e o maior retorno que poderia ter sido alcançado por meio de uma escolha alternativa.

Arisoy et al. (2024), por exemplo, assumem que os investidores desenvolvem arrependimento ao comparar sua riqueza resultante do investimento escolhido com o nível máximo de riqueza que poderia ter sido obtido a partir de ativos alternativos. Como a riqueza é uma função crescente do retorno, os investidores passam a se preocupar não apenas com o desempenho do ativo selecionado, mas também com os retornos contrafactuais associados a escolhas não realizadas.

Seguindo essa linha de investigação, Kim e Ohk (2025) analisam como os investidores evitam ativos potencialmente geradores de arrependimento e como esse comportamento afeta preços e retornos das ações. Utilizando dados dos mercados dos Estados Unidos e do Japão, os autores destacam a importância de características como tamanho da empresa, setor de atuação e liquidez para explicar a sensibilidade dos investidores ao arrependimento. Os resultados sugerem que o arrependimento está frequentemente associado à comparação entre ativos pertencentes ao mesmo setor, reforçando a necessidade de que gestores compreendam não apenas o desempenho individual das ações, mas também o perfil setorial e as perspectivas de crescimento da economia.

Essas evidências colocam em debate a hipótese de racionalidade estrita do investidor. Enquanto a teoria clássica assume decisões puramente racionais, os modelos comportamentais indicam que os indivíduos tendem a evitar ativos ou setores associados a emoções negativas, como o arrependimento. Nesse sentido, a busca por um equilíbrio entre desempenho financeiro e conforto emocional passa a influenciar as decisões de alocação, favorecendo ativos ou setores com maior potencial de crescimento e menor probabilidade de gerar frustração *ex post*.

Assim, é nesse contexto que Baule et al. (2019) propõem um modelo de seleção de carteiras que estende a abordagem de Markowitz ao incorporar explicitamente a aversão ao arrependimento na função utilidade do investidor. Ao introduzir esse componente emocional, os autores tornam o modelo mais compatível com o comportamento observado nos mercados financeiros e oferecem uma nova interpretação para as decisões de alocação de ativos. Com base nessa discussão, formula-se a primeira hipótese deste estudo: Hipótese 1 (H1): A incorporação da aversão ao arrependimento na função utilidade do investidor, conforme o modelo de Baule et al. (2019), resulta em carteiras com composição significativamente distinta daquelas obtidas pelo modelo clássico de Markowitz, refletindo uma alocação relativamente mais conservadora e equilibrada em ativos com maior potencial de gerar arrependimento.

2.2 A relação entre a aversão ao arrependimento com a teórica clássica das finanças

Apesar do avanço da literatura em finanças comportamentais, ainda são relativamente escassos os estudos que incorporam formalmente o arrependimento aos

modelos clássicos de precificação e seleção de ativos. Um exemplo relevante é o trabalho de Qin (2020), que propõe uma extensão do modelo tradicional de precificação de ativos (CAPM) ao introduzir a aversão ao arrependimento. Nesse modelo, os investidores avaliam não apenas risco e retorno esperados, mas também comparam o desempenho da carteira escolhida com o de carteiras contrafactuais, ou seja, aquelas que poderiam ter sido selecionadas, mas que não foram.

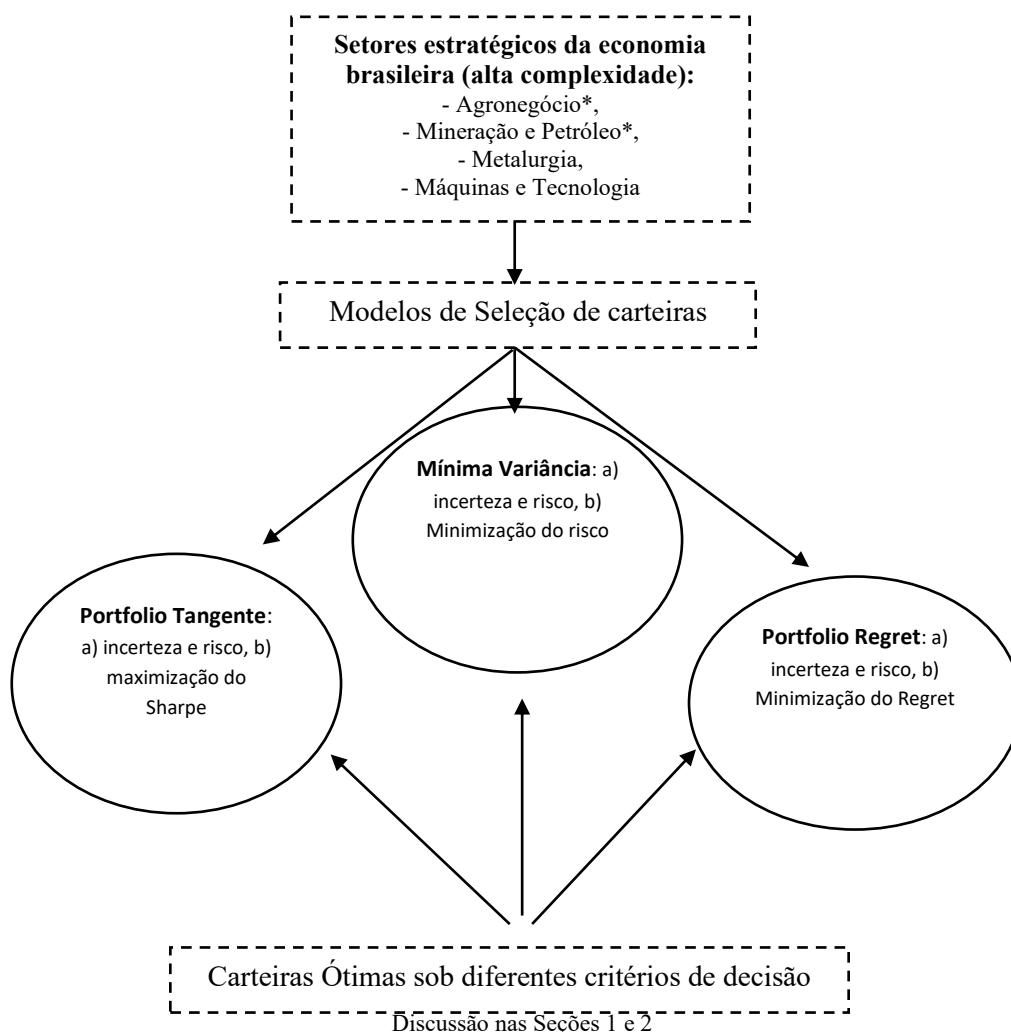
De forma complementar, Fujii e Nakamura (2021) propõem um modelo de precificação de ativos em uma economia do tipo *Lucas tree*, no qual o agente representativo apresenta aversão ao arrependimento. Nesse contexto, o investidor considera simultaneamente os ganhos e perdas efetivos e aqueles que poderiam ter sido obtidos sob decisões alternativas. Utilizando dados históricos dos Estados Unidos no período de 1871 a 2018, os autores demonstram que o modelo é capaz de gerar um prêmio de risco compatível com os dados observados, além de permitir a derivação de preços de equilíbrio e a análise dos efeitos do arrependimento sobre a precificação dos ativos.

Adicionalmente, Wang e Yang (2024) mostram que fatores emocionais afetam a forma como os investidores formam expectativas de retorno, especialmente em diferentes regimes de mercado. Em períodos de alta (*bull markets*), observa-se frequentemente um comportamento de manada, no qual os investidores imitam decisões alheias por receio de se arrependem de não participar de oportunidades aparentemente lucrativas. Esse comportamento tende a amplificar desvios nos preços dos ativos. Em contraste, durante períodos de baixa (*bear markets*), a avaliação baseada no arrependimento apresenta maior aderência empírica, uma vez que os investidores se tornam mais cautelosos e sensíveis às perdas realizadas e às oportunidades perdidas.

Os estudos em tela indicam que a influência do arrependimento sobre as decisões de investimento não é constante ao longo do tempo, mas varia de acordo com o regime de mercado e o grau de incerteza econômica. Nesse contexto, torna-se relevante investigar de que forma a intensidade da aversão ao arrependimento afeta a composição das carteiras, particularmente no que se refere à alocação em ativos mais voláteis. Dessa discussão emerge a segunda hipótese deste estudo: Hipótese 2 (H2): O aumento da aversão ao arrependimento reduz a alocação de capital em ativos de alta volatilidade, resultando em carteiras mais diversificadas quando comparadas às carteiras de mínima variância e de tangência.

A seguir, com o objetivo de sintetizar essas relações teóricas e orientar a estratégia empírica adotada, a Figura 1 apresenta o modelo conceitual e hipotético do estudo. O modelo articula diferentes critérios de decisão, tais como a mínima variância, carteira tangente e *regret*, aplicados à seleção de ativos pertencentes a setores estratégicos da economia brasileira, caracterizados por elevada participação na complexidade exportadora.

Figura 1 - Modelo conceitual e hipotético do estudo.



Fonte: Elaborado pelos autores (2025)

Nota: Simplificação das abordagens metodológicas de seleção de carteiras e sua aplicação a setores estratégicos da economia brasileira com maior participação na complexidade exportadora.

Em síntese, a Figura 1 apresenta o modelo conceitual e hipotético do estudo, no qual diferentes critérios de decisão, quais são: mínima variância, tangência e arrependimento, são aplicados à seleção de carteiras compostas por ativos representativos de setores estratégicos da economia brasileira, caracterizados por elevada participação na complexidade exportadora. Esse arcabouço permite investigar como a incorporação de fatores comportamentais, em particular a aversão ao arrependimento, altera as decisões de alocação de capital em comparação às abordagens clássicas, especialmente em contextos de maior incerteza econômica.

3 METODOLOGIA

3.1 O método

Na visão de arrependimento (*return-regret*) pelo retorno, a melhor estratégia ex-post é alocar todo o orçamento no ativo com o maior retorno realizado (Baule et al., 2019). Essa melhor alternativa ex-post gera um retorno. Assim, para qualquer carteira

A , o arrependimento é definido como a diferença entre esse “retorno de referência” e o retorno da carteira R_A , ou seja, o arrependimento é a subperformance em pontos percentuais comparada à carteira de melhor desempenho ex-post que teria sido viável ex ante, de tal forma que:

$$Regret_A^{ret} = R_{max} - R_A \quad (1)$$

Em outras palavras, a equação 1 resume o arrependimento por não ter investido no ativo que mais rendeu. Em termos de preferência/utilidade, a melhor estratégia ex-post não é diretamente observada. Trata-se da carteira que maximiza a função de preferência. O arrependimento é definido como a diferença entre esse valor máximo de preferência e o valor efetivamente realizado pela carteira A ; isto é, o arrependimento é a subperformance em termos da função de preferência, comparada ao valor máximo de preferência alcançável ex-post entre todas as carteiras que eram viáveis ex ante (Baule et al., 2019):

$$Regret_A^{ret} = \max_B \pi(R_B, \sigma_B^2) - \pi(R_A, \sigma_A^2), \quad (2)$$

Onde a maximização é feita sobre todas as carteiras alternativas B que respeitam as restrições de orçamento e vendas a descoberto. Em outras palavras a equação 2, resume o arrependimento por não ter escolhido a carteira que maximizava sua utilidade. E para saber como o investidor decide, precisamos combinar retorno e arrependimento em uma única medida. Desta forma, surge o retorno ajustado pelo arrependimento:

$$Z_p = (1 - \alpha)R_A - \alpha * Regret_A \quad (3)$$

Substituindo 2 em 3, temos que:

$$Z_A^{ret} = (1 - \alpha)R_A - \alpha(R_{max} - R_A) \quad (4)$$

Abrindo os termos e somando os termos de R_A , tem-se:

$$Z_A^{ret} = R_A - \alpha R_{max} \quad (5)$$

Assim, a interpretação econômica indica que o retorno ajustado pelo arrependimento cresce com o retorno próprio R_A e, cai com o tamanho do benchmark ex-post (R_{max}), ao mesmo tempo, quanto maior α , maior é essa penalização. Ou seja, o retorno ajustado pelo arrependimento de preferência fica como:

$$Z_A^{ret} = R_A - \alpha \pi_{max} - \alpha \gamma \sigma_A^2 \quad (6)$$

Portanto, o problema de otimização, será:

$$\max_{\omega} \Pi(Z_p) = E(Z_p) - \gamma Var(Z_p) \quad (7)$$

Onde as restrições são: $\omega^T \mathbf{1} = 1$, $\omega_i \geq 0$

Especificamente, a restrição $\omega^T \mathbf{1} = 1$ são um orçamento total. Com $\omega = (\omega_1, \omega_2, \dots, \omega_N)^T$ é o vetor de pesos da carteira e $\mathbf{1} = (1, 1, \dots, 1)^T$ é um vetor de 1's. de tal forma que:

$$\omega^T \mathbf{1} = \sum_{i=1}^N \omega_i = 1 \quad (8)$$

Ou seja, todo o capital deve ser alocado entre os ativos.

Com relação a $\omega_i \geq 0$, essa é a restrição de não venda a descoberto (*no short-selling*). Assim, cada peso deve ser maior ou igual a zero e o investidor só pode assumir posições compradas. Portanto, as restrições do problema seguem o princípio clássico de Markowitz. O termo $\omega^T \mathbf{1} = 1$ assegura que a soma dos pesos da carteira é igual a 1, representando a alocação integral do orçamento disponível. Já a condição $\omega_i \geq 0$ impõe que todas as posições sejam não negativas, ou seja, não são permitidas vendas a descoberto.

Em suma, os parâmetros α e γ representam, respectivamente, o grau de aversão ao arrependimento e o grau de aversão ao risco do investidor. Tais parâmetros não são diretamente observáveis nos dados, pois refletem preferências comportamentais latentes. Em consonância com a literatura de finanças comportamentais e com os trabalhos de Baule et al. (2019), Qin (2020) e Fujii e Nakamura (2021), estes parâmetros são tratados de forma normativa e calibrados a partir de valores economicamente plausíveis. Cabe destacar, que o objetivo não é estimar α e γ , mas analisar como diferentes níveis de sensibilidade ao arrependimento e ao risco afetam a composição ótima das carteiras e seu desempenho ao longo do tempo.

3.2 Indicadores de Sharpe, Treynor e Sortino

Para a seleção dos ativos sob análise, foram utilizados os seguintes indicadores de desempenho: Sharpe, Treynor e Sortino (vide Tabela 1). O cálculo do índice de Sharpe é uma das medidas de desempenho mais amplamente empregadas na tomada de decisão no mercado financeiro. Esse indicador mede a relação entre o retorno médio excedente (prêmio de risco em relação à taxa livre de risco de curto prazo) e o desvio-padrão dos retornos (Sharpe, 1966). Destaca-se que esse indicador é apropriado quando os retornos apresentam distribuições simétricas e bem comportadas, como a distribuição normal. No entanto, considerando a dinâmica dos mercados e o movimento aleatório dos preços dos ativos, o comportamento dos ativos no mundo real frequentemente se afasta da normalidade.

Seguindo um critério semelhante, o índice de Treynor considera a mesma relação no numerador, porém a divide pelo beta (risco sistemático) (Skomorokhov et al., 2023; Atmaca, 2022; Chen et al., 2014). Esse indicador ajusta a relação risco-retorno pela inclinação da reta de regressão determinada pelo beta, que mede o retorno do ativo em relação ao retorno do mercado. É importante mencionar que o valor do beta varia conforme o índice de mercado utilizado, como o Ibovespa para o Brasil ou o S&P 500 para os Estados Unidos.

Tabela 1 – Características dos Indicadores de Desempenho Selecionados

Medida de Desempenho	Fórmula
Índice de Sharpe	$(r_i - r_f) / \sigma_i$
Índice de Treynor	$(r_i - r_f) / \beta_i$
* Índice de Sortino	$(r_i - r_f) / \text{Semidesvio}$

Fonte: elaboração própria, com base em Sharpe (1966), Treynor (1965) e Sortino e Van der Meer (1991).

Nota: * Calculado como a diferença entre o retorno do ativo (r_i) e a taxa livre de risco (r_f) dividida pelo semidesvio. O semidesvio foi obtido a partir da semivariância, calculada pela soma dos quadrados dos desvios negativos dividida pelo número total de observações.

Nos últimos anos, observa-se um crescimento na literatura sobre avaliação de desempenho que considera diferentes momentos da distribuição dos retornos. A principal razão para essa mudança está no surgimento de um novo paradigma na percepção de risco dos investidores, que vai além da variância (Davis & Lleo, 2021; Ko et al., 2024) e da suposição de normalidade dos retornos. Diante disso, o presente estudo inclui um indicador adicional de desempenho para a seleção de ativos: o índice de Sortino.

No caso do índice de Sortino, este segue a lógica do desvio-padrão, porém é aplicado apenas aos retornos negativos ou àqueles abaixo de um retorno-alvo previamente definido (Chen et al., 2014; Surtee & Alagidede, 2023; Skomorokhov et al., 2023; Yen & Hsu, 2010). Para o cálculo desse indicador, foi necessário definir um retorno-alvo, que, neste estudo, corresponde à taxa livre de risco. Em seguida, foram identificados os retornos abaixo desse limite. A escolha desse alvo justifica-se pelo custo de oportunidade de investir capital em ativos arriscados, uma vez que os investidores buscam retornos superiores aos proporcionados por ativos livres de risco.

3.3 Fonte e tratamento dos dados

Os dados utilizados na pesquisa foram coletados da Economatica, considerando as informações históricas das cotações das ações negociadas na Bolsa de Valores do Brasil-B3 para cada um dos ativos escolhidos. Inicialmente, foi realizada uma análise de um conjunto de ativos, que posteriormente foram selecionados com base nos indicadores de Sharpe, Treynor e Sortino, bem como, com base na importância que esses ativos tem em função dos setores a qual pertencem e da sua importância para a economia.

Assim, na análise inicial foi considerada a perspectiva de um investidor racional, que busca o balanceamento da carteira levando em conta a diversificação por setores da economia. Dessa forma, foram incluídas empresas de diferentes segmentos, como o financeiro, mineração, petróleo e agronegócio, entre outros.

Em seguida, foi analisado a relação entre risco e retorno, inicialmente considerando a carteira de mínima variância e tangente, e posteriormente adotando a abordagem metodológica proposta por Baule et al. (2019). A otimização da combinação dos ativos que formam parte das carteiras analisadas foi realizada utilizando o software R-Project.

Quanto ao período de análise, foram considerados dados diários entre março de 2020 até junho de 2023, totalizando 827 observações. Dessa forma, a pesquisa abrange o período pandêmico, sendo que, segundo informações da Organização Mundial da Saúde (OMS, 2025), o fim da pandemia foi declarado em maio de 2023. Após a determinação do percentual investido em cada carteira, foi realizado um acompanhamento mensal, trimestral, semestral e anual das carteiras analisadas com a finalidade de verificar o ganho de capital em cada período.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados apresentados na Tabela 2 indicam que a seleção dos cinco ativos reflete um equilíbrio entre diferentes medidas de retorno ajustado ao risco. O ativo

PETR4 destaca-se por apresentar os maiores índices de Sharpe e Sortino, evidenciando elevada eficiência na compensação do investidor tanto pela volatilidade total quanto pelo risco de queda. O ativo GGBR4 também apresenta desempenho consistente, sobretudo em termos do índice de Sortino, sugerindo maior robustez em períodos de retornos negativos. O ativo SLCE3 registra o maior índice de Treynor, indicando melhor compensação em relação ao risco sistemático (beta), mantendo simultaneamente valores competitivos de Sharpe e Sortino. O ativo BBAS3 exibe desempenho equilibrado entre os índices de Sharpe e Sortino, configurando-se como uma alternativa atrativa no setor financeiro. Por fim, o ativo WEGE3, embora apresente índices de Sharpe e Sortino inferiores aos de PETR4 e GGBR4, destaca-se pelo elevado índice de Treynor entre ativos de baixo beta, reforçando seu papel como uma opção estável no setor industrial.

Tabela 2 - Seleção de ativos com base nos índices de Sharpe, Treynor e Sortino

	WEGE3	SLCE3	BBAS3	PETR4	GGBR4
Sharpe	0.235	0.264	0.267	0.42	0.339
Beta	0.475	0.421	0.908	1.319	0.828
Treynor	0.053	0.061	0.026	0.035	0.043
Sortino	0.288	0.282	0.305	0.768	0.453

Fonte: Resultado da pesquisa (2025)

De modo geral, a combinação dos índices de Sharpe e Sortino foi decisiva para orientar a seleção, enquanto o índice de Treynor serviu como critério complementar, particularmente relevante para ativos com diferentes exposições ao risco sistemático. Além disso, a composição final da carteira reflete a complexidade das exportações brasileiras, concentrando-se em setores estratégicos como petróleo e gás (PETR4), siderurgia (GGBR4), agronegócio (SLCE3) e bens industriais (WEGE3), com o BBAS3 representando a espinha dorsal financeira doméstica que sustenta essas atividades.

A complexidade das exportações brasileiras representa essencialmente a variedade e a sofisticação dos bens e serviços que o país oferece ao mercado internacional. Esse indicador reflete a capacidade produtiva e tecnológica da nação e, ao mesmo tempo, molda a imagem que os investidores estrangeiros constroem em relação ao potencial de crescimento da economia. Assim, setores estratégicos como petróleo e gás, siderurgia, agronegócio e bens industriais não apenas sustentam o desempenho da balança comercial, mas também condicionam a percepção de risco e retorno associada aos ativos listados. Da mesma forma, variáveis macroeconômicas como a taxa de câmbio, a inflação, a taxa de juros e o crescimento do PIB interagem com esse perfil de exportação, ampliando ou reduzindo a atratividade dos setores que compõem a carteira. Dessa forma, ao incorporar tais dimensões à análise, a otimização de portfólio deixa de ser meramente uma decisão técnica de diversificação e passa a refletir a lógica econômica mais ampla na qual os ativos brasileiros estão inseridos, aproximando o modelo teórico da dinâmica real do mercado.

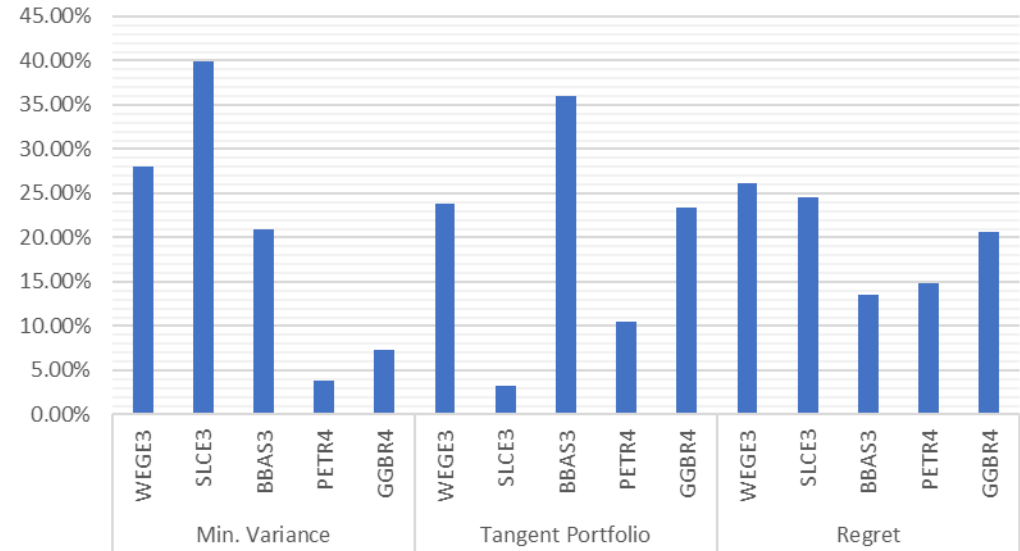
Após a seleção dos ativos, surge a questão: qual seria a composição ideal da carteira, ou seja, quanto investir em cada ativo para alcançar o melhor equilíbrio risco-retorno para o investidor? Essa é uma questão complexa, especialmente considerando as diferentes formas como cada método analisa os dados e os diversos fatores que influenciam o mercado financeiro e a economia.

Assim, a Figura 2 apresenta diferentes combinações de carteiras, totalizando três modelos. Cada exemplo de carteira indica a composição ou o peso percentual de cada

ativo dentro da carteira. Os pesos foram determinados por meio de otimização; por exemplo, na carteira de mínima variância, considerou-se a minimização do risco, resultando na seguinte composição: 27,98% em WEGE3; 39,94% em SLCE3; 20,96% em BBAS3; 3,77% em PETR4; e 7,35% em GGBR4. Como uma carteira conservadora, o ativo com maior risco tende a ter o menor percentual de investimento, concentrando a distribuição de capital entre os demais ativos.

No caso da carteira tangente, a composição foi a seguinte: 17,60% em WEGE3; 49,94% em SLCE3; 0% em BBAS3; 10,71% em PETR4; e 21,75% em GGBR4. Por ser uma carteira mais arriscada em comparação com a anterior, observa-se uma maior tendência de investimento em setores como petróleo, agronegócio e siderúrgico, o que significa uma maior combinação de ativos com riscos sistêmicos maiores.

Figura 2 - Ponderação dos ativos para cada uma das carteiras em estudo, com base na estimativa de otimização, seguindo os procedimentos descritos na Seção 3.2 da metodologia.



Fonte: Resultado da pesquisa (2025)

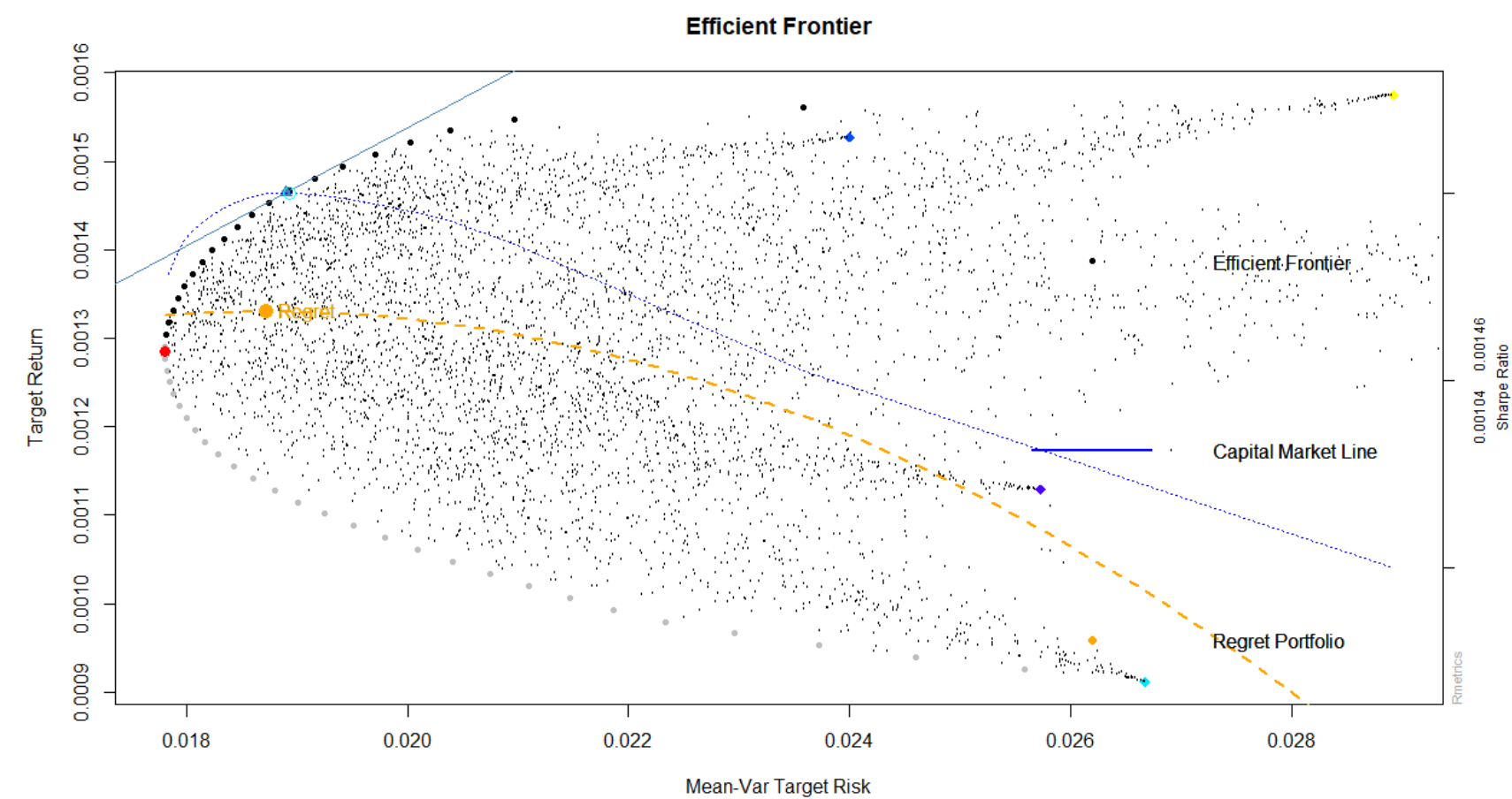
Com relação à carteira *Regret*, os resultados da simulação indicaram a seguinte distribuição de capital: 26,19% em WEGE3; 24,63% em SLCE3; 13,61% em BBAS3; 14,85% em PETR4; e 20,71% em GGBR3. Essa alocação sugere que o portfólio otimizado pelo critério de *regret* não se limita à minimização do arrependimento *ex post*, mas busca reduzir a divergência entre os retornos efetivamente observados e aqueles associados a uma distribuição de referência eficiente. Como consequência, o modelo promove um equilíbrio entre a obtenção de retornos atrativos e a mitigação de perdas excessivas, resultando em uma estratégia mais robusta e menos sensível a erros de estimação dos parâmetros.

Além disso, os resultados corroboram a ideia de que o crescimento econômico sustentável de longo prazo está associado à expansão contínua do investimento privado e das exportações, particularmente quando considerados setores com maior grau de complexidade produtiva e tecnológica. Nesse sentido, embora as metodologias de seleção de carteiras analisadas forneçam subsídios relevantes para a alocação de capital, os fundamentos da teoria do crescimento econômico e os fatores estruturais que condicionam o desenvolvimento de longo prazo não devem ser negligenciados.

A seguir, a Figura 3 ilustra a fronteira eficiente, destacando diferentes configurações de portfólio no espaço risco-retorno. Os pontos em cinza representam portfólios ineficientes desde o ponto de vista clássico, enquanto os pontos em negrito denotam a fronteira eficiente. O ponto em vermelho corresponde ao Portfólio de Mínima Variância, que minimiza o risco total da carteira e é usualmente associado a perfis de investidores mais conservadores. O ponto em azul identifica o Portfólio de Tangência, obtido a partir da Linha do Mercado de Capitais (LMC), o qual maximiza o índice de Sharpe dentro da estrutura tradicional de média-variância.

Em contraste, o ponto em laranja representa o Portfólio *Regret*, derivado de um critério alternativo de decisão sob incerteza, baseado na minimização do arrependimento relativo em relação à melhor alternativa *ex post* Baule et al. (2019). Diferentemente dos modelos clássicos de média-variância, essa abordagem não depende estritamente da hipótese de normalidade dos retornos, o que amplia sua aplicabilidade em contextos caracterizados por assimetria, caudas pesadas ou instabilidade estrutural nos mercados financeiros. Dessa forma, o modelo *Regret* oferece uma perspectiva complementar e inovadora para a otimização de carteiras em ambientes de elevada incerteza. Para a construção da LMC, foi considerada como taxa livre de risco a taxa média diária da Selic no período de análise.

Figura 3 - Linha do Mercado de Capitais e localização da carteira de Mínima Variância, Tangente e *Regret*



Fonte: Resultado da pesquisa (2025)

Embora a Carteira de Tangência maximize o índice de Sharpe, a Carteira de Stutzer sugere uma noção diferente de eficiência, potencialmente identificando uma alocação acima do ponto de tangência da CML. Isso não implica que o modelo seja necessariamente mais parcimonioso em um sentido estritamente estatístico, uma afirmação que exigiria evidências empíricas adicionais e uma definição clara do critério de parcimônia. Em vez disso, a contribuição da abordagem de Stutzer reside na expansão da estrutura de otimização, incorporando características distributivas frequentemente observadas nos mercados financeiros, complementando assim os métodos tradicionais.

A seguir, a Tabela 3 mostra o desempenho dos ativos com base nas porcentagens de alocação recomendadas por cada portfólio. É importante notar que não se trata de prever ganhos futuros, mas sim de analisar o desempenho real após as decisões de alocação terem sido tomadas. Na literatura, o tema da previsão de preços e do comportamento futuro é amplamente discutido, com avanços contínuos em metodologias destinadas a reduzir as limitações de modelos mais antigos (Hyndman, 2020; Fry & Brundage, 2020).

Neste estudo, utilizamos o monitoramento mensal, trimestral e semestral para examinar como esses movimentos podem alterar o retorno esperado do investidor e influenciar as decisões subsequentes sobre a alocação de ativos. Ao incorporar as informações específicas utilizadas no processo de tomada de decisão de cada metodologia, essas limitações são amplamente superadas.

Tabela 3 - Ganhos de capital mensais, trimestrais, semestrais e anuais para cada ativo analisado após a seleção do portfólio.

Variação	WEGE3	SLCE3	BBAS3	PETR4	GGBR4
1 Mês	5.748%	14.207%	-2.449%	5.350%	16.673%
3 Meses	-3.921%	3.061%	-4.494%	17.304%	-3.710%
6 Meses	-8.212%	1.204%	10.223%	16.796%	-10.211%
1 Ano	11.046%	-4.279%	18.520%	25.296%	-7.077%

Fonte: Resultado da pesquisa (2025)

Com relação à tabela 4, o monitoramento mensal, trimestral, semestral e anual está diretamente ligado aos retornos observados da carteira nesses períodos. Ao analisar o comportamento de cada ativo na Tabela 3, é essencial reforçar a teoria seminal de Markowitz, que afirma que a diversificação é sempre preferível, mas que a diversificação sem critérios adequados se torna irrelevante. Portanto, a qualidade da informação utilizada pelo tomador de decisão é crucial, assim como o objetivo de longo prazo do investidor, que ajuda a justificar o risco assumido e o custo de oportunidade associado.

A Tabela 4 apresenta o retorno de cada carteira, considerando a ponderação dos ativos e seu comportamento de preço ao longo de um mês, três meses, seis meses e um ano. Com base nessa simulação, as carteiras Tangente e *Regret* produziram os melhores retornos a longo prazo. Especificamente, ao longo de um mês, a carteira Tangente teve o melhor retorno, mas que perde valor considerando as variações de longo prazo. Esse resultado sugere que carteiras mais arriscadas, dado o contexto da pandemia e da volatilidade do mercado, renderam retornos mais altos a curto prazo. No entanto, é crucial reconhecer que essas descobertas não podem ser generalizadas. Nessa linha, a carteira *Regret* denota ter um comportamento de retorno mais equilibrado e similar ao comportamento da carteira de mínima variância, mas com um leve ganho de capital a longo prazo.

Tabela 4 - Desempenho mensal, trimestral, semestral e anual de cada carteira, considerando a ponderação de cada ativo.

Varição	Min. Variância	Port. Tangente	<i>Regret</i>
1 Mês	8.20%	12.306%	8.919%
3 Meses	-0.437%	1.885%	0.917%
6 Meses	0.21%	-1.27%	-0.08%
1 Ano	5.70%	0.98%	6.65%

Fonte: Resultado da pesquisa (2025)

Por fim, embora as metodologias clássicas ofereçam uma abordagem sofisticada para a construção de portfólios por meio da risco-retorno, a incorporação da psicologia financeira e o construto da Carteira *Regret* por meio do arrependimento, bem como, os resultados denotam ser essencial para a tomada de decisões. Do ponto de vista da otimização de portfólios, o modelo *Regret* oferece uma abordagem inovadora ao considerar características de distribuição de retornos que divergem das premissas clássicas. Essa capacidade de incorporar informações mais detalhadas sobre o comportamento dos ativos pode justificar o seu desempenho superior durante o monitoramento a longo prazo, especialmente em mercados voláteis. Evidentemente, vale ressaltar que a decisão de alocação e a ponderação dos ativos variam de acordo com o conjunto de dados e o ambiente analítico.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este estudo teve como objetivo comparar abordagens clássicas e comportamentais de seleção de carteiras, incorporando a aversão ao arrependimento ao processo de otimização e aplicando esses modelos a ativos representativos de setores estratégicos da economia brasileira. Ao integrar elementos da psicologia financeira à teoria tradicional de média e variância, a pesquisa amplia o arcabouço analítico da teoria de carteiras e oferece uma interpretação mais realista das decisões de alocação de capital, especialmente em contextos de elevada incerteza, como o observado durante a pandemia de COVID-19.

Os resultados demonstram que a incorporação da aversão ao arrependimento conduz a decisões de alocação significativamente distintas daquelas obtidas pelo modelo clássico de Markowitz. Em particular, a inclusão do critério *Regret* permite uma caracterização mais detalhada do perfil risco-retorno das carteiras, resultando em alocações mais prudentes ou mais diversificadas, sobretudo em períodos de maior instabilidade econômica. Esses achados corroboram a Hipótese 1, segundo a qual a inclusão do arrependimento na função utilidade do investidor gera composições de carteira significativamente diferentes das abordagens tradicionais.

Adicionalmente, a análise da sensibilidade das carteiras aos parâmetros α , associado à aversão ao arrependimento, e γ , relacionado à aversão ao risco, evidenciou que o aumento da intensidade do arrependimento reduz a exposição a ativos de alta volatilidade. As evidências obtidas a partir do monitoramento mensal, trimestral, semestral e anual indicam que, embora carteiras mais agressivas possam apresentar retornos superiores no curto prazo, elas se mostram mais vulneráveis a perdas em horizontes mais longos. Em contraste, a carteira *Regret* apresentou desempenho mais equilibrado e maior estabilidade ao longo do tempo, oferecendo suporte empírico à Hipótese 2, segundo a qual a aversão ao arrependimento conduz a carteiras mais diversificadas e menos sensíveis a choques de mercado.

Os resultados deste estudo dialogam diretamente com a literatura recente em finanças comportamentais, que enfatiza o papel das emoções e das limitações cognitivas no processo de tomada de decisão financeira. Conforme apontam Larni-Footeik et al. (2024), o

arrependimento está frequentemente associado à percepção de que decisões alternativas poderiam ter gerado resultados superiores, intensificando a frustração do investidor em cenários adversos. De forma complementar, Zhang (2022) destaca que a imprevisibilidade das reações humanas, combinada à diversidade de sentimentos e emoções, pode conduzir a decisões rápidas e, muitas vezes, pouco controladas. Estudos como os de Rodrigues e Rocha (2016) e Palacio et al. (2024) reforçam que tais limitações cognitivas afetam a capacidade do investidor de avaliar adequadamente risco e retorno, sobretudo em ambientes de elevada volatilidade.

Nesse contexto, os achados desta pesquisa sugerem que estratégias excessivamente concentradas caracterizadas pela aposta recorrente em ativos percebidos como grandes oportunidades, aumentam substancialmente a probabilidade de arrependimento *ex post*, especialmente quando associadas a choques macroeconômicos inesperados. Ao comparar carteiras construídas sob critérios clássicos, agressivos e baseados no arrependimento, os resultados indicam que a abordagem *Regret* favorece uma alocação mais equilibrada, mitigando perdas excessivas e reduzindo a exposição a decisões impulsivas. Esse resultado está em consonância com a literatura comportamental, que aponta que investidores tendem a supervalorizar oportunidades individuais e a subestimar os benefícios da diversificação, particularmente em períodos de euforia ou pânico nos mercados financeiros.

Do ponto de vista teórico, a principal contribuição do estudo reside em demonstrar que critérios comportamentais, como a aversão ao arrependimento, não apenas complementam, mas também desafiam a noção tradicional de eficiência baseada exclusivamente no *trade-off* risco-retorno. A abordagem *Regret* amplia a estrutura clássica de otimização ao incorporar características distributivas dos retornos frequentemente observadas nos mercados financeiros, como assimetria e caudas pesadas, sem depender estritamente das premissas de normalidade.

Do ponto de vista prático, os resultados sugerem que gestores de recursos e investidores podem se beneficiar da incorporação explícita de fatores comportamentais na construção de carteiras, sobretudo em períodos de elevada incerteza econômica e volatilidade dos mercados. A evidência de que carteiras baseadas no *Regret* apresentam desempenho mais estável no longo prazo reforça a importância de alinhar decisões financeiras não apenas a métricas tradicionais de risco e retorno, mas também a aspectos psicológicos que influenciam o comportamento do investidor.

Por fim, cabe ressaltar que os resultados são sensíveis ao período analisado, ao conjunto de dados e ao ambiente macroeconômico considerado, o que limita sua generalização. Estudos futuros podem explorar extensões do modelo *Regret* em outros contextos econômicos, incorporar diferentes medidas de arrependimento e comparar essa abordagem com outros modelos comportamentais, como aqueles baseados na *prospect theory* e na aversão à perda. Ainda assim, ao integrar psicologia financeira, teoria de carteiras e setores estratégicos da economia brasileira, este estudo contribui para uma compreensão mais realista, robusta e aplicada do processo de tomada de decisão em investimentos.

REFERÊNCIAS

Atilgan, Y., Demirtas, K. O., Gunaydin, A. D., & Tosun, A. D. (2025). *Regret in global equity markets. International Review of Financial Analysis*, 103, 104198. <https://doi.org/10.1016/j.irfa.2025.104198>

- Atmaca, M. (2022). Performance evaluation of investment portfolios using risk-adjusted performance measures. *Journal of Economics, Finance and Accounting*, 9(1), 1–12. <https://doi.org/10.17261/Pressacademia.2022.1543>
- Arisoy, Y. E., Bali, T. G., & Tang, Y. (2024). *Investor regret and stock returns*. *Management Science*, 70(11). <https://doi.org/10.1287/mnsc.2022.03389>
- Baule, R., Korn, O., & Kuntz, L.-C. (2018). *Markowitz with regret*. *Journal of Economic Dynamics and Control*, forthcoming. <https://doi.org/10.2139/ssrn.3249805>
- Chen, Z., Kim, K. A., Yao, T., & Yu, T. (2014). On the choice of target return for the Sortino ratio. *Journal of Asset Management*, 15(6), 399–411. <https://doi.org/10.1057/jam.2014.26>
- Davis, M. H. A., & Lleo, S. (2021). Risk-sensitive benchmarked asset management with expert forecasts. *Mathematical Finance*, 31(4), 1101–1136. <https://doi.org/10.1111/mafi.12310>
- Fry, J., & Brundage, J. (2020). Predicting financial crashes: A review. *European Journal of Finance*, 26(15), 1431–1457. <https://doi.org/10.1080/1351847X.2019.1706469>
- Fujii, Y., & Nakamura, Y. (2021). *Regret-sensitive equity premium*. *International Review of Economics & Finance*, 76, 302–307. <https://doi.org/10.1016/j.iref.2021.06.011>
- Grant, A., Kwon, O. K., & Satchell, S. (2024). *Portfolio choice with narrow framing and loss aversion: A simplified approach*. *European Journal of Finance*, 30(5), 451–476. <https://doi.org/10.1080/1351847X.2024.2388776>
- Hyndman, R. J. (2020). A brief history of forecasting competitions. *International Journal of Forecasting*, 36(1), 7–14. <https://doi.org/10.1016/j.ijforecast.2019.03.014>
- Karzanov, D., Garzón, R., Terekhov, M., Gulcehre, C., Raffinot, T., & Detyniecki, M. (2025, February 4). *Regret-optimized portfolio enhancement through deep reinforcement learning and future looking rewards* (arXiv:2502.02619). arXiv. <https://doi.org/10.48550/arXiv.2502.02619>
- Khawaja, H.; Khan, J. A.; Jamali, N. M. (2021). *An Exploratory Inquiry into the Psychological Biases in Financial Investment Behavior Evidence from Pakistani Financial Markets*. *Journal of Accounting and Finance in Emerging Economies*, [s. l.], v. 7, n. 3, p. 739–748.
- Kim, S., & Ohk, K. (2025). Regret aversion in Japanese and U.S. stock markets: Analyzing the effects of market conditions. *Japan and the World Economy*, 74, 101311. <https://doi.org/10.1016/j.japwor.2025.101311>
- Ko, C. C., Lee, C. F., & Chang, Y. C. (2024). Portfolio performance evaluation with higher moments and downside risk measures. *International Review of Financial Analysis*, 90, 102940. <https://doi.org/10.1016/j.irfa.2024.102940>

Larni-Fooeik A, Sadjadi, S. J., Mohammadi, E. (2024). Stochastic portfolio optimization: A regret-based approach on volatility risk measures: An empirical evidence from The New York stock market. *PLoS ONE* 19(4): e0299699. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0299699>

Larni-Fooeik, A., Ghanbari, H., Sadjadi, S. J., & Mohammadi, E. (2024). Behavioral finance biases: A comprehensive review on regret approach studies in portfolio optimization. *International Journal of Industrial Engineering & Production Research*, 35(1), 1–23. <http://ijiepr.iust.ac.ir/article-1-1909-en.html>

Lo, A. W. (2021). The adaptive markets hypothesis: Market efficiency from an evolutionary perspective. *Journal of Portfolio Management*, 47(5), 15–29. <https://doi.org/10.3905/jpm.2021.1.255>

Lopes, A. H. V. S., & da Silva Duque-Pereira, I. (2024). Emoções na era da ia: a intersecção da neurociência e inteligência artificial generativa. *Revista GEMInIS*, 15(1), 21-43.

Organização Mundial da Saúde. (2025). *Informações sobre a pandemia causada pela COVID-19*. <https://www.who.int>

Palacio, A., Yedra, J., & Cañal, P. (2022). Investor decision-making under emotional influences: Evidence from experimental markets. *Journal of Behavioral and Experimental Finance*, 35, 100656. <https://doi.org/10.1016/j.jbef.2022.100656>

Qin, J. (2020). *Regret-based capital asset pricing model*. *Journal of Banking & Finance*, 114, 105784. <https://doi.org/10.1016/j.jbankfin.2020.105784>

Rodrigues, H., & Rocha, F. L. (2016). Uma definição constitutiva de emoções: A constitutive definition of emotions. *Revista Húmus*, 5(15). Recuperado de <https://periodicoseletronicos.ufma.br/index.php/revistahumus/article/view/4253>

Sharpe, W. F. (1964). Capital asset prices: A theory of market equilibrium under conditions of risk. *Journal of Finance*, 19(3), 425–442. <https://doi.org/10.1111/j.1540-6261.1964.tb02865.x>

Sharpe, W. F. (1966). Mutual fund performance. *Journal of Business*, 39(1), 119–138. <https://doi.org/10.1086/294846>

Skomorokhov, A., Ardia, D., & Boudt, K. (2023). Downside risk-based portfolio allocation. *Journal of Financial Econometrics*, 21(2), 312–339. <https://doi.org/10.1093/jjfinec/nbac015>

Surtee, S., & Alagidede, P. (2023). Downside risk measures and portfolio performance in emerging markets. *International Review of Financial Analysis*, 86, 102560. <https://doi.org/10.1016/j.irfa.2023.102560>

Sortino, F. A., & Van der Meer, R. (1991). Downside risk. *Journal of Portfolio Management*, 17(4), 27–31. <https://doi.org/10.3905/jpm.1991.409343>

Treynor, J. L. (1965). How to rate management of investment funds. *Harvard Business Review*, 43(1), 63–75.

Wang, Y., & Yang, J. (2024). *Regret aversion and asset pricing anomalies in the Chinese stock market*. *International Review of Finance*. <https://doi.org/10.1111/irfi.12478>

Yen, Y. H., & Hsu, Y. T. (2010). Downside risk and the performance of mutual funds. *Applied Economics*, 42(9), 1153–1164. <https://doi.org/10.1080/00036840701765442>

Zhang, X. (2022, May 5). *Distributional robust portfolio construction based on investor aversion* (Version 3) [Preprint]. arXiv. <https://doi.org/10.48550/arXiv.2203.13999>