

FUNDAÇÃO GETULIO VARGAS
ESCOLA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ECONOMIA

HUGO FINIZOLA STELLET

**COEXISTÊNCIA DE *MOMENTUM* E REVERSÃO À MÉDIA: APLICAÇÃO EM
PORTFÓLIO COMPOSTO POR SETORES DA ECONOMIA NORTE-AMERICANA**

Rio de Janeiro

Julho de 2019

HUGO FINIZOLA STELLET

**COEXISTÊNCIA DE *MOMENTUM* E REVERSÃO À MÉDIA:
APLICAÇÃO EM PORTFÓLIO COMPOSTO POR SETORES DA ECONOMIA NORTE-
AMERICANA**

Dissertação apresentada à Escola de Pós-Graduação em Economia da Fundação Getúlio Vargas como exigência parcial à obtenção do grau de Mestre em Economia Empresarial e Finanças.

Área de concentração: Finanças

Orientador: Daniela Kubudi Glasman

Rio de Janeiro

Julho de 2019

Stellet, Hugo Finizola

Coexistência de momentum e reversão à média: aplicação em portfólio composto por setores da economia norte-americana / Hugo Finizola Stellet. – 2019.

47 f.

Dissertação (mestrado) - Fundação Getulio Vargas, Escola de Pós-Graduação em Economia.

Orientador: Daniela Kubudi Glasman

Inclui bibliografia.

1. Títulos (Finanças). 2 Carteiras (Finanças) - Administração. 3. Volatilidade (Finanças). I. Glasman, Daniela Kubudi II. Fundação Getulio Vargas. Escola de Pós-Graduação em Economia. III. Título.

CDD – 332

HUGO FINIZOLA STELLET

**“COEXISTÊNCIA DE MOMENTUM E REVERSÃO À MÉDIA: APLICAÇÃO EM PORTFÓLIO
COMPOSTO POR SETORES DA ECONOMIA NORTE-AMERICANA”.**

Dissertação apresentado(a) ao Curso de Mestrado Profissional em Economia
Empresarial e Finanças do(a) EPGE Escola Brasileira de Economia e Finanças - FGV
EPGE para obtenção do grau de Mestre(a) em Economia Empresarial e Finanças.

Data da defesa: 31/07/2019

ASSINATURA DOS MEMBROS DA BANCA EXAMINADORA



Daniela Kubudi Glasman
Orientador(a)



Gustavo Silva Araujo



Rodrigo Simões Atherino

Ao Cléber, esposa, filhos e cachorro.

AGRADECIMENTOS

Início meus agradecimentos recordando todos os professores que deram qualquer espécie de contribuição na minha formação, colaborando direta ou indiretamente no meu desenvolvimento acadêmico e amadurecimento pessoal.

Agradeço especialmente à profa. Daniela Kubudi, por ter me proporcionando o prazer e honra de sua orientação. Agradeço também ao prof. Gustavo Araújo pela honra de compor a banca deste trabalho. Por final agradeço a Rodrigo Atherino, por se dispor a ceder parte de seu tempo para compor a banca deste trabalho, mesmo com a pequena Helena no quarto ao lado.

Agradeço principalmente as meus pais, Marcelo e Raquel, e aos meus irmãos, Pedro e Mateus, por serem minha pedra angular, o porto seguro para momentos de necessidade, sempre proporcionando segurança para seguir em frente (não importando qual o caminho), carinho (mesmo que não necessariamente merecedor) e amor incondicional (que não caberia nem mesmo no maior quarto do mundo).

Não posso deixar de agradecer meus avós, Nilse, Beth e Rodney, por todo amor, conforto, lições e mimos proporcionados ao longo da minha vida. Ou à Marcelina, pelo esforço diário de me proporcionar conforto, sempre com seu lindo sorriso inconfundível e alegria ilimitada.

Agradeço também aos colegas que venho colecionando em minha vida acadêmica desde a graduação na UFRJ, chegando no mestrado na FGV. Cada um de vocês deixou alguma marca em minha formação pessoal, profissional e acadêmica, se fazendo parte essencial em meu desenvolvimento.

E em especial agradeço à Gabriela, por todo apoio, paciência, carinho e por ser a camisa que me esquento quando está frio.

“O óbvio só se torna óbvio depois de dito.”

Luiz Antonio Meirelles

RESUMO

O estudo do efeito de vieses do comportamento humano no preço de ativos é objeto central de estudo do campo das Finanças Comportamentais. A aparente dicotomia entre os dois principais efeitos descritos pela academia, *momentum* e reversão à média, desperta o interesse de diversos pesquisadores e motiva o presente trabalho, que se propõe a explorar esses fatores em portfólios compostos por ETFs de setores da economia norte-americana. Para tal, foi considerado o período entre 1999 e 2018 no intuito de formar estratégias de *momentum* e reversão à média, para diferentes prazos de formação, e observar seus retornos. Wei (2011) aponta para coexistência de *momentum* e reversão, prevalecendo o fator de acordo com o nível de volatilidade do ativo (*momentum* é associado com alta volatilidade e reversão com baixa volatilidade – para empresas grandes). Então, após definir o melhor período de formação para cada critério, as estratégias são combinadas de acordo com o regime de volatilidade detectado, verificando que a combinação entre elas é superior ao índice de mercado americano, considerando indicadores como retorno, *drawdown*, Índice de Sharpe e volatilidade. Foi realizada comparação entre os histogramas de retornos da estratégia combinada e do S&P, apontando para superioridade da primeira, com características mais desejáveis de média, assimetria e curtose. Foi realizada regressão controlando os retornos pelo CAPM, indicando alta significância estatística para o *alpha* da estratégia combinada.

Palavras-chave: *Momentum*; Reversão à Média; Teoria de Carteiras.

ABSTRACT

One of the central objectives in Behavioral Finance is to examine the effects of human behavior biases on asset pricing. The first sight dichotomy between the two major effects described by academia, momentum and mean reversal, draws attention of several researches and motivates the outgoing essay, proposing itself to explore these factors in portfolios composed by ETFs aimed to represent sectors of North-American economy. To this end, it was considered the time frame between 1999 and 2018 aiming the construction of momentum and mean reversal strategies, with varying formation periods, and then observe their returns. Wei (2011) points to coexistence of momentum and reversal, prevailing the factor accordingly to each asset volatility (momentum being associated with high volatility and reversal with low levels of volatility – considering companies with large market capitalization). Therefore, after defining which formation period is better for each criterion, strategies are mixed according to the detected market volatility regime, verifying that the combination between them beats the S&P-500, compared with indicators like return, drawdown, Shape Index and volatility. The dissertation compares returns' histograms of the mixed strategy and the market index, pointing again to the conclusion of first' superiority, presenting more desirable characteristics of mean, asymmetry and kurtosis. A regression was done controlling returns for CAPM, indicating high statistical significance for the mixed strategy *alpha*.

Keywords: Momentum; Mean Reversal; Portfolio Theory.

SUMÁRIO

1	Introdução	11
1.1	Indústria de Gestão de Portfólios	11
1.2	Hipótese de Eficiência de Mercado.....	12
1.3	Finanças Comportamentais	13
1.4	Reversão à Média e <i>Momentum</i>	14
1.5	Objetivo da Dissertação	16
2	Metodologia	17
2.1	ETFs Setoriais Americanos.....	18
2.2	Divisão Entre Regimes de Volatilidade	19
2.2.1	Regimes Definidos Pelo S&P-500	20
2.2.2	Regimes Definidos Pelo VIX.....	21
2.2.3	Comparação Entre Formas de Divisão.....	22
2.3	Desenvolvimento.....	23
3	Dados	24
3.1	Custos de Transação.....	24
4	Resultados	26
4.1	Portfólios de <i>Momentum</i>	26
4.1.1	<i>Momentum</i> de Curto Prazo.....	27
4.2	Portfólios de Reversão à Média	30
4.2.1	Reversão à Média de Longo Prazo.....	31
4.3	Portfólio Combinado.....	34
4.3.1	Evidências Estatísticas	38
4.4	Custos de Transação.....	39
5	Comentários Finais	40
	Bibliografia.....	42
	Apêndice A – Características dos retornos após divisão de volatilidade	45
	Apêndice B – Desempenho dos melhores períodos de formação para cada estratégia em regimes de baixa volatilidade	47

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 2.1: Detecção de volatilidade pelo S&P.....	20
Figura 2.2: Detecção de volatilidade pelo VIX	21
Figura 4.1: Evolução histórica – portfólios de <i>momentum</i>	26
Figura 4.2: Performance relativa ao S&P (<i>momentum</i>).....	28
Figura 4.3: Evolução histórica – portfólios de reversão à média	30
Figura 4.4: Performance relativa ao S&P (reversão à média)	32
Figura 4.5: Evolução histórica – melhor período de formação por estratégia e combinação...	35
Figura 4.6: Performance relativa ao S&P (melhor período de formação por estratégia e combinação).....	35
Figura 4.7: Histogramas de retornos anuais	37

ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 2.1: Informações sobre ETFs setoriais norte-americanos.....	19
Tabela 2.2: Comparação entre formas de classificação de regimes de volatilidade.....	22
Tabela 4.1: Características dos retornos – portfólios de <i>momentum</i>	27
Tabela 4.2: Comparação entre SPY e <i>momentum</i> de curto prazo em regimes de alta volatilidade	29
Tabela 4.3: Características dos retornos – portfólios de reversão à média.....	31
Tabela 4.4: Comparação entre SPY e reversão à média de longo prazo em regimes de baixa volatilidade	33
Tabela 4.5: Características dos retornos – melhor período de formação por estratégia e combinação.....	36
Tabela 4.6: <i>Alphas</i> das estratégias	38
Tabela 4.7: <i>Turnovers</i> e custos de transação	39
Tabela A.1: Divisão de regimes de volatilidade pelo VIX.....	45
Tabela A.2: Divisão de regimes de volatilidade pelo S&P	46
Tabela B.1: Comparação entre momentum de curto prazo e reversão à média de longo prazo em regimes de baixa volatilidade	47

1 Introdução

1.1 Indústria de Gestão de Portfólios

Segundo Goetzmann (2016), é possível afirmar que existem alternativas de investimentos a pelo menos 4.000 anos, desde a Mesopotâmia, onde funcionava uma espécie de mercado secundário de notas promissórias individuais e certa variedade de investimentos semelhantes à renda variável, com exposição à resultados de expedições marítimas. Goetzmann afirma ainda que até mesmo pessoas de classe média aplicavam nesses ativos.

Mesmo não sendo possível precisar o aparecimento da primeira companhia aberta, pode-se afirmar que algumas sociedades da Roma Antiga já possuíam grande número de proprietários, que não afetavam diretamente a gestão da companhia – se assemelhando às empresas abertas modernas. Sociedades com tais características ressurgiram no começo do século XIV, precedendo em cerca de 3 séculos a criação da Bolsa de Valores de Amsterdam em 1602¹. Rouwenhorst (2016) data o início da indústria de gestão de portfólio em julho de 1774, com a criação do *Eendragt Maakt Magt*.

Desde então o mercado financeiro se desenvolveu e hoje são negociadas empresas de todos os segmentos da economia, chegando a um valor de mercado de aproximadamente 28,5 trilhões de dólares, considerando apenas empresas listadas na NYSE² no final de junho de 2018³, e de aproximadamente 4,2 trilhões de reais (cerca de 1,1 trilhão de dólares) na B3⁴ em 16 de Julho de 2019⁵.

O mercado financeiro se tornou um ambiente de investimentos variados, de complexas especificidades para um investidor comum, possibilitando o crescimento da indústria de *hedge funds*⁶ – que possuíam cerca de 3 trilhões de dólares sob gestão ao redor do mundo no primeiro trimestre de 2019⁷.

¹ Ver *Confusión de Confusiones*, Joseph Penso de la Vega (1668)

² New York Stock Exchange – Bolsa de Valores de Nova Iorque (tradução livre)

³ <https://www.nyse.com/market-cap> (acesso em 18/07/2019)

⁴ Brasil, Bolsa e Balcão: principal bolsa de valores brasileira

⁵ http://www.b3.com.br/pt_br/market-data-e-indices/servicos-de-dados/market-data/consultas/mercado-a-vista/valor-de-mercado-das-empresas-listadas/bolsa-de-valores/ (acesso em 18/07/2019)

⁶ Fundos de investimentos (tradução livre)

⁷ <https://www.barclayhedge.com/solutions/assets-under-management/hedge-fund-assets-under-management/> (acesso em 18/07/2019)

1.2 Hipótese de Eficiência de Mercado

A ideia de que um ambiente tão complexo, com elevado número de participantes teoricamente qualificados e com quantidade exorbitante de capital envolvido é racional soa razoável. Fama (1970) formulou a *Efficient Market Hypothesis*⁸, considerando impossível obter retornos acima do mercado, ajustando-se pelo risco tomado. Teorizou que tal eficiência se manifestava de três formas, sendo considerado mercado forte aquele que nem mesmo informações privilegiadas são capazes gerar retornos acima do mercado, semiforte um mercado onde todas as informações públicas são embutidas no preço dos ativos instantaneamente, sem nenhum viés, e em um mercado de eficiência fraca cotações passadas são incapazes de contribuir na previsão de cotações futuras. Um mercado onde o passado dos preços oferece informação sobre seus retornos futuros seria então considerado como ineficiente.

French (2008) e Fama e French (2010) coletaram evidências que investidores ativos são, na média, superados pelo mercado (considerando taxas cobradas), indicando que o mercado é de algum modo eficiente e que a gestão ativa de portfólios apenas gera custos desnecessários ao investidor. Em 1993, Fama e French aprofundaram o modelo de equilíbrio geral clássico CAPM⁹ proposto por Sharpe (1964, 1966) e Lintner (1965) – que considerava a ideia de racionalidade de agentes, manifestada na relação positiva entre retorno e risco (chamada de β ¹⁰) assumida desde início da teoria moderna de construção de portfólios proposta por Markowitz (1952) – propondo um novo modelo que incorpora outros fatores ao CAPM: SMB¹¹ (tamanho da empresa) e HML¹² (razão valor contábil/valor de mercado), mantendo a defesa da eficiência do mercado. Posteriormente em 2015, Fama e French adicionaram outros dois fatores em seu modelo RMW¹³ (lucratividade) e CMA¹⁴ (perfil de risco dos investimentos da companhia).

Os autores citados nos dois parágrafos anteriores são defensores da racionalidade dos investidores e eficiência de mercado por eles composto. Entretanto existe outra forma de

⁸ Hipótese de Mercado Eficiente (tradução livre)

⁹ *Capital Asset Pricing Model* – Modelo de Precificação de Ativos Financeiros (tradução livre)

¹⁰ Variável que relaciona o retorno de um ativo com o retorno do mercado; $\beta = \frac{cov(r_{ativo}, r_{mercado})}{var(r_{mercado})}$

¹¹ *Small Minus Big* – Pequena Menos Grande (tradução livre)

¹² *High Minus Low* – Alta Menos Baixa (tradução livre)

¹³ *Robust Minus Weak* – Robusta Menos Fraca (tradução livre)

¹⁴ *Conservative Minus Aggressive* – Conservadora Menos Agressiva (tradução livre)

enxergar a racionalidade – ou falta dela – dos agentes do mercado, que vem ganhando cada vez mais notoriedade, conhecida como Finanças Comportamentais.

1.3 Finanças Comportamentais

Dois psicólogos israelenses, reconhecidos como grandes patronos da área, Kahnemam e Tversky (1979, 1992) propuseram uma forma alternativa para a Teoria da Utilidade Esperada Clássica de Von Neumann e Morgenstern (1953), batizada como Teoria do Prospecto. Na introdução do artigo disseram:

Choices among risky prospects exhibit several pervasive effects that are inconsistent with the basic tenets of utility theory. In particular, people underweight outcomes that are merely probable in comparison with outcomes that are obtained with certainty. [...] In addition, people generally discard components that are shared by all prospects under consideration. [...] An alternative theory of choice is developed, in which value is assigned to gains and losses rather than to final assets and in which probabilities are replaced by decision weights.¹⁵ (KAHNEMAM; TVERSKY, 1979, Econometrica 47(2), pg.263)

Kahnemam e Tversky (1979, 1992) passam a considerar uma função de valor côncava (avessa ao risco) para ganhos e convexa (amante do risco) para perdas, além de pesos de decisões menores que as probabilidades reais do evento, excetuando-se pequenas probabilidades (onde o peso de decisão é substancialmente maior que a probabilidade real). O artigo é o mais citado da história entre os publicados na Econometrica segundo Chang, McAleer e Oxley (2010), tendo impacto histórico inegável, principalmente quanto a instigar questionamentos quanto a racionalidade dos agentes – pressuposto básico em diversos modelos.

Kahnemam e Tversky não se limitaram à Teoria do Prospecto, tendo relatado diversos desvios comportamentais que violam pressupostos clássicos de racionalidade, como os vieses de disponibilidade, confirmação, ancoragem (KAHNEMAM; SLOVIC; TVERSKY, 1974),

¹⁵ Escolhas entre prospectos arriscados exibem diversos efeitos difusos inconsistentes com os princípios básicos da Teoria da Utilidade. Em particular, as pessoas subestimam resultados que sejam meramente prováveis em comparação com resultados que serão obtidos com certeza. [...] Além disso, as pessoas geralmente descartam componentes compartilhados por todos os prospectos em consideração. [...] Uma teoria alternativa de escolha é desenvolvida, onde valor é atribuído a ganhos e perdas ao invés da cesta final de bens, e onde probabilidades são substituídas por pesos de decisão. (tradução livre)

*framing*¹⁶ (KAHNEMAM; TVERSKY, 1979), pico-fim (KAHNEMAM et al, 1993) e excesso de confiança (KAHNEMAM, 2011). Seus trabalhos influenciaram outros pesquisadores que tanto estenderam seus trabalhos, como Johnson e Goldstein (2003) e Thaler e Benartzi (2004) estendendo a questão de *framing* para opção padrão, ou relatando outros vieses como desconto hiperbólico (THALER; SHEFRIN, 1981), *sunk cost*¹⁷ (THALER, 1999) e efeito compromisso (SIMONSON, 1989).

1.4 Reversão à Média e *Momentum*

Analogamente a estudos que apontam na direção de comportamento não racional no ser humano, outros trabalhos investigam indícios de não-racionalidade nos retornos de ativos listados em bolsa de valores. De Bondt e Thaler (1985) demonstraram que investir em ativos que apresentaram a pior performance nos últimos anos gera retornos acima do mercado, fenômeno batizado de reversão à média. Os retornos acima descritos aparecem quando considerados períodos de dois a cinco anos para formação do portfólio e dois a três anos de manutenção de investimento. Porteba e Summers (1988) chegam a resultado semelhante, concluindo que seus “resultados sugerem que retornos de ações apresentam correlação serial positiva em períodos de tempo curtos e correlação negativa em períodos mais longos”¹⁸ (PORTEBA; SUMMERS, 1988, *Journal of Financial Economics* 22, pg.53), corroborando com a ideia que existe reversão à média de retornos observados longos períodos de tempo. Tal conceito é de certa forma intuitivo (comprar barato, depois de desvalorizar, e vender mais caro após certo tempo) e está em linha com o conceito clássico de *contrarian investing*¹⁹, popular desde 1954²⁰.

Em contrapartida, Jegadeesh e Titman (1993) descreveram um fenômeno nem tão intuitivo assim, conhecido por *momentum*. Eles mostraram que é vantajoso comprar ações que subiram e vender que as que caíram, especialmente observando retornos do último ano e mantendo o investimento de três a seis meses. Mesmo Grinblatt et al. (1995), Rouwenhorst (1998) e Griffin et al. (2003) encontrando resultados confirmativos do *momentum* de Jegadeesh

¹⁶ Enquadramento (tradução livre)

¹⁷ Custo afundado (tradução livre)

¹⁸ *Our results suggest that stock returns show positive serial correlation over short periods and negative correlation over longer intervals.* (tradução livre)

¹⁹ Investimento contrário (tradução livre)

²⁰ Lançamento do livro *The Art of Contrary Thinking*, de Humphrey B. Neill

e Titman, defensores das finanças tradicionais não consideram tais fatores (reversão à média e *momentum*) como válidos. Fama e French (2015), por exemplo, não fazem nenhuma referência a eles em seu modelo de precificação de cinco fatores.

Pode ser considerado intrigante por muitos dois fatores aparentemente contraditórios continuarem válidos após diversos estudos, se sustentando na mesma área de conhecimento. Wei (2011) tentou responder a pergunta: *Momentum* e reversões coexistem? Sua conclusão é a seguinte:

“Yes.” [...] *this study discovers that, while momentum prevails among small stocks, momentum and reversals coexist among large stocks [...] The momentum/reversal divide is along the volatility dimension: Large-cap/low-volatility stocks exhibit reversals while large-cap/high-volatility stocks experience momentum.*²¹ (WEI, 2011, Abstract²²)

Wei (2011) demonstra que o fator – *momentum* ou reversão à média – prevalecente em uma ação é definido por seu tamanho e volatilidade. Tal resultado é motivação da presente dissertação, que assume comportamento análogo de setores da economia americana a uma grande empresa, testando estratégia de *momentum* em regimes de alta volatilidade de mercado e reversão à média em regimes de baixa volatilidade – considerando desvios do VIX²³ em relação à uma média móvel histórica.

Maheu e McCurdy (2000) utilizaram um modelo *Markov-switching*²⁴ para tentar identificar mercados de alta e baixa, relacionando-os com o nível de volatilidade apresentada. Seus modelos empíricos identificam estados de alto (associado com baixa variância condicional) e baixo retorno (associado com alta variância condicional). Transportando esses resultados para o estudo em curso, associando-os com Wei (2011), portfólios de reversão à média deveriam prevalecer em mercados altistas e de *momentum* em mercados baixistas.

²¹ “Sim.” [...] Esse estudo descobre que, enquanto *momentum* prevalece entre ações de empresas pequenas, *momentum* e reversões coexistem entre ações de empresas grandes [...] A divisão *momentum*/reversão se dá na dimensão de volatilidade: grandes empresas com baixa volatilidade exibem reversões enquanto grandes empresas com alta volatilidade experimentam *momentum*. (tradução livre)

²² Resumo (tradução livre)

²³ *Volatility Index*: Índice de Volatilidade (tradução livre). É um indicador de mercado, medido em tempo real, que representa a expectativa de volatilidade nos próximos 30 dias. É derivada de opções sob o S&P-500 (principal índice de mercado da bolsa americana).

²⁴ Modelo de retorno de ativos que incorpora volatilidade estocástica e componentes de duração heterogênea

1.5 Objetivo da Dissertação

O presente trabalho pretende formar um portfólio composto por setores da economia americana, adquiridos através de ETFs²⁵, variando entre formação por *momentum* (em períodos de alta volatilidade) e reversão à média (em períodos de baixa volatilidade). Para tal são utilizados vinte anos de dados (entre o início de 1999 até o final de 2018) para a elaboração das carteiras. Primeiramente os critérios de formação serão testados separadamente para variados períodos de observação, sendo unificados em uma única estratégia após definição dos períodos de formação ótimos. Foi constatado que, considerando períodos em que estão vigentes, ambas as estratégias geraram retornos acima do S&P-500 – mais notavelmente *momentum* em períodos de crise. O resultado encontrado, observando-se critérios de Índice de Sharpe²⁶ (IS) e *drawdowns*²⁷ em diversas janelas, atesta que o portfólio sugerido é superior ao índice de mercado americano.

O próximo capítulo é dedicado à metodologia empregada na construção dos portfólios e separação entre regimes distintos de volatilidade. O capítulo 3 descreve os dados utilizados na elaboração do trabalho, acompanhado das fontes utilizadas. No capítulo 4 estão apresentados os resultados obtidos no estudo, analisando separada e conjuntamente *momentum* e reversão à média. O último capítulo se dedica a descrever as principais conclusões encontradas e levanta hipóteses para alguns dos comportamentos encontrados.

²⁵ *Exchange-Traded Fund*: Fundo Negociado em Bolsa (tradução livre). Representa um conjunto de ativos, como ações, que espelha um determinado índice.

²⁶ Índice proposto por Sharpe (1966, 1975, 1994) que compara o retorno de um ativo com seu risco;

$$IS = \frac{E[R_{ativo} - R_{livre de risco}]}{\sigma_{ativo}}$$

²⁷ Perda máxima (tradução livre). Representa a maior perda observada a partir do pico de uma estratégia até que um novo máximo seja atingido.

2 Metodologia

O universo de ativos elegíveis para o portfólio será composto pelos 9 ETFs setoriais (ver próximo tópico) criados em 1998, considerado bastante representativo da economia americana e com liquidez suficiente para aproximar o preço de entrada e saída das posições pelo o fechamento do dia.

No presente trabalho foram utilizados 3 períodos para a formação de carteiras: curto (21 dias úteis), médio (126 dias úteis) e longo (252 dias úteis) prazo. Uma vez sendo restrito o universo de ativos, a seleção de investimento será feita pelo tercil mais extremado, resultando na escolha de 3 setores de acordo com o critério de formação da estratégia – reversão à média ou *momentum* – diferentemente dos estudos clássicos de De Bondt & Thaler, R. (1985) e Jegadeesh e Titman (1993), que utilizam quintis. O peso dos setores na composição da carteira será igualmente distribuído (aproximadamente 33,33% para cada).

Na corrente dissertação foi considerado rebalanceamento diário. Dessa forma a carteira de fechamento de cada dia será composta por 3 setores, com pesos igualmente distribuídos. Essa periodicidade de rebalanceamento elevada se faz necessária, mesmo acarretando muitas mudanças na composição da carteira, pois algumas das estratégias estudadas observam um período de formação muito curto (21 dias úteis). Em situações de curto período de observação um período longo de manutenção da carteira ocasionaria perda da conexão entre o portfólio e o critério que pretende replicar.

A grande frequência de rebalanceamento foi mantida mesmo para períodos de formação mais dilatados, garantindo homogeneidade entre os portfólios e tornando justa a comparação entre eles. Entretanto será possível observar no tópico 4.4 que um período de formação maior vem acompanhado de um *turnover*²⁸ sensivelmente menor entre os setores.

Os resultados serão observados na forma de retornos diários, em alguns momentos compostos para facilitar a percepção da evolução das estratégias ao longo do tempo. Os parâmetros para comparação das estratégias serão seus Índice de Sharpe e *drawdowns* históricos, tanto absolutos quanto em janelas de um ano (o período anual foi escolhido arbitrariamente por ser de grande relevância na percepção do investidor comum).

²⁸ Rotatividade (tradução livre). Representa a magnitude da troca de posições de uma estratégia.

2.1 ETFs Setoriais Americanos

Cerca de 3.100²⁹ companhias estão listadas na NYSE. Em um ambiente tão diverso se torna complexo o entendimento aprofundado de percentual relevante dessas empresas, e com o intuito de facilitar o acesso à portfólios bem diversificados, a *State Street Global Advisors* lançou em 1993³⁰ o primeiro ETF listado na bolsa americana (SPY), alcançando enorme sucesso, sendo negociado até a publicação dessa dissertação – permitindo que investidores aplicassem capital em produtos bem mais diversificados do que a ação de uma empresa, com o mesmo esforço e custo de negociação.

Em 16 de Dezembro de 1998 a mesma empresa lançou os ativos que são objeto de estudo dessa dissertação: os ETFs setoriais. Em um primeiro momento foram criados nove³¹ fundos com exposições direcionais a um setor da economia, seguindo como parâmetro um índice de mercado setorial, como descrito na tabela 2.1. Os ETFs são rebalanceados trimestralmente e possuem custo total baixo, de cerca de 0,13% a.a.³².

O estudo em progresso utilizará apenas os 9 fundos originais listados na tabela 2.1, pela melhor liquidez e maior horizonte de análise. Tais fundos são diversificados o suficiente para não apresentarem risco idiossincrático de algum componente – apenas risco específico do setor em questão – tornando razoável afirmar que um portfólio composto por 3 desses fundos é diversificado de riscos específicos de uma companhia.

O SPY, já citado anteriormente, é um ETF que tem como objetivo replicar os rendimentos do S&P-500, sendo composto pelas mesmas empresas constituintes do índice, nas mesmas proporções. Com custo (cerca de 0,0945% a.a.³³) e simplicidade de investimento comparável aos ETFs setoriais que comporão os portfólios da dissertação, será utilizado no presente estudo como equivalente ao índice de mercado americano.

²⁹ Mais precisamente 3.124 empresas. Fonte: <https://www.nasdaq.com/screening/companies-by-industry.aspx?exchange=NYSE> Acesso em 18/07/2019

³⁰ <https://us.spdrs.com/en/general/about-us/index.seam> (acesso em 18/07/2019)

³¹ Posteriormente surgiram outros 3: XLRE (setor imobiliário – criado em 2015), XLC (setor de comunicação – criado em 2018) e XLSR (exposição variável à diversos setores – criado em 2019).

³² <https://us.spdrs.com/etf/the-consumer-discretionary-select-sector-spdr-fund-XLY> (acesso em 18/07/2019)

³³ <https://us.spdrs.com/en/etf/spdr-sp-500-etf-SPY> (acesso em 18/07/2019)

Tabela 2.1: Informações sobre ETFs setoriais norte-americanos

	XLY	XLP	XLE
Índice de referência	<i>Consumer Discretionary Select Sector Index</i>	<i>Consumer Staples Select Sector Index</i>	<i>Energy Select Sector Index</i>
Setor	Consumo Discrecional	Consumo Não-Discrecional	Energia
Componentes do índice	63	33	29
Valor de mercado líquido dos ativos (bilhões de USD)	14,45	12,37	12,02
	XLV	XLV	XLI
Índice de referência	<i>Financial Select Sector Index</i>	<i>Health Care Select Sector Index</i>	<i>Industrial Select Sector Index</i>
Setor	Financeiro	Saúde	Industrial
Componentes do índice	68	62	68
Valor de mercado líquido dos ativos (bilhões de USD)	24,85	17,75	10,33
	XLB	XLK	XLU
Índice de referência	<i>Materials Select Sector Index</i>	<i>Technology Select Sector Index</i>	<i>Utilities Select Sector Index</i>
Setor	Materiais	Tecnologia	Utilidade Pública
Componentes do índice	28	67	28
Valor de mercado líquido dos ativos (bilhões de USD)	4,53	21,50	10,01

Resumo de algumas características dos fundos setoriais objeto da presente dissertação, como índice de benchmark, setor, quantidade de ações no fundo e seu valor de mercado.

Fonte: <https://us.spdrs.com/en/> (acesso em 18/07/2019)

2.2 Divisão Entre Regimes de Volatilidade

Wei (2011) demonstra que *momentum* e reversão à média coexistem, porém o fator dominante nos retornos de um ativo depende, basicamente, de sua volatilidade e do tamanho da empresa. Os achados de Wei apontam que para pequenas empresas o *momentum* prevalecerá, porém em empresas grandes será variável de acordo com a própria volatilidade, sendo prevalecente *momentum* em ações voláteis e reversão à média em empresas que apresentam retornos pouco voláteis.

Como dito anteriormente, a abordagem deste trabalho consistirá em considerar os índices setoriais como grandes empresas, onde qualquer um dos fatores pode se fazer dominante. Entretanto ao invés de se considerar a volatilidade histórica do ativo (setor), o fator

de formação do portfólio será definido de acordo com o regime de volatilidade identificado no mercado – aproximando a volatilidade do mercado à dos setores que o compõe.

Duas formas de separação entre regimes de baixa e alta volatilidade foram testadas. Os resultados obtidos e a escolha da forma mais adequada são desenvolvidos nos tópicos a seguir.

2.2.1 Regimes Definidos Pelo S&P-500

Maheu e McCurdy (2000) levantam evidências de que há diferenças na volatilidade entre mercados em alta e em baixa. Inspirada nesse estudo foi realizada uma divisão de regimes de volatilidade distintos baseada na evolução do preço do S&P-500, transformando-a em indicador de regime de volatilidade. Foi considerada a clássica média móvel dos últimos 200 dias do SPY, sendo mercado altista (preço atual acima da média histórica) de baixa volatilidade e baixista (preço atual abaixo da média histórica) de alta volatilidade. A figura 2.1 ilustra a divisão dos períodos, evidenciando considerável número de ruídos, com períodos curtos classificados como de alta volatilidade, porém sem *drawdowns* expressivos ou elevação real na volatilidade (quantificado na tabela 2.2).

Figura 2.1: Detecção de volatilidade pelo S&P

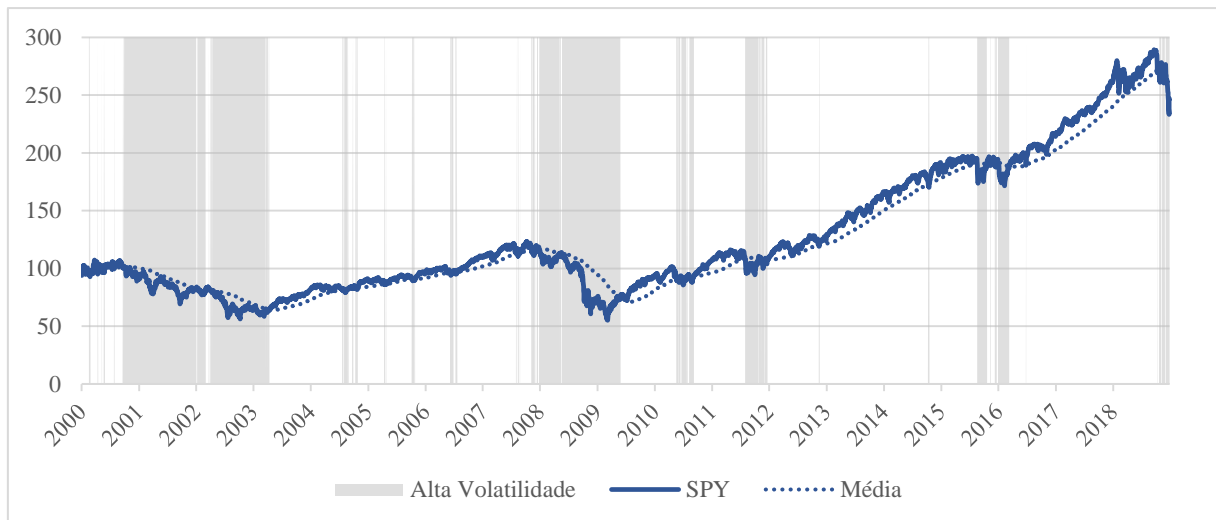


Gráfico com o retorno acumulado do SPY e sua média móvel de 200 dias. Ressalta momentos em que o SPY está abaixo da média móvel, classificados como regimes de alta volatilidade.

2.2.2 Regimes Definidos Pelo VIX

Outra forma de separar o nível de volatilidade do mercado é utilizando o VIX (ver nota de rodapé 23). Teoricamente aumentos do nível do índice representam mudanças nas expectativas de volatilidade do mercado, sendo potencialmente um sinalizador antecipador de volatilidade. Caso os resultados de Maheu e McCurdy (2000) se sustentem, esse indicativo também deveria separar mercados de alta (VIX não estressado) e baixa (VIX estressado).

Será considerado ponto de entrada em períodos de estresse quando o índice superar seu valor médio dos últimos 5 anos acrescido de um desvio padrão (calculado considerando observações do último ano) e ponto de saída quanto o VIX retornar para valores abaixo da média móvel de 5 anos.

Foi definido um período mais dilatado (5 anos) para cálculo da média de volatilidade com o objetivo de capturar o comportamento do VIX em maior diversidade de cenários, englobando ciclos diversos de alta e baixa em prazo mais longo. O período mais curto (1 ano) considerado para o cálculo dos desvios padrões objetiva capturar desvios no comportamento mais recente da volatilidade do mercado, indicando possíveis mudanças no perfil de comportamento do regime atuante. A figura 2.2 ilustra a divisão dos períodos por esse critério.

Figura 2.2: Detecção de volatilidade pelo VIX

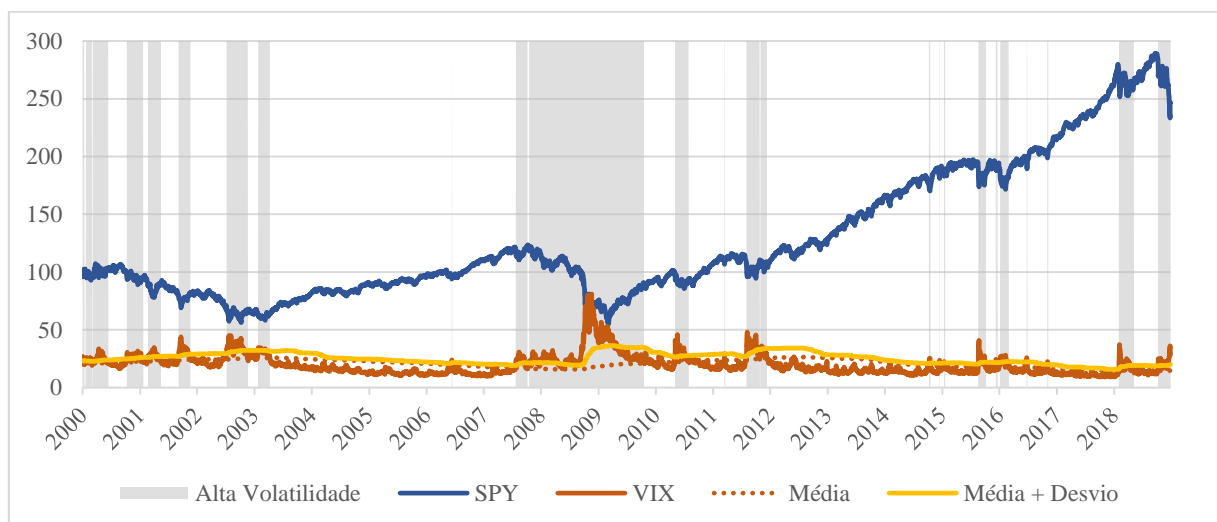


Gráfico com o retorno acumulado do SPY acompanhado do VIX – índice, média móvel de 5 anos e média móvel de 5 anos somada de um desvio padrão (calculado observando o último ano). Ressalta momentos em que o VIX está acima do valor da média mais um desvio, classificados como regimes de alta volatilidade.

2.2.3 Comparação Entre Formas de Divisão

Uma comparação direta entre as formas de divisão de volatilidade está expressa na tabela 2.2, que quantifica o número de regimes de alta volatilidade separados por cada metodologia, juntamente com as diferenças de volatilidade e *drawdowns* observados nesses períodos, além de colocar o número períodos curtos classificados como de alta volatilidade (considerados como ruídos indesejáveis).

Tabela 2.2: Comparação entre formas de classificação de regimes de volatilidade

	VIX	S&P
Períodos de alta volatilidade	25	72
Períodos menores que 5 dias	5	43
Volatilidade alta média*	25.72%	21.38%
Volatilidade baixa média*	13.29%	14.94%
<i>Drawdown</i> médio em alta volatilidade*	-11.90%	-8.92%
<i>Drawdown</i> médio em baixa volatilidade*	-6.33%	-4.14%

Características médias dos regimes separados pelas formas de classificação propostas. A volatilidade está anualizada. No cálculo das informações marcadas por * foram considerados apenas regimes que consistem de pelo menos 5 dias úteis consecutivos – série completa no apêndice A.

A comparação entre as figuras 2.1 e 2.2 e a tabela 2.2 permite concluir que o indicador de volatilidade pelo VIX é mais assertivo, alternando menos vezes entre regimes, ocasionando menos entradas curtas e indicando melhor grandes variações de volatilidade e *drawdowns*. Portanto a dissertação manterá foco na segunda forma de detecção de regime vigente de volatilidade, utilizando o VIX.

2.3 Desenvolvimento

O desenvolvimento do presente trabalho primeiramente focará em testar o desempenho das carteiras de *momentum* e reversão à média separadamente. O comportamento das estratégias será observado para todos os períodos de formação descritos no início deste capítulo, especialmente os resultados particionados para regimes distintos de volatilidade. A ideia é observar primeiramente se existe *alpha*³⁴ nas estratégias como um todo e, posteriormente, inferir se a vantagem em relação ao mercado foi obtida em regime específico de volatilidade.

Em um segundo momento a dissertação focará na formação de estratégia que varia o critério de formação de acordo com o regime de volatilidade detectado no mercado, testando a hipótese levantada de que portfólio de *momentum* performam melhor em regimes voláteis e a reversão à média apresenta seus melhores resultados em momentos de calmaria – inspirado nos achados de Wei (2011).

³⁴ Medida de retorno ativo de um investimento, comparando-o com índice de mercado apropriado, descontando a taxa livre de risco e se ajustando para o nível de volatilidade apresentado.

3 Dados

O período de análise está compreendido entre janeiro de 1999 e dezembro de 2018, totalizando 20 anos de histórico. Os setores na economia americana serão aproximados por suas respectivas ETFs (descritas tópico 2.1), o índice de mercado será o S&P-500 (SPY) e a taxa livre de risco estadunidense será a taxa de juros de um dia do FED (FEDL01 Index na *Bloomberg*[®]).

Os retornos diários serão calculados pela razão dos preços de fechamento de dias úteis consecutivos. Toda movimentação, seja de compra ou venda, de ativos é considerada realizada no preço de fechamento. Essa aproximação se torna razoável devido à alta liquidez dos ETFs setoriais que compõem o estudo.

As séries de preços dos ETFs setoriais e do SPY foram obtidas pelo *Yahoo! Finance*[®] e a fonte da taxa livre de risco foi a *Bloomberg*[®].

3.1 Custos de Transação

A metodologia descrita no capítulo 2 é intensiva em negociação por natureza, e mesmo com a existência de corretoras que ofereçam custo zero para pessoas físicas (como *Robinhood* e *Charles Schwab* – apenas para ETFs – nos Estados Unidos e a Clear no Brasil), ainda é razoável a utilização de um custo de transação conservador, pois grandes gestoras não costumam ter disponível negociação gratuita – e são elas que tem a capacidade de fechar qualquer tipo de ineficiência de mercado.

No presente estudo será considerado o custo médio de duas gestoras brasileiras, uma com aproximadamente 20 bilhões de reais sob gestão e recorrentes operações no exterior e outra com cerca de 1,5 bilhão de reais de patrimônio e operações muito esporádicas no mercado americano. A diferença de corretagem pagas pelas gestoras é de aproximadamente 6,25 vezes (\$0,0024 contra \$0,015 por unidade operada), sendo considerado um valor de aproximadamente \$0,0087 por unidade operada. O custo pode ser considerado conservador pois nenhuma das gestoras está entre as maiores do mundo e não são focadas em investimentos no exterior, fatores que diminuiriam a corretagem.

Para se adequar à metodologia escolhida de retornos diários, o custo de trading será calculado como múltiplo do *turnover*, diariamente. Se faz necessária uma transformação do

custo por unidade para percentual do patrimônio transacionado, sendo utilizado o preço médio das ETFs setoriais no fechamento do ano de 2018 – data onde o custo de corretagem foi obtido com as gestoras. O resultado obtido foi que o custo de operação de 100% de um portfólio composto de ativos no preço médio considerado é de 0,015%. O custo obtido é da mesma ordem de grandeza do utilizado por Rubesam e Beltrame (2013) e Reis (2018), sendo levemente inferior devido a maior profundidade e desenvolvimento do mercado americano. Diferentemente de Rubesam e Beltrame (2013), esse trabalho não utilizará estimativa de custo para a diferença *bid-offer*³⁵, uma vez que os ativos que compõe os portfólios são extremamente líquidos.

Por fim, serão desconsiderados todos os custos de liquidação com a bolsa³⁶, por serem desprezíveis em relação aos custos de transação conservadores explicados no parágrafo anterior.

³⁵ Pedido-oferta (tradução livre). Referente à diferença nos valores das ordens de compra e venda no mercado.

³⁶ Dados de 2019 obtidos em https://www.nyse.com/publicdocs/nyse/markets/nyse/NYSE_Price_List.pdf acesso em (acesso em 18/07/2019)

4 Resultados

Este capítulo apresenta os resultados obtidos, tanto nos portfólios de *momentum* e reversão à média separadamente quanto em conjunto (selecionados de acordo com o regime de volatilidade detectado).

As performances serão demonstradas, individualmente e relativas ao S&P, assim como indicadores de Sharpe e *drawdown* (considerando o período completo e janelas móveis de 12 meses). Posteriormente os retornos serão consolidados mensalmente e a significância estatística do intercepto será testada, como proposto formalmente por Fama e French (1993), e utilizado de forma análoga anteriormente por De Bondt, & Thaler (1985) e Jegadeesh (1990).

4.1 Portfólios de *Momentum*

Os portfólios serão compostos considerando o retorno acumulado em diferentes períodos: 1 mês (21 dias úteis – curto prazo), 6 meses (126 dias úteis – médio prazo) e 1 ano (252 dias úteis – longo prazo). A carteira será rebalanceada diariamente, comprando ETFs dos 3 setores de melhor performance (maior retorno acumulado) no período. Os resultados ilustrados na figura 4.1 mostram que tais estratégias obtiveram retorno superior ao S&P quando consideramos todo o período de análise, com destaque para o período de formação de 1 mês.

Figura 4.1: Evolução histórica – portfólios de *momentum*

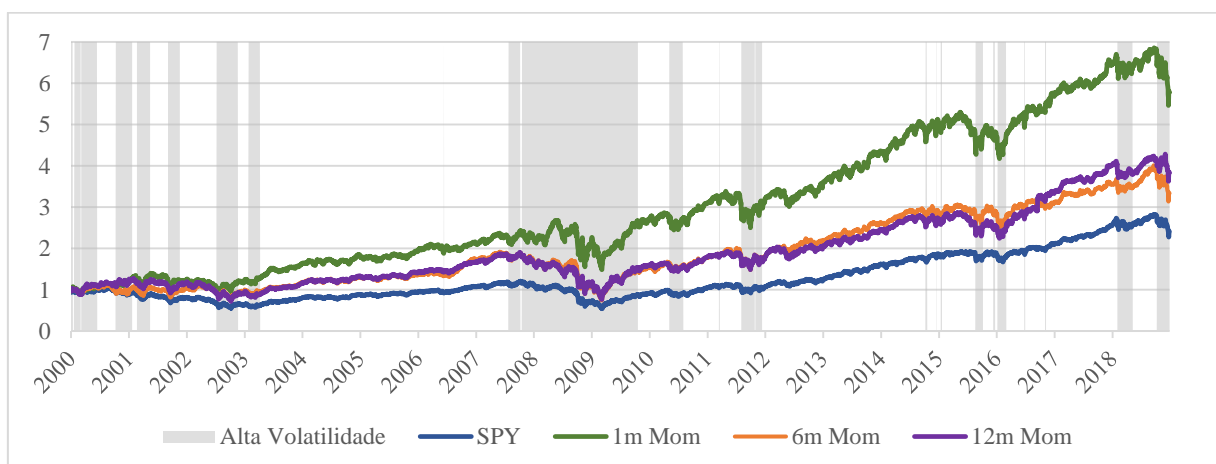


Gráfico apresenta a evolução histórica do retorno acumulado dos portfólios elaborados observando a estratégia de momentum com diferentes períodos de formação (21, 126 e 252 dias úteis), com rebalanceamento diário, juntamente com o SPY.

A tabela 4.1 quantifica a melhor performance do portfólio de *momentum* de curto prazo (período de formação de 1 mês). Excetuando-se indicadores de volatilidade e de *drawdown* médio, a referida estratégia é superior em todas as medidas – até mesmo em comparação ao S&P. Cabe colocar que até mesmo o indicador de *drawdown* médio seria melhor em caso de ajuste do nível da volatilidade pela adição de ativo livre de risco.

Tabela 4.1: Características dos retornos – portfólios de *momentum*

Período Completo	Retorno Anualizado	Índice de Sharpe	Volatilidade Anualizada	Máximo <i>Drawdown</i>	
SPY	4.73%	0.26	19.25%	-55.19%	
1m Mom	9.68%	0.48	21.90%	-44.69%	
6m Mom	6.54%	0.33	22.70%	-61.55%	
12m Mom	7.33%	0.37	22.54%	-59.96%	

Janelas Anuais	Retorno Médio	IS Médio	Volatilidade Média	<i>Drawdown</i> Médio	<i>Drawdown</i> Máximo
SPY	7.23%	0.73	17.21%	-14.88%	-51.48%
1m Mom	11.38%	0.80	19.54%	-15.33%	-44.69%
6m Mom	8.75%	0.74	19.73%	-16.48%	-57.32%
12m Mom	9.10%	0.78	19.67%	-16.40%	-54.36%

Tabela resumindo características dos portfólios constituídos por estratégias de *momentum* e do próprio SPY. Os indicadores são observados tanto em sua totalidade (primeira tabela) quanto em janelas móveis de 12 meses (segunda tabela), consideradas as intersecções. Os valores de volatilidade estão anualizados de acordo com a fórmula $vol_{anual} = vol_{diária} * \sqrt{252}$.

4.1.1 *Momentum* de Curto Prazo

Uma vez definido que o melhor período de formação estudado é o de 21 dias úteis, essa seção se propõe a explorar mais profundamente suas especificidades, iniciando pelo momento em que o retorno acima do mercado é obtido.

A figura 4.2 ilustra o desempenho relativo ao S&P-500 dos portfólios de *momentum* para todos os períodos de formação estudados. Salta aos olhos que, relativamente ao S&P, o portfólio de *momentum* de curto prazo é capaz de gerar *alpha* em regimes detectados como de alta volatilidade (fundo cinza), acompanhada de baixa no índice, como apontado por Maheu e McCurdy (2000). É interessante ressaltar que a performance relativa superior em crises de mercado é obtida apenas com compra de ativos, sem a necessidade de gerar exposição negativa ao mercado – como em um hedge tradicional realizado por venda de índice no mercado futuro,

compra de opções de venda fora do dinheiro³⁷ ou mesmo venda dos setores de pior *momentum*. Por outro lado, embora capazes de gerar retornos absolutos superiores ao mercado, períodos de formação mais esticados não demonstraram a mesma elasticidade de ganhos em regimes de alta volatilidade, caminhando lateralmente ao SPY durante quase todo período estudado.

Figura 4.2: Performance relativa ao S&P (*momentum*)

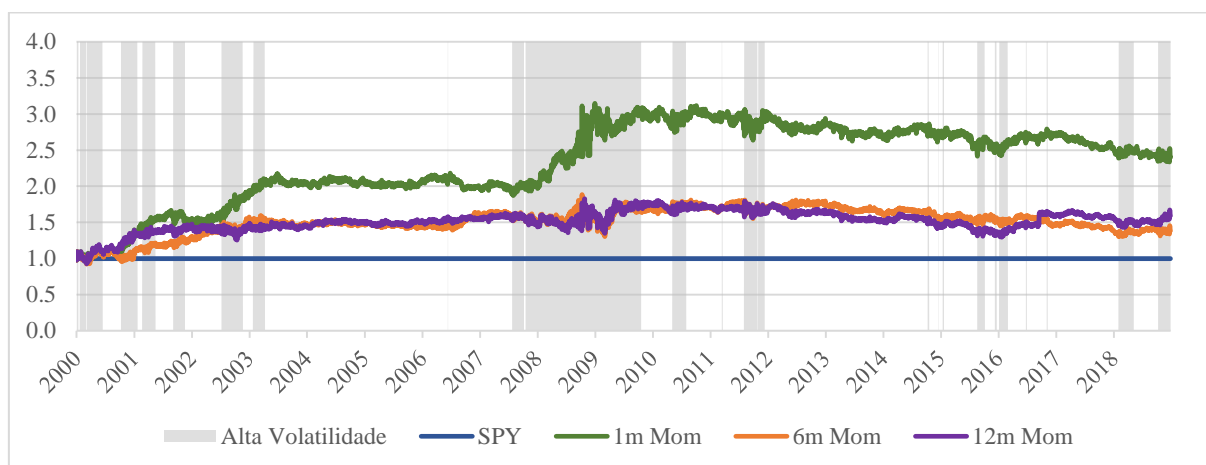


Gráfico apresenta a evolução histórica da razão dos retornos acumulados dos portfólios elaborados se observando a estratégia de momentum considerados diferentes períodos de formação (21, 126 e 252 dias úteis), sobre o SPY.

A tabela 4.2 compara indicadores do S&P e do portfólio de *momentum* de curto prazo apenas considerando períodos classificados como regimes de alta volatilidade por pelo menos 5 dias úteis consecutivos. Sua análise aponta para excelente consistência do portfólio em estudo, apresentando retornos superiores aos SPY em 18 dos 20 períodos, *drawdown* médio marginalmente melhor (10,56% vs. 11,90%) e volatilidade média semelhante (27,65% vs. 25,72%).

³⁷ Opções de venda são contratos que conferem ao titular o direito – e não a obrigação – de vender determinado ativo a um preço acordado em uma data de vencimento preestabelecida. É considerada fora do dinheiro quando o preço acordado para venda do ativo é menor que sua cotação atual.

Tabela 4.2: Comparação entre SPY e *momentum* de curto prazo em regimes de alta volatilidade

Duração (Dias Úteis)	Retorno	SPY Volatilidade Anualizada	Máximo <i>Drawdown</i>	Retorno	1m Mom Volatilidade Anualizada	Máximo <i>Drawdown</i>
9	-1.28%	39.90%	-6.21%	7.11%	29.77%	-3.42%
28	-4.09%	23.38%	-7.69%	-6.26%	22.66%	-10.25%
70	6.06%	27.36%	-11.44%	21.58%	28.22%	-8.52%
71	-3.34%	26.93%	-11.92%	16.92%	34.55%	-7.71%
58	0.56%	26.93%	-13.27%	8.97%	32.60%	-14.47%
49	2.20%	25.35%	-14.12%	0.80%	29.69%	-14.62%
96	-5.39%	34.02%	-20.01%	14.70%	36.42%	-16.84%
52	1.16%	22.55%	-6.89%	9.21%	21.30%	-5.63%
52	2.73%	19.28%	-6.97%	10.48%	21.31%	-6.83%
504	-25.16%	35.08%	-54.66%	14.58%	40.89%	-44.69%
60	-5.16%	26.00%	-12.57%	2.97%	30.43%	-11.62%
60	2.48%	36.27%	-12.42%	3.11%	44.27%	-15.17%
29	-1.03%	27.28%	-9.02%	3.83%	28.77%	-8.20%
6	-2.22%	14.59%	-3.36%	1.21%	19.35%	-2.40%
5	0.49%	12.64%	-1.51%	3.01%	14.08%	-1.01%
33	-1.75%	27.21%	-8.23%	6.73%	29.17%	-6.21%
7	-1.46%	21.76%	-3.28%	0.92%	20.46%	-3.55%
37	-0.36%	22.01%	-8.03%	6.52%	24.98%	-6.13%
66	-4.83%	20.80%	-8.51%	-2.25%	18.98%	-5.86%
55	-13.29%	24.95%	-17.99%	-11.27%	25.15%	-18.12%

Retorno, volatilidade anualizada e *drawdown* observados no SPY e no portfólio de *momentum* com período de formação de 21 dias úteis. Foram considerados apenas períodos classificados como regimes de alta volatilidade por pelo menos 5 dias úteis consecutivos. Os valores de volatilidade estão anualizados de acordo com a fórmula $\text{vol}_{\text{anual}} = \text{vol}_{\text{diária}} * \sqrt{252}$.

Mesmo sendo capaz de gerar *alpha* considerando todo o período, os portfólios de *momentum* estudados possuem uma característica notável que é indesejada por investidores: performances relativas ruins em períodos em que o S&P está em alta (observar tendência negativa na figura 4.2 no período pós-2009). Esse aspecto coloca em dúvidas a capacidade da estratégia de superar o mercado em regimes de bonança e baixa volatilidade.

4.2 Portfólios de Reversão à Média

Os portfólios serão compostos considerando o retorno acumulado em diferentes períodos: 1 mês (21 dias úteis – curto prazo), 6 meses (126 dias úteis – médio prazo) e 1 ano (252 dias úteis – longo prazo). A carteira será rebalanceada diariamente, comprando ETFs dos 3 setores de pior performance (menor retorno acumulado) no período. Os resultados demonstrados na figura 4.3 ilustram que tais estratégias tiveram alguma dificuldade de superar o índice de mercado em retornos absolutos, e apenas o período de formação considerado de longo prazo (12 meses) foi capaz de superar o S&P.

Figura 4.3: Evolução histórica – portfólios de reversão à média

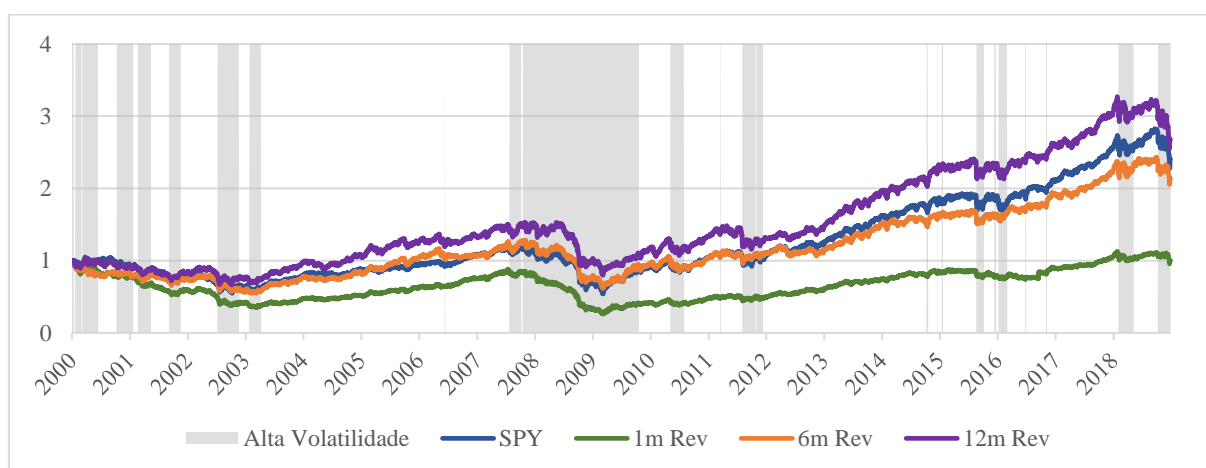


Gráfico apresenta a evolução histórica do retorno acumulado dos portfólios elaborados observando a estratégia de reversão à média considerados diferentes períodos de formação (21, 126 e 252 dias úteis), com rebalanceamento diário, juntamente com o SPY.

Uma comparação numérica direta entre as estratégias de reversão à média e o SPY (tabela 4.3) não é conclusiva sobre qual apresentou as melhores características para o investidor final. Mesmo a reversão à média de longo prazo apresentando melhor retorno, índice de sharpe, volatilidade e máximo *drawdown* quando observado o período como um todo, essas vantagens são mitigadas quando consideradas janelas móveis de 12 meses, onde à reversão chega a apresentar menor índice de sharpe na média.

Tabela 4.3: Características dos retornos – portfólios de reversão à média

Período Completo	Retorno Anualizado	Índice de Sharpe	Volatilidade Anualizada	Máximo Drawdown	
SPY	4.73%	0.26	19.25%	-55.19%	
1m Rev	-0.01%	0.00	18.47%	-73.82%	
6m Rev	4.08%	0.22	17.47%	-52.04%	
12m Rev	5.32%	0.30	17.75%	-47.80%	

Janelas Anuais	Retorno Médio	IS Médio	Volatilidade Média	Drawdown Médio	Drawdown Máximo
SPY	7.23%	0.73	17.21%	-14.88%	-51.48%
1m Rev	4.19%	0.56	16.94%	-16.59%	-63.75%
6m Rev	7.19%	0.61	16.53%	-14.56%	-49.40%
12m Rev	7.99%	0.67	16.81%	-14.53%	-47.80%

Tabela resumindo características dos portfólios constituídos por estratégias de reversão à média e do próprio SPY. Os indicadores são observados tanto em sua totalidade (primeira tabela) quanto em janelas móveis de 12 meses (segunda tabela), consideradas as intersecções. Os valores de volatilidade estão anualizados de acordo com a fórmula $vol_{anual} = vol_{diária} * \sqrt{252}$.

4.2.1 Reversão à Média de Longo Prazo

Uma vez definido o melhor período de formação como sendo o de 252 dias úteis, deve-se explorar a fundo suas especificidades. Primeiramente, de forma análoga ao realizado para o portfólio de *momentum* de curto prazo, o foco será determinar o intervalo de tempo onde a estratégia apresente melhor desempenho.

A figura 4.4 representa graficamente a evolução dos retornos acumulados dos portfólios de reversão à média em razão ao do SPY. Tal gráfico torna evidente que o portfólio de reversão à média de longo prazo concentra a maior parte de seus ganhos relativos ao mercado em momentos detectados como de baixa volatilidade (fundo branco), especialmente no período pré-2008.

Figura 4.4: Performance relativa ao S&P (reversão à média)

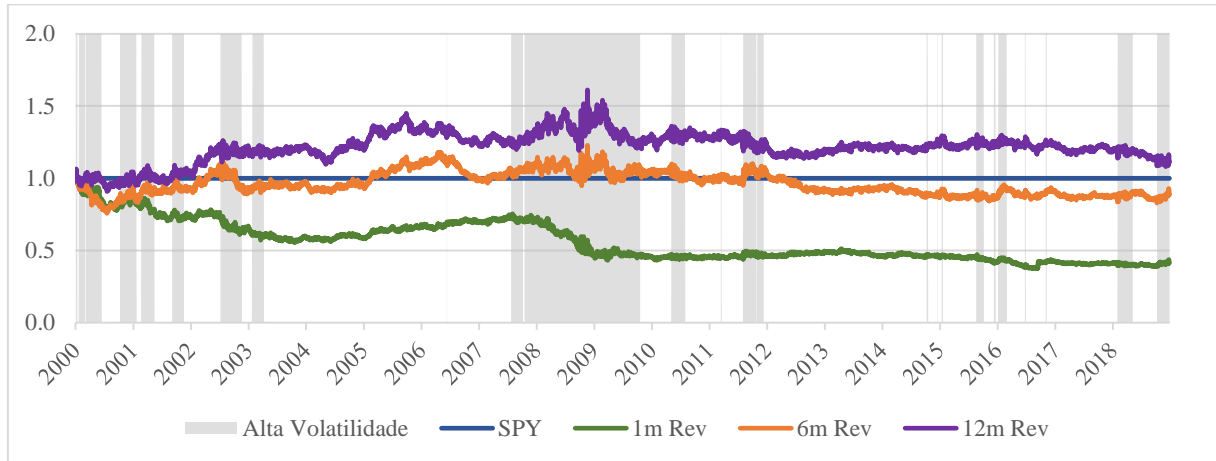


Gráfico apresenta a evolução histórica da razão dos retornos acumulados dos portfólios elaborados se observando a estratégia de reversão à média considerados diferentes períodos de formação (21, 126 e 252 dias úteis), sobre o SPY.

A tabela 4.4 compara indicadores do S&P e do portfólio de reversão à média de longo prazo apenas nos momentos classificados como regime de baixa volatilidade por pelo menos 5 dias úteis consecutivos. Os resultados não são tão expressivos quanto os do item 4.1.1, e a comparação não aponta para diferenciação positiva expressiva sob o índice. Em apenas 5 dos 22 períodos separados apresenta retorno superior ao índice, sem grandes diferenciações de volatilidade média (14,65% vs. 13,88%) e *drawdown* médio (7,28% vs. 6,68%). Entretanto na comparação com o portfólio de *momentum* apresentada no apêndice B a reversão à média de longo prazo apresenta resultados substancialmente melhores (superando a estratégia de *momentum* de curto prazo em 15 dos 22 períodos), possibilitando uma estratégia mista entre as duas – alternando-as de acordo com o regime de volatilidade presente.

Tabela 4.4: Comparação entre SPY e reversão à média de longo prazo em regimes de baixa volatilidade

Duração (Dias Úteis)	Retorno	S&P Volatilidade Anualizada	Máximo <i>Drawdown</i>	Retorno	12m Rev Volatilidade Anualizada	Máximo <i>Drawdown</i>
5	-0.39%	16.63%	-1.74%	-3.62%	20.81%	-3.62%
81	-4.84%	14.98%	-7.97%	-6.13%	14.92%	-9.20%
21	-6.88%	16.77%	-8.92%	-0.42%	10.53%	-4.30%
78	-9.49%	16.54%	-13.68%	-11.60%	13.79%	-11.72%
157	-14.46%	19.54%	-18.86%	-2.95%	17.09%	-11.50%
43	-6.03%	21.76%	-7.93%	-8.70%	19.88%	-10.06%
799	50.16%	11.46%	-7.53%	61.59%	14.48%	-12.95%
279	25.57%	10.59%	-5.95%	15.18%	12.80%	-5.98%
8	-0.86%	9.61%	-1.78%	-3.22%	17.58%	-3.54%
136	7.42%	15.20%	-7.97%	8.96%	19.19%	-11.33%
157	17.83%	13.57%	-6.87%	13.38%	14.50%	-6.20%
95	-0.75%	13.49%	-7.56%	-10.40%	20.09%	-14.60%
710	65.11%	11.75%	-9.69%	64.34%	11.69%	-7.81%
40	5.86%	10.86%	-4.08%	6.09%	10.43%	-3.83%
17	0.70%	16.37%	-4.26%	-0.30%	13.04%	-3.70%
147	1.40%	11.63%	-4.05%	-3.89%	12.93%	-6.47%
45	3.24%	12.99%	-4.01%	1.30%	14.07%	-4.42%
10	-1.41%	14.60%	-4.14%	-4.06%	15.11%	-5.61%
80	7.52%	9.57%	-2.81%	4.93%	9.61%	-3.79%
89	3.74%	9.62%	-3.78%	0.62%	10.42%	-4.95%
309	34.86%	6.98%	-2.61%	27.14%	9.44%	-4.79%
107	8.65%	7.87%	-3.00%	-2.05%	11.33%	-6.66%

Retorno, volatilidade anualizada e *drawdown* observados no SPY e no portfólio de reversão à média com período de formação de 256 dias úteis. Foram considerados apenas períodos classificados como regimes de baixa volatilidade por pelo menos 5 dias úteis consecutivos. Os valores de volatilidade estão anualizados de acordo com a fórmula $\text{vol}_{\text{anual}} = \text{vol}_{\text{diária}} * \sqrt{252}$.

4.3 Portfólio Combinado

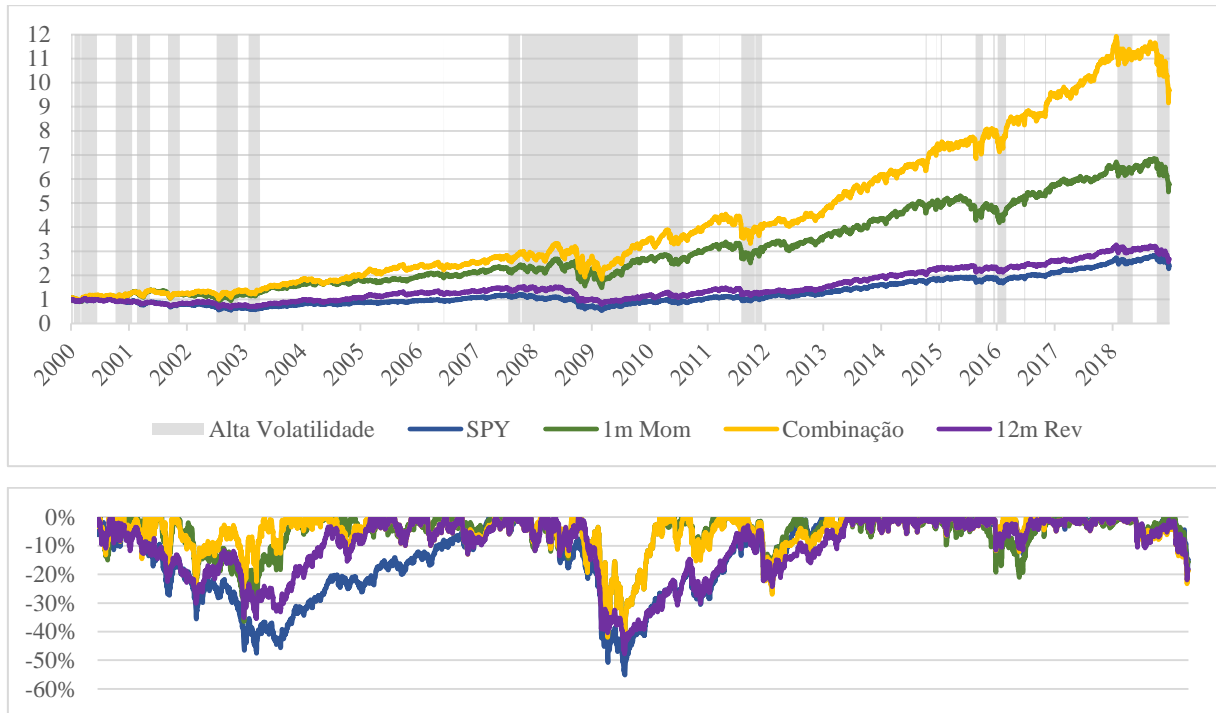
Neste tópico será testado um portfólio combinado entre as duas estratégias: *momentum* e reversão à média. O portfólio resultante terá como regra de formação o *momentum* de curto prazo quando o regime detectado for de alta volatilidade e reversão à média de longo prazo quando o regime for de baixa volatilidade. No cálculo dos retornos será considerado o custo de transação envolvido na troca de uma estratégia para outra.

O primeiro gráfico da figura 4.5 demonstra que a evolução do retorno acumulado da estratégia resultante da combinação de *momentum* e reversão à média apresentou retornos absolutos consideravelmente superiores a qualquer outro portfólio estudado na presente dissertação, sem apresentar *drawdowns* muito relevantes – principalmente em comparação ao S&P.

O segundo gráfico da figura 4.5 ilustra como o comportamento dos *drawdowns* da estratégia combinada de *momentum* e reversão são menos hostis ao investidor, principalmente nos momentos de grande estresse no mercado acionário americano observados no início dos anos 2000 e nos anos 2007/08. É notório que mesmo sofrendo perdas no período, com *drawdowns* relevantes, o desempenho relativo da estratégia em relação ao S&P é muito positivo, experimentando perdas de menor expressão e apresentado maior velocidade de recuperação.

Quando se observa o gráfico de performance relativa ao S&P (figura 4.6) fica nítido que a alternância entre estratégias de formação melhora muito o desempenho global. Tomando como ponto de comparação a melhor estratégia individual (*momentum* de 1 mês – linha verde), a troca para reversão a média de 12 meses em períodos de baixa volatilidade não só preserva a diferenciação relativa ao índice obtida em momentos de alta volatilidade, mas também possibilita obtenção de retornos maiores. É notável que o gráfico de performance relativa ao SPY da estratégia combinada (linha amarela) não apresenta períodos prolongados apontado para baixa, se mantendo distante, ou se distanciando, do índice.

Figura 4.5: Evolução histórica – melhor período de formação por estratégia e combinação



O primeiro gráfico apresenta a evolução histórica do retorno acumulado dos melhores portfólios analisados observando a estratégia de *momentum* de 21 dias úteis (curto prazo), reversão é média de 252 dias úteis (longo prazo) e uma combinação entre elas de acordo com o regime de volatilidade atuante, com rebalanceamento diário, juntamente com o SPY. O segundo mostra os *drawdowns* dos retornos apresentados no primeiro.

Figura 4.6: Performance relativa ao S&P (melhor período de formação por estratégia e combinação)

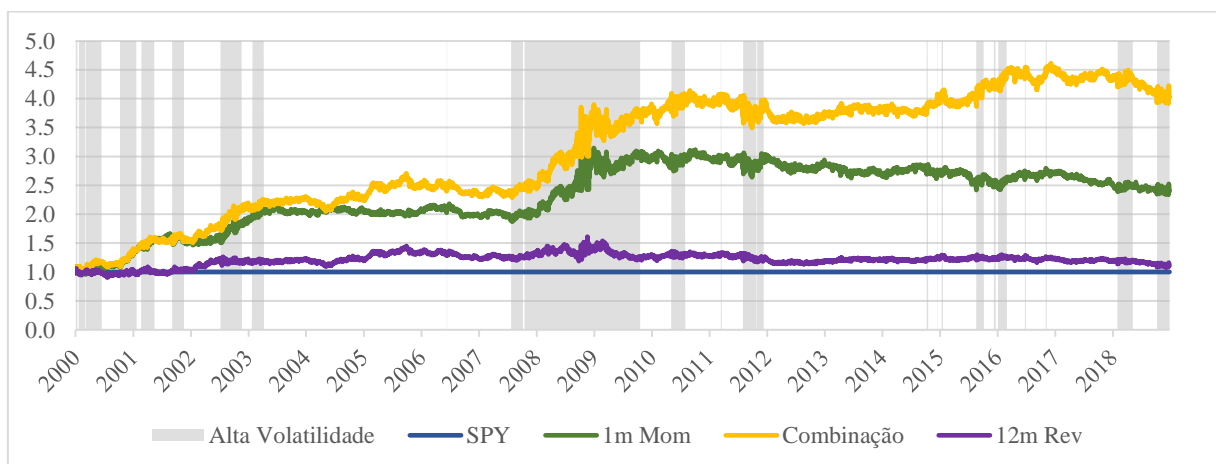


Gráfico apresenta a evolução histórica da razão dos retornos acumulados dos portfólios elaborados se observando a estratégia de *momentum* de 21 dias úteis (curto prazo), reversão é média de 252 dias úteis (longo prazo) e uma combinação entre elas de acordo com o regime de volatilidade atuante, sobre o SPY.

A ideia de que os portfólios de *momentum* de curto prazo e reversão à média de longo prazo se complementam, apresentando melhor desempenho em períodos diferentes, defendida inicialmente no final no tópico 4.2.1, se sustenta novamente na comparação quantitativa trazida na tabela 4.5. A combinação entre as estratégias apresentou desempenho superior em todas as características de retornos observadas, com exceção da volatilidade (que pode ser mitigada com investimento parcial em ativo livre de risco) e do *drawdown* médio em janelas de 12 meses (0,01% maior que o do S&P). Entretanto a maior volatilidade é compensada com maior retorno, resultando em melhor retorno ajustado ao risco (representado por um maior Índice de Sharpe) e a diferença entre os *drawdowns* médios em janelas de 12 meses pode ser considerada irrelevante dado a magnitude dos valores (diferença de 0,01% com base de 14,89%).

Tabela 4.5: Características dos retornos – melhor período de formação por estratégia e combinação

Período Completo	Retorno Anualizado	Índice de Sharpe	Volatilidade Anualizada	Máximo <i>Drawdown</i>	
SPY	4.73%	0.26	19.25%	-55.19%	
1m Mom	9.68%	0.48	21.90%	-44.69%	
12m Rev	5.32%	0.30	17.75%	-47.80%	
Combinação	12.69%	0.63	21.76%	-44.69%	

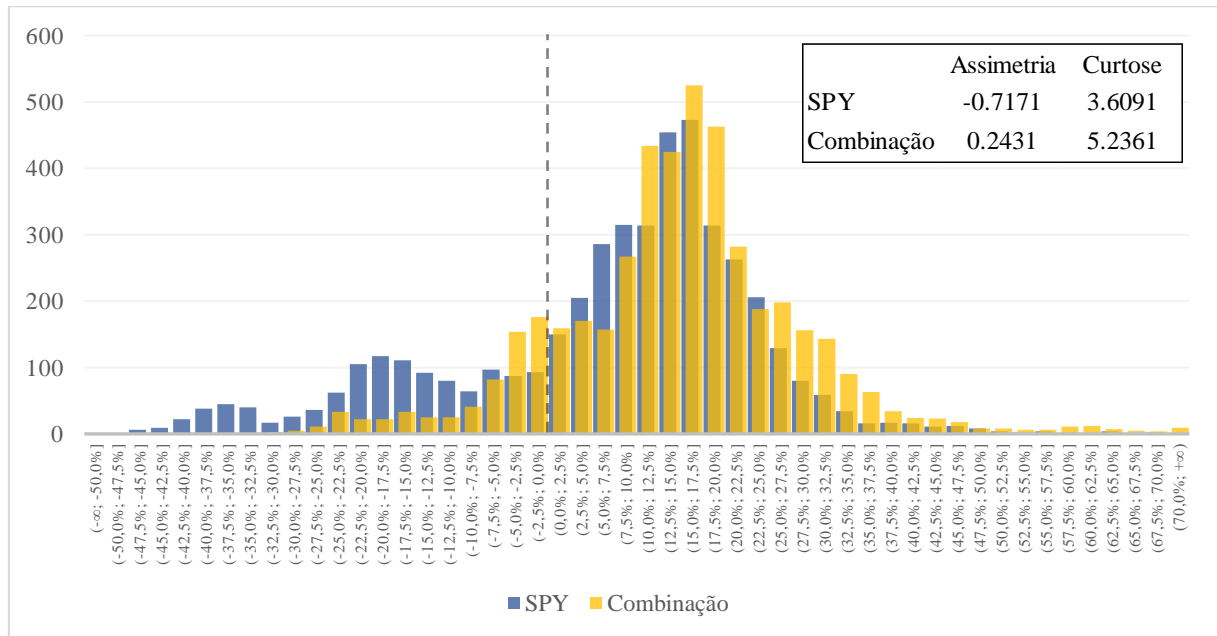
Janelas Anuais	Retorno Médio	IS Médio	Volatilidade Média	<i>Drawdown</i> Médio	<i>Drawdown</i> Máximo
SPY	7.23%	0.73	17.21%	-14.88%	-51.48%
1m Mom	11.38%	0.80	19.54%	-15.33%	-44.69%
12m Rev	7.99%	0.67	16.81%	-14.53%	-47.80%
Combinação	14.52%	1.00	19.53%	-14.89%	-44.69%

Indicadores comparativos entre a estratégia de *momentum* de 21 dias úteis (curto prazo), reversão à média de 252 dias úteis (longo prazo) e uma combinação entre elas (*momentum* em regimes classificados como de alta volatilidade e reversão à média em regimes classificados como de baixa volatilidade). Os indicadores são observados tanto em sua totalidade (primeira tabela) quanto em janelas móveis de 12 meses (segunda tabela). Os retornos anuais de cada estratégia são calculados como: $r_{\text{anual}} = (r_{\text{total}} + 1)^{1/19} - 1$. Já o retorno médio presente na segunda tabela considera a composição dos retornos de 252 dias úteis consecutivos. Os Índices de Sharpe são calculados como explicado na nota de rodapé 26. A volatilidade é calculada com retornos diários e anualizada por: $vol_{\text{anual}} = vol_{\text{diária}} * \sqrt{252}$. Os *drawdowns* representam a maior queda percentual registrada após um topo no período observado.

A comparação entre os retornos do S&P e da combinação entre *momentum* e reversão pode ser feita também através dos histogramas de retornos anuais (figura 4.7 – retornos calculados em janelas móveis de 1 ano). Se torna evidente que a estratégia combinada possui

menos concentração de retornos negativos do que o S&P. Também é notável a diferença nos extremos das distribuições, onde o índice apresenta uma forte cauda negativa e a combinação uma cauda longa para retornos positivos.

Figura 4.7: Histogramas de retornos anuais



Histograma dos retornos acumulados em janelas móveis de 1 ano (janelas de 252 dias úteis) do SPY e da combinação entre *momentum* de curto prazo – para regimes classificados como de alta volatilidade – e reversão à média de longo prazo – para regimes classificados como de baixa volatilidade. São consideradas intersecções nas janelas anuais.

Na figura 4.7 também estão discriminadas duas estatísticas relevantes das distribuições (assimetria e curtose), que quantificam as observações do parágrafo anterior. Valores positivos de assimetria – como o obtido na estratégia de combinação – indicam distribuições com ponta assimétrica estendida na direção de valores positivos, enquanto valores negativos apontam para ponta assimétrica à esquerda. Já curtose maior que 3 é característica de distribuições de cume mais concentrado do que à normal (que possui curtose igual a 3), enquanto valores menores que 3 indicam distribuições achatadas relativamente à distribuição normal.

Portanto, baseando-se nas estatísticas descritivas das distribuições, é possível inferir que a estratégia de combinação possui assimetria mais interessante que o índice de mercado, com cauda longa mais pesada para retornos positivos. Ambas as distribuições são leptocúrticas (curtose acima de 3) – característica normal para distribuições de retornos. Possuir caudas pesadas pode ser positivo na presença de assimetria positiva – como na estratégia combinada.

4.3.1 Evidências Estatísticas

Foram calculados os *alphas* das estratégias na regressão contra o prêmio de risco de mercado, respeitando o modelo CAPM proposto por Sharpe (1964, 1966) e Lintner (1965), onde o retorno de um ativo deveria ser dado por:

$$r_{\text{ativo}} = \alpha + \beta(r_{\text{mercado}} - r_{\text{livre de risco}}) \quad (4.1)$$

Em casos onde o CAPM se mantém válido, o *alpha* gerado pela regressão não pode ter significância estatística. Considera-se que uma estratégia que apresente *alpha* significante é superior ao mercado, ajustando-se ao nível de risco observado. Os *alphas* estudados foram testados para janelas mensais de retornos sem intersecções e estão representados na tabela 4.6.

A tabela 4.6 apresenta resultados interessantes. Como esperado o *alpha* de maior significância estatística encontrado – nas estratégias individuais – foi o da estratégia de *momentum* com período de formação de um mês. Entre os portfólios de reversão à média a melhor estatística-t é a de período de formação de um ano – porém não chega a alcançar 10% de significância. Entretanto a combinação entre *momentum* de curto prazo (regimes de alta volatilidade) e reversão à média de longo prazo (regimes de baixa volatilidade) é a única estratégia que alcança significância estatística de 1% - além de apresentar maior *alpha*.

Tabela 4.6: *Alphas* das estratégias

1m Mom	6m Mom	12m Mom	1m Rev	6m Rev	12m Rev	Combinação
0.62% **	0.35%	0.41% *	-0.21%	0.18%	0.25%	0.80% ***
(2.38)	(1.47)	(1.71)	(-1.12)	(0.97)	(1.43)	(3.13)

Tabela apresenta alfas obtidos pela regressão do retorno mensal das carteiras (série sem intersecções) contra o prêmio de risco do mercado – CAPM. As regressões são relativas a todo o período de análise, de 2000 até 2018. Os alfas estatisticamente significativos a 1%, 5% e 10% estão marcados por ***, ** e * respectivamente.

É possível concluir, portanto, que mesmo não possuindo *alpha* significativamente relevante sozinha, a adição da estratégia de reversão à média de longo prazo melhora a significância estatística do *alpha* gerado pelo portfólio de *momentum* de curto prazo.

4.4 Custos de Transação

Como as carteiras são rebalanceadas diariamente, se faz necessária a consideração dos custos de transação dos papeis. É importante ressaltar que todos os resultados demonstrados anteriormente já incorporam tais custos e que essa sessão apenas objetiva separá-los para melhor compreensão.

Como é razoável de se esperar de portfólios constantemente rebalanceados, os *turnovers* mensais médios são relativamente elevados (ver tabela 4.7). Também se torna evidente que, quanto maior o tempo de formação da estratégia, menor é o *turnover*, uma vez que se demanda mais tempo para alterações importantes em retornos acumulados por mais tempo.

Tabela 4.7: *Turnovers* e custos de transação

	6m Mom	12m Mom	
<i>Turnover</i> (mensal)	3.11	2.31	
Custo (ano)	-0.56%	-0.41%	
	1m Rev	6m Rev	
<i>Turnover</i> (mensal)	6.95	3.18	
Custo (ano)	-1.25%	-0.57%	
	1m Mom	12m Rev	Combinada
<i>Turnover</i> (mensal)	6.89	2.38	4.12
Custo (ano)	-1.24%	-0.43%	-0.74%

Tabela apresenta os *turnovers* mensais médios de todas as estratégias testadas, acompanhados pelo seu custo anual médio, calculado como $\text{custo}_{\text{anual}} = (-0,015\%) * \text{turnover}_{\text{mensal}} * 12$. O valor de 0,015% é referente ao custo de corretagem utilizado.

5 Comentários Finais

Trabalhos empíricos vêm sendo desenvolvidos desde os anos 70 com o objetivo de procurar falhas na dita eficiência de mercado proposta por Fama (1970). Dentre as pesquisas mais respeitadas feitas nessa direção, dois fatores aparentemente antagônicos contestam a eficiência de mercado na sua forma mais fraca (onde preços passados não podem conter informações que ajudem a estimar preços futuros): reversão à média e *momentum*. Diversas evidências trazidas na bibliografia comprovam esses fatores, apontando na direção de que se alternam em dominância sobre os ativos de acordo com o intervalo de tempo de observação, tamanho da empresa e volatilidade apresentada.

A dissertação em curso explora essa aparente dicotomia, utilizando de universo de ativos representativos de nove setores da economia americana e alternando a regra de formação de portfólio entre reversão à média em regimes de baixa volatilidade e *momentum* em regimes de alta volatilidade. Os critérios de formação foram testados individualmente e observados os resultados para diferentes períodos de formação de cada fator, o melhor de cada foi escolhido e uma estratégia combinada entre eles foi elaborada de acordo com a volatilidade detectada. As carteiras foram formadas pelo tercil mais extremado dos ativos (três setores) e o rebalanceamento das carteiras foi feito diariamente – devido a presença de períodos curtos de observação (21 dias úteis), onde caso uma carteira fosse mantida inalterada por um período prolongado perderia conexão com o fator que se deseja replicar.

É interessante que os melhores períodos de observação encontrados para cada um dos fatores são opostos – curto prazo para *momentum* e longo prazo para reversão à média. Um dos achados mais importantes é a performance relativa ao S&P de um portfólio de momentum de curto prazo (período de formação de 21 dias úteis) em períodos de crise. Embora o presente estudo não se proponha responder a razão da performance da estratégia com período de observação tão curto, é possível que a explicação passe pelo fato de que entradas em períodos turbulentos costumam ser abruptas e disruptivas. Em ambientes posteriores a mudanças bruscas de comportamento do mercado, talvez um período de observação longo perca parte de sua conectividade com o estado recente do mercado. Já em períodos de alta dos mercados e baixa volatilidade soa razoável a busca por ativos que estejam atrasados em relação ao mercado em horizontes maiores, possibilitando maiores retornos.

Todas as séries históricas analisadas estão expostas no desenvolvimento do estudo, sendo comparadas com base em métricas clássicas de avaliação de ativos, como volatilidade de retornos, Índice de Sharpe e máximo *drawdown*. Ao final do estudo a significância estatística dos retornos das estratégias foi testada pelo modelo clássico de precificação CAPM, transformando os retornos em séries mensais sem intersecções, evidenciando que a estratégia que combina os dois fatores gera *alpha* relevante com mais de 99% de confiança.

As principais contribuições do trabalho foram: evidenciar a existência de fenômenos de *momentum* e reversão à média entre os setores da economia norte-americana; realizar *backtesting*³⁸ em estratégias de momentum e reversão, evidenciando comportamentos distintos para períodos de formação diferentes; mostrar que o regime de volatilidade presente no mercado pode indicar o estado de volatilidade dos setores, sendo utilizado como sinalizador de fator ótimo; mostrar que a estratégia que varia os critérios de formação da carteira apresente melhores indicadores de desempenho que o mercado, incluindo Índice de Sharpe e *drawdowns*.

O presente estudo se diferencia da abordagem de Wei (2011) uma vez que os ativos (setores) não são classificados como de alta ou baixa volatilidade por quintis ordenados – foi elaborado um indicador que detecta a volatilidade do mercado como um todo. Essa forma de se enxergar variações na volatilidade e suas implicações nos fatores de seleção de ativos pode ser explorada de outras formas, expandindo o estudo para um universo maior de ativos do mercado americano, como empresas que compõe o S&P ao invés de setores, ou para qualquer outro mercado acionário – como o brasileiro.

Nenhum dos fatores utilizados no estudo é novidade na academia, se fazendo presente em discussões mundo afora a anos. Entretanto uma complexidade cada vez maior dos mercados exige que estilos de investimento passivos, bastante diversificados entre seus componentes, sejam gradativamente mais procurados. Essa visão já é realidade no exterior, se fazendo relevante o estudo no mercado americano. Entretanto é visão do autor que a gestão baseada em fatores quantitativos bem diversificados chegará no mercado brasileiro no futuro próximo.

³⁸ Testar para trás (tradução livre). Em finanças, se refere a processo de testagem de determinada estratégia de investimentos utilizando dados passados.

Bibliografia

- CHANG, C.-L.; MCALEER, M.; OXLEY, L. T. Great Expectatrics: Great Papers, Great Journals, Great Econometrics. **SSRN Electronic Journal**, Junho 2010. Disponivel em: <<http://dx.doi.org/10.2139/ssrn.1618167>>.
- DE BONDT, W. F. M.; THALER, R. H. Does the Stock Market Overreact? **The Journal of Finance**, v. XL, n. 3, p. 793-805, 1985.
- DE LA VEGA, J. P. **Confusión de Confusiones**. [S.l.]: Wiley, 1668.
- FAMA, E. F. Efficient Capital Markets: A Review of Theory and Empirical Work. **The Journal of Finance**, v. XXV, n. 2, p. 383-417, 1970.
- FAMA, E. F.; FRENCH, K. R. Common risk factors in the returns on stocks and bonds. **Journal of Financial Economics**, v. XXXIII, n. 1, p. 3-56, 1993.
- FAMA, E. F.; FRENCH, K. R. Luck versus Skill in the Cross-Section of Mutual Fund Returns. **The Journal of Finance**, v. LXV, n. 5, p. 1915-1947, 2010.
- FAMA, E. F.; FRENCH, K. R. A five-factor asset pricing model. **Journal of Financial Economics**, v. CXVI, n. 1, p. 1-22, 2015.
- FRENCH, K. R. Presidential Address: The Cost of Active Investing. **The Journal of Finance**, v. LXIII, n. 4, p. 1537-1573, 2008.
- GOETZMANN, W. N. **Money Changes Everything: How Finance Made Civilization Possible**. Princeton: Princeton University Press, 2016.
- GRIFFIN, J. F.; JI, X.; SPENCER, M. J. Momentum Investing and Business Cycle Risk: Evidence from Pole to Pole. **The Journal of Finance**, v. LVIII, n. 6, p. 2515-2547, 2003.
- GRINBLATT, M.; TITMAN, S. D.; WERMERS, R. Momentum Investment Strategies, Portfolio Performance, and Herding: A Study of Mutual Fund Behavior. **The American Economic Review**, v. LXXXV, n. 5, p. 1088-1105, 1995.
- JEGADEESH, N. Evidence of Predictable Behavior of Security Returns. **The Journal of Finance**, v. XLV, n. 3, p. 881-898, 1990.
- JEGADEESH, N.; TITMAN, S. D. Returns to Buying Winners and Selling Losers: Implications for Stock Market Efficiency. **The Journal of Finance**, v. LXVIII, n. 1, p. 65-91, 1993.
- JOHNSON, E. J.; GOLDSTEIN, D. G. Do Defaults Save Lives? **Science**, v. CCCII, p. 1338-1339, 2003.
- KAHNEMAN, D. Don't Blink: The Hazards of Confidence. **New York Times**, Outubro 2019.

- KAHNEMAN, D. et al. When More Pain Is Preferred to Less: Adding a Better End. **Psychological Science**, v. IV, n. 6, p. 401-405, 1993.
- KAHNEMAN, D.; SLOVIC, P.; TVERSKY, A. N. **Judgment under uncertainty: Heuristics and biases**. [S.l.]: [s.n.], 1974.
- KAHNEMAN, D.; TVERSKY, A. N. Prospect Theory: An Analysis of Decision under Risk. **Econometrica**, v. XLVII, n. 2, p. 263-291, 1979.
- LINTNER, J. V. The Valuation of Risk Assets and the Selection of Risky Investments in Stock Portfolios and Capital Budgets. **The Review of Economics and Statistics**, v. XLVII, n. 1, p. 13-37, 1965.
- MAHEU, J. M.; MCCURDY, T. H. Identifying Bull and Bear Markets in Stock Returns. **Journal of Business & Economic Statistics**, v. XVIII, n. 1, p. 100-112, 2000.
- MARKOWITZ, H. M. Portfolio selection. **The Journal of Finance**, v. XII, n. 1, p. 77-91.
- NEILL, H. B. **The Art of Contrary Thinking**. 9^a. ed. Caldwell: The Caxton Printers, Ltd., 1954.
- PORTEBA, J. M.; SUMMERS, L. H. Mean reversion in stock prices: Evidence and Implications. **Journal of Financial Economics**, v. XXII, n. 1, p. 27-59, 1988.
- REIS, C. M. G. F. **Explorando a Anomalia da Baixa Volatilidade**. Dissertação (Dissertação em Economia e Finanças) - EPGE/FGV. Rio de Janeiro. 2018.
- ROUWENHORST, G. K. International Momentum Strategies. **The Journal of Finance**, v. LIII, n. 1, p. 267-284, 1998.
- ROUWENHORST, G. K. Structural Finance and the Origins of Mutual Funds in 18th Century Netherlands. In: CHAMBERS, D.; DIMSON, E. **Financial Market History: Reflections on the Past for Investors Today**. Charlottesville: CFA Institute Research Foundation, 2016.
- RUBESAM, A.; BELTRAME, A. L. Carteiras de Variância Mínima no Brasil. **Revista Brasileira de Finanças**, v. XI, n. 1, p. 81-118, 2013.
- SHARPE, W. F. Capital Asset Prices: A Theory of Market Equilibrium under Conditions of Risk. **The Journal of Finance**, v. XIX, n. 3, p. 425-442, 1964.
- SHARPE, W. F. Mutual Fund Performance. **The Journal of Business**, v. XXXIX, n. 1, p. 119-138, 1966.
- SHARPE, W. F. Adjusting for Risk in Portfolio Performance Measurement. **The Journal of Portfolio Management Winter**, v. I, n. 2, p. 29-34, 1975.
- SHARPE, W. F. The Sharpe Ratio. **The Journal of Portfolio Management Fall**, v. XXI, n. 1, p. 49-58, 1994.

- SIMONSON, I. Choice Based on Reasons: The Case of Attraction and Compromise Effects. **Journal of Consumer Research**, v. XVI, n. 2, p. 158-174, 1989.
- THALER, R. H. Mental Accounting Matters. **Journal of Behavioral Decision Making**, v. XII, n. 1, p. 183-206, 1999.
- THALER, R. H.; BENARTZI, S. Save More Tomorrow™: Using Behavioral Economics to Increase Employee Saving. **Journal of Political Economy**, v. CXII, n. S1, p. S164-S187, 2004.
- THALER, R. H.; SHEFRIN, H. M. An Economic Theory of Self-Control. **Journal of Political Economy**, v. LXXXIX, n. 1, p. 392-406, 1981.
- TVERSKY, A. N.; KAHNEMAN, D. Advances in Prospect Theory: Cumulative Representation of Uncertainty. **Journal of Risk and Uncertainty**, v. V, n. 4, p. 297-323, 1992.
- VON NEUMANN, J.; MORGENSTERN, O. **Theory of Games and Economic Behaviour**. Princeton: Princeton University Press, 1953.
- WEI, J. Z. Do Momentum and Reversals Coexist? **SSRN Electronic Journal**, Fevereiro 2011. Disponivel em: <10.2139/ssrn.1679464>.

Apêndice A – Características dos retornos após divisão de volatilidade

Tabela A.1: Divisão de regimes de volatilidade pelo VIX

Alta volatilidade						Baixa volatilidade					
Início	Término	Dias Úteis	Retorno	Volatilidade	Drawdown	Início	Término	Dias Úteis	Retorno	Volatilidade	Drawdown
03/01/2000	13/01/2000	9	-1.28%	39.90%	-6.21%	14/01/2000	21/01/2000	5	-0.39%	16.63%	-1.74%
24/01/2000	02/03/2000	28	-4.09%	23.38%	-7.69%	03/03/2000	06/03/2000	2	0.88%	22.59%	-0.97%
07/03/2000	14/06/2000	70	6.06%	27.36%	-11.44%	15/06/2000	09/10/2000	81	-4.84%	14.98%	-7.97%
10/10/2000	22/01/2001	71	-3.34%	26.93%	-11.92%	23/01/2001	21/02/2001	21	-6.88%	16.77%	-8.92%
22/02/2001	15/05/2001	58	0.56%	26.93%	-13.27%	16/05/2001	05/09/2001	78	-9.49%	16.54%	-13.68%
06/09/2001	19/11/2001	49	2.20%	25.35%	-14.12%	20/11/2001	08/07/2002	157	-14.46%	19.54%	-18.86%
09/07/2002	20/11/2002	96	-5.39%	34.02%	-20.01%	21/11/2002	24/01/2003	43	-6.03%	21.76%	-7.93%
27/01/2003	09/04/2003	52	1.16%	22.55%	-6.89%	10/04/2003	12/06/2006	799	50.16%	11.46%	-7.53%
13/06/2006	14/06/2006	2	-0.40%	15.37%	-1.16%	15/06/2006	25/07/2007	279	25.57%	10.59%	-5.95%
26/07/2007	08/10/2007	52	2.73%	19.28%	-6.97%	09/10/2007	18/10/2007	8	-0.86%	9.61%	-1.78%
19/10/2007	19/10/2009	504	-25.16%	35.08%	-54.66%	20/10/2009	05/05/2010	136	7.42%	15.20%	-7.97%
06/05/2010	30/07/2010	60	-5.16%	26.00%	-12.57%	02/08/2010	15/03/2011	157	17.83%	13.57%	-6.87%
16/03/2011	18/03/2011	3	-0.19%	21.10%	-1.85%	21/03/2011	03/08/2011	95	-0.75%	13.49%	-7.56%
04/08/2011	27/10/2011	60	2.48%	36.27%	-12.42%	28/10/2011	31/10/2011	2	-2.43%	18.95%	-2.43%
01/11/2011	12/12/2011	29	-1.03%	27.28%	-9.02%	13/12/2011	09/10/2014	710	65.11%	11.75%	-9.69%
10/10/2014	17/10/2014	6	-2.22%	14.59%	-3.36%	20/10/2014	15/12/2014	40	5.86%	10.86%	-4.08%
16/12/2014	17/12/2014	2	1.14%	21.93%	-0.80%	18/12/2014	13/01/2015	17	0.70%	16.37%	-4.26%
14/01/2015	21/01/2015	5	0.49%	12.64%	-1.51%	22/01/2015	20/08/2015	147	1.40%	11.63%	-4.05%
21/08/2015	07/10/2015	33	-1.75%	27.21%	-8.23%	08/10/2015	10/12/2015	45	3.24%	12.99%	-4.01%
11/12/2015	21/12/2015	7	-1.46%	21.76%	-3.28%	22/12/2015	06/01/2016	10	-1.41%	14.60%	-4.14%
07/01/2016	01/03/2016	37	-0.36%	22.01%	-8.03%	02/03/2016	23/06/2016	80	7.52%	9.57%	-2.81%
24/06/2016	28/06/2016	3	-3.61%	35.60%	-5.32%	29/06/2016	02/11/2016	89	3.74%	9.62%	-3.78%
03/11/2016	08/11/2016	4	2.08%	16.27%	-0.57%	09/11/2016	01/02/2018	309	34.86%	6.98%	-2.61%
02/02/2018	08/05/2018	66	-4.83%	20.80%	-8.51%	09/05/2018	09/10/2018	107	8.65%	7.87%	-3.00%
10/10/2018	28/12/2018	55	-13.29%	24.95%	-17.99%						

Tabela apresenta série completa dos regimes de volatilidades classificados pelo critério do VIX. O retorno é o acumulado no período (não anualizado), a volatilidade está anualizada por: $\text{vol}_{\text{anual}} = \text{vol}_{\text{diária}} * \sqrt{252}$ e o *drawdown* representa a maior queda registrada após o topo do período.

Tabela A.2: Divisão de regimes de volatilidade pelo S&P

Alta volatilidade						Baixa volatilidade					
Início	Término	Dias Úteis	Retorno	Volatilidade	Drawdown	Início	Término	Dias Úteis	Retorno	Volatilidade	Drawdown
18/02/2000	22/02/2000	2	-2.40%	15.02%	-2.40%	03/01/2000	17/02/2000	33	-5.85%	28.55%	-7.57%
24/02/2000	25/02/2000	2	-2.37%	13.11%	-2.37%	23/02/2000	23/02/2000	1	1.18%	0.00%	0.00%
14/04/2000	14/04/2000	1	-5.72%	0.00%	-5.72%	28/02/2000	13/04/2000	34	8.47%	23.96%	-6.06%
10/05/2000	10/05/2000	1	-2.26%	0.00%	-2.26%	17/04/2000	09/05/2000	16	3.91%	29.15%	-5.00%
23/05/2000	23/05/2000	1	-1.47%	0.00%	-1.47%	11/05/2000	22/05/2000	8	1.40%	22.22%	-4.52%
25/05/2000	26/05/2000	2	-1.60%	14.52%	-1.72%	24/05/2000	24/05/2000	1	1.63%	0.00%	0.00%
28/07/2000	28/07/2000	1	-2.26%	0.00%	-2.26%	30/05/2000	27/07/2000	42	5.59%	17.30%	-3.88%
21/09/2000	21/09/2000	1	-1.52%	0.00%	-1.52%	31/07/2000	20/09/2000	37	2.22%	12.17%	-4.91%
25/09/2000	27/09/2000	3	-1.46%	11.96%	-1.98%	22/09/2000	22/09/2000	1	1.82%	0.00%	0.00%
29/09/2000	02/01/2002	313	-19.06%	22.82%	-32.08%	28/09/2000	28/09/2000	1	1.29%	0.00%	0.00%
09/01/2002	01/03/2002	36	-2.39%	20.14%	-7.29%	03/01/2002	08/01/2002	4	0.86%	11.49%	-0.94%
25/03/2002	25/03/2002	1	-1.24%	0.00%	-1.24%	04/03/2002	22/03/2002	15	1.43%	13.38%	-2.05%
03/04/2002	09/04/2002	5	-1.58%	5.93%	-1.58%	26/03/2002	02/04/2002	5	0.29%	5.92%	-0.55%
11/04/2002	15/04/2002	3	-2.50%	20.99%	-2.50%	10/04/2002	10/04/2002	1	1.13%	0.00%	0.00%
17/04/2002	20/03/2003	234	-21.12%	27.68%	-30.46%	16/04/2002	16/04/2002	1	2.38%	0.00%	0.00%
24/03/2003	03/04/2003	9	-2.20%	26.76%	-5.50%	21/03/2003	21/03/2003	1	2.13%	0.00%	0.00%
07/04/2003	07/04/2003	1	-0.19%	0.00%	-0.19%	04/04/2003	04/04/2003	1	0.59%	0.00%	0.00%
09/04/2003	11/04/2003	3	-1.18%	12.10%	-1.32%	08/04/2003	08/04/2003	1	0.16%	0.00%	0.00%
21/07/2004	28/07/2004	6	-1.38%	14.31%	-2.59%	14/04/2003	20/07/2004	319	30.60%	12.77%	-6.16%
03/08/2004	24/08/2004	16	-0.65%	13.37%	-3.80%	29/07/2004	02/08/2004	3	0.88%	1.52%	0.00%
30/08/2004	30/08/2004	1	-0.83%	0.00%	-0.83%	25/08/2004	27/08/2004	3	1.00%	4.41%	0.00%
23/09/2004	23/09/2004	1	-0.54%	0.00%	-0.54%	31/08/2004	22/09/2004	16	1.34%	9.32%	-1.45%
27/09/2004	28/09/2004	2	-0.16%	8.85%	-0.64%	24/09/2004	24/09/2004	1	0.46%	0.00%	0.00%
13/10/2004	15/10/2004	3	-1.13%	10.52%	-1.68%	29/09/2004	12/10/2004	10	1.12%	11.92%	-1.89%
19/10/2004	26/10/2004	6	-0.13%	14.18%	-1.63%	18/10/2004	18/10/2004	1	0.38%	0.00%	0.00%
15/04/2005	18/04/2005	2	-1.10%	13.54%	-1.40%	27/10/2004	14/04/2005	117	5.00%	9.87%	-5.35%
20/04/2005	20/04/2005	1	-1.40%	0.00%	-1.40%	19/04/2005	19/04/2005	1	0.79%	0.00%	0.00%
28/04/2005	28/04/2005	1	-1.25%	0.00%	-1.25%	21/04/2005	27/04/2005	5	1.63%	15.72%	-0.97%
06/10/2005	06/10/2005	1	-0.36%	0.00%	-0.36%	29/04/2005	05/10/2005	111	5.63%	9.29%	-3.67%
10/10/2005	18/10/2005	7	-1.50%	11.16%	-1.82%	07/10/2005	07/10/2005	1	0.34%	0.00%	0.00%
20/10/2005	21/10/2005	2	-1.38%	17.08%	-1.76%	19/10/2005	19/10/2005	1	1.66%	0.00%	0.00%
27/10/2005	27/10/2005	1	-1.06%	0.00%	-1.06%	24/10/2005	26/10/2005	3	1.05%	13.45%	-0.49%
09/06/2006	14/06/2006	4	-1.79%	12.37%	-2.54%	28/10/2005	08/06/2006	153	7.47%	10.03%	-5.62%
16/06/2006	28/06/2006	9	-0.65%	9.71%	-1.51%	15/06/2006	15/06/2006	1	2.12%	0.00%	0.00%
13/07/2006	18/07/2006	4	-1.65%	12.29%	-2.15%	29/06/2006	12/07/2006	9	1.04%	13.31%	-1.37%
20/07/2006	21/07/2006	2	-1.38%	0.16%	-1.38%	19/07/2006	19/07/2006	1	1.39%	0.00%	0.00%
03/08/2007	03/08/2007	1	-2.57%	0.00%	-2.57%	24/07/2006	02/08/2007	259	21.27%	10.73%	-6.42%
14/08/2007	16/08/2007	3	-2.16%	16.53%	-2.89%	06/08/2007	13/08/2007	6	0.99%	24.96%	-3.42%
20/08/2007	20/08/2007	1	-0.05%	0.00%	-0.05%	17/08/2007	17/08/2007	1	1.84%	0.00%	0.00%
28/08/2007	28/08/2007	1	-2.20%	0.00%	-2.20%	21/08/2007	27/08/2007	5	1.60%	12.96%	-0.93%
08/11/2007	12/11/2007	3	-2.85%	5.62%	-2.85%	29/08/2007	07/11/2007	50	3.40%	16.41%	-5.48%
15/11/2007	29/11/2007	10	-0.33%	26.57%	-4.55%	13/11/2007	14/11/2007	2	2.76%	26.39%	-0.28%
04/12/2007	04/12/2007	1	-0.89%	0.00%	-0.89%	30/11/2007	03/12/2007	2	0.34%	13.21%	-0.66%
14/12/2007	20/12/2007	5	-1.52%	14.02%	-2.68%	05/12/2007	13/12/2007	7	1.84%	22.02%	-2.74%
28/12/2007	05/05/2008	88	-4.16%	21.25%	-13.32%	21/12/2007	27/12/2007	4	1.13%	15.74%	-1.26%
07/05/2008	14/05/2008	6	-0.90%	13.67%	-2.22%	06/05/2008	06/05/2008	1	0.87%	0.00%	0.00%
21/05/2008	28/05/2009	257	-34.24%	45.08%	-51.08%	15/05/2008	20/05/2008	4	0.80%	11.62%	-0.81%
20/05/2010	26/05/2010	5	-4.11%	27.54%	-4.11%	29/05/2009	19/05/2010	246	25.39%	17.33%	-8.66%
28/05/2010	01/06/2010	2	-2.92%	3.39%	-2.92%	27/05/2010	27/05/2010	1	3.35%	0.00%	0.00%
04/06/2010	14/06/2010	7	-1.08%	29.39%	-4.72%	02/06/2010	03/06/2010	2	2.96%	17.93%	0.00%
22/06/2010	23/07/2010	23	-0.90%	22.82%	-8.27%	15/06/2010	21/06/2010	5	2.22%	14.73%	-0.29%
29/07/2010	30/07/2010	2	-0.51%	3.72%	-0.51%	26/07/2010	28/07/2010	3	0.38%	11.04%	-0.65%
11/08/2010	09/09/2010	21	-1.30%	20.05%	-6.36%	02/08/2010	10/08/2010	7	1.91%	14.69%	-0.54%
02/08/2011	26/10/2011	61	-2.98%	35.68%	-14.20%	10/09/2010	01/08/2011	225	18.43%	12.61%	-6.90%
31/10/2011	07/11/2011	6	-1.82%	28.86%	-5.13%	27/10/2011	28/10/2011	2	3.46%	27.83%	-0.02%
09/11/2011	10/11/2011	2	-2.78%	36.77%	-3.69%	08/11/2011	08/11/2011	1	1.28%	0.00%	0.00%
14/11/2011	02/12/2011	14	-1.42%	26.89%	-8.15%	11/11/2011	11/11/2011	1	1.88%	0.00%	0.00%
08/12/2011	08/12/2011	1	-2.19%	0.00%	-2.19%	05/12/2011	07/12/2011	3	1.50%	7.00%	0.00%
12/12/2011	21/12/2011	8	-0.87%	21.41%	-3.96%	09/12/2011	09/12/2011	1	1.69%	0.00%	0.00%
14/11/2012	16/11/2012	3	-1.03%	12.10%	-1.52%	22/12/2011	13/11/2012	224	12.63%	12.81%	-9.69%
13/10/2014	17/10/2014	5	-1.09%	14.81%	-2.24%	19/11/2012	10/10/2014	477	45.56%	11.02%	-5.70%
20/08/2015	21/10/2015	44	-2.58%	24.58%	-10.11%	20/10/2014	19/08/2015	210	12.16%	11.97%	-4.85%
12/11/2015	13/11/2015	2	-2.50%	2.17%	-2.50%	22/10/2015	11/11/2015	15	2.92%	11.42%	-1.54%
11/12/2015	15/12/2015	3	-0.41%	20.63%	-1.94%	16/11/2015	10/12/2015	18	1.64%	14.12%	-2.53%
17/12/2015	22/12/2015	4	-1.60%	20.05%	-3.28%	16/12/2015	16/12/2015	1	1.46%	0.00%	0.00%
31/12/2015	10/03/2016	48	-3.10%	20.17%	-11.20%	23/12/2015	30/12/2015	5	1.19%	12.22%	-0.71%
27/06/2016	27/06/2016	1	-1.79%	0.00%	-1.79%	11/03/2016	24/06/2016	74	2.91%	11.76%	-3.80%
11/10/2018	11/10/2018	1	-2.20%	0.00%	-2.20%	28/06/2016	10/10/2018	577	45.58%	10.49%	-10.10%
23/10/2018	05/11/2018	10	-0.59%	23.09%	-4.05%	12/10/2018	22/10/2018	7	1.04%	18.15%	-1.94%
12/11/2018	27/11/2018	11	-3.37%	17.71%	-5.22%	06/11/2018	09/11/2018	4	1.60%	18.31%	-1.16%
29/11/2018	29/11/2018	1	-0.22%	0.00%	-0.22%	28/11/2018	28/11/2018	1	2.30%	0.00%	0.00%
04/12/2018	28/12/2018	17	-10.78%	29.44%	-15.61%	30/11/2018	03/12/2018	2	1.94%	5.67%	0.00%

Tabela apresenta série completa dos regimes de volatilidades classificados pelo critério do S&P. O retorno é o acumulado no período (não anualizado), a volatilidade está anualizada por: $\text{vol}_{\text{anual}} = \text{vol}_{\text{diária}} * \sqrt{252}$ e o *drawdown* representa a maior queda registrada após o topo do período.

Apêndice B – Desempenho dos melhores períodos de formação para cada estratégia em regimes de baixa volatilidade

Tabela B.1: Comparação entre momentum de curto prazo e reversão à média de longo prazo em regimes de baixa volatilidade

Duração (Dias Úteis)	Retorno	1m Mom Volatilidade Anualizada	Máximo <i>Drawdown</i>	Retorno	12m Rev Volatilidade Anualizada	Máximo <i>Drawdown</i>
5	-4.25%	17.08%	-4.25%	-3.62%	20.81%	-3.62%
81	-1.54%	17.18%	-5.87%	-6.13%	14.92%	-9.20%
21	-1.84%	19.05%	-7.01%	-0.42%	10.53%	-4.30%
78	-10.41%	18.77%	-12.68%	-11.60%	13.79%	-11.72%
157	-14.18%	22.30%	-16.32%	-2.95%	17.09%	-11.50%
43	-2.95%	21.66%	-6.34%	-8.70%	19.88%	-10.06%
799	46.72%	12.44%	-10.39%	61.59%	14.48%	-12.95%
279	11.11%	12.28%	-7.32%	15.18%	12.80%	-5.98%
8	-4.47%	14.54%	-5.07%	-3.22%	17.58%	-3.54%
136	0.21%	17.22%	-7.34%	8.96%	19.19%	-11.33%
157	12.62%	13.38%	-6.43%	13.38%	14.50%	-6.20%
95	-8.37%	17.53%	-13.57%	-10.40%	20.09%	-14.60%
710	54.58%	12.85%	-12.34%	64.34%	11.69%	-7.81%
40	-0.35%	15.48%	-7.13%	6.09%	10.43%	-3.83%
17	-2.55%	16.99%	-5.25%	-0.30%	13.04%	-3.70%
147	-9.45%	14.07%	-14.47%	-3.89%	12.93%	-6.47%
45	-3.63%	15.11%	-6.55%	1.30%	14.07%	-4.42%
10	-5.33%	23.38%	-7.75%	-4.06%	15.11%	-5.61%
80	6.86%	12.47%	-4.32%	4.93%	9.61%	-3.79%
89	3.61%	11.51%	-4.03%	0.62%	10.42%	-4.95%
309	17.39%	8.84%	-3.80%	27.14%	9.44%	-4.79%
107	2.70%	11.00%	-5.00%	-2.05%	11.33%	-6.66%

Retorno, volatilidade anualizada e *drawdown* observados no SPY e no portfólio de reversão à média com período de formação de 256 dias úteis. Foram considerados apenas períodos classificados como regimes de baixa volatilidade por pelo menos 5 dias úteis consecutivos. Os valores de volatilidade estão anualizados de acordo com a fórmula $\text{vol}_{\text{anual}} = \text{vol}_{\text{diária}} * \sqrt{252}$.