

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
ESCOLA DE ADMINISTRAÇÃO
CURSO DE GRADUAÇÃO EM ADMINISTRAÇÃO**

GREICE ARAGON HEEMANN

ANÁLISE DE *FACTOR INVESTING* NO MERCADO DE CAPITAIS BRASILEIRO

Porto Alegre

2024

GREICE ARAGON HEEMANN

ANÁLISE DE *FACTOR INVESTING* NO MERCADO DE CAPITAIS BRASILEIRO

Trabalho de Conclusão de Curso, apresentado ao Curso de Graduação em Administração da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, como requisito para a obtenção do título de bacharel em Administração.

Orientador: Prof. Dr. Henrique Pinto Ramos

Porto Alegre

2024

GREICE ARAGON HEEMANN

ANÁLISE DE *FACTOR INVESTING* NO MERCADO DE CAPITAIS BRASILEIRO

Trabalho de Conclusão de Curso, apresentado ao Curso de Graduação em Administração da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, como requisito para a obtenção do título de bacharel em Administração.

Aprovado em 21 de fevereiro de 2024.

BANCA EXAMINADORA:

Profa. Dra. Fernanda Maria Müller

Prof. Dr. Marcelo Brutti Righi

AGRADECIMENTOS

Quero começar agradecendo meus pais, Maristéla e João. Obrigado por todo o amor e por me ensinarem desde pequena a valorizar a educação. Vocês são minha base, junto com meus irmãos, Thimotie, Thiele, Antônia e Rafaela.

Agradeço também aos meus amigos, especialmente Grazielle, Rached, Luiza, Felipe e Vitória. Obrigada por entenderem quando eu não podia estar por perto e por todas as risadas e apoio nos momentos que mais precisei.

Aos meus colegas de trabalho, Lucas, Eduardo, Dionatan, Igor e Bruno, sou grata pelas inúmeras trocas de conhecimento sobre investimentos e experiências que enriqueceram minha formação, e acrescentaram diretamente neste trabalho. Vocês foram parte importante deste percurso, obrigada.

E claro, um agradecimento especial aos meus professores, Henrique e Fernanda. Vocês não foram apenas educadores, mas verdadeiros mentores e inspiradores. Obrigada pelo incentivo, pela orientação paciente e por sempre servirem de exemplo, não só no aspecto acadêmico, mas como modelos de dedicação e gosto pela pesquisa e ensino. Vocês tiveram um papel fundamental na minha formação e nas conquistas que alcancei graças ao apoio de vocês.

RESUMO

O *factor investing* emergiu nos últimos anos como uma estratégia de investimento amplamente adotada em busca de retornos superiores no dinâmico cenário do mercado de ações. Esta abordagem se baseia na identificação e exploração de fatores de risco sistemáticos que desempenham papéis nos retornos dos ativos financeiros. Dentre os fatores estudados estão Tamanho, Valor, Momentum, Liquidez e Mercado. A literatura acadêmica desempenha um papel crucial no desenvolvimento do *factor investing*, inicialmente ancorada no modelo de fator único, CAPM. A evolução significativa ocorreu com os estudos pioneiros de Fama e French, introduzindo o modelo de três fatores que considera Tamanho, Valor e Mercado. Entretanto, uma lacuna significativa é evidente no contexto brasileiro, carecendo de estudos específicos para as dinâmicas do mercado de ações local. Este trabalho visa ajudar a preencher essa lacuna, investigando o comportamento do *factor investing* no mercado brasileiro ao longo das últimas décadas. A pergunta central é: Como o *factor investing* se comporta no contexto do mercado doméstico, considerando a interação com variáveis macroeconômicas brasileiras? Os resultados desta pesquisa têm o potencial de contribuir para revistas acadêmicas especializadas, conferências e seminários, fornecendo informações relevantes para investidores e profissionais financeiros. Ao abordar questões específicas do mercado brasileiro, busca-se catalisar um aumento na produção científica sobre *factor investing*, promovendo um entendimento mais profundo das características únicas e do comportamento desse fenômeno no contexto brasileiro.

Palavras-chave: *Factor Investing*. Mercado Brasileiro. Fatores de Risco.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - Histórico acumulado dos fatores e macrovariáveis.	15
Figura 2 - Retorno acumulado dos fatores e macrovariáveis com datas destacadas.	18
Figura 3 - Mapa de correlação entre os fatores e variáveis macroeconômicas no Brasil.	19
Figura 4 - Correlação em diferentes períodos - Crise Subprime - 02/01/2001 até 31/07/2023.	22
Figura 5 - Recessão - 02/01/2001 até 31/07/2023.	23
Figura 6 - Impeachment Dilma - 02/01/2001 até 31/07/2023.	24
Figura 7 - Joesley Day - 17/05/2017.	25
Figura 8 - Pandemia - 20/03/2020 até 01/02/2022.	26
Figura 9 - Correlação entre Fatores e Variáveis Macroeconômicas - 12 meses.	27
Figura 10 - Dispersão entre Liquidez e IBOV.	29
Figura 11 - Dispersão entre Valor e IBOV.	29
Figura 12 - Dispersão entre Valor e CDI.	30
Figura 13 - Dispersão entre Tamanho e IBOV.	31
Figura 14 - Betas dos Fatores ao Longo do Tempo.	32

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Retornos acumulados de 02/01/2001 a 31/07/2023.....	14
Tabela 2 - Volatilidade anualizada dos fatores.....	16
Tabela 3 - Retornos em períodos.....	17
Tabela 4 - Betas para diferentes janelas de tempo.	32

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	1
2 REFERENCIAL TEÓRICO	3
2.1 Modelo de Precificação de Ativos de Capital – CAPM.....	4
2.2 Modelo de Três Fatores	5
2.3 Modelo de Cinco Fatores.....	6
2.4 Panorama de Pesquisa.....	8
3 PROCEDIMENTO METODOLÓGICO	10
3.1 Dados	10
3.2 Metodologia dos Fatores	10
3.3 Método de Análise	11
4 ANÁLISE DE RESULTADOS	13
4.1 Estatística Descritiva.....	13
4.2 Análise de Correlação.....	18
4.2.1 Análise correlação subperíodos.....	21
4.3 Análise Gráfica	28
4.4 Análise de Regressão.....	31
5 CONSIDERAÇÕES FINAIS	33
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	35

1 INTRODUÇÃO

Nos últimos anos, o *factor investing* emergiu como uma estratégia de investimento amplamente adotada por investidores e gestores de portfólio, impulsionando a busca por retornos superiores no dinâmico cenário do mercado de ações. Esta abordagem fundamenta-se na identificação e exploração de fatores de risco sistemáticos que desempenham papéis significativos nas variações dos retornos dos ativos financeiros. Dentre os fatores extensivamente estudados estão o tamanho da empresa, o valor contábil, o momentum e o risco de mercado.

A literatura acadêmica, como alicerce para o desenvolvimento do *factor investing*, tem desempenhado um papel crucial ao longo dessa trajetória. Inicialmente ancorada no modelo de fator único CAPM, proposto por Sharpe (1964), Lintner (1965) e Mossin (1966), a evolução significativa ocorreu com os estudos pioneiros de Fama e French (1992, 1993). A introdução do modelo de três fatores expandiu a compreensão do mercado ao incorporar os fatores de tamanho e valor além do tradicional fator de mercado.

O modelo de três fatores, ao considerar tamanho, valor e mercado, proporcionou uma estrutura robusta para avaliar o risco e o retorno esperado de carteiras de investimento. Com base nas definições de risco de Markowitz (1952) e retorno de Sharpe (1964), a relação intrínseca entre risco e retorno foi estabelecida como um princípio fundamental nos investimentos.

Contudo, o presente cenário de pesquisa revela uma lacuna no contexto brasileiro, com menos pesquisa quando comparada com outros mercados. Embora a literatura internacional tenha contribuído substancialmente para a compreensão do *factor investing*, a ausência de estudos específicos no mercado brasileiro cria uma necessidade premente de análise direcionada. A pesquisa existente, predominantemente focada em artigos norte-americanos com enfoque em mercados emergentes, carece de uma abordagem exclusiva para as dinâmicas do mercado de ações brasileiro.

O propósito deste trabalho é ajudar a preencher essa lacuna, investigando a eficácia e comportamento do *factor investing* no mercado brasileiro de ações ao longo da última década. Busca-se responder à seguinte pergunta: Como o *factor investing* e seus fatores associados se comportam no contexto do mercado doméstico? Esta indagação, ao explorar a interação desses fatores com as variáveis

macroeconômicas brasileiras, visa não apenas aprimorar a gestão de portfólios, mas também contribuir para o enriquecimento da literatura acadêmica nacional sobre investimentos.

Os resultados desta pesquisa têm o potencial de serem disseminados em revistas acadêmicas especializadas, conferências e seminários, proporcionando informações relevantes para investidores e profissionais da área financeira. Ao abordar questões específicas do mercado brasileiro, esta pesquisa visa catalisar um aumento na produção científica sobre *factor investing*, promovendo um entendimento mais profundo das características únicas e do comportamento desse fenômeno no contexto brasileiro.

A pesquisa revelou a ausência de uma correlação forte ou estatísticas significativas que suportem uma conexão consistente entre os fatores tradicionais de investimento e o desempenho dos ativos no mercado brasileiro. Adicionalmente, foi examinado como os fatores se comportaram no passo do mercado acionário brasileiro, especialmente em períodos de eventos marcantes, como Crise Subprime, recessão, o impeachment de Dilma Rousseff, Joesley Day e durante a pandemia de Covid-19.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

A precificação de ativos, sendo uma faceta central no universo financeiro, desempenha um papel crucial não apenas como um indicador do estado do mercado, mas também como um reflexo da robustez e estabilidade do sistema econômico global. Ao adentrarmos nas complexidades da teoria financeira, deparamo-nos com a "Hipótese do Mercado Eficiente", proposta por Fama em 1970, que postula que os preços dos ativos refletem todas as informações disponíveis, impedindo consistentemente retornos acima da média do mercado.

Nesse contexto, a correta precificação dos ativos abraça diversas funções essenciais. Primordialmente, atua como mecanismo assegurado de uma alocação eficiente de recursos, direcionando capital para empresas e iniciativas com maior potencial de retorno, otimizando a utilização de recursos e fomentando o crescimento econômico. A contribuição seminal de Ross, Westerfield e Jaffe (2005) destaca a importância da precificação na promoção de uma economia dinâmica.

Em uma abordagem mais prática, modelos de precificação, exemplificados pelo conhecido CAPM de Sharpe (1964), funcionam como ferramentas orientadoras para investidores. Esses modelos não apenas quantificam o retorno esperado de um ativo, mas também avaliam o risco associado, capacitando investidores a tomar decisões informadas alinhadas com objetivos e tolerância ao risco.

A relação intrínseca entre a liquidez do mercado e a correta precificação dos ativos é crucial. A liquidez, definida pela facilidade de conversão de um ativo em dinheiro sem alteração significativa de preço, é fomentada em um ambiente onde os ativos são precificados de forma transparente. A transparência cria confiança mútua entre compradores e vendedores, sustentando um mercado ativo e dinâmico, onde os ativos trocam de mãos com agilidade, refletindo percepções e expectativas dos participantes do mercado.

Em síntese, a precificação adequada de ativos é um pilar essencial para o funcionamento eficaz dos mercados financeiros, influenciando a alocação de recursos, orientando decisões de investimento e fortalecendo a confiança que sustenta a liquidez do mercado.

2.1 Modelo de Precificação de Ativos de Capital – CAPM

O Modelo de Precificação de Ativos de Capital (CAPM) representa uma pedra angular na teoria e prática financeira, proporcionando uma estrutura robusta para calcular o retorno esperado de um investimento, considerando o risco sistemático associado, foi desenvolvido de forma independente por William Sharpe, John Lintner e Jan Mossin na década de 1960.

Os pressupostos fundamentais do CAPM incluem a racionalidade e aversão ao risco dos investidores, expectativas homogêneas em relação aos retornos, horizontes de investimento idênticos, ausência de impostos ou custos de transação, divisibilidade e liquidez perfeita dos ativos, além da possibilidade de empréstimos a uma taxa de juros livre de risco. Embora essas simplificações possam divergir da complexidade real dos mercados financeiros, elas permitem a construção de um modelo teórico para entender a relação entre risco e retorno.

O CAPM é conceituado como um modelo de equilíbrio, descrevendo a condição em que a oferta e a demanda por ativos estão em equilíbrio. Esta perspectiva é fundamental para a teoria do CAPM e compartilhada por muitos modelos econômicos. A equação do CAPM é a seguinte:

$$R_i = R_f + \beta_i * (R_m - R_f) \quad (1)$$

Na equação do CAPM, R_i é o retorno esperado do investimento, R_f é a taxa de retorno livre de risco, β_i é o beta do investimento, R_m é o retorno do mercado e $(R_m - R_f)$ é o prêmio pelo risco de mercado, enfatiza a relação proporcional entre retorno e risco sistemático.

Sharpe (1964), Lintner (1965) e Mossin (1966) abordaram o CAPM sob diferentes perspectivas. Sharpe enfatizou a relação proporcional entre o retorno esperado e o risco sistemático do ativo. Lintner concentrou-se na seleção de investimentos arriscados em portfólios e orçamentos de capital, reforçando a dependência direta entre retorno esperado e risco sistemático. Mossin, contextualizando o CAPM em um mercado de ativos de capital, destacou a importância de um ativo sem risco como referência.

Apesar de sua ampla aceitação e aplicação, o CAPM não está imune a críticas. A simplificação de pressupostos pode distanciar o modelo da realidade.

Além disso, críticas surgem quanto à sua incapacidade de explicar completamente as variações nos retornos dos ativos. Estudos empíricos, como os de Fama e French (1992), destacam a influência de fatores não contemplados pelo CAPM, como tamanho da empresa e índice *book-to-market*.

Contudo, o CAPM continua desempenhando um papel crucial na gestão de portfólios e na avaliação de riscos e retornos. Apesar das limitações, sua estrutura oferece uma base valiosa para a compreensão da complexa interação entre risco e retorno nos mercados financeiros. Este modelo, embora possa não ser uma representação perfeita da realidade, permanece como uma ferramenta influente na tomada de decisões de investimento.

2.2 Modelo de Três Fatores

Fama (1970) desempenhou um papel crucial ao avançar a Teoria dos Mercados Eficientes, demonstrando que os preços dos ativos não seguem movimentos puramente aleatórios. Em sua pesquisa pioneira, ele evidenciou que os preços respondem a novas informações sobre determinados títulos, refletindo toda a informação disponível em determinado momento. Essa percepção levou à proposição de três formas distintas da Hipótese do Mercado Eficiente (HME) por Fama: eficiência fraca, eficiência semi-forte e eficiência forte.

A eficiência fraca postula que todas as informações passadas do mercado já estão refletidas nos preços atuais das ações, tornando a análise técnica inútil. A eficiência semi-forte sugere que todas as informações públicas, incluindo dados financeiros e notícias macroeconômicas, estão refletidas nos preços, invalidando tanto análise técnica quanto fundamental. A eficiência forte, a forma mais extrema da HME, considera que todas as informações, públicas e privadas, estão incorporadas nos preços, tornando qualquer informação inútil para obter retornos superiores.

Fama e French (1992; 1993) avançaram ao compreender que, dada a ineficiência do mercado, indicadores e dados históricos poderiam ser utilizados para selecionar títulos mais rentáveis. Esta compreensão resultou no desenvolvimento do modelo de três fatores, uma extensão do Modelo de Precificação de Ativos de Capital (CAPM), que inclui três fatores: retorno de mercado, tamanho da empresa

(SMB – *Small Minus Big*) e valor contábil para o valor de mercado (HML – *High Minus Low*).

O modelo é matematicamente expresso da seguinte forma:

$$K(r) - RF(f) = u + bRMO(r) + sSMB(r) + hHML(r) + ruTERM(r) + dDEF(r) + r(f) \quad (2)$$

O modelo de três fatores busca explicar variações nos retornos dos ativos. Os coeficientes b , s , h , ru , e d representam sensibilidades do ativo ao retorno de mercado, diferença de retorno entre pequenas e grandes empresas, diferença de retorno entre empresas com alto e baixo valor contábil para o valor de mercado, diferença entre o retorno de longo prazo do governo e a taxa livre de risco, e diferença entre o retorno de um *proxy* para o portfólio de mercado de títulos corporativos e o retorno de longo prazo do governo, respectivamente.

O modelo de três fatores supera limitações do CAPM ao considerar tamanho da empresa e valor contábil como fatores adicionais, proporcionando uma explicação mais abrangente para a variação nos retornos dos ativos. Fama e French (1993) mostraram que empresas menores e com alto valor contábil para o valor de mercado tendem a ter retornos superiores, reforçando a relevância desses fatores na explicação dos retornos das ações. Essa pesquisa seminal influenciou significativamente o entendimento contemporâneo da relação entre risco e retorno nos mercados financeiros.

2.3 Modelo de Cinco Fatores

O modelo de cinco fatores, desenvolvido por Eugene F. Fama e Kenneth R. French (2015) representa uma significativa evolução na teoria de precificação de ativos, oferecendo uma descrição mais precisa dos retornos médios das ações. Ao incorporar uma gama mais abrangente de fatores que influenciam os retornos, este modelo supera algumas limitações do modelo de três fatores, proporcionando uma visão mais completa e realista da dinâmica do mercado.

Os dois primeiros fatores, o excesso de retorno do mercado ($RM_t - RF_t$) e o tamanho da empresa (SMB_t), são compartilhados com o modelo de três fatores. O excesso de retorno do mercado reflete a recompensa por assumir o risco sistemático

do mercado, enquanto o tamanho da empresa reconhece a tendência observada de que ações de empresas menores tendem a ter retornos mais altos.

O terceiro fator, o valor da empresa (HMLt), também presente no modelo de três fatores, compreende a diferença de retorno entre empresas de alto e baixo valor contábil para valor de mercado. Este fator captura a tendência de que ações de empresas "value" superam as de empresas "growth".

As adições cruciais no modelo de cinco fatores são os fatores de rentabilidade da empresa (RMWt) e investimento da empresa (CMAt). O fator RMWt representa a diferença de retorno entre empresas com alta e baixa rentabilidade, reconhecendo que empresas altamente rentáveis tendem a gerar retornos superiores. O fator CMAt, por sua vez, é a diferença de retorno entre empresas com baixo e alto investimento, considerando que empresas com menor investimento podem apresentar retornos mais altos.

A expressão matemática do modelo é representada por:

$$R_{it} - R_{ft} = \alpha_i + \beta_{mkt}(R_{mt} - R_{ft}) + \beta_{smb}SMBt + \beta_{hml}HMLt + \beta_{rmw}RMWt + \beta_{cma}CMAt + \epsilon_{it} \quad (3)$$

R_{it} : o retorno do ativo i no tempo t ,

R_{ft} : a taxa livre de risco no tempo t ,

α_i : o intercepto da regressão para o ativo ou portfólio i . Este é o retorno esperado do ativo ou portfólio i quando todos os fatores de risco são iguais a zero. Se o modelo de precificação de ativos estiver correto e todos os fatores de risco relevantes estiverem incluídos no modelo, α_i deve ser estatisticamente indistinguível de zero,

R_{mt} : o retorno do mercado no tempo t ,

SMBt: o fator de tamanho no tempo t (*Small Minus Big*),

HMLt: o fator de valor no tempo t (*High Minus Low*),

RMWt: o fator de rentabilidade no tempo t (*Robust Minus Weak*),

CMAt: o fator de investimento no tempo t (*Conservative Minus Aggressive*),

β_{mkt} , β_{smb} , β_{hml} , β_{rmw} , β_{cma} : são os coeficientes para cada fator, que medem a sensibilidade do retorno do ativo i a cada fator, ϵ_{it} : o termo de erro, que capta todos os outros fatores que podem afetar o retorno do ativo i , mas não estão incluídos no modelo.

O modelo de cinco fatores fornece uma abordagem mais completa, considerando uma variedade mais ampla de influências nos retornos das ações, destacando-se como uma contribuição significativa para a precificação de ativos.

2.4 Panorama de Pesquisa

No contexto brasileiro, a adoção do Modelo de Cinco Fatores de Fama e French (2015) como área de pesquisa ainda está em estágios iniciais, mas estudos preliminares revelaram resultados significantes. Bortoluzzo et al. (2016) analisaram três modelos para apreçamento de ativos, o CAPM (capital asset pricing model), o modelo de três fatores de Fama e French (1993) e o de quatro fatores de Carhart (1997), buscando verificar o seu poder de previsão, sobretudo em momentos de instabilidade econômica e financeira ocasionados por uma crise internacional. Os autores evidenciaram a existência de relevância destes fatores no mercado de capitais brasileiro (principalmente o índice M/B, risco e tamanho), sendo que comportam de maneiras diferentes em períodos de crise, onde se acentua a relevância do risco.

Já Mussa, Famá e dos Santos (2012) realizaram um estudo buscando testar a aplicabilidade e eficácia do Modelo de Precificação de Ativo de Quatro Fatores no mercado de ações brasileiro. Eles investigaram se a inclusão do fator Momentum, além dos três fatores tradicionais (Mercado, Tamanho e Valor) propostos por Fama e French (1992; 1993), melhora a capacidade de explicar as variações dos retornos das ações brasileiras.

Vieira (2017) investigou a aplicabilidade e eficácia do Modelo de Cinco Fatores de Risco, proposto por Fama e French, para precificar carteiras setoriais no mercado acionário brasileiro, utilizando uma amostra de empresas listadas na BMF&Bovespa entre janeiro de 2008 e dezembro de 2015. Seus achados enfatizaram a relevância do prêmio de risco associado aos investimentos, demonstrando significância estatística em três dos cinco setores econômicos analisados. Esses resultados indicam que, em determinados setores, o prêmio de risco desempenha um papel crucial na determinação dos retornos dos ativos.

Por outro lado, Maciel (2021) realizou uma comparação abrangente entre os modelos de três, quatro e cinco fatores. Sua conclusão destacou a superioridade do modelo de cinco fatores em termos de explicação dos retornos das ações no

mercado brasileiro. Contudo, foi observado que nem todos os fatores desse modelo foram igualmente eficazes. Enquanto os riscos relacionados ao mercado, tamanho e índice *book-to-market* explicaram consistentemente os retornos, os prêmios de risco associados à lucratividade e ao investimento não apresentaram a mesma consistência. Essa constatação sugere que, embora o modelo de cinco fatores possua potencial, há nuances no mercado brasileiro que exigem uma compreensão mais aprofundada.

Adicionalmente, Ferreira (2020) expandiu a análise para além do mercado brasileiro, explorando a aplicabilidade do Modelo de Cinco Fatores utilizando os fatores Tamanho, Valor, Mercado, Rentabilidade e Investimento em mercados emergentes, especificamente nos países do BRICS. Ao utilizar dados anuais dos retornos dos fatores de risco e da taxa de crescimento do PIB de 1993 a 2019, Ferreira (2020) concluiu que os fatores de risco do modelo podem servir como proxies de indicadores econômicos para todos os países do BRICS, com exceção da Índia. O estudo sugere que o modelo possui relevância não apenas no Brasil, mas também em outros mercados emergentes, embora com algumas exceções. Os fatores com maior aplicabilidade foram Rentabilidade investimento.

Apesar desses avanços na pesquisa, os estudos no Brasil enfrentam desafios significativos. A obtenção de dados financeiros extensos é uma barreira considerável, muitas vezes resultando em amostras limitadas. Além disso, a natureza instável e a liquidez limitada do mercado brasileiro, combinadas com o número reduzido de empresas listadas, podem influenciar os resultados e as interpretações, destacando a necessidade contínua de aprimoramentos metodológicos e a expansão da disponibilidade de dados.

3 PROCEDIMENTO METODOLÓGICO

Neste capítulo, delineamos a metodologia adotada para embasar de forma robusta o estudo e alcançar o objetivo proposto. Detalhamos o tipo de pesquisa conduzida, os métodos e procedimentos empregados no desenvolvimento do trabalho, bem como os processos e mecanismos utilizados na condução da pesquisa, coleta e análise de dados.

3.1 Dados

Os dados relativos aos fatores de risco foram adquiridos junto ao NEFIN (Núcleo de Estudos em Finanças), integrante do Centro Brasileiro de Pesquisa em Economia Financeira da Universidade de São Paulo. A série temporal dos retornos diários dos fatores abrange o período de 02 de janeiro de 2001 a 31 de julho de 2023, totalizando 16.050 observações de retorno.

Para esta análise, foram selecionados como *benchmarks* o Ibovespa, principal índice da bolsa de valores brasileira, a taxa Selic, que constitui a taxa básica de juros do Brasil e é frequentemente empregada como referência para a taxa livre de risco, e o IPCA (Índice Nacional de Preços ao Consumidor Amplo), indicador oficial de inflação no Brasil, coletados via Bloomberg.

3.2 Metodologia dos Fatores

A coleta da série de retornos dos fatores, previamente mencionada, foi realizada no Núcleo de Estudos em Finanças da Universidade de São Paulo (NEFIN). Cinco fatores foram utilizados e calculados da seguinte maneira:

O Fator Tamanho (SMB – *Small Minus Big*) representa o retorno de um portfólio concentrado em ações de baixa capitalização de mercado ('Pequenas') em comparação com ações de alta capitalização de mercado ('Grandes'). As ações elegíveis foram classificadas em ordem ascendente com base na capitalização de mercado de dezembro do ano anterior e divididas em três quantis. A diferença entre

os retornos ponderados igualmente do primeiro portfólio ('Pequeno') e do terceiro portfólio ('Grande') determinou o Fator Tamanho (SMB).

O Fator Valor (HML – *High Minus Low*) reflete o retorno de um portfólio focado em ações com alta relação valor contábil/mercado ('Alto') em comparação com ações com baixa relação valor contábil/mercado ('Baixo'). As ações elegíveis foram ordenadas em três quantis de acordo com a relação valor contábil/mercado das empresas em junho do ano anterior. A diferença entre os retornos ponderados igualmente do primeiro portfólio ('Baixo') e do terceiro portfólio ('Alto') determinou o Fator Valor (HML).

O Fator Momentum (WML – *Winners Minus Losers*) representa o retorno de um portfólio que prioriza ações com altos retornos passados ('Vencedores') em comparação com empresas que tiveram baixos retornos passados ('Perdedores'). Mensalmente, as ações elegíveis foram classificadas em três quantis com base em seus retornos acumulados entre o mês t-12 e t-2. A diferença entre os retornos ponderados igualmente do primeiro portfólio ('Perdedores') e do terceiro portfólio ('Vencedores') determinou o Fator Momentum (WML).

O Fator Liquidez (IML – *Illiquid Minus Liquid*) mede o retorno de um portfólio concentrado em ações com alta iliquidez ('Ilíquido') e com posição vendida em ações com baixa iliquidez ('Líquido'). Mensalmente, as ações elegíveis foram organizadas em três quantis de acordo com a média móvel da iliquidez dos últimos doze meses. A diferença entre os retornos ponderados igualmente do primeiro portfólio ('Líquido') e do terceiro portfólio ('Ilíquido') determinou o Fator Liquidez (IML).

O Fator de Mercado foi definido como a diferença entre o retorno diário ponderado pelo valor do portfólio de mercado (considerando ações elegíveis) e a taxa diária livre de risco. Uma ação foi considerada elegível se atendesse a três critérios específicos. A taxa diária livre de risco foi calculada a partir do Swap DI de 30 dias.

3.3 Método de Análise

Será utilizado métodos estatísticos e analíticos, incluindo a análise de correlação, teste de significância e regressão linear, conforme equação 4 a seguir, utilizadas para investigar a relação entre fatores de risco e as variáveis

macroeconômicas, permitindo identificar conexões potenciais entre eles e entender como os fatores de risco influenciam o retorno dos ativos, e análise gráfica de dispersão, auxilia na dispersão ajudando na visualização dessas relações, facilitando a identificação de padrões e tendências nos dados. Essas técnicas conjuntas proporcionam uma compreensão maior sobre o comportamento dos fatores de risco e seu impacto no mercado de capitais brasileiro.

$$y = \beta_0 + \beta_1 x + \epsilon$$

(4)

y = a variável dependente que você está tentando prever ou explicar.

x = variável independente que você está usando para fazer previsões sobre y .

β_0 = intercepto da regressão, que representa o valor esperado de y quando x é igual a 0

β_1 = coeficiente da variável independente x , que mede a mudança esperada em y para uma mudança de uma unidade em x .

ϵ = representa o termo de erro, que é a diferença entre os valores observados e os valores previstos pela linha de regressão. Ele capta todas as outras influências sobre y que não são explicadas por x .

4 ANÁLISE DE RESULTADOS

4.1 Estatística Descritiva

Ao avaliar a Tabela 1 de retornos acumulados em relação às macrovariáveis econômicas do Brasil, percebe-se que estratégias de investimento em Valor e Tamanho apresentam comportamentos distintos ao longo do tempo. Enquanto ativos de valor tiveram retornos consistentemente altos, sugerindo que investidores têm sido recompensados por selecionar empresas com preços subavaliados e fundamentos sólidos, o tamanho demonstrou ser mais vantajoso no curto prazo, com empresas de grande capitalização superando as menores. No entanto, a longo prazo, o cenário se inverte, indicando potencial valorização de empresas menores.

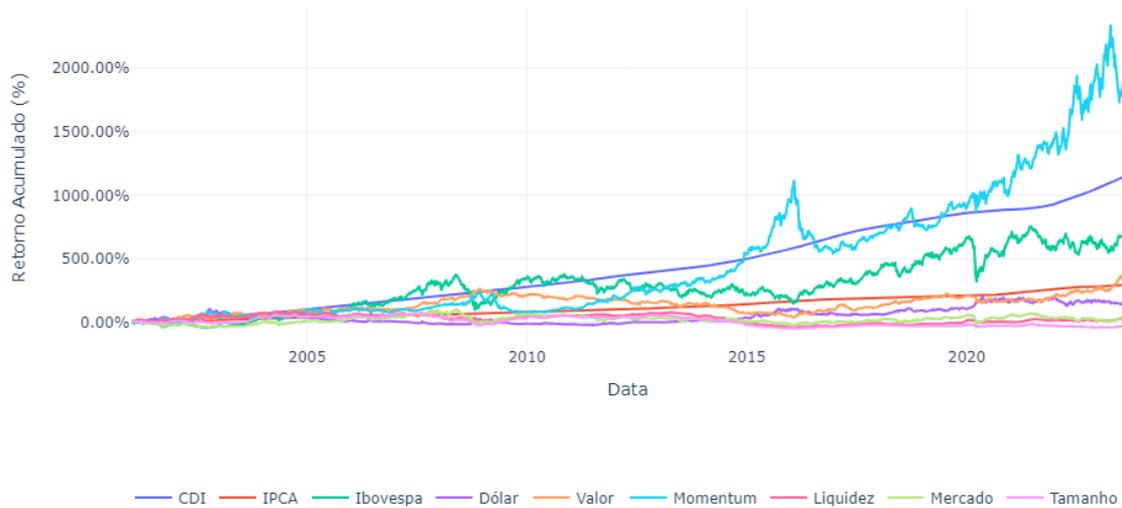
A liquidez manteve-se como um fator positivo, embora sem grandes movimentos de retorno, possivelmente devido à preferência por ativos que oferecem maior facilidade de entrada e saída, especialmente em tempos de incerteza econômica. Por outro lado, o fator Momentum revelou uma volatilidade no retorno significativa entre o curto e o longo prazo, com dificuldades recentes mas um forte histórico positivo, implicando que estratégias de tendência podem ser altamente sensíveis a mudanças de mercado. Em contrapartida, o fator Mercado exibiu um avanço modesto recentemente e um retorno negativo ao longo do tempo.

Tabela 1 - Retornos acumulados de 02/01/2001 a 31/07/2023.

Variáveis	Ano	12 meses	5a	Desde o início
CDI	7,70%	13,58%	41,11%	1147,77%
IBOV	11,12%	18,20%	47,97%	525,00%
IPCA	2,99%	3,99%	31,77%	296,08%
Dólar	-9,13%	-8,61%	27,98	139,37
Tamanho	15,39%	10,92%	-5,73%	-36,46%
Valor	26,96%	35,98%	72,55%	360,93%
Liquidez	13,38%	13,05%	49,66%	18,96%
Momentum	-4,67%	0,31%	109,84%	1479,69%
Mercado	4,56%	3,08%	10,63%	-12,14%

Na Figura 1 temos o gráfico do retorno acumulado dos fatores e das variáveis macroeconômicas, onde é possível verificar o melhor desempenho de Momentum no longo prazo em relação aos outros, particularmente após 2020. Isso sugere que a estratégia de acompanhamento de tendência foram bem-sucedidas no período recente, potencialmente devido à capacidade de capitalizar em movimentos de mercado e na volatilidade. O fator Valor também se apresentou um desempenho robusto, embora menos espetacular do que o Momentum, indicando que a abordagem de investimento focada em ações subvalorizadas se mostrou eficaz. Os fatores Liquidez e Mercado apresentam retornos acumulados consistentes, mas sem as caudas de Valor e Momentum. O fator Tamanho, embora tenha apresentado um crescimento, possui o menor retorno acumulado dentre os fatores de investimento, o que pode sugerir que as estratégias focadas em empresas de grande capitalização foram as mais rentáveis ao longo dos períodos.

Figura 1 - Histórico acumulado dos fatores e macrovariáveis.



A volatilidade é um elemento importante porque serve como medida primária de risco. A volatilidade se dá um grau de incerteza ou risco associado ao retorno de um investimento. Investidores utilizam a volatilidade para tomar decisões mais informadas. Quando analisamos para os fatores de investimento na Tabela 2, o Momentum se destaca com a maior volatilidade em todas as janelas de tempo, sugerindo que, apesar dos retornos potencialmente altos, investir com base em tendências de mercado pode trazer um risco significativo. Valor, Tamanho, Liquidez e Mercado apresentam volatilidades relativamente altas também, mas em um grau menor do que o Ibovespa e o Momentum.

Tabela 2 - Volatilidade anualizada dos fatores.

Variáveis	Ano	12 meses	5a	Desde o início
CDI	0,07%	0,05%	0,26%	0,38%
IPCA	0,26%	0,30%	0,38%	0,36%
Ibovespa	18,70%	21,11%	27,08%	28,17%
Dólar	12,24%	14,63%	15,47%	15,59%
Valor	13,77%	12,90%	12,19%	14,01%
Tamanho	17,81%	17,16%	16,48%	15,51%
Liquidez	13,32%	13,88%	14,36%	15,46%
Momentum	21,95%	21,90%	18,06%	17,15%
Mercado	17,42%	20,16%	25,67%	24,75%

Prossegue-se com a análise, direcionando nossa atenção ao comportamento dos fatores relevantes em intervalos temporais críticos do mercado acionário brasileiro conforme Tabela 3. Os períodos selecionados para esta investigação englobam eventos significativos, como a 'Crise Subprime' (01 de setembro de 2008 a 01 de junho de 2009), a 'Recessão' (01 de fevereiro de 2015 a 30 de dezembro de 2016), o 'Impeachment da presidente Dilma Rousseff' (02 de dezembro de 2015 a 01 de julho de 2016), o 'Joesley Day' (17 a 18 de maio de 2017) e a 'Pandemia do Covid-19' (20 de março de 2020 a 02 de janeiro de 2022). Essa análise visa identificar padrões ou tendências significativas durante esses momentos de relevância histórica e econômica.

O método de cálculo adotado baseia-se na rentabilidade acumulada em uma série temporal de cotações diárias, considerando intervalos específicos. Para tal, procedeu-se à agregação dos retornos diários ao longo de períodos determinados, resultando na rentabilidade total acumulada durante o intervalo em questão. Tal procedimento oferece uma métrica consolidada do desempenho do investimento. A fórmula de retorno acumulado constitui um mecanismo crucial para a quantificação do ganho ou perda total associados a um investimento em um arco temporal definido. Essa fórmula é indispensável na avaliação da performance de ativos financeiros, incorporando o efeito composto dos retornos sucessivos. O retorno

acumulado pode ser expresso tanto em valores absolutos quanto em termos percentuais, a depender do escopo da análise empreendida.

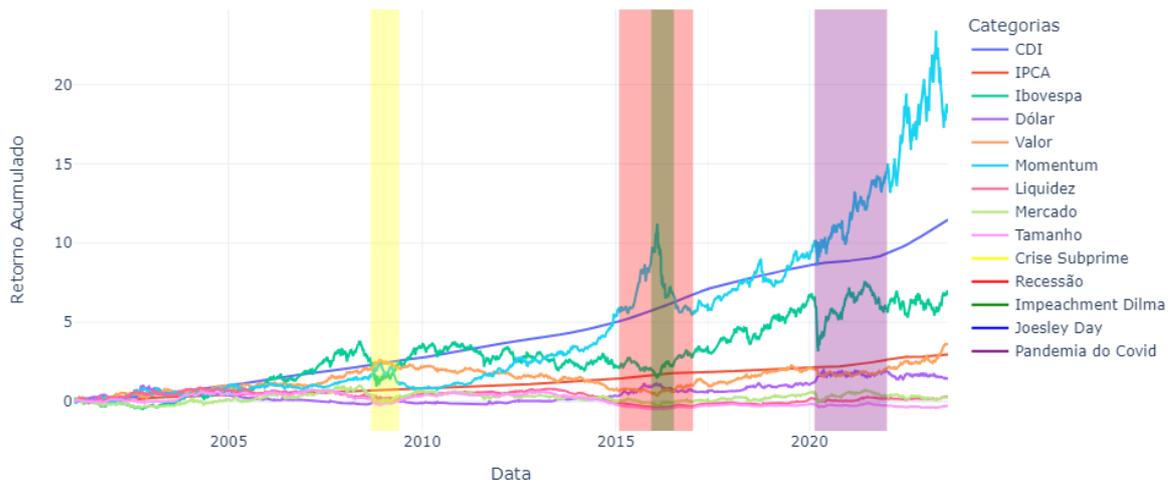
$$(\prod_{i=1}^n (1 + r_i)) - 1 \quad (5)$$

Tabela 3 - Retornos em períodos.

	Crise Subprime	Recessão	Impeachment Dilma	Joesley Day	Pandemia do Covid
CDI	9.20%	27.71%	7.90%	0.04%	6.07%
IPCA	3.59%	16.08%	5.35%	0.01%	13.44%
Ibovespa	-1.23%	25.46%	15.94%	-8.80%	49.92%
Dólar	18.20%	21.86%	-16.64%	8.79%	8.99%
Valor	1.90%	18.49%	6.42%	-5.45%	5.17%
Momentum	-22.40%	1.90%	-25.73%	-5.09%	42.62%
Liquidez	-1,41%	-29.50%	1.92%	-2.71%	12.50%
Mercado	13.08%	-4.81%	5.86%	-10.50%	42.37%
Tamanho	-6.71%	-16.39%	12.30%	-3.69%	15.88%

Observando a Figura 2, é possível identificar que todos os fatores e macrovariáveis, com exceção do Momentum, demonstram crescimento moderado até o início da Crise Subprime em 2007-2008, onde há uma desaceleração ou queda nos retornos, especialmente no Ibovespa. O Momentum destaca-se como um forte declínio durante a crise, mas mostra uma forte recuperação posteriormente. Durante a pandemia do Covid-19, há uma queda acentuada em todos os fatores.

Figura 2 - Retorno acumulado dos fatores e macrovariáveis com datas destacadas.

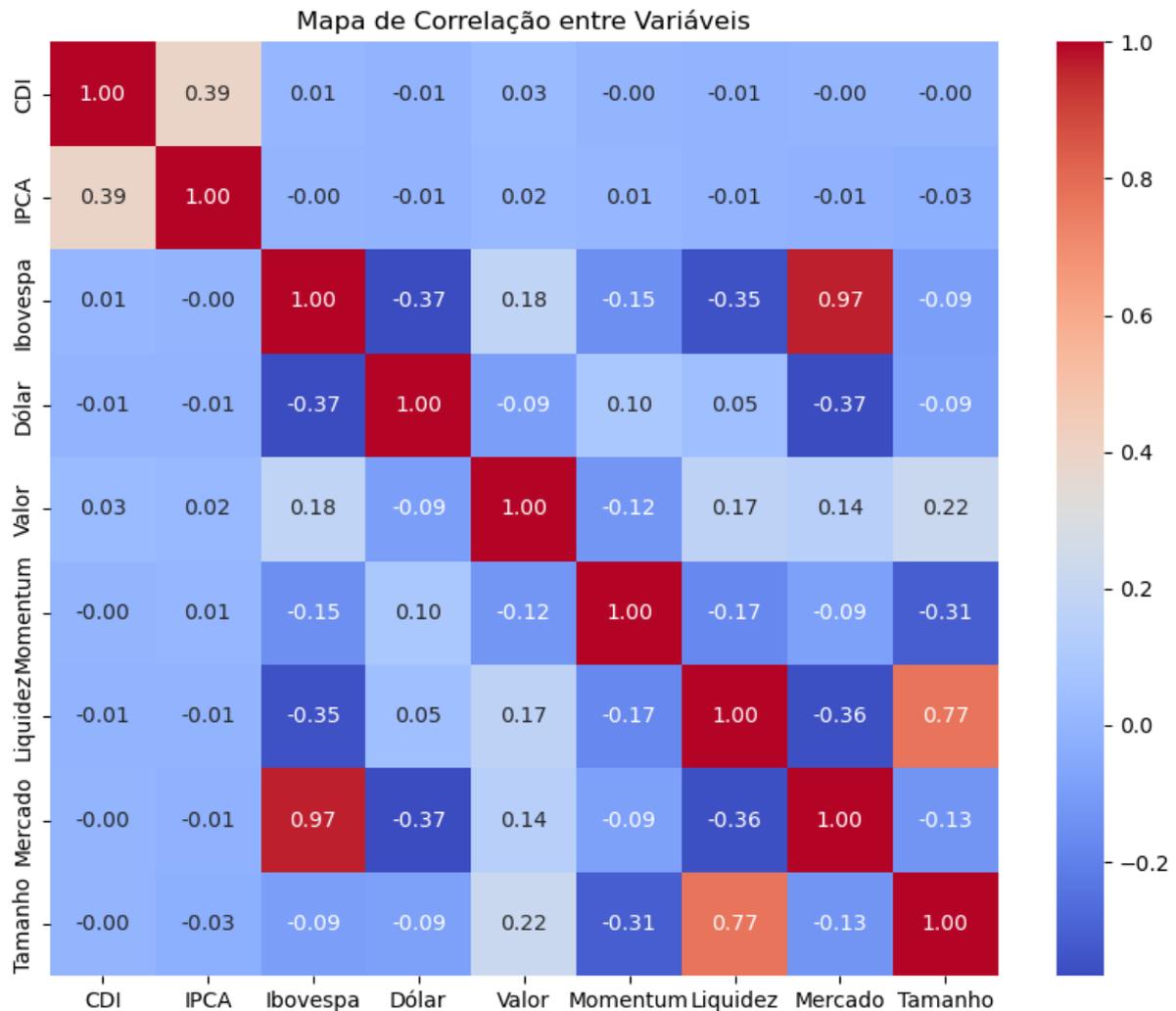


4.2 Análise de Correlação

A análise de correlação permite discernir o grau em que os fatores de investimento se movem em conjunto com as macrovariáveis selecionadas e assim, encontrar padrões que podem auxiliar na montagem de uma carteira ou elaboração de uma tese ou modelo. Ademais, a análise de correlação auxilia na gestão de risco ao identificar quais fatores são mais propensos a sofrerem em cenários de estresse econômico.

Os resultados observados na Figura 3, mostram que correlação entre Liquidez e Tamanho que demonstrou ser mais alta do que entre os outros fatores. Essa constatação levanta curiosidade quando comparada com outras análises como de Aretz, Bartram e Pope (2010) que constataram no mercado americano maior correlação entre os fatores Momentum e Tamanho, com a conclusão de que assim a variação em uma exposição macroeconômica específica nos portfólios de Tamanho pode ser impulsada pelo fato de que as empresas de Tamanho frequentemente possuem sequências de valorizações na bolsa de valores. Por outro lado, observa-se que os fatores Valor, Tamanho e Momentum exibem uma correlação relativamente baixa entre si, o que os torna escolhas mais favoráveis para consideração no estudo.

Figura 3 - Mapa de correlação entre os fatores e variáveis macroeconômicas no Brasil.



A abordagem do fator Tamanho, conforme analisada Mussa, Famá e dos Santos (2012) e Oliveira, Silva e Martins (2016) possui correlação com o Ibovespa apenas em momentos de crise internacional, diferente do analisado em períodos maiores. Mohanty (2002) ao contrário dessa perspectiva, observa que empresas de maior porte podem não ser tão suscetíveis aos movimentos gerais do mercado, representados pelo Ibovespa, devido à sua maior estabilidade e recursos para mitigar volatilidades. Shubita e Al-Sharkas (2010) reforçam essa visão ao sugerir que empresas maiores podem ser mais resilientes aos efeitos da inflação, o que explicaria a correlação menos pronunciada entre o tamanho das empresas e o IPCA. Ainda sobre o fator Tamanho, há divergências da sensibilidade do fator ao juro americano, com Hahn e Lee (2006) e Petkova (2006) que não encontraram evidências de que SMB esteja associado ao risco da estrutura a termo do juro ou

alguma proxy próxima, enquanto Aretz, Bartram e Pope (2010) encontraram evidências. A divergência se deve a proxy referente a taxa de juros serem diferentes.

Quanto ao fator Valor, a correlação positiva e moderada com o Ibovespa indica uma certa consonância entre empresas percebidas como subvalorizadas e a tendência geral do mercado de ações. As correlações mais baixas com o CDI e o IPCA reforçam a noção de que estratégias de valor são menos suscetíveis às flutuações de curto prazo nas taxas de juros e na inflação, concentrando-se mais nas características fundamentais de longo prazo das empresas. Diferentemente do constatado no mercado americano por Aretz, Bartram e Pope (2010), que notaram sensibilidade do fator Valor a alterações na taxa de juros americana.

A Liquidez apresenta uma correlação negativa com o Ibovespa, sugerindo uma possível preferência por ativos líquidos em tempos de incerteza ou declínio do mercado. As correlações bastante baixas com o CDI e o IPCA confirmam que a liquidez está mais associada às condições do mercado de ações do que aos efeitos diretos das taxas de juros ou da inflação.

Por fim, o fator Momentum exhibe correlações baixas com o CDI e o IPCA, indicando que as variações nas taxas de juros e na inflação têm impacto limitado nessa estratégia de investimento. A correlação negativa com o Ibovespa pode sugerir que, em mercados altistas, onde a maioria dos ativos está em ascensão, a estratégia de momentum pode perder eficácia. A correlação positiva com o Dólar, embora seja baixa, poderia indicar que o momentum ganha relevância em períodos de desvalorização cambial, onde o desempenho relativo de certos ativos pode se destacar. Resultado parecido com pesquisas realizadas no mercado americano, como de Aretz, Bartram e Pope (2010) que encontraram correlação de Momentum com a estrutura da taxa de juros americana de maneira relevante, mas de forma fraca. O fator também se mostrou relacionado a exposição a taxa de câmbio americana, com forte nível de confiança.

Ao considerar o fator de Mercado, sua alta correlação com o Ibovespa sugere uma ligação intrínseca com o comportamento do mercado acionário. A correlação negativa significativa com o Dólar reforça a ideia de que um real mais fraco frente ao dólar pode resultar em uma preferência por ativos mais conservadores, possivelmente impactando a dinâmica do mercado como um todo. Essas análises indicam que os fatores financeiros, embora influenciados pelas condições

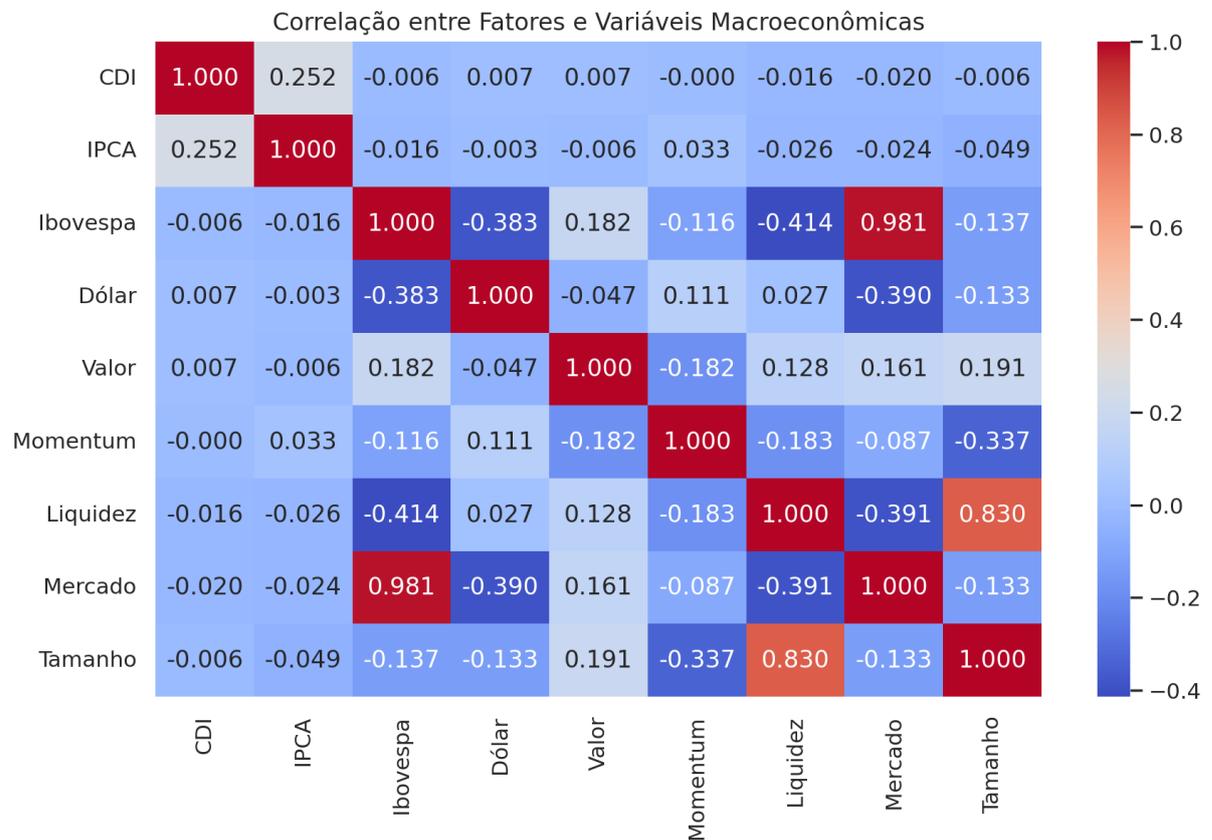
macroeconômicas, são determinados por uma complexa interação de fatores específicos do mercado.

4.2.1 Análise correlação subperíodos

No seguimento da análise de correlação, procederemos à avaliação de subperíodos específicos, sendo eles a 'Crise Subprime' (01 de setembro de 2008 a 01 de junho de 2009), a 'Recessão' (01 de fevereiro de 2015 a 30 de dezembro de 2016), o 'Impeachment da presidente Dilma Rousseff' (02 de dezembro de 2015 a 01 de julho de 2016), o 'Joesley Day' (17 a 18 de maio de 2017) e a 'Pandemia do Covid-19' (20 de março de 2020 a 02 de janeiro de 2022). Esta abordagem metodológica é importante pois permite uma compreensão mais granular das dinâmicas e variações que podem ocorrer dentro do período total considerado. A análise de subperíodos é crucial para identificar se os padrões observados ao longo do tempo mantêm-se consistentes ou se, pelo contrário, evoluem ou apresentam desvios significativos em momentos específicos. A análise detalhada possibilita não apenas uma detecção de tendências subjacentes que poderiam ser obscurecidas numa avaliação mais agregada, mas também a identificação de eventos ou fatores exógenos que possam ter influenciado o comportamento das variáveis estudadas. Além disso, ao decompor o período de estudo em segmentos menores, é possível avaliar a robustez das conclusões tiradas e entender melhor as relações de causa e efeito, contribuindo assim para uma análise mais precisa.

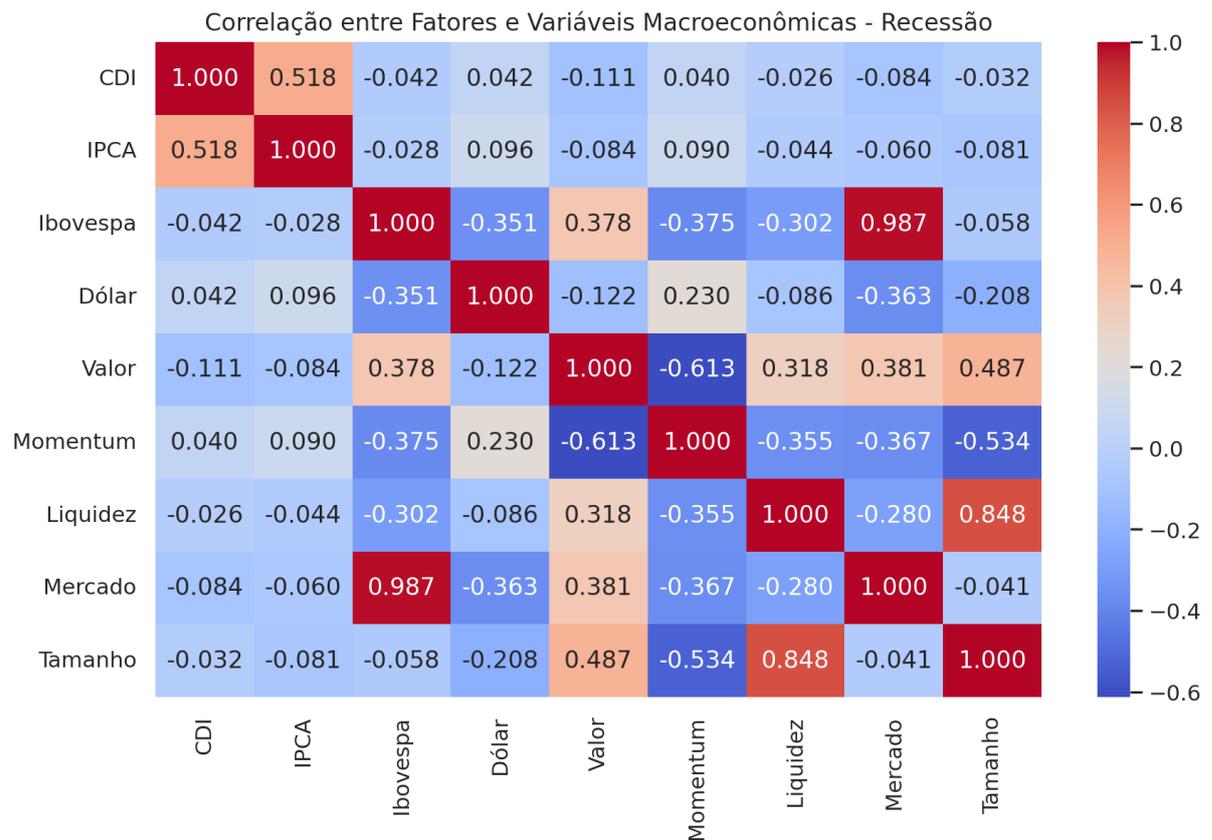
Durante a crise Subprime conforme a Figura 4, as correlações evidenciam que o mercado acionário foi adversamente impactado pela crise global, conforme indicado pela correlação negativa entre o Ibovespa e o Dólar, refletindo uma busca por segurança na moeda americana. Empresas com maior liquidez (Liquidez) e aquelas com perspectivas de valor favoráveis (Valor) possivelmente foram percebidas como refúgios seguros, ao passo que a estratégia de momentum provavelmente se reverteu devido à aversão ao risco.

Figura 4 - Correlação em diferentes períodos - Crise Subprime - 02/01/2001 até 31/07/2023.



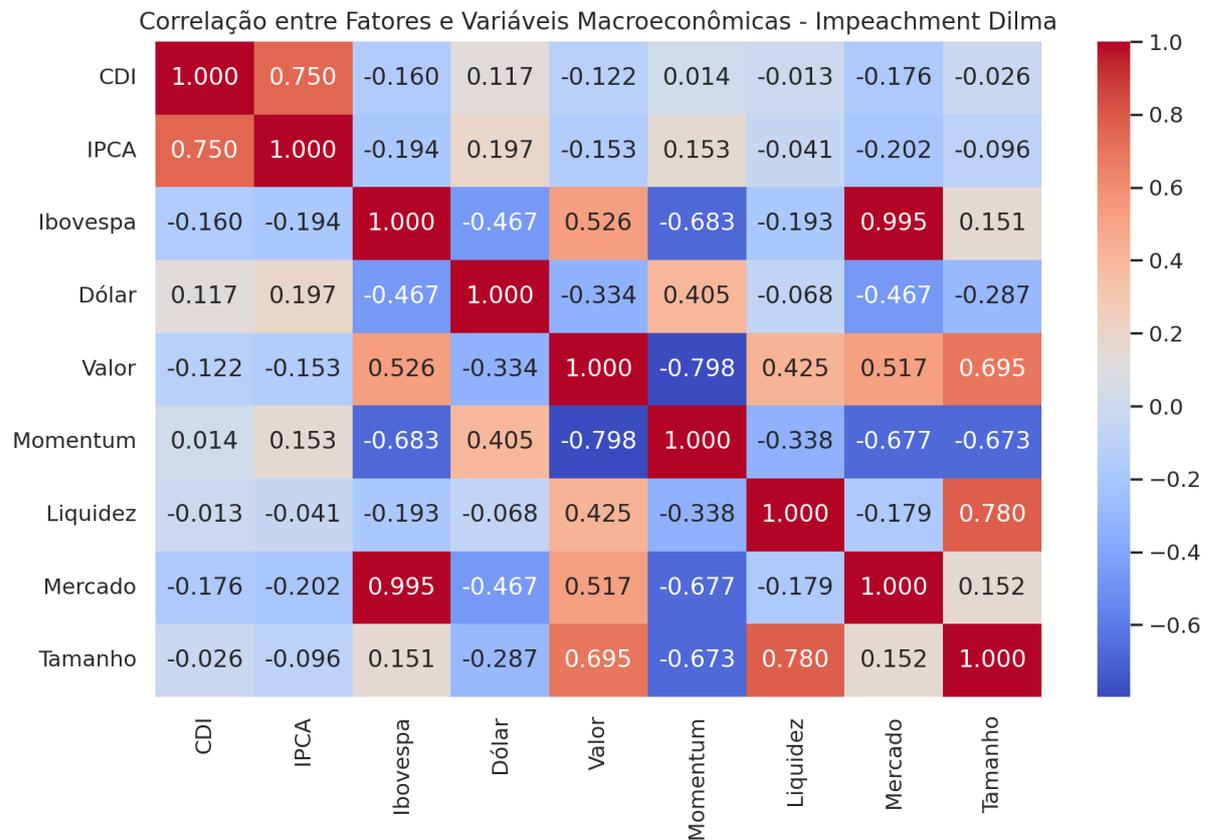
No período recessivo conforme a Figura 5, as correlações evidenciam que o Ibovespa estava negativamente correlacionado com o Dólar, possivelmente devido à deterioração das perspectivas econômicas do país e à desvalorização do real. Destaca-se que o fator Valor apresentou uma correlação positiva mais significativa com o Ibovespa em comparação com os outros fatores.

Figura 5 - Recessão - 02/01/2001 até 31/07/2023.



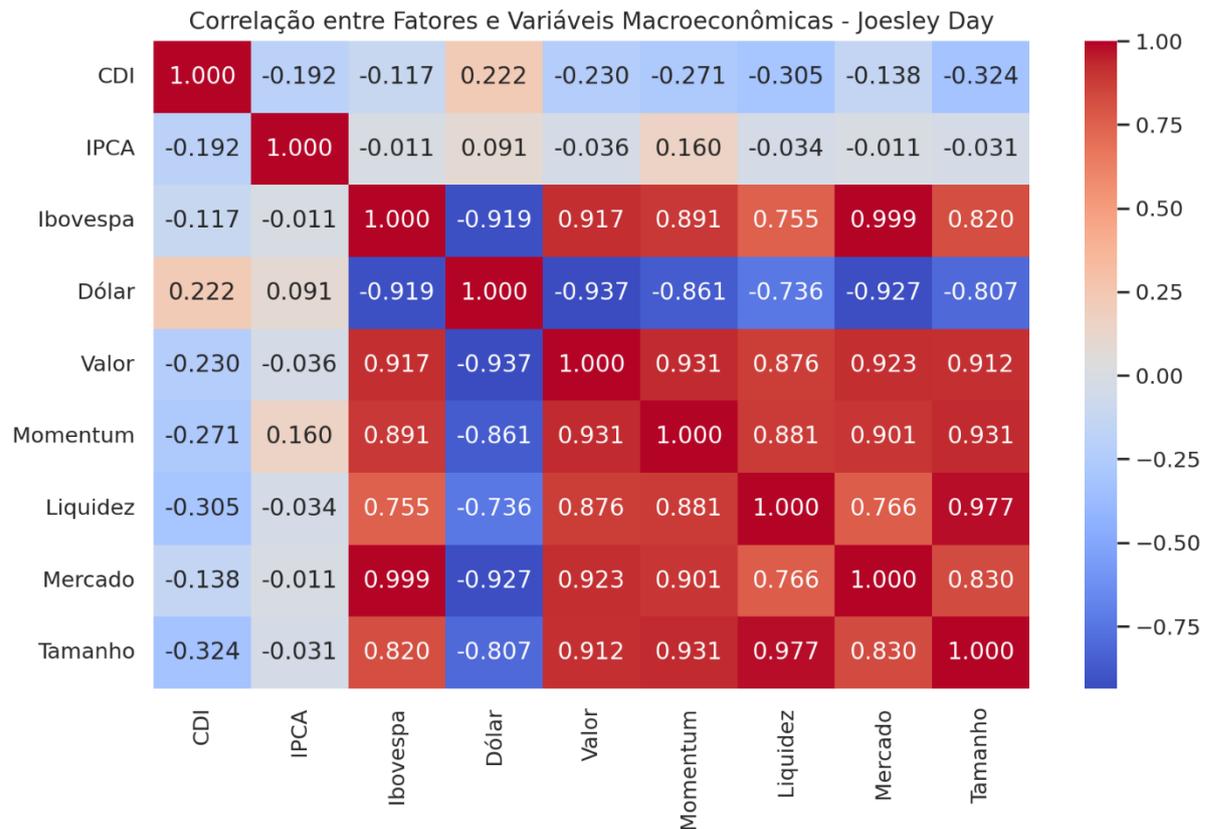
Durante esse período de instabilidade política conforme Figura 6, é plausível que o mercado tenha reagido a cada novo desenvolvimento relacionado ao processo de impeachment. A correlação entre o mercado e o Ibovespa permaneceu fortemente positiva, ao passo que o Dólar apresentou uma correlação negativa com o Ibovespa, refletindo a incerteza política que impactou a confiança dos investidores e a moeda nacional.

Figura 6 - Impeachment Dilma - 02/01/2001 até 31/07/2023.



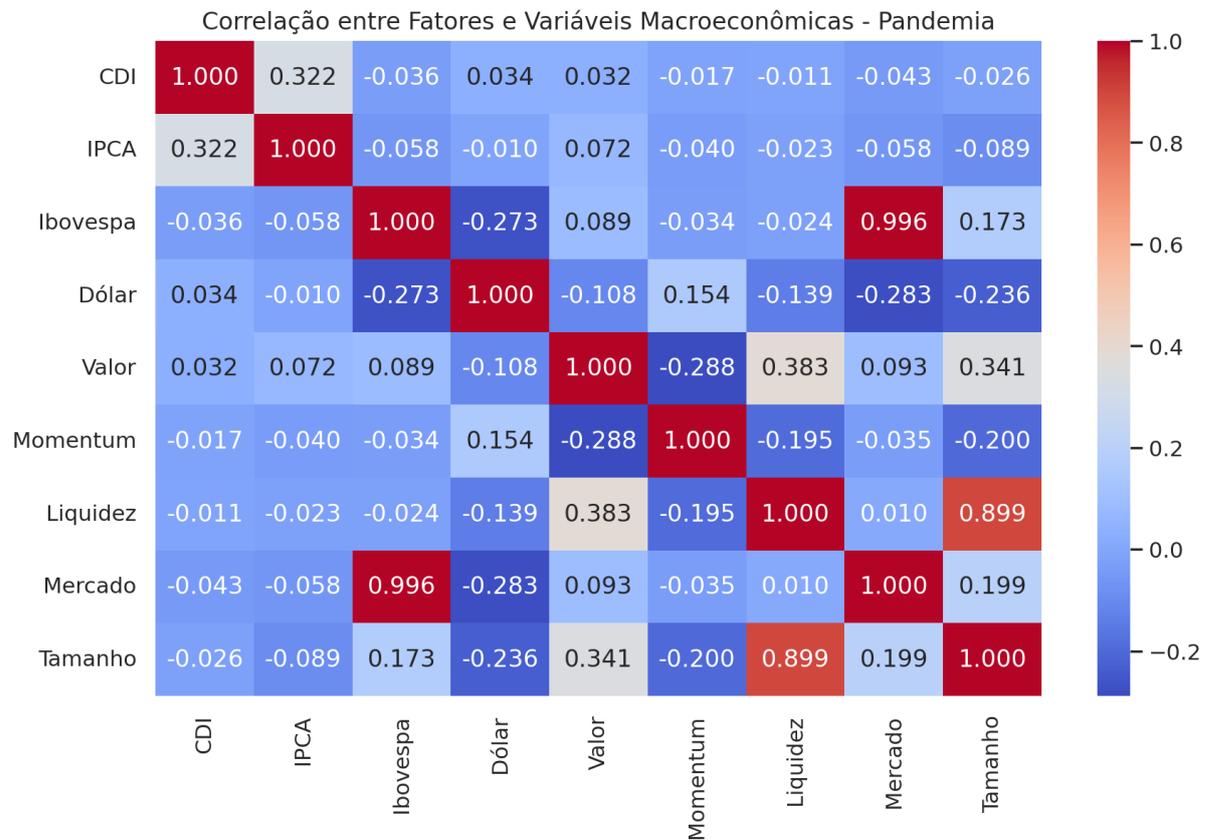
O "Joesley Day" foi um evento de mercado agudo e de curta duração, sendo uma amostra muito pequena se referindo apenas ao dia 17/05/2017. Durante esse período conforme Figura 7, as correlações mostraram-se extremamente altas e negativas entre o Ibovespa e o Dólar, indicando um impacto direto e significativo no mercado acionário e na confiança na moeda nacional devido às revelações de corrupção.

Figura 7 - Joesley Day - 17/05/2017.



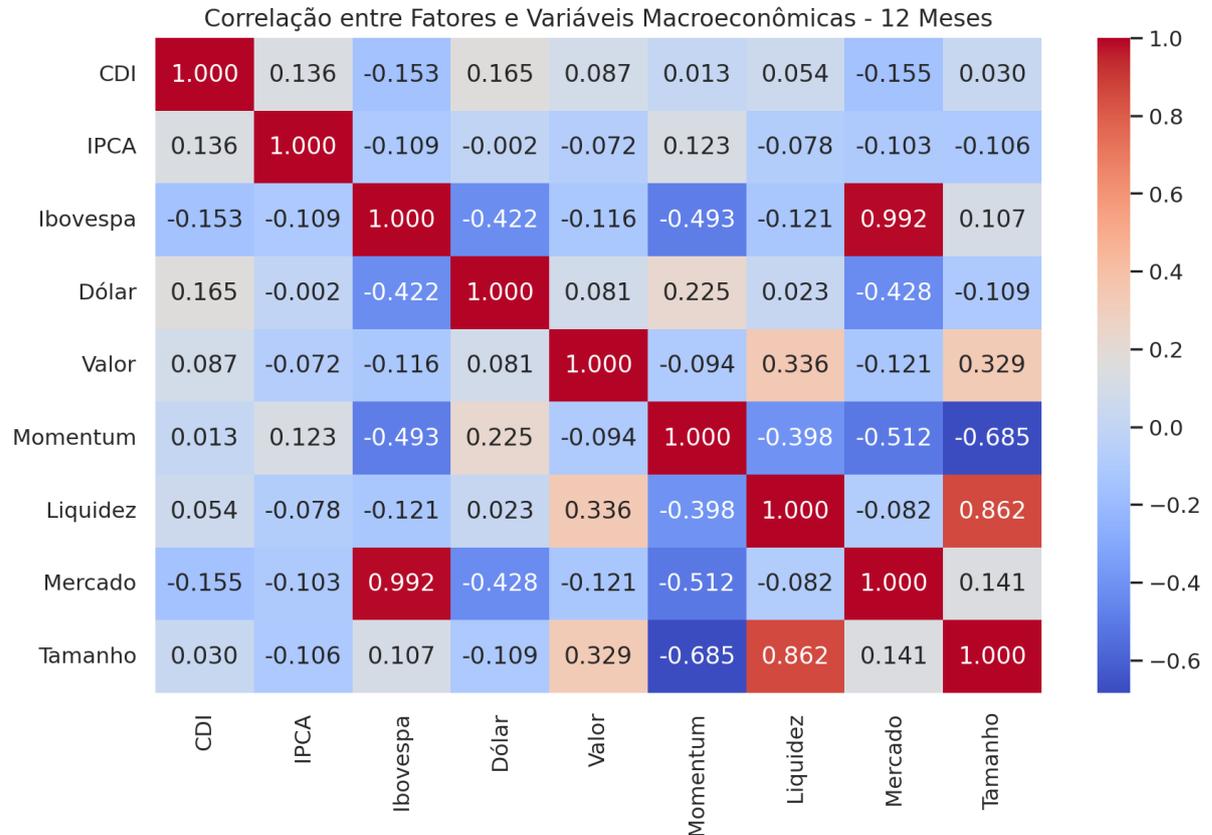
Conforme Figura 8, a pandemia teve um impacto global, e no Brasil, durante esse período, o Ibovespa seguiu negativamente correlacionado com o Dólar, comportamento estrutural conforme observado por Carmazio (2023). Essa correlação reflete a aversão ao risco e a busca por segurança durante períodos de incerteza extrema. A liquidez, nesse contexto, pode ter sido valorizada como uma característica essencial de ativos durante esse período turbulento.

Figura 8 - Pandemia - 20/03/2020 até 01/02/2022.



Conforme Figura 9 em comparação com as outras figuras, é possível observar uma maior dispersão entre as correlações dado o menor período, exceto pela correlação dos Fatores de Liquidez e Tamanho que permanece positiva e consistente em todos os períodos. O Fator Momentum mostrou ter obtido as maiores alterações no período de 12 meses.

Figura 9 - Correlação entre Fatores e Variáveis Macroeconômicas - 12 meses.



As conclusões derivadas da análise apontam para padrões distintos em momentos de estresse extremo, como crises financeiras, políticas ou emergências de saúde pública. Esses eventos intensificam a volatilidade do mercado e a aversão ao risco, resultando em movimentos mais correlacionados entre ativos de risco e moedas consideradas seguras.

No entanto, ao longo do tempo, observa-se uma tendência de retorno do mercado a um estado de menor correlação, indicando uma possível adaptação ou normalização após tais eventos.

A análise comparativa das correlações durante o "Joesley Day" e a pandemia, em relação ao período mais recente, sugere que, apesar da intensificação da correlação durante eventos de crise, o mercado financeiro tem uma capacidade inerente de se ajustar e recuperar parte de sua diversificação ao longo do tempo.

Essa dinâmica complexa entre correlação, eventos extremos e a resiliência do mercado evidencia a importância de uma compreensão aprofundada desses fenômenos para investidores, gestores de ativos e formuladores de políticas.

A literatura acadêmica e financeira frequentemente explora essas dinâmicas, enfatizando a relevância da gestão de riscos em cenários de crise e a importância de estratégias adaptativas para investidores. Ao entender melhor as correlações em períodos de estresse, os profissionais financeiros podem estar mais bem preparados para ajustar suas estratégias de alocação de ativos e tomar decisões informadas em meio à volatilidade do mercado.

Portanto, a pesquisa apresentada não apenas contribui para o entendimento teórico desses fenômenos, mas também oferece implicações práticas para profissionais do mercado financeiro.

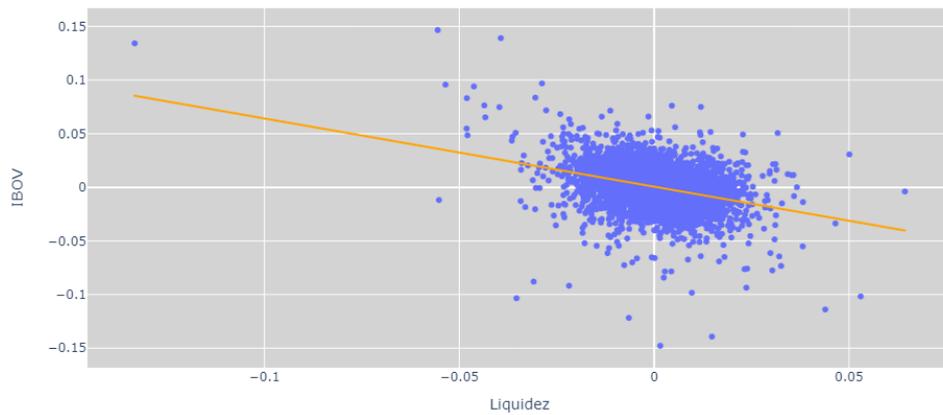
4.3 Análise Gráfica

Nessa parte da pesquisa, iremos produzir gráficos de dispersão, onde serão correlacionados fatores e as variáveis macroeconômicas com a intenção de visualizar a relação e quantificar a intensidade da correlação entre as variáveis. Os gráficos de dispersão servem como ferramentas visuais para identificar padrões, tendências ou anomalias nos dados que podem não ser evidentes através da análise estatística tradicional.

A representação gráfica da relação entre o fator "Liquidez" e o índice IBOV, conforme Figura 4, revela uma correlação negativa moderada, como indicado pela linha de regressão. Observa-se que, conforme a liquidez aumenta, há uma tendência de redução no valor do IBOV. Essa análise visual sugere uma possível influência da liquidez nas variações do índice IBOV, destacando a importância da consideração desse fator ao interpretar os movimentos do mercado acionário.

Figura 10 - Dispersão entre Liquidez e IBOV.

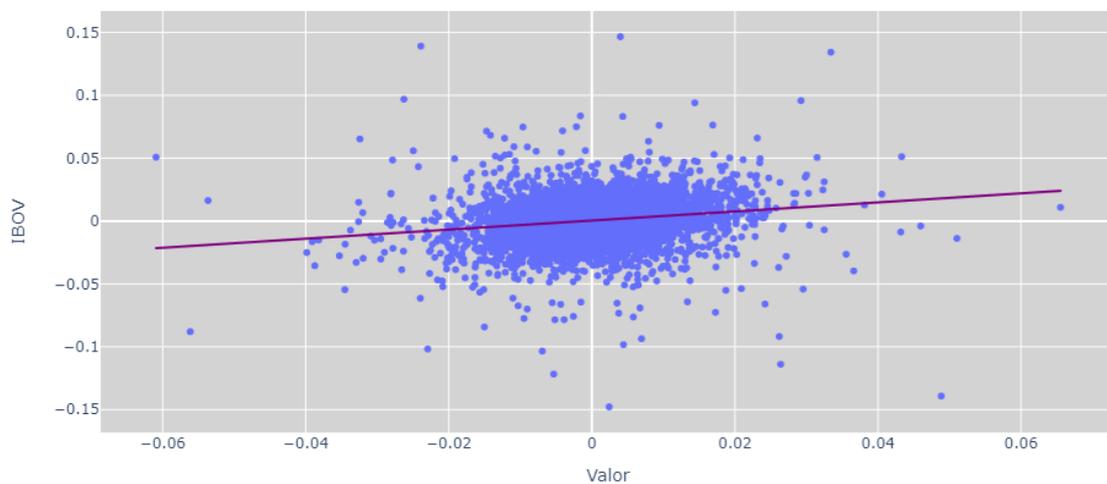
Dispersão entre Liquidez e IBOV



A representação gráfica da relação entre o fator "Valor" e o índice IBOV, conforme Figura 5, revela uma correlação positiva moderada, conforme indicado pela inclinação mais acentuada da linha de regressão. Essa observação sugere que, à medida que o fator "Valor" aumenta, há uma tendência correspondente de elevação no valor do índice IBOV. Essa análise visual destaca a possível influência do fator "Valor" nas flutuações do IBOV, enfatizando a relevância desse fator na compreensão dos movimentos do mercado acionário.

Figura 11 - Dispersão entre Valor e IBOV.

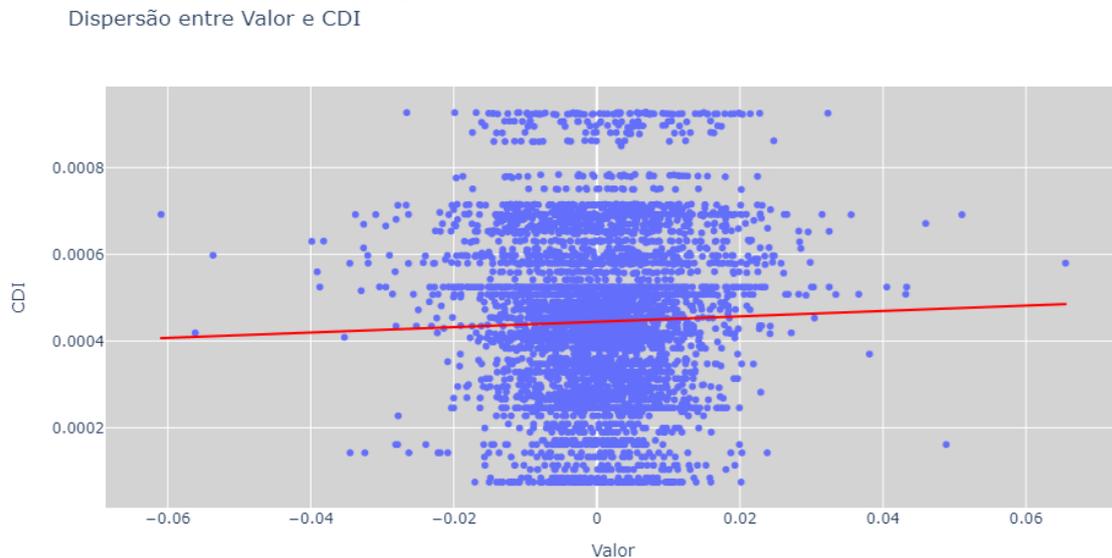
Dispersão entre Valor e IBOV



A Figura 12 ilustra a relação entre o fator Valor e o CDI por meio de um gráfico, no qual se observa uma correlação positiva, evidenciada pela inclinação

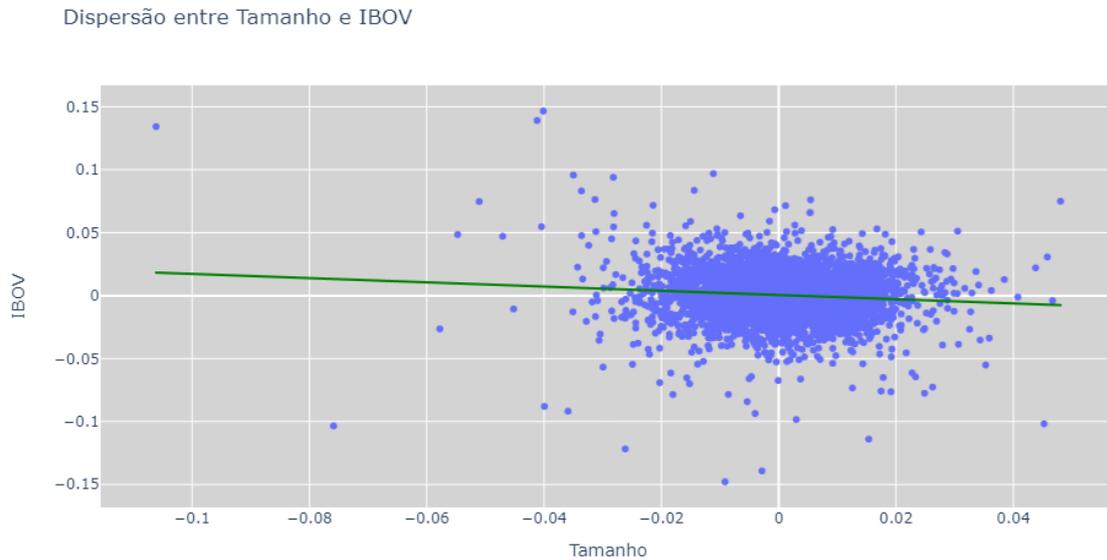
ascendente da linha de regressão. Esta tendência sugere uma associação positiva entre o fator Valor e o CDI, ainda que essa relação seja moderadamente fraca. A interpretação visual deste gráfico revela nuances na interação entre o fator 'Valor' e as taxas CDI, sugerindo que variações no CDI podem ter um impacto, embora limitado, no desempenho dos investimentos vinculados a esse fator. Tal Observação indica a importância de considerar as taxas de juros ao avaliar o potencial de investimentos baseados no fator Valor, mas também aponta para a necessidade de uma análise mais profunda para compreender plenamente a dinâmica dessa relação.

Figura 12 - Dispersão entre Valor e CDI.



No contexto da relação entre o fator "Tamanho" e o índice IBOV, conforme Figura 13, o gráfico apresenta uma linha de regressão que indica uma correlação negativa, embora fraca. A interpretação desse padrão é respaldada pelo baixo valor do coeficiente de correlação associado. Este resultado sugere que, em geral, há uma tendência para o IBOV apresentar movimentos inversos em relação ao fator "Tamanho", indicando uma dinâmica na qual o desempenho de empresas de menor capitalização de mercado pode variar inversamente ao comportamento do índice IBOV.

Figura 13 - Dispersão entre Tamanho e IBOV.



No contexto da relação entre o fator "Tamanho" e o índice IBOV, o gráfico apresenta uma linha de regressão que indica uma correlação negativa, embora fraca. A interpretação desse padrão é respaldada pelo baixo valor do coeficiente de correlação associado. Este resultado sugere que, em geral, há uma tendência para o IBOV apresentar movimentos inversos em relação ao fator "Tamanho", indicando uma dinâmica na qual o desempenho de empresas de menor capitalização de mercado pode variar inversamente ao comportamento do índice IBOV.

4.4 Análise de Regressão

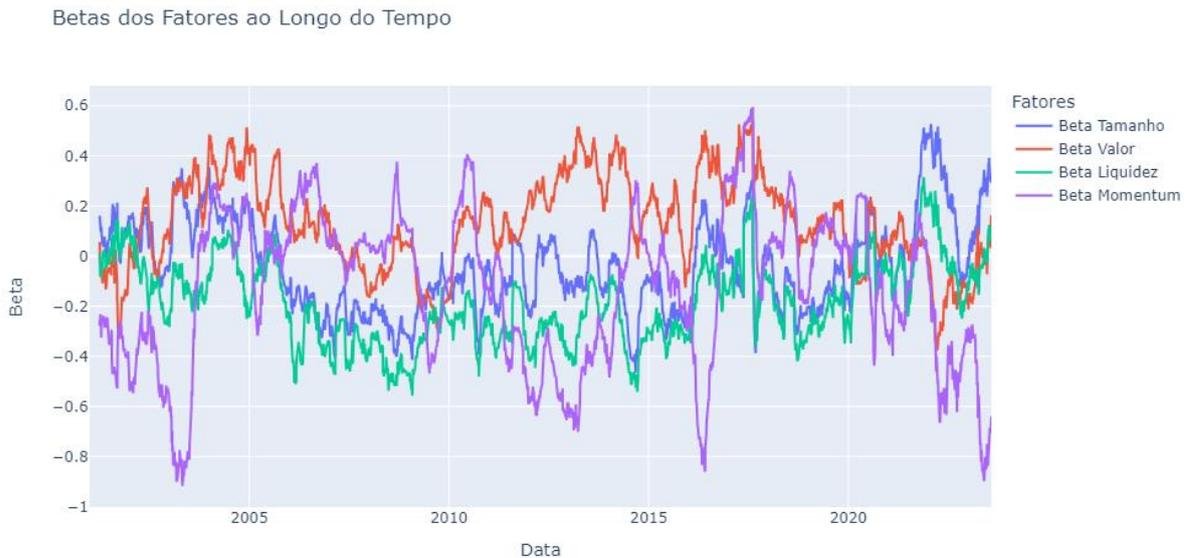
A análise prossegue com a utilização do Ibovespa para conduzir uma regressão e determinar o beta associado a cada fator. Essa abordagem busca aprofundar a compreensão da relação entre os fatores e o IBOV, oferecendo dados sobre a volatilidade desses fatores em relação ao índice.

A construção de uma série temporal de betas, onde cada ponto reflete o beta calculado em uma janela de tempo específica, proporciona uma visão dinâmica da variabilidade do beta ao longo do tempo. A utilização de uma janela móvel de 60 dias para calcular diariamente o beta adiciona uma dimensão temporal à análise,

permitindo observar as flutuações na relação de cada fator com o IBOV, conforme a equação abaixo:

$$\beta_{\text{rolling}} = \frac{\text{Cov}(R_{\text{fator}}, R_{\text{mercado}})}{\text{Var}(R_{\text{mercado}})} \quad (5)$$

Figura 14 - Betas dos Fatores ao Longo do Tempo.



A interpretação dos valores de beta destaca a relação entre os retornos de cada fator e os retornos do IBOVESPA em diferentes períodos temporais. Um beta positivo indica que o fator tende a seguir a mesma direção do mercado, enquanto um beta negativo sugere um movimento na direção oposta. A magnitude do beta quantifica o grau de sensibilidade do fator em relação ao índice.

Para aprofundar a compreensão, foram calculados os betas para diferentes janelas de tempo, como apresentado na tabela a seguir. Essa abordagem oferece uma análise mais granular da variação do beta ao longo do tempo, permitindo identificar padrões ou tendências em diferentes contextos temporais.

Tabela 4 - Betas para diferentes janelas de tempo.

Beta do Fator	12 meses	11/03/2020	5a	Desde o início
Tamanho	0.087	0.153	0.058	-0.052
Valor	-0.071	-0.041	-0.023	0.089
Liquidez	-0.080	-0.007	-0.070	-0.192
Momentum	-0.514	-0.341	-0.021	-0.090

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A análise conduzida neste trabalho de conclusão de curso, empregando o *Factor Investing*, proporciona uma perspectiva mais clara sobre o comportamento dos fatores no mercado de capitais brasileiro, contanto os resultados deste estudo não indicam uma correlação robusta ou estatísticas significativas que respaldem uma relação consistente entre os fatores tradicionais de investimento e o desempenho dos ativos no mercado brasileiro, conforme esperado em outros mercados analisados visto que os fatores servem para explicar as diferenças nos retornos esperados, conforme Fama e French (2015).

Adicionalmente, como elucidado por Aretz, Bartram e Pope (2010), a análise se torna mais complexa pelo fato de que variáveis proxy frequentemente medem de forma imprecisa os verdadeiros fundamentos macroeconômicos responsáveis pela variação nos retornos e preços das ações. Esta problemática é evidenciada pela relação geralmente mais fraca das variáveis proxy macroeconômicas com a seção transversal dos retornos médios das ações, em comparação com fatores de precificação baseados em retornos, tais como HML, SMB e WML, uma discussão aprofundada por Cochrane (2001). Este aspecto ressalta a complexidade e os desafios na aplicação de teorias de investimento baseadas em fatores no contexto específico do mercado brasileiro.

Os resultados obtidos destacam a necessidade de empregar ferramentas estatísticas mais sofisticadas. A utilização de métodos como VAR, ARIMA e modelos GARCH poderia proporcionar uma compreensão mais aprofundada das dinâmicas de mercado, permitindo uma análise mais detalhada e precisa das relações entre fatores macroeconômicos e os retornos dos ativos.

Além disso, a inclusão de ativos representativos de variáveis macroeconômicas mais sensíveis com variações diárias, como IMA-B e IMA-S, em futuras pesquisas, poderia revelar estatísticas mais precisas sobre a interação entre a economia e o mercado de capitais. Estes ativos, ao refletir segmentos específicos do mercado, como títulos do governo e títulos atrelados à inflação, podem elucidar como os fatores econômicos mais amplos afetam os mercados financeiros no contexto brasileiro.

Este estudo destaca a necessidade de uma pesquisa contínua no campo do *factor investing*, especialmente no que diz respeito à adaptação e aplicação de teorias de investimento ao mercado brasileiro. A singularidade dos resultados apresentados aqui serve como um lembrete de que as teorias de investimento não são universais e podem requerer ajustes significativos quando aplicadas a mercados emergentes e distintos, como o Brasil.

A pesquisa futura, portanto, deve levar em consideração as características únicas do mercado local, buscando uma abordagem mais personalizada e fundamentada em dados específicos do contexto brasileiro. Isso não só é valioso para acadêmicos, mas também essencial para investidores que buscam navegar com sucesso no complexo ambiente de investimentos do Brasil.

Além dos aspectos analíticos mencionados, destaca-se no trabalho o desenvolvimento de um código em Python, concebido para conduzir análises de maneira rápida e eficiente. Esse código foi desenhado com grande atenção à flexibilidade e adaptabilidade, permitindo ajustes práticos no estudo, como a modificação de variáveis macroeconômicas ou períodos dos tempo considerados. Essa característica é especialmente necessária no contexto do mercado financeiro, onde a agilidade e precisão na análise de dados são fundamentais.

A capacidade de modificar rapidamente os parâmetros do estudo não só aumenta a eficiência da pesquisa, mas também expande consideravelmente suas possibilidades e aplicabilidade, permitindo uma análise mais dinâmica e abrangente do mercado.

A integração desse código em Python reflete uma abordagem moderna e prática na pesquisa de investimentos, alinhando-se com as tendências atuais de análise de dados e computação financeira. Ao adotar essa metodologia, o estudo demonstra não apenas rigor acadêmico, mas também aplicabilidade prática no campo de investimentos. Esta ferramenta amplia o potencial da pesquisa, tornando-a um recurso valioso para futuras investigações e para profissionais que buscam compreender e navegar no complexo mercado de capitais brasileiro.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ARETZ, KEVIN; BARTRAM, SOHNKE M.; POPE, PETER F. Macroeconomic Risks and Characteristic-Based Factor Models. *Journal of Banking and Finance*, v 34, n.6, p.1383-1399, jun. 2010. Disponível em: <https://mp.ra.ub.uni-muenchen.de/47344/>. Acesso em: 28 jan. 2024.

BESSLER, W.; TAUSHANOV, G.; WOLFF, D. *Factor investing and asset allocation strategies: a comparison of factor versus sector optimization*. *Journal of Asset Management*, 2021, v. 22, n. 6, p. 488-506. Disponível em: <<https://link-springer-com.ez45.periodicos.capes.gov.br/article/10.1057/s41260-021-00225-1>>. Acesso em: 25 jun. 2023.

BORTOLUZZO, A.B.; VENEZUELA, M.K.; BORTOLUZZO, M.M.; NAKAMURA, W.T. Influência da crise financeira de 2008 na previsibilidade dos modelos de apreçamento de ativos de risco no Brasil. *Revista Contabilidade & Finanças*, São Paulo, v. 27, n. 72, p. 408-420, 2016. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rcf/a/dQZxjgVQHdfJBzw4R9BmGMB/?lang=en>. Acesso em: 31 jan. 2024.

Carmazio, Amanda Ingrid Souza. Uma análise sobre a correlação entre taxa de câmbio taxa DI e o índice IBOVESPA de 2007 até 2020 no Brasil. 2023. Disponível em: <https://acervodigital.ufpr.br/handle/1884/84153>. Acesso em: 01 fev. 2024.

COCHRANE, J. H. A cross-sectional test of an investment-based asset pricing model. *Journal of Political Economy*, v. 104, p. 572–621, 1996. Disponível em: <https://www.jstor.org/stable/2138864>. Acesso em: 25 jan. 2024.

COCHRANE, J. H. *Asset pricing*. Princeton University Press, New Jersey, 2001. Acesso em: 20 jan. 2024.

CONNOR, G.; GOLDBERG, L.; KORAJCZYK, R. *Portfolio risk forecasting*, Notes on Chapter 6, The macroeconomy and security market returns, 2006. Acesso em: 20 jan 2024.

FAMA, E.; FRENCH, K. *Multifactor explanations of asset pricing anomalies*. *The Journal of Finance*, Hoboken, v. 51, n. 1, p. 55-84, 1996. Disponível em: <<https://www-sciencedirect.ez45.periodicos.capes.gov.br/science/article/pii/S0304405X14002323?via%3Dihub>>. Acesso em: 25 jun. 2023.

FAMA, E.; FRENCH, K.. *The Cross-Section of Expected Stock Returns*. *Journal of Finance*, [S.l.], v. 47, n. 2, p. 427-465, 1992. Disponível em: <<https://www-jstor-org.ez45.periodicos.capes.gov.br/stable/2329112>>. Acesso em: 25 jun. 2023.

FAMA, E.; FRENCH, K. *Common Risk Factors in the Returns on Stocks and Bonds*. *Journal of Financial Economics*, [S.l.], v. 33, n. 1, p. 3-56, 1993. Disponível em: <<https://www-sciencedirect.ez45.periodicos.capes.gov.br/science/article/pii/0304405X93900235?via%3Dihub>>. Acesso em: 25 jun. 2023.

FERREIRA, J. C. J. *et. al.* O modelo de 5-fatores de Fama-French e o crescimento econômico futuro: evidências em mercados emergentes. **Revista de Contabilidade da UFBA**, v. 15, p. e2101-e2101, 2021. Disponível em:

<<https://periodicos.ufba.br/index.php/rcontabilidade/article/view/38584/24933>>.

Acesso em: 7 ago. 2023.

HAHN, J.; LEE, H. Yield spreads as alternative risk factors for size and book-to-market. **Journal of Financial and Quantitative Studies**, v. 41, n. 2, p. 247–269, 2006. Disponível em: <https://www.jstor.org/stable/27647246>. Acesso em: 25 jan. 2024.

HSU, J C.; KALESNIK, V; VISWANATHAN, K. *The Fama-French Five-Factor Model: International Evidence*. **Journal of Financial Economics**, [S.l.], v. 116, n. 1, p. 1-22, 2015. Disponível em: <<https://www-sciencedirect.ez45.periodicos.capes.gov.br/science/article/pii/S0304405X14002323?via%3Dihub>>. Acesso em: 25 jun. 2023.

JENSEN, Michael C.; BLACK, Fischer; SCHOLES, Myron S. *The Capital Asset Pricing Model: Some Empirical Tests*. **Praeger Publishers Inc.**, 1972. 54 pages. Disponível em: <https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=908569>. Acesso em: 28 jul. 2023.

LINTNER, J. *The Valuation of Risk Assets and the Selection of Risky Investments in Stock Portfolios and Capital Budgets*. **Journal of Business**, Chicago, v. 43, n. 2, p. 83-99, 1965. Disponível em: <<https://www-jstor-org.ez45.periodicos.capes.gov.br/stable/1924119?sid=primo&origin=crossref>>. Acesso em: 25 jun. 2023.

MACIEL, C. F. *et al.* Performance do modelo de cinco fatores de Fama e French na precificação de anomalias no mercado brasileiro. **Revista Contemporânea de Contabilidade**, v. 18, n. 49, 2021. Disponível em: <<https://periodicos.ufsc.br/index.php/contabilidade/article/view/78962/48093>>. Acesso em: 7 ago. 2023.

MARKOWITZ, H. *Portfolio selection*. **The Journal of Finance**, 7(1), 77-91, 1952. Disponível em: <<https://www-jstor-org.ez45.periodicos.capes.gov.br/stable/2975974?sid=primo>>. Acesso em: 25 jun 2023.

MOHANTY, P. *Evidence of Size Effect on Stock Returns in India*. **Vikalpa: The Journal for Decision Makers**, 27, 27-38, 2002. Disponível em: <<https://doi.org/10.1177/0256090920020304>>. Acesso em: 29 nov. 2023.

MOSSIN, J. *Equilibrium in a Capital Asset Market*. **Econometrica**, [S.l.], v. 34, n. 4, p. 768-783, 1966. Disponível em: <<https://www-jstor-org.ez45.periodicos.capes.gov.br/stable/1910098?origin=crossref&sid=primo>>. Acesso em: 25 jun. 2023.

MUSSA, A.; FAMÁ, R.; SANTOS, J. A. A adição do fator de risco momento ao modelo de precificação de ativos dos três fatores de Fama & French aplicado ao mercado acionário brasileiro. **REGE – Revista de Gestão**, São Paulo, v. 19, n. 3, p. 453-471, 2012. Disponível em:

<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1809227616303198>. Acesso em 28 jan. 2024.

OLIVEIRA, I. M. M.; SILVA, F. C. C. S.; MARTINS, F. V. S. A relação (não) condicional dos fatores de risco mercado, dimensão e valor: Evidência em cinco países da Europa. *Revista de Gestão, Finanças e Contabilidade*, Salvador, v. 6, n. 3, p. 177-195, 2016. Disponível em: <http://www.spell.org.br/documentos/ver/42733/a-relacao--nao-condicional-dos-fatores-de-risco--->. Acessado em: 25 jan. 2024.

PETKOVA, R. Do the Fama-and-French factors proxy for innovations in state variables? **Journal of Finance**, v. 61, p. 581–612, 2006. Disponível em: <https://www.jstor.org/stable/3699352>. Acesso em: 25 jan. 2024.

PETKOVA, R.; ZHANG, L. Is value riskier than growth? **Journal of Financial Economics**, v. 78, p. 187–202, 2005. Disponível em: https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=655403. Acesso em 25 jan. 2024.

ROLL, Richard. *A critique of the asset pricing theory's tests Part I: On past and potential testability of the theory*. **Journal of Financial Economics**, v. 4, n. 2, p. 129-176, 1977. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/0304405X77900095?via%3Dihub>. Acesso em: 28 jul. 2023.

SHARPE, W. F. *Capital asset prices: A theory of market equilibrium under conditions of risk*. **The Journal of Finance**, 19(3), 425-442, 1964. Disponível em: <https://www.jstor-org.ez45.periodicos.capes.gov.br/stable/2977928?origin=crossref&sid=primo>. Acesso em: 25 jun. 2023.

SHUBITA, M.; AL-SHARKAS, A. *A Study Of Size Effect And Macroeconomics Factors In New York Stock Exchange Stock Returns*. **Applied Econometrics and International Development**, 10, 2010. Disponível em: <https://www.usc.gal/economet/reviews/aeid10211.pdf>. Acesso em: 29 nov. 2023.

SURIPTO, S. **Perbedaan Perusahaan Pencipta Economic Value Added Positif Dengan Economic Value Added Negatif**. 2008. Disponível em: https://consensus.app/papers/perbedaan-perusahaan-pencipta-economic-value-added-suripto/f7d08e8998d352a083e51b7a2d9cd238/?utm_source=chatgpt. Acesso em: 29 nov. 2023.

VIEIRA, M. D. V. et al. Modelo de Cinco Fatores de Risco: precificando carteiras setoriais no mercado acionário brasileiro. **Revista Catarinense da Ciência Contábil**, v. 16, n. 48, p. 86-104, 2017. Disponível em: <https://revista.crcsc.org.br/index.php/CRCSC/article/view/2376/1944>. Acesso em: 7 ago. 2023.