



Igor de Castro Lima

**A estratégia Betting Against Beta no
mercado de ações brasileiro**

Dissertação de Mestrado

Dissertação apresentada como requisito parcial para obtenção de grau de Mestre pelo Programa de Pós-Graduação em Macroeconomia e Finanças do Departamento de Economia do Centro de Ciências Sociais da PUC-Rio.

Orientador: Prof. Ruy Monteiro Ribeiro

Rio de Janeiro
Agosto de 2019



Igor de Castro Lima

**A estratégia Betting Against Beta no
mercado de ações brasileiro**

Dissertação de Mestrado

Dissertação apresentada como requisito parcial para obtenção de grau de Mestre pelo Programa de Pós-Graduação em Macroeconomia e Finanças do Departamento de Economia do Centro de Ciências Sociais da PUC-Rio. Aprovado pela Comissão Examinadora abaixo.

Prof. Ruy Monteiro Ribeiro
Orientador e Presidente
PUC-Rio

Prof. Walter Novaes Filho
PUC-Rio

Prof. Pablo Hector Seuanez Salgado
PUC-Rio

Rio de Janeiro, 30 de agosto de 2019

Todos os direitos reservados. É proibida a reprodução total ou parcial do trabalho sem autorização da universidade, do autor e do orientador.

Igor de Castro Lima

Graduou-se em Engenharia Da Computação pelo Instituto Militar de Engenharia (IME) em 2009. Kursou mestrado profissional em Macroeconomia e Finanças pela Pontifícia Universidade Católica (PUC-Rio).

Ficha Catalográfica

Lima, Igor de Castro

A estratégia Betting Against Beta no mercado de ações brasileiro / Igor de Castro Lima ; orientador: Ruy Monteiro Ribeiro. – 2019. 35 f. : il. color. ; 30 cm

Dissertação (mestrado)–Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro, Departamento de Economia, 2019. Inclui bibliografia

1. Economia – Teses. 2. Betting Against Beta. 3. Anomalia de baixa volatilidade. 4. Fatores de risco. 5. Anomalias de mercado. 6. CAPM. I. Ribeiro, Ruy Monteiro. II. Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro. Departamento de Economia. III. Título.

CDD: 330

Agradecimentos

Agradeço a todos os professores do departamento de Economia da PUC-Rio, sobretudo ao meu Orientador professor Ruy Ribeiro pelas aulas inspiradoras e incentivo ao longo do trabalho. Agradeço também aos colegas de classe que proporcionaram um ambiente extremamente amistoso e produtivo durante todo o curso. Não menos importante, agradeço também à minha família pela compreensão sobre as inúmeras ausências e períodos em que a dedicação ao curso foi essencial. Também agradeço ao meu pai, professor Valter Gomes Lima (in memoriam), pelo exemplo de vida e estímulo constante aos estudos. Por fim, à minha esposa Lívia, meu profundo agradecimento pelo carinho, pelas infinitas palavras de incentivo e por ter me dado muita força durante diversas etapas difíceis ao longo desta trajetória. Muito obrigado a todos!

Resumo

Lima, Igor de Castro; Ribeiro, Ruy Monteiro. **A estratégia Betting Against Beta no mercado de ações brasileiro.** Rio de Janeiro, 2019. 35p. Dissertação de Mestrado – Departamento de Economia, Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro.

Este trabalho analisa a eficácia da estratégia do fator *Betting Against Beta* (BAB), estabelecido por Frazzini e Pedersen (2014), aplicado no mercado de ações brasileiro. Os resultados indicam alfa significativo e persistente para BAB no Brasil mesmo quando controlado para demais fatores de risco conhecidos. O desempenho do fator BAB foi analisado sob a especificação original e permaneceu robusto à variações do parâmetro de suavização e janelas de estimação dos betas *ex-ante*. Adicionalmente, verificou-se a relevância da inclinação da curva de juros spot do Brasil e condições de liquidez do mercado como previsores do desempenho de BAB. Os resultados indicam elevada significância da inclinação de juros e da liquidez do mercado na performance contemporânea do fator BAB.

Palavras-chave

Betting Against Beta, anomalia de baixa volatilidade, fatores de risco, anomalias de mercado, CAPM.

Abstract

Lima, Igor de Castro; Ribeiro, Ruy Monteiro (Advisor). **Betting Against Beta strategy in Brazilian Stock Market**. Rio de Janeiro, 2019. 35p. Dissertação de Mestrado – Departamento de Economia, Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro.

This paper analyzes the effectiveness of the Betting Against Beta (BAB) factor strategy, established by Frazzini and Pedersen (2014), applied to the Brazilian stock market. The results points to significant and persistent alpha for BAB in Brazil even when controlled for other well-known risk factors. BAB factor performance was analyzed under the original model specification and remained robust to changes of the beta smoothing parameter and different ex-ante betas estimation windows. Additionally, we analyze the relevance of the Brazil's yield curve slope and stock market liquidity conditions as predictors of BAB performance. The results points to high significance level of the yield curve slope and market liquidity as explanations for contemporary performance of the BAB factor.

Keywords

Betting Against Beta, Low-vol Anomaly, risk factors, market anomalies, CAPM.

Sumário

1. Introdução	10
2. Revisão Teórica	12
2.1. CAPM e Risco	12
2.2. Outros Fatores de Risco	14
3. Betting Against Beta	16
3.1. Anomalia de Baixa Volatilidade	16
3.2. Possíveis explicações.....	17
3.3. Modelo teórico do BAB	20
4. Dados e Metodologia	21
4.1. Dados	21
4.2. Metodologia	21
5. Resultados	25
5.1. Especificação Original	25
5.2. Testes de Robustez	27
5.3. Curva de Juros e liquidez como preditores de retornos BaB	29
6. Conclusão	32
7. Referências Bibliográficas.....	34

Lista de figuras

Figura 1 – Capital Markets Line (CML).....	13
Figura 2 – Securities Market Line.....	16
Figura 3 – SML Padrão x SML Empírica	17
Figura 4 – BAB e Outros fatores de Risco	27

Lista de tabelas

Tabela 1 – Fator BAB e portfolios High/Low Beta, parametrização Padrão.....	26
Tabela 2 – Fator BAB, variações de suavização do cálculo do Beta (w)	28
Tabela 3 – Fator BAB, variações das janelas de cálculo do Beta.	29
Tabela 4 – Fator BAB, regressões para juros e liquidez	31

1. Introdução

O modelo CAPM descrito por Sharpe e Lintner (1964) fornece um arcabouço matemático e econômico para explicar as diferenças nos retornos esperados nos diversos ativos financeiros. A partir das equações utilizadas no modelo CAPM original e o comportamento dos ativos, Fama e French (1992) observaram que alguns fatores comuns (“fatores de risco”) dos ativos possuíam poder explicativo sobre o retorno dos mesmos.

Um fato estilizado bastante conhecido e observado por Black, Jensen and Scholes (1972) é a evidência empírica da *Securities Market Line* do modelo CAPM ser mais horizontal que o esperado. Tal evidência é também conhecida como “anomalia de baixa volatilidade” por Baker, Bradley e Wurgler (2011). Uma estratégia de negociação de ativos baseada nesta observação é a BAB (*Betting Against Beta*), criada por Frazzini e Pedersen (2014). A estratégia consiste na formação de um portfólio *long-short* composto pela compra de ações de baixa volatilidade (parcela *long*) e venda de ações de alta volatilidade (parcela *short*). Frazzini e Pedersen (2014) encontram um alfa CAPM de 0,73% com alta significância para estratégia.

A partir da especificação original da estratégia BAB, este trabalho aplicou a mesma metodologia de construção do portfólio *long-short* no mercado de ações brasileiro. Foram utilizados dados de ações negociadas na bolsa brasileira com um filtro mínimo de liquidez (pertencimento à um índice amplo de mercado – IBX100) e *riskfree* como a taxa interbancária de um dia – DI. Os resultados encontrados indicam um alfa CAPM de 0,86% ao mês com estatística t de 2.58 (significativo a 1%). Também foram sensibilizados os valores de W (parâmetro de suavização do beta – originalmente 0,6) e os resultados mostram aumento do alfa CAPM com maiores valores de W (menos suavização). A utilização de modelos Fama-French de 3 ou 5 fatores nas regressões não reduzem de forma significativa o alfa encontrado.

A utilização da informação contida na curva de juros foi testada como possível proxy do desempenho da estratégia BAB. A hipótese explicativa é que a curvatura de juros no Brasil indique momentos pró-risco (inclinação negativa) e anti-risco

(inclinação positiva). Períodos pró-risco deveriam ser desfavoráveis à estratégia BAB, já que tendem a favorecer o desempenho contemporâneo de ações de beta mais elevado (portfolio short). Os resultados encontrados não rejeitam a hipótese testada.

Também foram realizados testes utilizando uma proxy para representar as condições de liquidez de mercado. Em concordância com a teoria, os testes indicam que um aumento da iliquidez do mercado acionário contribui negativamente ao desempenho BAB contemporaneamente.

2. Revisão Teórica

2.1. CAPM e Risco

O modelo CAPM (Sharpe, 1964; Lintner, 1965), ainda largamente utilizado em finanças, fornece um arcabouço matemático e econômico para explicar as diferenças nos retornos esperados nos diversos ativos financeiros. Uma premissa central do modelo, dentre outras descritas a seguir, é que investidores mantêm portfólios eficientes (Markowitz, 1952), suficientemente diversificados, de forma que seu retorno esperado seja uma compensação apenas pela exposição ao risco global à carteira de mercado (R_m), além da taxa livre de risco disponível (R_f). Desta forma, uma vez eliminado o risco idiossincrático dos ativos, a medida relevante de risco de qualquer carteira seria a sensibilidade da mesma ao retorno de mercado, conhecido como o Beta (β) de mercado.

$$\beta_{iM} = \frac{\text{cov}(R_i, R_m)}{\sigma^2(R_m)} \quad (1)$$

A equação que caracteriza o modelo CAPM é a seguinte:

$$E(R_i) = \beta_{iM}[E(R_m) - R_f] + R_f \quad (2)$$

É possível derivar a equação do modelo CAPM acima a partir da observação da linha de mercado de capitais (CML - *Capital Markets Line*), que pode ser construída a partir da equação de retorno esperado (R_P) de um portfólio P composto pelo ativo livre de risco disponível e a carteira media-variância eficiente de ativos arriscados de mercado M .

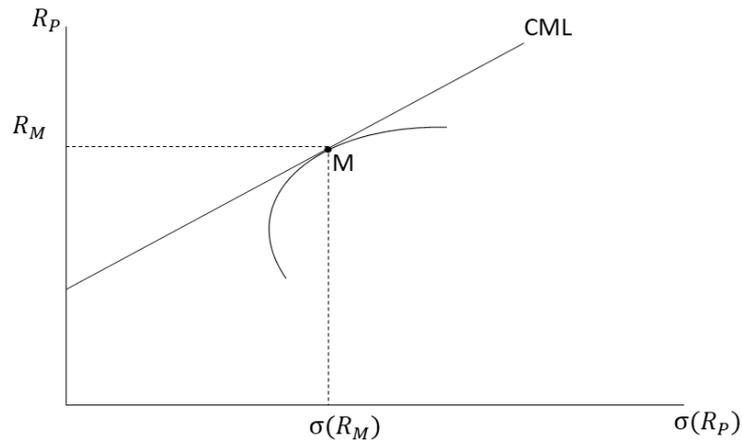


Figura 1 – Capital Markets Line (CML)

$$R_P = R_f + \frac{R_m - R_f}{\sigma_m} \sigma_P \quad (3)$$

Notando-se que, no equilíbrio, a curvatura do portfólio eficiente M e da CML no mesmo ponto devem ser iguais, obtêm-se a equação (2) a partir da derivada do ponto M.

O modelo de precificação por CAPM, como qualquer modelo, parte de algumas premissas simplificadoras que não necessariamente são válidas em toda extensão do mercado de capitais. As principais premissas são:

- (i) Não existem fricções no mercado de capitais, o que significa:
 - a. Não existem custos de transação.
 - b. Não existem restrições para vendas a descoberto.
 - c. Todos os ativos são negociáveis e infinitamente divisíveis.
 - d. Não existem tributação.
- (ii) Investidores são avessos ao risco e, portanto, constroem carteiras eficientes em média-variância, conforme Markowitz (1952) e possuem o mesmo horizonte de investimento.
- (iii) Investidores são *price takers*, isto é, não influenciam os preços dos ativos de forma individual.
- (iv) Todos os investidores concordam com as distribuições de retorno dos ativos.

Como observaremos a seguir, embora intuitivamente simples, o modelo CAPM não parece explicar bem todos os fatores que influenciam o retorno esperado dos ativos (Fama e French, 1992), seja por ausência das premissas

necessárias, erros de estimação das variáveis (retorno de mercado e beta) ou, ainda, influência de outros riscos não explicitados no modelo.

2.2. Outros Fatores de Risco

Jensen (1968) observou que a equação de CAPM proposta por Sharpe (1964) e Lintner(1965) implicava em um teste de regressão da série temporal de retorno dos ativos. Se, por CAPM, todo retorno acima do retorno livre de risco pode ser explicado a partir da exposição ao retorno de mercado (β), então deveríamos esperar que o termo α da regressão abaixo possua valor zero para cada ativo ou portfólio.

$$R_{it} - R_{ft} = \alpha_i + \beta_{iM}(R_{Mt} - R_{ft}) + \varepsilon_{it} \quad (4)$$

Os testes efetuados rejeitam fortemente a hipótese do alfa de Jensen (α) ser zero para todos os ativos. Uma ressalva importante, entretanto, é que tais testes de regressões em séries temporais não testam efetivamente o CAPM, já que a definição da carteira de mercado inclui todos os ativos negociáveis disponíveis no mundo, o que estaria além do alcance (Roll, 1977). Na prática, tais testes utilizam alguma proxy que representa uma carteira de mercado, normalmente uma carteira de ações americanas bastante ampla.

Observando o baixo sucesso empírico do CAPM, Fama e French (1993) propõem que existam outros fatores explicativos dos retornos dos ativos que não somente a simples exposição ao risco de mercado. O tradicional modelo de três fatores de Fama e French relaciona o retorno esperado das ações também ao tamanho de mercado relativo das empresas (*size fator*) e à razão do seu valor contábil e de mercado (*book-to-market fator*). Este modelo trifatorial pode ser representado pela equação abaixo:

$$E(R_{it}) - R_{ft} = \beta_{iM}[E(R_{Mt}) - R_{ft}] + \beta_{iS}E(SMB_t) + \beta_{iH}E(HML_t) \quad (5)$$

Na equação acima, SMB (*small minus big*) é a diferença entre retornos de carteiras diversificadas de ações de empresas pequenas e grandes em valor de

mercado; HML (*high minus low*) é a diferença entre retornos de carteiras diversificadas de ações de alta e baixa razão de valor contábil sobre valor patrimonial. Carhart (1997) estendeu o modelo de Fama e French incluindo também um fator *Momentum* (WML – *winners minus losers*), que é calculado a partir da diferença de retorno entre um portfólio diversificado de ações com performance positiva e outro portfólio de ações com performance negativa no mesmo período.

Os resultados encontrados por Fama e French (1992) e Carhart (1997) a partir das regressões dos modelos propostos indicam uma relação significativa entre os retornos exibidos pelos ativos (fracamente correlacionados com o beta de mercado original do CAPM) e as variáveis utilizadas. Tal conclusão faz com que tais variáveis (SMB, HML e WML) sejam entendidos como “fatores de risco” explicativos dos retornos dos ativos.

3. Betting Against Beta

3.1. Anomalia de Baixa Volatilidade

Um fato estilizado bastante conhecido e observado por Black, Jensen and Scholes (1972) é a característica mais horizontal da Securities Market Line (SML) do modelo CAPM. A SML pode ser obtida a partir da representação gráfica da equação (2), isto é, o retorno esperado dos ativos pode ser representado por uma reta (a SML) com inclinação $R_m - R_f$ que cruza o eixo y em R_f .

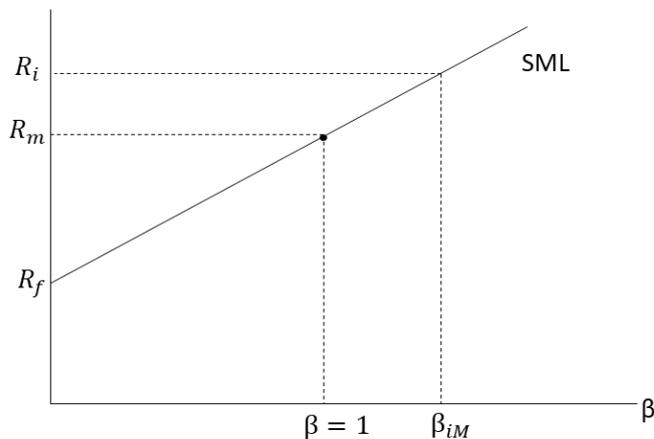


Figura 2 – Securities Market Line

Os testes efetuados por Black, Jensen and Scholes (1972) e também Baker, Bradley e Wurgler (2011) indicam que a SML possui inclinação mais horizontal que o esperado. A regressão utilizada, em geral, é a seguinte:

$$\bar{R}_i = \gamma_0 + \gamma_i \hat{\beta}_i + \mu_i \quad (6)$$

Diferentemente do que o esperado pela teoria de precificação do CAPM, o valor de γ_0 encontrado é significativamente diferente de zero, assim como γ_i é significativamente diferente de $\bar{R}_m - R_f$ (inclinação esperada). Os valores encontrados empiricamente indicam que o excesso de retorno (α) encontrado nos ativos de alto beta são menores que o previsto pelo modelo, valendo o análogo para os ativos de menor beta.

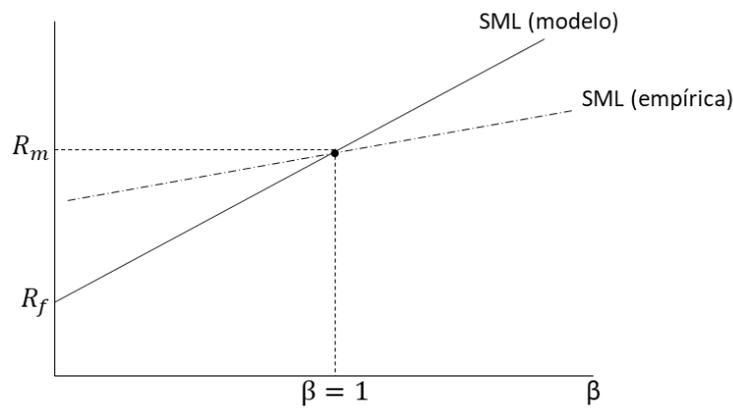


Figura 3 – SML Padrão x SML Empírica

Tal fenômeno, conhecido como anomalia de baixa volatilidade, confronta o princípio de que maiores riscos são compensados com maiores retornos.

Baker, Bradley e Wurgler (2011) realizaram um teste ordenando portfólios por risco e utilizando o beta como uma proxy de risco. O valor de \$1 investido no portfólio de menor risco (menor beta) em 1968 cresceu para \$60.46 no final de 2008. O mesmo investimento realizado no portfólio de maior risco (maior beta) se reduziu para \$3.77 no mesmo período. Os resultados apontam na mesma direção mesmo quando controlados para empresas de tamanho semelhante (*low beta large caps* = \$90.07 e *high beta large caps* = \$10.14).

3.2. Possíveis explicações

Uma simples explicação para a anomalia encontrada seria o fato do beta CAPM ser uma medida incorreta de risco, construído a partir de premissas não realistas sobre o funcionamento dos mercados. Entretanto, Baker, Bradley e Wurgler (2011) argumentam que mesmo modelos de precificação mais modernos não conseguem comprovar que ações de beta elevado são menos arriscadas (para justificar o menor retorno). Em períodos de grandes *drawdowns* as ações de beta alto performam pior que as ações de beta baixo. Do contrário, até se poderia justificar um prêmio pelo “seguro” dessas ações em momentos de alto risco, porém, não é o que se observa (Baker, 2011).

As demais explicações mais citadas na literatura dizem respeito aos fatores comportamentais (investidores não se comportam de forma totalmente racional) aliados aos limites para arbitragem.

A explicação comportamental pela preferência por ações mais arriscadas, apesar do menor retorno ajustado ao risco, baseia-se em algumas observações notadamente documentadas por Kahneman e Tversky (1979).

Uma explicação comportamental plausível é a teoria da preferência por loterias. Investidores (pessoas) tendem a realizar apostas com payoff pior desde que o valor a ser perdido seja pequeno (aversão à perda) e o prêmio da vitória seja elevado (*skew* positiva). A demanda por apostas em loterias, roletas e cassinos, que possuem *payoffs* negativos, seria uma clara manifestação deste comportamento. Mitton e Vorking (2007) demonstram que ações altamente voláteis possuem *skew* altamente positivas, ou seja, funcionam como tickets de loteria para os investidores. Kumar (2009) demonstra que, de fato, investidores individuais demonstram uma clara preferência por ações com *payoffs* semelhantes às loterias. Esta demanda pelas ações mais arriscadas, portanto, geraria uma pressão altista nos preços destas, reduzindo o retorno ajustado ao risco. Em contrapartida, a ausência desta demanda nas ações menos arriscadas produzem o efeito inverso, reduzindo o preço corrente e aumentando o retorno esperado ajustado ao risco.

O viés de representatividade também parece exercer pressões compradoras nas ações de alta volatilidade. Neste caso, ações de empresas com crescimento elevado e com baixo valor de mercado relativo (*book to market*) são lembradas de forma mais representativa na mente dos investidores individuais (Kaustia, Laukkanen e Puttonen, 2009), devido ao grande sucesso e rápida valorização ao longo do tempo (Microsoft e Google são exemplos). Tal característica destas ações bem-sucedidas coincidem com ações de alta volatilidade, o que leva à errônea impressão de repetição do sucesso neste grupo e consequente pressão compradora.

Outro fator importante que aliado à preferência irracional dos investidores por ações mais arriscadas ajuda a explicar a anomalia é a existência de limites à

arbitragem. Se o investidor individual médio de fato distorce as relações de risco/retorno das ações, por que um investidor institucional sofisticado não explora tal comportamento (gerando retornos ajustados ao risco mais elevados)?

A explicação recai no fato de que, para explorar a anomalia diretamente, o investidor institucional precisa vender a descoberto (*short sale*) o grupo de ações mais arriscadas. Entretanto, tal grupo tende a ser justamente o grupo de ações de empresas menores, custosas para negociar em grandes quantidades (pouca profundidade do book de negociação) e também com custos de aluguel alto (necessários ao *short sale*). Estas fricções do mercado reduzem ou até inibem a execução da estratégia.

Ainda assim, pode-se argumentar que o investidor institucional poderia explorar indiretamente a anomalia ficando consistentemente *overweight* (peso acima da média) nas ações menos arriscadas. Porém, mandatos de investidores institucionais tipicamente incluem a maximização do *information ratio* em relação à um benchmark específico (S&P 500 no caso americano ou Ibovespa no caso brasileiro, por exemplo). Este fato (*benchmarking*) deriva da necessidade dos investidores destas instituições medirem mais facilmente o grau de risco incorrido por elas, assim como também facilita a comparação de *skill* entre os gestores. Assim, portfolios geridos por estas instituições possuem uma tendência natural a não se desviar exageradamente da composição do índice de benchmark usado como referência, o que seria o caso de uma carteira concentrada somente nas ações menos arriscadas do índice.

Por fim, outra característica do mercado que potencialmente ajuda a explicar a preferência por ações mais arriscadas é a restrição à alavancagem. Embora uma carteira 100% comprada em um portfólio diversificado de ações de beta baixo produza retornos ajustado ao risco melhores do que uma carteira de mercado ($\beta=1$) ou de beta elevado, não necessariamente os retornos absolutos serão melhores. Na prática, o gestor precisaria fazer uso de alavancagem (teoricamente à *risk-free*) para atingir um retorno absoluto melhor. Black (1972) também cita a restrição à alavancagem como uma das razões para o comportamento mais horizontal da SML.

3.3. Modelo teórico do BAB

A estratégia Betting Against Beta descrita por Frazzini e Pedersen (2014) começa com a construção de um modelo microeconômico dinâmico teórico com diversos tipos de agentes. Alguns agentes possuem restrições à alavancagem e, conforme demonstrado, constroem carteiras com ativos de beta mais elevados. Outros agentes podem utilizar alavancagem, porém, possuem restrições de uso de margem que na prática limitam o uso da alavancagem. Os autores assumem que os agentes possuem funções de utilidades quadráticas em concordância a teoria de maximização da eficiência em média-variância do CAPM. Desta forma, os autores isolam outros fatores comportamentais explicados anteriormente e o modelo reflete apenas as consequências das restrições impostas: não alavancagem e restrições de margem para alguns agentes. A partir da teoria proposta, Frazzini e Pedersen (2014) provam matematicamente algumas proposições centrais do modelo, das quais destacamos três a seguir:

Proposição 1 (alto beta, baixo alfa): O α (alfa de Jensen) dos ativos decresce monotonicamente com o beta. Adicionalmente, o alfa também se reduz conforme mais restritivas se tornam as restrições dos agentes (alavancagem ou margem). Tal conclusão está alinhada ao fato da SML empiricamente ser mais horizontal que o previsto (Black, 1972).

Proposição 2 (BAB possui retorno esperado positivo): O portfólio neutro BAB (beta esperado igual a zero) é construído a partir de uma posição comprada alavancada em ações baixo beta e uma posição vendida (*short*) em ações de alto beta. A magnitude do retorno esperado é função da diferença de betas entre os grupos de ações e das restrições presentes no mercado (alavancagem e margem). A construção detalhada do fator BAB é detalhada na seção seguinte.

Proposição 3 (BAB é afetado contemporaneamente de forma negativa por choques de *funding*): Um choque de *funding* caracterizado no modelo pelo aumento repentino das restrições (margem ou alavancagem) produz um retorno esperado negativo ao BAB no presente e um aumento do retorno esperado futuro.

4. Dados e Metodologia

4.1. Dados

Os dados de retornos de ações utilizados foram obtidos a partir do software *Bloomberg* e contém o total de ações já pertencentes ao IBX-100, índice que consiste nas 100 ações mais líquidas negociadas na bolsa de valores brasileira (B3) em cada período. As séries de retornos diários e mensais de cada ação iniciam-se em fevereiro de 2002 e terminam em janeiro de 2019.

Os dados sobre os fatores de risco do modelo Fama-French de 3 fatores e o fator WML de Carhart aplicados ao mercado de ações brasileiro foram obtidos a partir do banco de dados disponibilizados pelo NEFIN (Núcleo de Estudos em Finanças da FEA-USP). As definições utilizadas pelo NEFIN na construção de cada fator de risco podem ser encontradas no website do mesmo nas referências bibliográficas. Os 5 fatores utilizados são *Market (Market-Riskfree)*, *SMB (Small – Big capitalization)*, *HML (High - Low Book to Market)*, *WML (Winners – Losers)* e *IML (Iliquid Minus Liquid)*.

Os dados utilizados para a série *Riskfree* foram obtidos a partir do banco de dados do software *Bloomberg*. A série utilizada é o valor diário do contrato de DI (mercado interbancário) para vencimento 30 dias. Já os dados históricos sobre a curva de juros brasileira foram também obtidos no banco de dados do NEFIN e possuem os valores em taxa dos contratos de DI futuro para os prazos de 1 mês, 1 ano, 3 anos e 5 anos.

Os dados foram armazenados em arquivos CSV e posteriormente importados no software estatístico R.

4.2. Metodologia

A metodologia utilizada nos testes da estratégia BAB aplicada ao mercado brasileiro de ações foi baseada na mesma descrita por Frazzini e Pedersen (2014) e, para este estudo, foi implementada a partir de um algoritmo escrito em linguagem R que realiza os cálculos de volatilidade, correlação e beta dos ativos.

Em seguida, o algoritmo simula a construção do portfólio de acordo com a estratégia original.

Não foram considerados custos de transação ou custos de aluguel de ações para realização das vendas à descoberto (*short*). Pode-se argumentar que os custos transacionais reduzirão a rentabilidade da estratégia, porém, o fato dos rebalanceamentos serem mensais minimiza em parte o problema. Já com relação aos custos de aluguel da ponta *short*, os mesmos tendem a ser elevados tendo em vista que este grupo de ações são justamente as mais voláteis e potencialmente referem-se a empresas menores e/ou menos líquidas. Um fator que atenuaria tais custos seria o fato de poder doar as ações da ponta comprada (*long*) pelo mesmo período, recebendo a remuneração correspondente.

Estimando os betas ex-ante

Os betas *ex-ante* são estimados a partir dos cálculos de volatilidade e correlação de cada ativo. Foram utilizados dados diários de retorno para os cálculos, uma vez que o cálculo das correlações se torna mais preciso com o aumento da frequência de observações (Merton, 1980). A equação do beta estimado para uma ação i na série temporal é a seguinte:

$$\hat{\beta}_i^{ts} = \hat{\rho} \frac{\hat{\sigma}_i}{\hat{\sigma}_m} \quad (9)$$

Onde $\hat{\sigma}_i$ e $\hat{\sigma}_m$ representam, respectivamente, a volatilidade estimada para a ação e para o mercado e $\hat{\rho}$ é a estimativa de correlação entre ambos. As janelas de dados diários utilizadas no cálculo das volatilidades e correlações foram de 1 e 5 anos, respectivamente, considerando que correlações se alteram de forma mais lenta que as volatilidades (De Santis e Gerard, 1997). A volatilidade é calculada utilizando-se a série de log-retornos de um dia, porém, a correlação é calculada utilizando-se log-retornos de 3 dias, $r_{i,t}^{3d} = \sum_{k=0}^2 \ln(1 + r_{t+k}^i)$, o que ajuda a controlar para problemas de sincronicidade na negociação das ações. Para os cálculos de volatilidade e correlação são exigidos, no mínimo, 6 meses (120 dias) e 3 anos (750 dias) de dados contínuos para o cálculo.

Frazzini e Pedersen (2014) utilizam um fator de suavização dos betas (Vasicek, 1973 e Elton, Gruber, Brown e Goetzmann, 2003) com o objetivo de reduzir a influência dos outliers na série. A equação que caracteriza a suavização do beta é a seguinte:

$$\hat{\beta}_i = w_i \hat{\beta}_i^{TS} + (1 - w_i) \hat{\beta}^{XS} \quad (10)$$

Onde β^{TS} representa o beta estimado com a série temporal e $\hat{\beta}^{XS}$ a média do beta dos ativos no *cross-section*.

Por simplicidade, a especificação BAB original da estratégia fixa o valor do parâmetro $w = 0.6$ e $\hat{\beta}^{XS} = 1$ para todos os ativos em todos os períodos. Este estudo apresenta alguns testes de robustez em relação à especificação do beta na seção seguinte, tal como Frazzini e Pedersen (2014). É importante notar que a suavização do beta, embora não altere a seleção de ativos em cada portfólio (*long* ou *short*), altera o peso dos mesmos conforme descrito na construção do portfólio a seguir.

O retorno do portfólio de mercado utilizado no caso deste estudo refere-se a um índice amplo de ações brasileiras (IBX-100), o mesmo utilizado como universo de ações disponíveis para a simulação.

Construção do fator BAB

O fator BAB é construído a partir de um portfólio *long & short* diversificado formado por ações de alto beta na ponta *short* e a baixo beta na ponta *long*. As pontas *long/short* do portfólio são alavancada/desalavancas de forma que, ex-ante, as duas pontas possuam beta = 1 e, portanto, a estratégia possua beta esperado de mercado igual à zero. Devido à alavancagem líquida, a estratégia se financia, por construção, à taxa livre de risco. O peso de cada ação nos dois portfólios é calculado conforme o *ranking* de beta em cada caso. Dessa forma, a ação com menor beta recebe o maior peso no portfólio *long*, ocorrendo o análogo no portfólio *short*. Ao final de cada mês o portfólio é rebalanceado.

O peso de cada ação nos portfólios *high-beta* (vetor w_H) e *low-beta* (vetor w_L) são calculados da seguinte forma:

$$w_H = k(z - \bar{z})^+ \text{ e } w_L = k(z - \bar{z})^- \quad (11)$$

Onde z é um vetor $n \times 1$ de rankings dos betas, $z_i = \text{ranking}(\beta_{it})$, na formação do portfólio e $\bar{z} = 1_n' z / n$ o ranking médio, sendo n o número de ativos. A constante normalizadora $k = 1 / 1_n' |z - \bar{z}|$ é utilizada para que os pesos somem 100% em cada portfolio por construção.

O passo seguinte consiste na desalavancagem /alavancagem das pontas *high-beta/low beta*, de forma que o portfólio da estratégia seja neutro ao mercado. Dessa forma, temos um portfólio autofinanciado, zero-beta cujo retorno será o seguinte:

$$r_{t+1}^{BAB} = \frac{1}{\beta_t^L} (r_{t+1}^L - r^f) - \frac{1}{\beta_t^H} (r_{t+1}^H - r^f)$$

Onde $r_{t+1}^L = r'_{t+1} w_L$, $r_{t+1}^H = r'_{t+1} w_H$, $\beta_t^L = \beta'_t w_L$ e $\beta_t^H = \beta'_t w_H$.

Como exemplo, no caso brasileiro, em média, o BAB está *long* R\$ 1,47 em ações *low-beta* (financiando à *riskfree*) e está *short* R\$ 0,85 em ações *high-beta* (recebendo *riskfree* nestes recursos).

5. Resultados

5.1. Especificação Original

A Tabela 1 descreve os principais resultados encontrados na aplicação da estratégia BAB ao mercado de ações brasileiro. Foram realizadas regressões dos portfólios *low-beta*, *high-beta* e BAB com $w = 0.6$ tal como a especificação original do modelo.

Conforme o previsto na teoria, o portfólio *low-beta* apresentou CAPM-alfa positivo de 0.46 (mensal) significativo a 1%. O alfa encontrado permaneceu estatisticamente significativo mesmo quando controlado para 3 ou 5 fatores. Já o portfólio *high-beta* apresentou CAPM-alfa não significativo. Quando controlado para 3 fatores de risco, o portfólio *high-beta* apresentou alfa negativo de -0.33 estatisticamente significativo a 5%. Para 5 fatores o alfa encontrado em *low-beta* deixa de ser significativo.

O beta *ex-post* dos portfólios *low/high* foram, respectivamente, 0.65 e 1.26. As volatilidades anuais dos portfólios foram de 16.6% (*low-beta*) e 29.7% (*high-beta*). Os resultados encontrados nos dois portfólios, portanto, corroboram o esperado pela teoria.

Já o fator BAB (zero-beta) construído a partir dos portfólios *high-beta* e *low-beta* apresentou CAPM-alfa de 0.86 significativo a 1%. Mesmo quando controlado para 3 ou 5 fatores, o alfa do BAB mantém-se significativo a 1% com valores de 1.01 e 0.66, respectivamente. Por construção o fator BAB possui beta *ex-ante* igual à zero, porém, o beta realizado foi de -0.15, o que provavelmente ocorre por erro de estimação nos betas. A volatilidade anual realizada foi de 17.2%.

Tabela 1 – Fator BAB e portfólios High/Low Beta, parametrização Padrão.

Retornos BAB - Brasil			
	Low Beta	High Beta	BAB
Excess Return			8,51
CAPM alpha	0,46 (2.37)	-0.22 (-0.78)	0,86 (2.50)
3-factor alpha	0,51 (2.88)	-0,33 (-1.67)	1,01 (3.14)
5-factor alpha	0,43 (2.40)	0,00 (-0.05)	0,66 (2.16)
Beta (ex ante) -avg	0.68	1.17	0,00
Beta (realized)	0.65	1.26	-0.15
Volatility	16.6%	29.7%	17.2%
Sharpe Ratio	0.44	-0.04	0.49

O *sharpe* do fator BAB no período analisado foi de 0.49, superior ao do *portfólio low-beta* isolado (0.44). No gráfico da Figura 1 é possível observar o desempenho do fator BAB comparativamente a outros fatores de risco utilizados na regressão. Em termos de retorno absoluto no período analisado, o fator WML (Momentum) e BAB apresentam performances significativamente superiores aos demais fatores de risco. Nota-se, porém, desempenho fortemente negativo de BAB e WML no mesmo período (primeira metade de 2016), com *drawdowns* de mais de 40% em 6 meses. Neste período ocorreu o *impeachment* do presidente da república à época, fato que causou rápida e elevada reversão de expectativas, com forte desempenho do mercado acionário brasileiro concomitantemente.

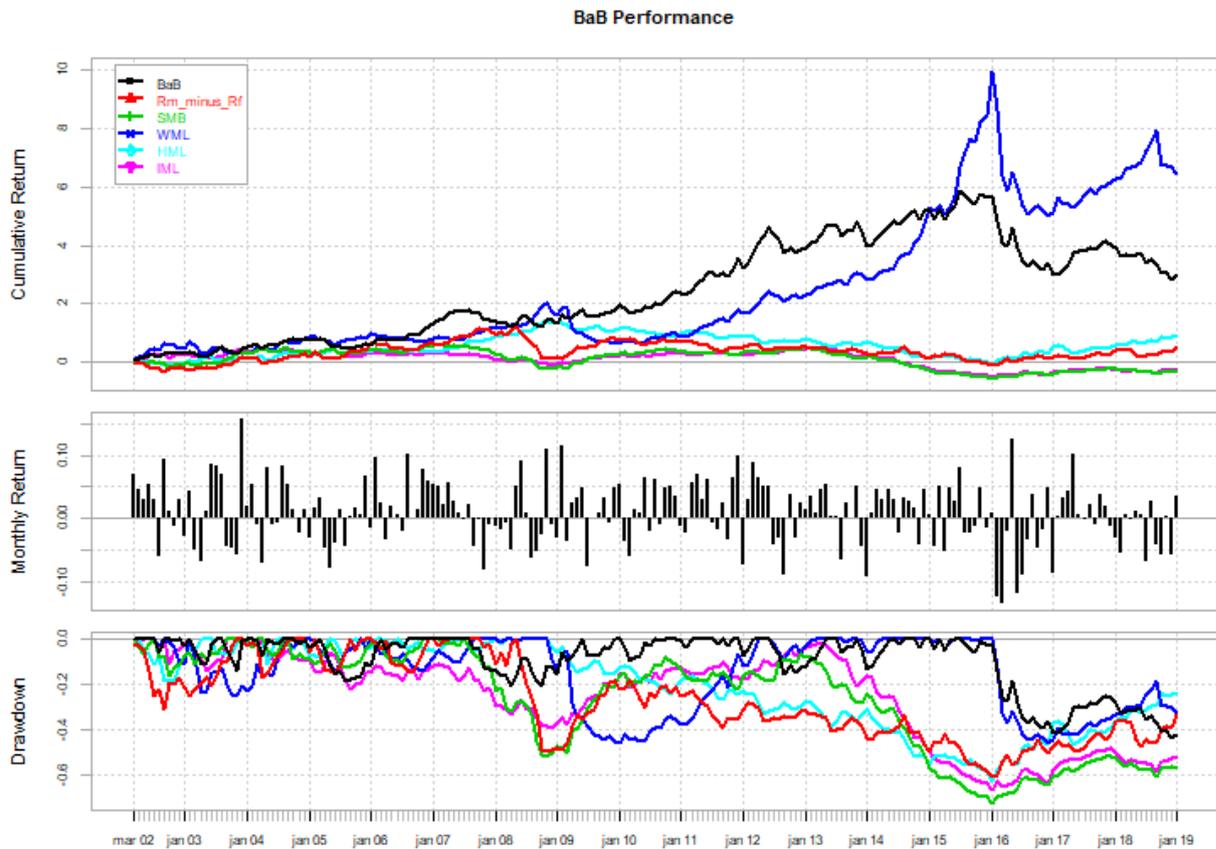


Figura 4 – BAB e Outros fatores de Risco

5.2. Testes de Robustez

Foram realizados testes de robustez na estratégia BAB a fim de verificar o desempenho do fator a variações no grau de suavização do beta (parâmetro w) e os valores de janelas móveis utilizados na estimação do beta das ações.

No caso do parâmetro w , os resultados da Tabela 2 indicam que o alfa encontrado permanece robusto e significativo a qualquer nível de suavização. Entretanto, nota-se que quanto menor a suavização aplicada (maior w), maiores são os valores de excesso de retorno, alfa e sharpe encontrados. Outra observação importante surge quando se observa o beta realizado de BAB, que oscila de um portfólio com beta realizado negativo de -0.57 ($w = 0.2$, muita suavização) até um beta realizado positivo de 0.37 ($w = 1.0$, nenhuma suavização). Tal observação atenta para o fato dos erros de estimação dos betas serem, provavelmente, bastante consideráveis. Por fim, as escolhas de $w = 0.6$

(especificação original) e $w = 0.8$ são as que levam o beta realizado de BAB à valores mais próximos de zero.

Tabela 2 – Fator BAB, variações de suavização do cálculo do Beta (w)

Retornos BAB - Brasil (robustez ao parâmetro w)					
	-	-	-	-	-
	$w = 0.2$	$w = 0.4$	$w = 0.6$	$w = 0.8$	$w = 1$
Excess Return	4,8	6,4	8,5	11,0	14,39
CAPM alpha	0,72 (2.20)	0,78 (2.36)	0,86 (2.50)	0,99 (2.63)	1,20 (2.70)
3-factor alpha	0,86 (3.07)	0,92 (3.07)	1,01 (3.14)	1,15 (3.22)	1,40 (3.30)
5-factor alpha	0,49 (1.83)	0,56 (1.98)	0,66 (2.16)	0,82 (2.38)	1,10 (2.66)
Beta (ex ante) -avg	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Beta (realized)	-0,47	-0,32	-0,15	0,06	0,37
Volatility	18,8%	17,6%	17,2%	18,6%	23,30
Sharpe Ratio	0,25	0,36	0,49	0,59	0,61

Já no caso da variação das janelas utilizadas para o cálculo dos betas, os resultados encontrados também indicam grande relevância na escolha dos parâmetros (*vol_win* e *rho_win*, para as janelas de volatilidade e correlação, respectivamente). Conforme observado na tabela 3, os valores utilizados originalmente no modelo proposto por Frazzini e Pedersen (2014) são os que apresentam os resultados mais elevados tanto em magnitude quanto em relevância estatística. Valores de janela maiores ou menores reduzem de forma considerável o desempenho da estratégia.

Tabela 3 – Fator BAB, variações das janelas de cálculo do Beta.

Retornos BAB - Brasil (variação das janelas para cálculo do beta)			
vol_win	60	120	240
rho_win	375	750	1500
Excess Return	5,2	8,5	2,04
CAPM alpha	0,57 (1.71)	0,86 (2.50)	0,36 (0.94)
3-factor alpha	0,71 (2.21)	1,01 (3.14)	0,57 (1.69)
5-factor alpha	0,30 (1.01)	0,66 (2.16)	0,27 (0.86)
Beta (ex ante) -avg	0,00	0,00	0,00
Beta (realized)	-0,10	-0,15	-0,22
Volatility	16,6%	17,2%	18,0%
Sharpe Ratio	0,31	0,49	0,11

5.3. Curva de Juros e liquidez como preditores de retornos BAB

Conforme descrito na seção 3.2 (proposição 2), o retorno em excesso do fator BAB está relacionando à diferença entre os betas dos portfólios *long* e *short*, assim como às restrições de alavancagem ou *funding* presentes no mercado. Mais especificamente, Frazzini e Pedersen (2014) derivam a seguinte expressão para o retorno esperado do fator BAB:

$$E_t(r_{t+1}^{BAB}) = \frac{\beta_t^H - \beta_t^L}{\beta_t^L \beta_t^L} \psi_t \geq 0$$

Onde ψ_t é o multiplicador de Lagrange que caracteriza as restrições de alavancagem e *funding* presentes no mercado. Frazzini e Pedersen (2014) testam o uso do TED spread (diferença entre as taxas de 3 meses da EuroDollar LIBOR e as taxas das US Treasuries de 3 meses) como *proxy* para restrições de *funding* no mercado americano.

Neste estudo foram testados duas *proxies* para representação das restrições de *funding* e alavancagem presentes no mercado brasileiro. A primeira *proxy* utilizada foi inclinação da *term-structure* do Brasil, uma vez que tal inclinação se

relaciona com condições mais adversas no mercado de crédito no Brasil de acordo com a literatura. A segunda *proxy* utilizada foi a estimação da iliquidez das ações (Amihud, 2002), que, de forma agregada, representaria as condições gerais de liquidez do mercado de ações brasileiro.

O índice de iliquidez para cada ação individualmente é calculado da seguinte forma:

$$ILLIQ_t^i = \frac{1}{Days_t^i} \sum_{d=1}^{Days_t^i} \frac{|R_{td}^i|}{V_{td}^i}$$

Onde R_{td}^i e V_{td}^i são, respectivamente, o retorno e o volume (em milhões de reais) no dia d no mês t , e $Days_t^i$ é o número de observações diárias válidas da ação i no mês t .

A regressão utilizada no teste de relevância das *proxies* foi a seguinte:

$$r_t^{BAB} = a_0 + b_0 slope_{t-1} + b_1 \log(illiquid_idx_{t-1}) + e_t$$

Onde br_slope_{t-1} é a inclinação entre os contratos de 1 ano e 5 anos das taxas de juros negociadas no mercado brasileiro (contratos DI) no mês anterior. Já $illiquid_idx_{t-1}$ é o índice de iliquidez do mercado como um todo, calculado como a média ponderada por valor de mercado do cálculo da iliquidez de cada ação.

As *proxies* utilizadas apresentam relevância estatística considerável na explicação dos retornos BAB. Tal como pode ser observado na Tabela 4, mesmo quando adicionada outra variável explicativa (retorno de mercado, coeficiente b_3) na regressão, os coeficientes de b_0 e b_1 se mantiveram significativos.

Tabela 4 – Fator BAB, regressões para juros e liquidez

BAB: regressões para inclinação de juros e iliquidez		
	-	-
<i>Coefficientes/Regressão</i>	(1)	(2)
a0 (<i>intercepto</i>)	0,018 (3.45)	0,001 (2.40)
b1 (<i>br_slope</i>)	-0,400 (-1.73)	-0,441 (-1.81)
b2 (<i>illiquid_idx</i>)	-0,005 (-2.49)	-0,013 (-2.89)
b3 (retorno de mercado)		-0,16 (2.61)
Observações	180	180
R2 ajustado	0,030	0,063

A análise dos coeficientes revela que, em concordância com as proposições da teoria, um aumento da inclinação da curva de juros (*slope*) ou um aumento de iliquidez do mercado (*illiquid_idx*) levam a um retorno contemporâneo menor para o fator BAB.

6. Conclusão

Este trabalho analisou a eficácia da estratégia do fator BAB, desenvolvida por Frazzini e Pedersen (2014), no mercado de ações brasileiro. A estratégia, basicamente, consiste em explorar a anomalia de baixa volatilidade, fato estilizado bem documentado e finanças, a partir da construção de um portfólio long & short neutro (em beta) à mercado composto por ações de baixo risco (*long*) e alto risco (*short*). Espera-se, de acordo com a teoria, que o portfólio *long* apresente melhores retornos ajustado ao risco que o portfólio *short*, mesmo considerando os custos de funding e alavancagem à taxa livre de risco.

Os resultados encontrados a partir da especificação original do fator BAB indicam um alfa significativo da estratégia quando aplicada ao mercado de ações brasileiro. O alfa continua persistente mesmo quando controlado para os fatores de risco de Fama e French (1992) (Mercado, SMB e HML) e também os fatores WML e HML.

Adicionalmente à especificação original foram realizados testes de robustez para avaliação da estratégia com variações do fator de suavização dos beta calculados ex-ante (originalmente $w = 0.6$) e das janelas móveis utilizadas na estimação. No caso do fator de suavização, o alfa de BAB permanece significativo às variações testadas, porém, a magnitude e a significância do alfa aumentam monotonamente com a redução da suavização. Já no caso de variação das janelas móveis utilizadas na estimação dos betas, os resultados indicam que o alfa encontrado perde magnitude e significância com janelas maiores ou menores que a especificação original.

Por fim, testou-se a teoria do fator BAB utilizando-se *proxies* do estado de *funding* e liquidez do mercado, fatores que deveriam afetar a rentabilidade contemporânea da estratégia. As *proxies* utilizadas foram a inclinação da curva de juros brasileiras e a iliquidez do mercado de ações. As regressões indicam que ambas variáveis são explicativas do retorno BAB contemporâneo e, em concordância com o modelo teórico, os coeficientes encontrados mostram que um aumento da inclinação da curva ou da iliquidez do mercado causam uma perda contemporânea para BAB.

De forma geral, pode-se dizer que as análises efetuadas neste trabalho indicam que as fricções de mercado que explicam o retorno esperado positivo do fator BAB também estão presentes no Brasil. Uma análise sugerida para trabalhos futuros pode ser feita notando-se que em 2017 no Brasil houve a alteração da mecânica de *clearing* no mercado brasileiro, possibilitando que um agente possa consolidar suas posições de diferentes corretoras em uma única corretora liquidante (*clearing* integrada). Esta alteração, conforme argumentado pela bolsa de valores brasileira, permitiu uma enorme racionalização das exigências de margem em garantia no mercado, liberando mais poder de alavancagem para os agentes. Tal mudança, na prática uma redução das fricções do mercado, pode ter afetado significativamente o retorno do fator BAB no período.

7. Referências Bibliográficas

- AMIHUD, Y. 2002. Illiquidity and stock returns: Cross-section and time-series effects. **Journal of Financial Markets**, 5(1), 31–56.
- BAKER, M., B. BRADLEY, AND J. WURGLER, 2011. “Benchmarks as Limits to Arbitrage: Understanding the Low Volatility Anomaly,” **Financial Analysts Journal** 67(1), 40– 54.
- BLACK, F., 1972. “Capital market equilibrium with restricted borrowing,” **Journal of business**, 45, 3, pp. 444-455.
- BLACK, F., M.C. JENSEN, AND M. SCHOLES, 1972, “The Capital Asset Pricing Model: Some Empirical Tests.” In Michael C. Jensen (ed.), **Studies in the Theory of Capital Markets**, New York, pp. 79-121.
- CARHART, MARK M., 1997. “On persistence in mutual fund performance,” **The Journal of Finance**, 52, 1, 57-82.
- DE SANTIS, G., GERARD, B., 1997. International asset pricing and portfolio diversification with time-varying risk. **J. Finance** 52, 1881–1912
- ELTON, E.J., GRUBER, M.J., BROWN, S.J. AND GOETZMANN, W.N., 2003. **Modern Portfolio Theory and Investment Analysis**. 6th Edition, John Wiley & Sons, Hoboken, NJ.
- FAMA, EUGENE F., AND KENNETH R. FRENCH., 1992, **The cross-section of expected stock returns**, **The Journal of Finance** 47.2, 427-465.
- FRAZZINI, A., PEDERSEN, L.H., 2014. Betting against beta. **Journal of Financial Economics**. 111 (1), 1-25.
- KAHNEMAN, DANIEL; TVERSKY, AMOS., 1979. Prospect theory: an analysis of decision under risk. **Econometrica**, v. 47, n. 2, p. 263-29.
- KAUSTIA, M., LAUKKANEN, H., PUTTONEN, V., 2009. Should good stocks have high prices or high returns? **Financial Analysts Journal**, 65(3), 55-62
- LINTNER, J., 1965. Security prices, risk, and maximal gains from diversification. **Journal of Finance**, 20(4), 687–615.
- MARKOWITZ, H.M., 1952, “Portfolio Selection,” **The Journal of Finance**, 7, 77-91.
- MERTON R. C., 1980. "On estimating the expected return on the market: An exploratory investigation", **Journal of Financial Economics** 8, 323-361.
- MITTON, T., & VORKINK, K., 2007. Equilibrium Underdiversification and the Preference for Skewness. **Review of Financial Studies**, 20(4), 1255-1288.

PASTOR, L., STAMBAUGH, R., 2003. Liquidity risk and expected stock returns. **Journal of Political Economy**. 111, 642-685.

ROLL, R, 1977. A critique of the asset pricing theory's tests. Part 1: On past and potential testability of the theory. **J. Financial Economics**, 4(2), 129-176.

SHARPE, W. F., 1964. Capital asset prices: A theory of market equilibrium under conditions of risk. **Journal of Finance**, 19(3), 425–442.

VASICEK, 1973 - VASICEK, O. A., 1973. "A Note on using Cross-sectional Information in Bayesian Estimation on Security Beta's," **The Journal of Finance**, 28(5), 1233–1239.