

Google
Trends



Daniel Pina Ferreira

Seleção de portefólios no mercado acionista português: sentimento da internet e estimadores de volatilidade

Relatório de Estágio do Mestrado em Economia Financeira, orientada pelo Prof. Doutor Hélder Sebastião
e apresentada à Faculdade de Economia da Universidade de Coimbra

01/2018



UNIVERSIDADE DE COIMBRA



FEUC FACULDADE DE ECONOMIA
UNIVERSIDADE DE COIMBRA

Daniel Pina Ferreira

Seleção de portefólios no mercado acionista português: Sentimento da internet e estimadores de volatilidade

Relatório de Estágio do Mestrado em Economia, na especialidade de Economia Financeira,
apresentado à Faculdade de Economia da Universidade de Coimbra para obtenção do grau de
Mestre

Orientador: Prof. Doutor Helder Sebastião

Coimbra, janeiro de 2018

AGRADECIMENTOS

Agradeço à minha família e amigos pelo apoio fornecido para a realização deste trabalho. Deixo também uma palavra de agradecimento ao pessoal da DCE Viseu que me acompanhou neste estágio, por todo o conhecimento e experiência transmitido, assim como ao meu orientador, o Prof. Doutor Hélder Sebastião, por toda a ajuda e esforço demonstrado.

Por último, mas definitivamente menos importante, quero deixar um grande e sincero obrigado aos meus pais e à minha namorada por todo o apoio e compreensão em momentos mais críticos, por se mostrarem sempre presentes e por tornarem este feito possível.

RESUMO

Este trabalho segue as vertentes literárias que defendem a introdução do *Google Search Volume Index* (SVI) e de estimadores de amplitude como o de Yang-Zhang como *inputs* do Modelo de Markowitz. Neste sentido, utiliza-se o estimador de Yang-Zhang para a última semana como alternativa à variância tradicional e utilizam-se modelos que visam a previsão dos retornos e do estimador de Yang-Zhang através, nomeadamente, do SVI e do rácio de Amihud, entre outros. Para o teste empírico, a amostra é constituída pelo preço de fecho, abertura, máximo e mínimo das 20 ações portuguesas mais líquidas, o volume de transação diário em valor e o SVI referente a cada ação e, por último o preço do PSI-20 e o seu SVI, entre o período de 30/09/2012 e 02/12/2017. Com todos estes dados, é realizada uma análise *out-of-sample* através da utilização de uma janela móvel com 117 observações semanais, resultando em 153 estimações *out-of-sample*. Finalizando a estimação, são utilizados como *benchmarks* o portefólio de mercado derivado do modelo clássico, o portefólio de variância mínima, cuja performance *out-of-sample* vem sendo comprovada, o portefólio de proporções iguais como um portefólio isento de erros de estimação de qualquer ordem e que maximiza a diversificação. Inicialmente constata-se que o portefólio de Mercado e o PSI-20 obtêm resultados muito similares. Os principais resultados passam pelo grande desempenho do portefólio de variância mínima segundo o modelo clássico, sendo inclusive o melhor portefólio de entre os considerados. Além disso, o SVI, o rácio de Amihud e o estimador de Yang-Zhang não parecem melhorar o Modelo de Markowitz.

Palavras-chave: Google SVI; Estimador de Yang-Zhang; Modelo de Markowitz; Portefólio de variância mínima; Rácio de Amihud.

ABSTRACT

This work follows the literature's stream that defend the introduction of Google Search Volume Index (SVI) and range-based estimators like Yang-Zhang as inputs in the Markowitz's Model. So, it's used the last week observation of the Yang-Zhang estimator in order to become a valid alternative to the traditional variance in addition to the use of simple predictive models to forecast returns and the Yang-Zhang estimator through SVI and Amihud's ratio, within others. For the empirical foresight, the sample is composed by the high, low, minimum and maximum prices of the most liquid Portuguese stocks, the daily transaction value in value and the SVI referred to each stock, and for last the price of PSI-20 and his SVI, between 30/09/2012 and 02/12/2017. With this data, we made an out-of-sample estimation with a moving window of 117 weekly observations resulting in 154 out-of-sample estimations. Ending the estimations, we used as benchmark the market portfolio from the traditional model, the minimum variance portfolio whose performance has been proved and the naive strategy as the free estimation errors and maximal diversification portfolio. Initially, it is noticed that the market portfolio and the PSI-20 Index have very similar results. The main results point against the use of the SVI, the Amihud's ratio and the Yang-Zhang's estimator once they don't improve the Markowitz's model. Last, the best method is the minimum variance portfolio obtained with the classic model as this is the one with better out-of-sample results.

Keywords: Google SVI; Yang-Zhang's estimator; Markowitz's model; Minimum variance portfolio; Amihud's ratio.

ÍNDICE

AGRADECIMENTOS	II
RESUMO	III
ABSTRACT	IV
ÍNDICE	V
LISTA DE TABELAS	VI
1. INTRODUÇÃO	1
2. A INSTITUIÇÃO ACOLHEDORA	3
2.1. O GRUPO SANTANDER.....	3
2.2. A DIREÇÃO COMERCIAL DE EMPRESAS DE VISEU.....	4
3. O ESTÁGIO	7
4. REVISÃO DA LITERATURA.....	11
5. DADOS E ANÁLISE PRELIMINAR.....	15
6. METODOLOGIA.....	21
6.1. O MODELO DA MÉDIA-VARIÂNCIA CLÁSSICO.....	21
6.2. MODELOS DE PREVISÃO PARA OS INPUTS E O ESTIMADOR YANG- ZHANG.....	23
6.3. ANÁLISE <i>OUT-OF-SAMPLE</i>	25
7. APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DOS RESULTADOS	29
8. CONCLUSÕES.....	31
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	33

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Segmentação das empresas segundo o seu volume de negócios.	5
Tabela 2 – Estatísticas do volume de transação diário em milhares de euros.	16
Tabela 3 – Estatísticas descritivas da rentabilidade semanal durante todo o período amostral (30/09/2012 a 02/12/2017).....	17
Tabela 4 - Tabela 4 – Enumeração e síntese dos modelos estimados.	26
Tabela 5 – Tabela 5 – Desempenho out-of-sample dos vários modelos de seleção de portefólios.....	29

1. INTRODUÇÃO

Na literatura financeira existem várias correntes recentes que pretendem complementar as teorias frequentemente adotadas pelos investidores e investigadores. Este trabalho pretende testar a capacidade preditiva nas estimações obtidas através de duas destas correntes, através de um estudo sobre o mercado acionista português.

Uma das correntes defende a inclusão de um índice de pesquisas no Google (*Search Volume Index*, doravante denominado SVI) na estimação e previsão da volatilidade de ativos financeiros. Este índice é referenciado como um indicador da atenção dos investidores e da sua procura por informação. O trabalho de Brochado (2016) é um dos exemplos da validade empírica deste indicador. Note-se que um dos pressupostos de grande parte dos modelos financeiros passa pela eficiência de mercado (transparência e acesso universal à informação).

A outra corrente analisada neste estudo debruça-se sobre a estimação da volatilidade. Uma vez que a *realized volatility* (volatilidade medida tendo em conta dados *intraday* de alta frequência, geralmente de 5 em 5 minutos, e geralmente apontado como o melhor indicador para a volatilidade) não está disponível para grande parte dos mercados, urge encontrar um estimador alternativo de forma a minimizar a diferença em relação ao primeiro. Em concreto, esta vertente literária argumenta a favor da utilização de estimadores de amplitude em deterioramento da variância histórica. Os estimadores de volatilidade têm em conta os preços *intraday* (abertura, fecho, mínimo e máximo) no cálculo da variância das ações. Assim, uma vez que têm em conta mais informação que se julga pertinente para a estimação da volatilidade, defende-se que sejam mais eficientes em relação à volatilidade histórica. Dentro destes estimadores destacam-se os contributos de Parkinson, Garman-Klass, Rogers-Satchell ou Yang-Zhang.

Neste relatório analisa-se as diferenças provocadas pela aplicação dos vários *inputs* no modelo tradicional de Markowitz na performance dos portefólios de variância mínima, de mercado e de proporções iguais. Utiliza-se uma estimação *out-of-sample* para concluir relativamente à capacidade de previsão do modelo de Markowitz com os *inputs* clássicos e com os *inputs* derivados das estimações com o estimador de Yang-Zhang, o SVI e o rácio de Amihud.

De fato, nenhum dos indicadores previstos anteriormente obteve melhores resultados *out-of-sample* do que o modelo clássico de Markowitz. Por outro lado, o portefólio de variância mínima estimado por esse modelo alcançou um desempenho

surpreendente, principalmente no que diz respeito ao rácio de Sharpe, sendo considerado a melhor estratégia de investimento segundo esta análise.

Segue-se uma descrição à instituição que acolheu este estágio, essencialmente através de algumas referências históricas. O resto do relatório estrutura-se da seguinte forma: descrição das atividades realizadas no decorrer do estágio e análise do mesmo; revisão da literatura relativa ao tema abordado empiricamente; apresentação da base de dados utilizada e análise preliminar dos mesmos; descrição dos modelos e fórmulas aplicadas; apresentação e análise de resultados e, por último, as conclusões retiradas.

2. A INSTITUIÇÃO ACOLHEDORA

Após uma breve nota introdutória, onde se debate a relevância e motivação deste tema assim como se expõe de forma sucinta do que se trata neste relatório, segue-se a descrição alguns aspetos de maior relevância sobre a instituição onde o estágio ocorreu, passando de seguida para um retrato geral da secção onde estive inserido nestes meses.

2.1. O GRUPO SANTANDER

Constituído em 1856, o Banco Santander entrou no setor bancário português na década de 1980, com uma participação no Banco do Comércio e Indústria. Esta operação estava inserida na sua forte política de crescimento através de fusões e aquisições, que desde muito cedo foi apanágio deste Grupo Económico. Ainda nesta década, surgiu o Banco Santander de Negócios que visava promover as atividades de investimento. Em 1994, com a aquisição do Banco Espanhol de Crédito (Banesto), o Grupo Santander tornou-se líder no mercado bancário espanhol, sendo este um marco de especial relevância no histórico do banco.¹

Em 2005 o grupo consolidou a sua posição no mercado português com a aquisição do grupo financeiro Totta e Açores e do Crédito Predial Português. Esta foi das etapas mais decisivas na implementação do Banco Santander em Portugal, pois, segundo testemunhos de pessoas ligadas à banca nesta altura, o banco adquiriu com estas incorporações uma série de valências e experiências, como o grande crédito imobiliário, a vocação para as atividades relacionadas com a rede empresas do grupo Totta e Açores, entre elas o crédito empresarial, e as elevadas contas internacionais (depósitos de emigrantes) e licenciamento para crédito hipotecário do Crédito Predial Português. O Banco Totta e Açores era na altura um dos bancos líder no crédito imobiliário, enquanto o Crédito Predial Português era um dos poucos bancos com autorização do Banco de Portugal para a oferta de crédito hipotecário. Portanto, além de consolidar a sua posição no mercado bancário português, estas aquisições resultaram também na diversificação dos ramos de negócio do banco, que passou a denominar-se Banco Santander Totta.

¹ https://www.santander.com/csgs/Satellite/CFWCSancomQP01/pt_PT/Corporativo.html consultado no dia 01/12/2017.

Durante os primeiros anos do séc. XXI o Grupo Santander apresentou resultados positivos surpreendentemente robustos, o que lhe permitiu ultrapassar quase incólume o período das graves crises financeiras de *subprime* e de dívida soberana, reforçando a sua estratégia de crescimento e absorvendo o Banif em 2016. Atualmente, o Santander Totta continua a consolidar a sua posição em Portugal, por via da sua estratégia de fusões e aquisições agressivas, de que é sintomática a aquisição do Banco Popular.

A atividade do banco rege-se pelos valores “*Simples, Próximo e Justo*”. Simples no que respeita à oferta de produtos e serviços, de fácil entendimento, especificamente dirigidos às necessidades dos seus clientes. Simples também pelo contínuo melhoramento e simplificação dos processos para empregados e clientes, nomeadamente através do desenvolvimento do acesso *online* às contas e restantes produtos e serviços bancários. Próximo no tratamento único, profissional e personalizado dos clientes e no apoio dado aos colaboradores para a obtenção dos seus objetivos. Justo no tratamento adequado a todo o pessoal e a clientes e na obtenção de lucro sustentável para os investidores e acionistas. Em suma, estes valores visam beneficiar todos os intervenientes na atividade do banco (colaboradores, clientes e acionistas) e contribuir para o desenvolvimento da sociedade em geral, não esquecendo no entanto a instituição bancária enquanto tal, através do aumento da eficiência operacional, da obtenção de economias de gama e de escala e da potenciação da sua rentabilidade.

2.2. A DIREÇÃO COMERCIAL DE EMPRESAS DE VISEU

Em termos organizativos, o Santander divide-se em dois tipos de balcões: Rede Particulares & Negócios e Rede Empresas. A Rede Empresas subdivide-se ainda em Grandes Empresas e DCE's. É neste último segmento que se insere a Direção Comercial de Empresas de Viseu (DCE Viseu), constando na sua carteira de clientes, sobretudo, as empresas cujo volume de negócio se situa entre 3 e 50 milhões de euros (existem outros critérios que ajudam a definir a classificação dos clientes, o que permitem algumas exceções a esta regra). Na Tabela 1 mostra-se a segmentação das empresas de acordo com o volume de negócio.

Tabela 1 – Segmentação das empresas segundo o seu volume de negócios.

Segmento	Volume de Negócio (em milhões de euros)
Negócio	< 0,2
PME 1	0,2 - 3
PME 2	3 – 10
Corporate Middle Market	10 – 50
Large Market	> 50

Fonte: Elaboração própria de acordo com informação recebida no estágio.

Geograficamente, a DCE Viseu contém na sua carteira de clientes as empresas dos distritos de Viseu, Guarda e Castelo Branco, abrangendo cerca de 20% do território nacional. Por ser um território tão extenso, existe um gestor deslocalizado na Covilhã (instalado fora do balcão da DCE), responsável pelas empresas dos distritos de Guarda e Castelo Branco.

Mais especificamente, o pessoal da DCE é constituído por seis funcionários:

- Diretor Bancário: Dr. José Caetano;
- Gestores de empresas: Dr. Sérgio Costa (gestor mais antigo da DCE e com mais anos de experiência), Dr. Luís Amaral, Dr. Luís Pina e Dr. Pedro Marques (gestor instalado na Covilhã);
- Responsável operacional/assistente: Dr. José Campos Gomes.

Relativamente ao crédito concedido pela DCE Viseu, destacam-se alguns produtos, tais como contas correntes caucionadas (com *plafonds* autorizados a creditar na conta à ordem em caso de necessidade), mútuos, papel comercial, garantias bancárias, *factoring*, *confirming* (semelhante ao *factoring*, com a diferença de ser o comprador a solicitar a operação ao banco, sendo igualmente adiantado o pagamento ao fornecedor em caso de carência daquele) e, por último, relacionado com o negócio internacional das empresas, os créditos e remessas documentárias de importação e de exportação e as SBLC (*Standby Letter of Credit*). Estes últimos produtos são considerados fundamentais para o apoio à atividade internacional das empresas, uma vez que reduz o risco de incumprimento de contraparte.

3. O ESTÁGIO

O estágio ocorreu entre o dia 1 de setembro e 31 de dezembro de 2017, perfazendo uma duração de 4 meses. O estágio revelou-se uma experiência bastante positiva, desde o período inicial de adaptação e assimilação dos processos até à quase plena integração na atividade da DCE.

Logo desde o início fiquei encarregue do “sistema de pendências” da DCE: folha inerente a um processo (proposta de crédito, atualização de conta, etc.) onde consta informação sobre o que foi feito e o que se pretende que se faça numa data futura definida. Esta data corresponde ao dia em que o processo volta à secretária do responsável operacional e/ou gestor. De seguida os processos são registados num ficheiro *Excel* que serve essencialmente como *backup* informático e são catalogados e distribuídos fisicamente por um sistema de arquivo de acordo com o tipo de operação e data futura pretendida. O principal objetivo deste sistema consiste em facilitar a organização da ordem de trabalhos diária assim como permitir a obtenção fácil da informação necessária, caso seja necessário que outro colaborador avance com o processo.

Paralelamente, à medida que a minha integração neste ambiente de trabalho avançava, iam surgindo novas funções, tais como o envio para processamento dos pedidos solicitados pelos clientes referentes a remessas à exportação, letras e de transferências, após terem as assinaturas reconhecidas e estarem autorizadas. A estas atividades se acrescenta ainda a elaboração de propostas eletrónicas de limites e pontuais (PELs e PEPs respetivamente).

Numa PEL é proposto o estabelecimento de um limite de certa modalidade de crédito que o cliente pode usar sempre que desejar, enquanto numa PEP o crédito é efetuado na íntegra ou por *tranches*, sendo que a operação acaba com a amortização total do capital. Para as PELs é necessário fazer propostas para a sua renovação, ou enviar cartas denúncia dentro dos prazos estabelecidos caso não haja a pretensão de a renovar. Ambas as propostas de crédito podem ser reativas ou proativas, isto é, tanto podem resultar de pedidos de clientes como de iniciativas dos gestores tendo em conta as necessidades projetadas dos seus clientes.

Após a criação da proposta (PEL ou PEP), existe uma primeira avaliação pela Comissão de Crédito da DCE (CCUN), que reúne todos os dias sob a presidência do Diretor da DCE. Alguns processos encontram-se enquadrados no âmbito do poder decisório da DCE, pelo que são formalizados logo após parecer favorável da CCUN. Outros, a grande maioria,

após parecer favorável são enviados para análise pelo Comité de Risco da Rede Empresas Norte, que decide sobre a sua anulação, devolução ou aprovação. Os casos de anulação terminam o processo, mas são muito raros; as propostas devolvidas carecem de esclarecimentos ou reformulação para nova análise; nas aprovações, é necessário verificar se existe alguma especificação no parecer e de seguida apresentar a proposta ao cliente. Nesta fase do processo, o cliente pode ainda negociar o preço da operação, mas sempre que é negociada uma alteração de preço, a sua efetivação carece de uma autorização de preço/condições especiais. Após aceitação, o contrato é emitido, assinado e enviado para carregamento.

Além das operações anteriormente descritas, foram-me ainda atribuídas outras funções tais como atualizações de contas, principalmente no âmbito do Aviso 05/2011 do Banco de Portugal mas também resultantes das alterações dos órgãos sociais das empresas, e alterações de acesso à conta NetBanco (nomeadamente a inscrição de novos utilizadores e inclusão destes na conta da empresa, com autorização de efetuar movimentos ou apenas consulta).

Também de destacar foi a autonomia que foi atribuída e daí o meu grande envolvimento nas operações relacionadas à Linha Capitalizar. Esta é uma campanha de crédito integrada no Programa Capitalizar, lançada pelo Ministério da Economia em conjunto com a PME Investimentos e o Sistema Nacional de Garantia Mútua (SGM), que visa oferecer vantagens às pequenas e médias empresas na obtenção de crédito para efeitos de reforço de tesouraria, fundo de maneiio e investimentos. Esta campanha revela-se também bastante atrativa para os bancos que integram o protocolo, uma vez que tem inerente cobertura das Sociedades de Garantia Mútua numa percentagem considerável (a partir de 50%).² Nestas operações, estive responsável por todo o processo, desde a verificação da existência de toda a documentação necessária até à emissão do contrato, passando pelo envio do processo para análise pela SGM e PME Investimentos. Após o contrato emitido, este era entregue ao gestor para agendamento com a solicitadora para recolha e autenticação de assinaturas.

² <https://www.iapmei.pt/NOTICIAS/Linha-de-Credito-Capitalizar-lancada-hoje.aspx> consultado dia 01/12/2017.

Já na reta final do estágio, acompanhei os gestores nas suas visitas às empresas. Efetivamente, é raro os empresários ou os representantes das empresas se deslocarem à DCE (quanto muito um funcionário da empresa é enviado para entregar/receber documentos) e portanto é prática corrente serem os gestores a se deslocarem às empresas que compõem a sua carteira de clientes, não só para negociação mas também de forma a manter uma relação de proximidade e conseguirem antecipar eventuais necessidades da empresa.

Termino esta secção, reafirmando que o meu estágio foi uma experiência bastante positiva, tendo-me dado a possibilidade de *in loco* perceber o funcionamento duma dependência bancária, ter contacto com os procedimentos operacionais e compreender os princípios que os norteiam. Muito especialmente, agradeço a todos os colaboradores da DCE Viseu, que se mostraram sempre disponíveis para me ajudar, ensinando e explicando aquilo que precisasse, e sempre me propiciaram um ambiente positivo e convidativo à integração.

4. REVISÃO DA LITERATURA

Termina-se nesta fase a descrição e análise do estágio, seguindo-se rapidamente para o estudo empírico. No capítulo que se segue procede-se à recolha de referências bibliográficas que visam guiar, suportar ou complementar o estudo realizado posteriormente. A pesquisa literária resume-se em dois grandes temas: a eficácia dos estimadores de amplitude contra a volatilidade histórica, e a utilização do SVI para efetuar previsões no mercado financeiro.

Começando então pelo estudo aos estimadores de amplitude, Ślepaczuk e Zakrzewski (2009) e Poklepović et al. (2015) salientam a importância na escolha do estimador de volatilidade indicando que este tem influência na fronteira de eficiência uma vez que, seguindo o modelo de media-variância, os pesos dos portfólios diferem consoante o estimador utilizado. Desta forma, enviesamentos na estimação da volatilidade podem resultar em erros significantes. No entanto, as conclusões destes estudos são contraditórias, com Ślepaczuk e Zakrzewski (2009) a afirmarem que os resultados de vários estimadores de volatilidade não diferem significativamente, enquanto Poklepović et al. (2015) defendem que os estimadores de amplitude são mais eficientes que a volatilidade histórica.

O trabalho de Rajvanshi (2015) demonstra uma vasta recolha literária evidenciando que, apesar de os estimadores de amplitude assumirem preços contínuos que não se verificam na realidade, estes demonstram uma eficiência superior relativamente aos estimadores com base nos retornos. Com o seu trabalho empírico relativo ao mercado de futuros petrolífero Indiano, este autor conclui que os estimadores de amplitude diários têm menos enviesamento e são mais eficientes relativamente ao estimador clássico, apesar de os estimadores de amplitude com dados de alta frequência serem melhores que ambos. Desta forma, estes autores, assim como Li e Hong (2011) apoiam a conclusão de Poklepović et al. (2015). Li e Hong (2011) alerta ainda que estes estimadores são alvo de alguma resistência devido a obterem frequentemente em estudos empíricos resultados aquém das expectativas teorizadas.

Chiang e Wang (2011) apontam que os estimadores de amplitude têm eficiência informacional superior à volatilidade medida com base nos retornos. Este é um ponto que está na base do interesse neste tipo de estimadores e é bastante frisado na literatura, sendo também referido nomeadamente por Li e Hong (2011) e Bennet e Gil (2012). Chiang e Wang (2011) notaram ainda que a literatura financeira aponta os estimadores de amplitude como

sendo mais eficiente tanto em estimações *in sample* como *out-of-sample*, tese que comprova no seu estudo empírico.

Ulusoy et al. (2011) atestam a mesma conclusão que estes últimos autores, apontando ainda que a volatilidade tende a assumir uma forma em “U” ao longo do dia. Isto é, a volatilidade varia ao longo do dia, apresentando em regra os valores mais altos após a abertura e antes do fecho de mercado. Bennet e Gil (2012) também verificam esta característica, argumentando que os estimadores de volatilidade avançados (como os estimadores de amplitude) surgem com o objetivo de captar alguns destes aspetos na volatilidade, procurando melhorar a estimação deste indicador tão relevante de grande parte dos modelos financeiros. Explica-se assim um pouco do referido no parágrafo anterior sobre a eficiência informacional dos estimadores.

Ainda dentro dos estudos dos estimadores de amplitude, Bennet e Gil (2012) afirmam que, em regra, o estimador de Yang-Zhang é o estimador de amplitude mais eficiente, particularmente quando se utiliza amostras pequenas. Estes autores apresentam ainda uma alternativa à melhoria da volatilidade histórica indicando no seu estudo teórico que se um evento criar um pico na volatilidade, então a melhor estimação desta pode ser a volatilidade histórica observada num evento anterior semelhante. Por último, estes autores afirmam que, em média, a volatilidade diária e a semanal são aproximadamente iguais se os retornos de preço forem independentes.

Introduzindo agora à temática da introdução do SVI nos modelos financeiros, Challet e Ayed (2013) apresentam uma síntese sobre algumas preocupações a ter na utilização do SVI no mercado financeiro, constituindo assim um bom artigo introdutório ao estudo deste índice.

Este indicador é utilizado de inúmeras formas nos mais diversos mercados (financeiros ou não). Dentro dos mercados financeiros, Goddard et al. (2015) aplica este índice ao mercado de divisas, juntamente com um indicador da oferta de informação (notícias) e conclui que a oferta de informação, de modo geral, não é significativa para a estimação da volatilidade comparativamente à procura de informação, justificando assim a não utilização de informação relativa à oferta de informação. Ao estudar a relação causal entre o spread da dívida soberana e as pesquisas efetuadas nas redes sociais e Google, Dergiades et al. (2013) encontram evidências de que os índices representativos das pesquisas influenciam no curto prazo o spread da dívida soberana Grega. Por outro lado, o índice de

pesquisas nas redes sociais é mais eficaz na previsão de curto prazo relativamente ao índice de pesquisas no Google no caso do spread da dívida pública grega. No entanto, esta diferença quase não é notada no caso português.

Hamid e Heiden (2015) afirmam, após vasta recolha literária, que a relação entre a volatilidade e a atenção dos investidores tem duas faces distintas. Isto é, em alturas de crise e assumindo informação acessível, existe uma maior atenção dos investidores, o que acelera a incorporação das notícias nos preços dos ativos financeiros, aumentando por isso a volatilidade dos mesmos. Por outro lado, a maior atenção dos investidores reduz a incerteza, tendo por isso um impacto negativo na volatilidade.

Sobre o mercado acionista, Brochado (2016) aplicou o SVI ao seu estudo sobre a bolsa portuguesa e concluiu que este é uma aproximação fiável da atenção dos investidores que, por sua vez, tem impacto ainda maior no período de crise (provavelmente derivado a uma maior sensibilidade à informação). Neste trabalho, demonstra-se indubitavelmente a significância deste índice na previsão da volatilidade dos preços no mercado acionista. Ainda assim, Brito et al. (2016) comprovam que o melhor medidor de liquidez de ativos financeiros é o rácio de Amihud, contrariamente à metodologia adotada por Brochado (2016) que utilizou o volume de transação em valor como indicador da liquidez das ações no seu modelo estimado.

Por último, o trabalho de Hamid e Heiden (2015) representa um exemplo onde se contraria a inclusão do SVI, sendo uma exceção à generalidade da literatura. Estes autores favorecem o uso do modelo *Empyirical Similarity* ao invés do uso do SVI em modelos autorregressivos.

Tendo em perspetiva todo este trabalho já realizado e que, em geral, argumenta a favor da utilização do estimador de Yang-Zhang e do SVI nos modelos financeiros, o próximo capítulo pretende introduzir a amostra trabalhada.

5. DADOS E ANÁLISE PRELIMINAR

O presente trabalho empírico consiste em analisar o desempenho de portfólios criados a partir de ações portuguesas, utilizando varias alternativas para aferir os *inputs* do modelo de otimização média-variância. O período amostral escolhido está compreendido entre 30 Setembro de 2012 e 2 de Dezembro de 2017. O início da amostra foi condicionado pela disponibilidade de dados semanais do índice de pesquisas do Google, pois até 30 de Setembro de 2012 o índice SVI do *Google Trends* apenas se encontra disponível com frequência mensal.

O principal critério que esteve na base da seleção das ações a incluir na amostra foi a liquidez. Ações com reduzida liquidez, medida por exemplo através do volume de transação, apresentam preços estagnados e portanto longos períodos com retornos nulos, têm elevados custos de transação e põem em causa o necessário *timing* de abertura e fecho de posições prescritas pelas estratégias de transação. Assim, tendo por base o número máximo de ações que constituem o índice de referência do mercado acionista português (PSI-20), recolheu-se pontualmente (no primeiro dia de transação dos meses de Novembro e Maio) informação sobre as 20 ações com maior volume de transação diário e, de entre estas, foram escolhidas as ações que mais vezes constaram nas observações do *ranking top-20* de liquidez e que não tiveram longos períodos sem transação. Desta forma foram também excluídas ações que estando disponíveis no início da amostra deixaram de existir antes do final de 2015 (o primeiro ano para a análise *out-of-sample*).

Na amostra existem dois casos especiais. As ações dos CTT - Correios de Portugal apenas entraram no mercado em 4 de Dezembro de 2013 (portanto para o cálculos dos *inputs* referentes a esta ação, nas primeiras janelas *in-sample* foram utilizadas menos observações – um pouco mais que um ano de observações, enquanto nas restantes ações são utilizados dois anos e três meses). O outro caso refere-se às ações do Banif, que deixaram de estar cotadas em bolsa a partir de 6 de Janeiro de 2016 (aquisição pelo Grupo Santander). De acordo com os critérios definidos, manteve-se esta ação na amostra até essa data, sendo depois substituída pela ação da Impresa de modo a manter constante o número de ações na amostra (20 ações). Esta ação adicional é apenas considerada para esse período em que o Banif deixa de existir, não tendo influencia nos portfólios até então, e foi selecionada aplicando os mesmos critérios de liquidez (i.e. trata-se da 21ª ação mais líquida no mercado português durante o todo o período amostral).

Uma vez definida a amostra quanto às ações e ao período amostral foi recolhida da plataforma *Eikon Thomson Reuters DataStream* a informação respeitante aos preços diários de abertura, fecho, máximo e mínimo e ao volume diário (em milhares euros) de todas as ações; assim como os valores diários de fecho do índice PSI-20.

Na tabela seguinte são apresentadas as ações objeto de estudo ordenadas por volume transação diário médio.

Tabela 2 – Estatísticas do volume de transação diário em milhares de euros.

	Nº Obs.	Média	Desvio-padrão	Assimetria	Excesso Curtose
EDP	1324	18656,9	9430,8	2,8	17,3
BCP	1324	17291,3	15096,5	4,7	55,4
GALP	1324	16785,7	9051,6	5,5	55,6
JERONIMO MARTINS	1324	12726,1	7372,9	3,8	28,6
PHAROL	1324	9609,2	13411,3	7,7	124,6
CTT	1025	5043,5	8189,0	20,0	515,3
NOS	1324	3686,4	2873,5	4,6	48,5
SONAE SGPS	1324	3487,3	2238,6	1,7	5,4
MOTA ENGIL	1324	1742,6	1865,8	2,7	12,3
NAVIGATOR COMPANY	1324	1683,5	1295,5	1,9	6,6
REN	1324	1531,7	2144,3	13,7	320,4
ALTRI	1324	1312,7	1041,4	2,2	7,7
BPI	1324	1312,7	1041,4	2,2	7,7
BANIF	830	1080,1	2596,5	8,5	105,4
SEMAPA	1324	711,6	2075,0	30,4	1028,5
SONAE COM	1324	344,3	640,8	6,1	63,2
CORTICEIRA AMORIM	1324	263,1	1032,5	25,0	768,6
IMPRESA	1324	161,9	1421,4	34,9	1248,5
SONAE INDUSTRIA	1324	155,4	301,3	5,7	44,7
NOVABASE	1324	67,0	125,3	8,8	138,9
IBERSOL	1324	54,0	126,6	5,8	51,2

Fonte: Elaboração própria.

Os índices de pesquisas do *Google Trends* (SVI) foram obviamente obtidos *online*, para cada ação e para o índice PSI-20 e têm periodicidade semanal, considerando o número de pesquisas online de domingo a sábado. Este índice, não é um valor absoluto mas relativo, compreendido entre 0 e 100, onde a semana com maior número de pesquisas no período em análise assume o valor 100 e os restantes assumem valores relativos ao mesmo. Por exemplo, um valor de 46 significa que o número de pesquisas sobre aquele tópico/termo corresponde a 46% do número de pesquisas na semana em que houve mais pesquisas no intervalo em

questão. Uma vez que a recolha das séries temporais do SVI foi feita introduzindo cada denominação de empresa isoladamente, para cada ação (e índice PSI-20) o máximo é sempre 100.

O *Google Trends* permite também filtrar geograficamente as pesquisas. A ideia inicial consistia em utilizar as pesquisas a nível mundial, todavia tal introduzia muito ruído nos valores. Por exemplo, “*altri*” é uma expressão italiana que significa “mais” e é também o nome de uma empresa que consta na nossa amostra. Por este motivo, decidiu-se restringir o SVI pesquisas apenas efetuadas em Portugal. Neste indicador existe também um caso especial considerado: a Navigator Company. Esta denominação apenas ficou conhecida no território português após a aquisição da empresa Portucel pela Soporcel, e assim optou-se por utilizar o SVI relativo ao termo “Portucel” para determinar a procura de informação sobre esta ação.

Dada a frequência semanal do índice SVI, todas as outras séries foram convertidas para esta frequência. As séries das rentabilidades semanais foram obtidas considerando os preços de fecho de segunda-feira e de sexta-feira de cada semana ou o dia útil mais próximo enquanto as séries semanais do Rácio de Amihud e do estimador de volatilidade Yang-Zhang foram obtidos através das médias dos valores diários para cada semana de calendário.

Tabela 3 – Estatísticas descritivas da rentabilidade semanal durante todo o período amostral (30/09/2012 a 02/12/2017).

Ação	Nº Obs.	Média	Desvio-Padrão	Assimetria	Excesso Curtose	Máximo	Mínimo
ALTRI	270	0,0056	0,0424	-0,1106	0,6256	0,1312	-0,1247
BCP	270	-0,0008	0,0683	-0,3983	1,1952	0,1542	-0,2718
EDP	270	0,0025	0,0318	-0,3390	1,0270	0,0800	-0,1177
GALP	270	0,0030	0,0347	0,4039	3,3139	0,1645	-0,1375
JERONIMO MARTINS	270	-0,0001	0,0366	-0,3729	2,1732	0,1132	-0,1592
MOTA ENGIL	270	0,0040	0,0590	-0,1084	0,5577	0,1867	-0,1658
NAVIGATOR COMPANY	270	0,0031	0,0314	-0,1581	0,7401	0,0979	-0,1066
NOS	270	0,0028	0,0307	-0,1917	0,1872	0,0813	-0,0960

PHAROL	270	-0,0052	0,0845	0,6135	4,7812	0,4043	-0,3141
REN	270	0,0018	0,0220	-0,3492	1,8628	0,0652	-0,1010
SEMAPA	270	0,0039	0,0306	0,6349	2,2166	0,1475	-0,0856
SONAE SGPS	270	0,0035	0,0362	0,0199	0,4991	0,1318	-0,1120
BPI	270	0,0023	0,0518	0,2082	3,6564	0,2355	-0,1841
CORTICEIRA AMORIM	270	0,0054	0,0315	0,1216	2,7983	0,1343	-0,1380
SONAE COM	270	0,0028	0,0429	1,2556	7,9295	0,2510	-0,1393
SONAE INDUSTRIA	270	-0,0023	0,1453	4,6677	85,8167	1,7397	-0,9962
CTT	209	-0,0017	0,0423	-2,7527	21,7392	0,0894	-0,3525
IBERSOL	270	0,0050	0,0336	0,4865	2,3481	0,1676	-0,0953
NOVABASE	270	0,0024	0,0301	0,3314	4,1620	0,1364	-0,1306
BANIF	170	-0,0179	0,1480	-3,1708	49,1618	0,9163	-1,3631
IMPRESA	270	0,0006	0,06012	0,3485	2,6485	0,2183	-0,2690
Média	--	0,0010	0,0521	0,0543	9,4971	0,2689	-0,2600
PSI-20	270	0,0015	0,0273	-0,5296	1,2682	0,0645	-0,1095

Fonte: Elaboração própria.

Na Tabela 3 são apresentadas algumas estatísticas descritivas das rentabilidades semanais das ações na amostra. Das 21 ações consideradas apenas 6 apresentam uma rentabilidade média negativa, destacando-se o Banif com uma rentabilidade média semanal de -1,79%. Das ações com bom desempenho é de destacar o caso da Altri, Pharol, Corticeira Amorim e Ibersol com rentabilidades médias superiores a 0,5%. Os valores dos desvio-padrão são muito similares, situando-se entre 0,02 e 0,08 exceto os casos da Sonae Indústria e Banif onde a volatilidade é muito superior, cerca de 0,14. Cerca de metade das ações têm assimetria negativa e todas elas apresentam excesso de curtose, destacando-se aqui obviamente os casos da Sonae Indústria e Banif, já mencionados aquando da volatilidade. A análise dos valores máximos e mínimos põe em evidência eventos extremos, pois na esmagadora maioria as ações apresentam máximos e mínimos com taxas de rentabilidade de

dois dígitos. Mais uma vez, os anteriores dois casos destacam-se da restante amostra: A Sonae Indústria apresenta um máximo de 174% e um mínimo de -100%, enquanto o Banif apresenta um máximo de 91% e um mínimo de -136%. Em média, estas ações apresentam uma rentabilidade semanal média inferior ao PSI-20 em 5 *b.p.* (pontos base) mas sensivelmente o dobro da volatilidade. Em média a assimetria das ações é positiva enquanto a assimetria do PSI-20 é positiva. Tal como seria de esperar o excesso de curtose também é em média muito maior para as ações do que para o índice, dada o peso muito mais elevado do risco específico nas ações individuais do que num portefólio.

6. METODOLOGIA

O presente trabalho empírico tem por objetivo analisar o desempenho de portefólios criados a partir de ações portuguesas no âmbito do modelo média-variância. Tendo por base este mercado acionista, pretende-se fazer um estudo comparativo do desempenho dos portefólios tendo em conta diferentes alternativas de estimação dos *inputs* do modelo de otimização de Markowitz (1952).

6.1. O MODELO DA MÉDIA-VARIÂNCIA CLÁSSICO

O modelo da média-variância tem sido amplamente utilizado pelos investidores na criação de portefólios eficientes, o que muito se deve à sua simplicidade. Basicamente, o modelo assume que apenas o primeiro e segundo momentos estatísticos das rentabilidades são relevantes e, portanto, o investidor racional, ao pretender maximizar a sua utilidade procura um portefólio que se adeque às suas características subjetivas. Todavia, admitindo que o investidor racional é avesso face ao risco, tal significa que deve escolher um portefólio eficiente (que para um dado nível de risco maximiza a rentabilidade e que para um dado nível de rentabilidade minimiza o risco). Portanto o problema de otimização condicionado pode ser genericamente apresentado da seguinte forma:

$$\begin{aligned} \min_{X_i} \quad & \sigma_p^2 = \sum_{i=1}^N X_i^2 \sigma_i^2 + \sum_{i=1}^N \sum_{\substack{j=1 \\ j \neq i}}^N X_i X_j \sigma_{ij} \\ \text{s. a} \quad & E(R_p) = \sum_{i=1}^N X_i E(R_i) \geq k \\ & \sum_{i=1}^N X_i = 1 \end{aligned} \tag{1}$$

Onde X_i são as proporções dos ativos $i = 1, 2, 3, \dots, N$ no portefólio P cujo risco, dado por σ_p^2 , é mínimo para um valor de rentabilidade esperada, $E(R_p)$, igual ou maior que um determinado valor predefinido k . A restrição adicional pretende garantir que a soma das proporções é igual à unidade. Note-se que nesta formulação as proporções podem ser negativas, o que significa a possibilidade de abertura de posições negativas, i.e. a possibilidade de vendas a descoberto.

Tradicionalmente, os *inputs* do modelo, $\{E(R_i), \sigma_{ij}, \sigma_i^2 \text{ com } i, j = 1, 2, \dots, N\}$, são obtidos através dos estimadores simples da média, covariância e variância, respetivamente:

$$E(R_i) = \frac{1}{T} \sum_{t=1}^T R_{i,t} \quad (2)$$

$$\sigma_{i,j} = \frac{1}{T-1} \sum_{t=1}^T [R_{i,t} - E(R_i)] [R_{j,t} - E(R_j)] \quad (3)$$

$$\sigma_i^2 = \frac{1}{T-1} \sum_{t=1}^T (R_{i,t} - E(R_i))^2 \quad (4)$$

Onde $R_{i,t}$ corresponde à rentabilidade da ação i no momento t , com $t = 1, 2, \dots, T$.

Da infinidade de portfólios eficientes, é dada neste trabalho especial relevância a dois portfólios particulares, tal como em Brito et al. (2015): O portfólio que maximiza o rácio de Sharpe e que corresponde ao conceito de portfólio de mercado e o portfólio de variância mínima.

De acordo com o teorema da separação de fundos de Fisher, dada a existência de um ativo sem risco, o investidor racional deve investir a sua riqueza nesse ativo sem risco e no portfólio de mercado, representativo do mercado acionista; isto é, no portfólio constituído por todas ações nas proporções da sua capitalização bolsista. Desta forma, o investidor investe num portfólio cujo risco específico é reduzido ao mínimo como resultado da diversificação. Isto significa que o melhor portfólio na fronteira de eficiência dos ativos com risco é a solução do modelo de otimização do rácio de Sharpe:

$$\begin{aligned} \max_{X_i} \quad & RS_P = \frac{E(R_P) - R_f}{\sqrt{\sigma_P^2}} \\ \text{s. a} \quad & \sum_{i=1}^N X_i = 1 \end{aligned} \quad (5)$$

O portfólio de variância mínima tem recebido especial atenção na literatura após o artigo de Jagannathan e Ma (2003), que basicamente sugere que de entre todos os portfólios eficientes, no longo prazo, este é aquele que apresenta melhor desempenho *out-of-sample*. Os autores justificam este resultado com o argumento de que o vetor de rentabilidades esperadas está mais sujeito a erros de estimação do que a matriz de covariâncias. O portfólio de variância mínima é obtido como solução do seguinte problema de otimização condicionado:

$$\begin{aligned}
& \min_{X_i} && \sigma_p^2 \\
& \text{s. a} && \sum_{i=1}^N X_i = 1
\end{aligned} \tag{6}$$

6.2. MODELOS DE PREVISÃO PARA OS INPUTS E O ESTIMADOR YANG-ZHANG

O mau desempenho *out-of-sample* do modelo de Markowitz é usualmente apontado na literatura como sendo o resultado dos erros de estimação dos *inputs*, sendo este problema mais severo no caso das rentabilidades médias do que na matriz de variâncias-covariâncias. De forma a tentar reduzir o erro de previsão são utilizadas várias alternativas para o cálculo das rentabilidades esperadas, baseadas em modelos de previsão lineares. O modelo adotado é o seguinte:

$$R_{i,t} = \beta_0 + \beta_1 R_{i,t-1} + \beta_2 R_{M,t-1} + \beta_3 SVI_{i,t-1} + \beta_4 SVI_{M,t-1} + \beta_5 A_{i,t-1} + \varepsilon_t \tag{7}$$

Onde a rentabilidade de cada ação i no período t é função do seu valor desfasado (componente autorregressiva), $R_{i,t-1}$, do valor desfasado da rentabilidade do índice de mercado, $R_{M,t-1}$, do índice de pesquisas do Google desfasado, quer para a ação, $SVI_{i,t-1}$, quer para o índice de mercado, $SVI_{M,t-1}$, e ainda do valor desfasado do rácio de Amihud para essa ação, $A_{i,t-1}$. Seguindo Brochado (2016) e Li e Hong (2011), os índices SVI são aqui utilizados como *proxies* da atenção dos investidores enquanto o índice de Amihud é uma medida de liquidez da ação que pode ter impacto na rentabilidade da ação, dada a eventual existência de um prémio de iliquidez Brito et al. (2016). O rácio de Amihud é calculado da seguinte forma:

$$A_{i,t} = \frac{1}{I_t} \sum_{j=1}^{I_t} \frac{|R_{i,j}|}{V_{i,j}} \tag{8}$$

Onde $j = 1, 2, \dots, I_t$ corresponde aos dias de transação durante o período t , $V_{i,j}$ é o volume de transação em milhares de euros durante o dia t e $R_{i,j}$ é a rentabilidade da ação i durante a sessão de bolsa j , isto é considerando o preço de abertura e o preço de fecho, tal que $R_{i,j} = \ln(c_{i,j}) - \ln(o_{i,j})$. Portanto, o rácio de Amihud pode ser considerado como o

impacto médio no preço por unidade monetária transacionada sobre a ação i durante o período t .

Adicionalmente foi considerada um modelo semelhante ao anterior, mas onde o SVI e o rácio de Amihud entram na regressão com o sinal da rentabilidade da ação no período anterior:

$$R_{i,t} = \beta_0 + \beta_1 R_{i,t-1} + \beta_2 R_{M,t-1} + \beta_3 SVI_{i,t-1}^{\bar{}} + \beta_4 SVI_{M,t-1}^{\bar{}} + \beta_5 A_{i,t-1}^{\bar{}} + \varepsilon_t \quad (9)$$

Portanto $X_{i,t-1}^{\bar{}} = X_{i,t-1}$ se $R_{i,t-1} \geq 0$ e $X_{i,t-1}^{\bar{}} = -X_{i,t-1}$ se $R_{i,t-1} < 0$, para $X = SVI_i, SVI_M$ e A_i . Com estas modificações pretende-se captar melhor os efeitos destas variáveis sobre a rentabilidade, pois tanto os SVI como o rácio de Amihud são variáveis não-negativas enquanto os retornos assumem frequentemente valores negativos.

No caso das variâncias, existe uma vasta corrente de literatura que evidencia que os estimadores de amplitude são mais eficientes do que o estimador clássico, e dentro desta classe o estimador Yang-Zhang é o mais eficiente de todos (ver, por exemplo Li e Hong (2011), Ulusoy et al. (2011), Bennett e Gil (2012), Rajvanshi (2015) e Poklepović et al. (2015)).

O estimador de Yang-Zhang é calculado da seguinte forma:

$$\begin{aligned} YZ_t &= \sqrt{\sigma_c^2 + k\sigma_o^2 + (1-k)\sigma_{RS}^2} \\ \sigma_c^2 &= \frac{1}{I_t - 1} \sum_{j=1}^{I_t} \left[\ln\left(\frac{o_j}{c_{j-1}}\right) - E\left(\ln\left(\frac{o_j}{c_{j-1}}\right)\right) \right]^2 \\ \sigma_o^2 &= \frac{1}{I_t - 1} \sum_{j=1}^{I_t} \left[\ln\left(\frac{c_j}{o_j}\right) - E\left(\ln\left(\frac{c_j}{o_j}\right)\right) \right]^2 \\ \sigma_{RS} &= \sqrt{\frac{1}{I_t} \sum_{j=1}^{I_t} \ln\left(\frac{h_j}{c_j}\right) \ln\left(\frac{h_j}{o_j}\right) + \ln\left(\frac{l_j}{c_j}\right) \ln\left(\frac{l_j}{o_j}\right)} \\ k &= \frac{0,34}{1,34 + \frac{I_t + 1}{I_t - 1}} \end{aligned} \quad (10)$$

Onde $j = 1, 2, 3, \dots, I_t$ são os dias de transação durante o período t em que se deseja calcular a volatilidade e o_j, c_j, h_j e l_j são o preço de abertura, de fecho, máximo e mínimo do dia j , respetivamente.

Também para a volatilidade, medida através do estimador Yang-Zhang, foi aplicado o seguinte modelo de previsão:

$$\ln(YZ_{i,t}) = \beta_0 + \beta_1 \ln(YZ_{i,t-1}) + \beta_2 \ln(R_{M,t-1}^2) + \beta_3 \ln(SVI_{i,t-1}) + \beta_4 \ln(SVI_{M,t-1}) + \beta_5 \ln(A_{i,t-1}) + \varepsilon_t \quad (11)$$

A utilização de logaritmos impõe-se de forma a evitar valores negativos para as previsões da volatilidade. Note-se que no caso em que as variáveis têm observações nulas foi necessário assumir o valor unitário, cujo logaritmo é obviamente zero.

6.3. ANÁLISE *OUT-OF-SAMPLE*

Nesta subsecção é apresentada o procedimento utilizado para obter as rentabilidades *out-of-sample* dos dois portefólios utilizados como *benchmark* e as medidas de desempenho.

Os *inputs* do modelo de otimização são obtidos através de um procedimento de janela móvel. A primeira amostra *in-sample* consiste nos dados semanais desde o início da amostra (30/09/2012) até à semana que termina em 27/12/2014 inclusive. Tendo em conta estas observações são estimados os *inputs* de acordo com os quais se calculam o peso dos portefólios a criar no início da semana seguinte (segunda-feira). Os portefólios mantêm-se inalterados até à sexta-feira dessa semana e com esses pesos constantes são calculadas a rentabilidade dos portefólios utilizando os preços de fecho: $R_{i,t} = \ln(c_{i,t}^{Sex.}) - \ln(c_{i,t}^{Seg.})$. O processo é reiterado, acrescentando à janela a observação posterior e deixando cair a primeira observação da janela móvel, e novamente são calculadas as rentabilidades dos portefólios, resultando em sub-amostras de estimação com uma amplitude fixa de 117 observações. Desta forma criam-se séries temporais das rentabilidades dos portefólios com 153 observações *out-of-sample*.

Este procedimento em janela móvel replica então o resultado de um investidor que, tendo por base uma determinada estratégia para obter a informação, reúne essa informação

até sexta-feira (ou até ao dia útil anterior, no caso de sexta-feira ser um feriado) e balanceia o seu portefólio até ao fecho da sessão de bolsa na segunda-feira seguinte.

Tendo em conta as secções anteriores, as estratégias de estimação dos *inputs* utilizadas são várias. Para as rentabilidades esperadas: i) Estimador clássico – Equação (2), ii) projeções resultantes da regressão (7) e iii) projeções resultantes da regressão (9). Para as variâncias: i) Estimador clássico – Equação (4), ii) estimativas Yang-Zhang das semanas anteriores à formação dos portefólios (ver Equação (10)), e iii) projeções resultantes da regressão (11). As covariâncias foram sempre calculadas através do estimador clássico (Equação (3)).

Considerando os dois portefólios (Portefólio de mercado e portefólio de variância mínima) e as várias estratégias de estimação dos *inputs*, foram então estudados 12 modelos, cuja caracterização se encontra especificada na tabela seguinte:

Tabela 4 – Enumeração e síntese dos modelos estimados.

Modelos	Portefólio	Rent. esperadas	Variâncias
Modelo 1 (Modelo Clássico)	Mercado	Estimador clássico	Estimador clássico
Modelo 2	Mercado	Estimador clássico	YZ semana anterior
Modelo 3	Mercado	Estimador clássico	Projeção da Eq. (11)
Modelo 4	Mercado	Projeção da Eq. (7)	Estimador clássico
Modelo 5	Mercado	Projeção da Eq. (7)	YZ semana anterior
Modelo 6	Mercado	Projeção da Eq. (7)	Projeção da Eq. (11)
Modelo 7	Mercado	Projeção da Eq. (9)	Estimador clássico
Modelo 8	Mercado	Projeção da Eq. (9)	YZ semana anterior
Modelo 9	Mercado	Projeção da Eq. (9)	Projeção da Eq. (11)
Modelo 10	Variância Mínima	n.a.	Estimador clássico
Modelo 11	Variância Mínima	n.a.	YZ semana anterior
Modelo 12	Variância Mínima	n.a.	Projeção da Eq.(11)

Fonte: Elaboração própria.

No estudo comparativo destes portefólios (modelos) é ainda apresentada informação sobre o índice PSI-20 (durante o período *out-of-sample*), que basicamente mede

o resultado da estratégia *buy-and-hold* do portfólio que replica aquele índice; assim como informação sobre o portfólio de proporções iguais, o qual por não estar sujeito a erro de estimação dos inputs é tido como um bom portfólio de referência, cujo desempenho é difícil de superar (ver De Miguel et al. (2009)). Ambos portfólios de referência permitem uma diversificação assinalável e implicam custos de transação mais reduzidos.

Na análise do desempenho dos vários portfólios são apresentadas estatísticas quanto à rentabilidade média, desvio-padrão, assimetria, rácio de Sharpe e *turnover*. A assimetria é aqui também apresentada porque os investidores beneficiam de uma maior probabilidade de valores superiores à média, tendo assim preferência por assimetria positiva (Brito, et al. (2015)). O rácio de Sharpe é calculado considerando uma taxa de juro sem risco nula e basicamente dá informação sobre a recompensa do investimento por unidade de risco:

$$RS_P = \frac{E(R_P) - R_F}{\sigma_P} = \frac{E(R_P)}{\sigma_P} \quad (12)$$

O *turnover*, tal como indicado por Brito et al. (2016), é calculado de acordo com a fórmula indicada de seguida e é um indicador dos custos de transação, no sentido que mede a acumulação das variações dos pesos que as várias ações possuem dentro de cada portfólio ao longo do tempo.

$$Turnover = \frac{1}{\#Períodos} \sum_{t=1}^{\#Períodos} \sum_{i=1}^N (|X_{i,t+1} - X_{i,t}|) \quad (13)$$

Tendo em conta todos os processos descritos neste capítulo, procede-se no capítulo seguinte a apresentação e análise dos resultados inerentes. Relembrando, vai ser avaliado o desempenho *out-of-sample* dos modelos indicados na Tabela 4, através da análise de alguns indicadores da rentabilidade.

7. APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DOS RESULTADOS

No seguimento dos processos descritos no tópico anterior, gerou-se a tabela seguinte onde são apresentados alguns indicadores do desempenho dos vários modelos de seleção de portefólios.

Tabela 5 – Desempenho *out-of-sample* dos vários modelos de seleção de portefólios.

	Média	Desvio-padrão	Rácio de Sharpe	Turnover	Assimetria
Portefólio de Mercado (PM)					
Modelo 1	0,0095	0,0826	0,1149	0,9314	-0,4858
Modelo 2	-0,3174	5,8783	-0,0540	172,7836	-11,6651
Modelo 3	-0,0314	0,6972	-0,0451	47,0831	0,3219
Modelo 4	0,0273	1,2277	0,0222	105,8901	0,3554
Modelo 5	-0,0361	0,9216	-0,0391	45,4726	-7,8797
Modelo 6	0,0443	0,9292	0,04770	50,5282	5,0338
Modelo 7	-0,2078	1,7367	-0,1197	87,4097	-10,8214
Modelo 8	0,1346	0,5961	0,2257	58,6152	4,0829
Modelo 9	0,1011	1,1780	0,0858	67,8863	8,4514
Portefólio de variância Mínima (PVM)					
Modelo 10	0,0045	0,0171	0,2612	0,1092	0,4234
Modelo 11	0,0021	0,6511	0,0032	62,1563	-1,3939
Modelo 12	-1,7265	21,9452	-0,0787	885,9534	-12,3665
Proporções Iguais (PPI)	0,0009	0,0893	0,0100	0,0413	6,5197
PSI-20	0,0028	0,0242	0,1140	n.a.	0,0832

Fonte: Elaboração própria.

O Modelo 1, que respeita ao modelo média-variância clássico, apresenta uma média de 0,95% e um desvio-padrão de 8,26%. Daqui resulta um rácio de Sharpe ligeiramente superior àquele da estratégia *buy-and-hold* do índice de mercado PSI-20, mas bastante superior ao rácio de Sharpe resultante do portefólio de proporções iguais. O PM do Modelo 1 apresenta uma assimetria negativa enquanto o PPI e o PSI-20 apresentam assimetrias positivas, mas o principal problema daquela estratégia de seleção de portefólios em relação a estes dois últimos portefólios, resulta do aumento de custos de transação que lhe estão

associados, pois o turnover é bastante maior. De todos os modelos dirigidos à seleção do PM, apenas o Modelo 8, no qual são utilizadas as previsões da rentabilidade de acordo com a Equação (9) e as estimativas Yang-Zhang das semanas anteriores ao rebalanceamento dos portfólios, apresenta melhores resultados no rácio de Sharpe, assumindo este indicador um valor de 0,2257, i.e. basicamente o dobro do rácio de Sharpe do Modelo 1. Todavia, o *turnover* do Modelo 8 é mais de 50 vezes superior àquele associado ao Modelo 1, enquanto a rentabilidade média é apenas cerca de 15 vezes superior. Este resultado evidencia a possibilidade de erosão dos resultados daquela estratégia via custos de transação.

O resultado mais surpreendente é o facto do PVM, considerando os *inputs* clássicos, providenciar o melhor rácio de Sharpe (Modelo 10), atingindo um máximo de 0,2612 para este indicador. Adicionalmente, o *turnover* deste portefólio é 0,1092, que apenas é menor nas estratégias PPI e PSI-20.

De acordo com os resultados apresentados pode-se inferir que nem o estimador Yang-Zhang produz quaisquer benefícios em termos de estimação das variâncias para a seleção de portefólios nem a tentativa de utilizar mais informação resultante da utilização do indicador SVI ou rácio de Amihud produz melhores resultados para a seleção do portefólio de mercado. Da análise conclui-se ainda que uma atitude mais conservadora por parte dos investidores que os leve à criação de portefólios com reduzido risco, excluindo da equação a rentabilidade média e portanto o seu erro de estimação, conduz a melhores resultados, mesmo após custos de transação, e eventualmente permite ao investidor “bater” o mercado.

8. CONCLUSÕES

Os estimadores de amplitude assim como o SVI têm evidenciado nos últimos anos características interessantes principalmente no que à estimação da volatilidade diz respeito. Com este trabalho procura-se contribuir para estas duas crescentes tendências literárias, inovando no sentido de as unir e usar os seus resultados para a obtenção dos portefólios de mercado e de variância mínima numa estimação *out-of-sample* com janela móvel.

Analisando as rentabilidades dos portefólios obtidos *out-of-sample* pelo modelo de Markowitz, deparamo-nos com uma semelhança bastante vincada entre o portefólio de mercado e a rentabilidade do PSI-20.

Os resultados dos indicadores de performance rejeitam a utilização da previsão do estimador Yang-Zhang e do SVI assim como do rácio de Amihud como *inputs* no modelo de Markowitz, uma vez que a sua inclusão não apresentou melhorias.

Por outro lado, ressalva-se o portefólio de variância mínima calcula através do modelo clássico, cujo desempenho foi fenomenal no período analisado. Este resultado faz referência ao trabalho de Jagannathan e Ma (2003), pelo que se atribui pouca previsibilidade às rentabilidades do mercado acionista português. Ao mesmo tempo, o fraco resultado evidenciado dos estimadores de amplitude já foi também noticiado por Li e Hong (2011).

Em futuros trabalhos sugere-se o aprofundamento dos resultados deste trabalho, o que se traduz no aprofundamento da análise do desempenho *out-of-sample* do portefólio de variância mínima relativamente a outros *benchmarks*.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Bennett, C., & Gil, M. A. (2012). Measuring historical volatility. Santander Equity Derivatives Report.
- Brito, R. P., Sebastião, H., & Godinho, P. (2017). Portfolio choice with high frequency data: CRRA preferences and the liquidity effect. *Portuguese Economic Journal*, 16(2), 65-86.
- Brito, R. P., Sebastião, H., & Godinho, P. (2016). Efficient skewness/semivariance portfolios. *Journal of Asset Management*, 17(5), 331-346.
- Brochado, A. (2016). Investor attention and Portuguese stock market volatility: We'll google it for you! (No. 9345). *EcoMod*.
- Challet, D., & Ayed, A. B. H. (2013). Predicting financial markets with Google Trends and not so random keywords. arXiv preprint arXiv:1307.4643.
- Chiang, M. H., & Wang, L. M. (2011). Volatility contagion: A range-based volatility approach. *Journal of Econometrics*, 165(2), 175-189.
- De Miguel, V., Garlappi, L. and Uppal, R. (2009) Opimal versus naive diversification: How inefficient is the 1/N portfolio strategy? *The Review of Financial Studies*, 22(5):1915–1953.
- Dergiades, T., Milas, C., & Panagiotidis, T. (2014). Tweets, Google trends, and sovereign spreads in the GIIPS. *Oxford Economic Papers*, 67(2), 406-432.
- Goddard, J., Kita, A., & Wang, Q. (2015). Investor attention and FX market volatility. *Journal of International Financial Markets, Institutions and Money*, 38, 79-96.
- Hamid, A., & Heiden, M. (2015). Forecasting volatility with empirical similarity and Google Trends. *Journal of Economic Behavior & Organization*, 117, 62-81.
- Jagannathan, R. and Ma, T. (2003) Risk reduction in large portfolios: Why imposing the wrong constraints helps. *The Journal of Finance*, 58(4), 1651–1684.
- Li, H., & Hong, Y. (2011). Financial volatility forecasting with range-based autoregressive volatility model. *Finance Research Letters*, 8(2), 69-76.
- Markowitz, H.M. (1952) Portfolio selection. *The Journal of Finance* 7(1): 77–91.
- Poklepović, T., Aljinović, Z., & Matković, M. (2015). Efficient Frontier-Comparing Different Volatility Estimators. *World Academy of Science, Engineering and Technology, International Journal of Mathematical, Computational, Physical, Electrical and Computer Engineering*, 9(4), 214-221.

- Rajvanshi, V. (2015). Performance of range and return based volatility estimators: evidence from Indian crude oil futures market. *Glob Econ Financ J*, 8(1), 46-66.
- Ślepaczuk, R., Zakrzewski, G. (2009). High-Frequency and Model-Free Volatility Estimators. Faculty of Economic Sciences, University of Warsaw. Working Papers No. 13/2009 (23).
- Ulusoy, V., Eken, M. H., & Çankaya, S. (2011). The behaviour of the Istanbul stock exchange market: An intraday volatility/return analysis approach.
- Yang, D. and Zhang, Q. (2000). Drift-independent volatility estimation based on high, low, open, and close prices. *Journal of Business*, 73(3), 477-492.