

Opções sobre *Commodities*

Inês Sofia Morais Ferreira

Dissertação submetida como requisito parcial para obtenção do grau
de Mestre em Finanças

Orientador:

Prof. Doutor João Pedro Nunes, Prof. Catedrático, ISCTE Business School,
Departamento de Finanças

Outubro de 2016

Resumo

Uma das grandes atrações do mercado de *commodities* é a possibilidade de gerar grandes rendimentos através de pequenos investimentos. As *commodities* apresentam características únicas que as distinguem de outros ativos comuns, tais como a diversificação ou o seu elevado nível de liquidez.

A forma mais popular de transacionar *commodities* é através de contratos de futuros e de opções. Estes dois mercados têm sido utilizados como uma forma dos investidores gerirem o risco financeiro em relação ao preço das *commodities* e também, por serem uma forma de proteção contra a inflação.

A Teoria do Portfólio, desenvolvida por Markowitz, sugere que para um determinado nível de risco de um portfólio, o investidor procura maximizar o seu retorno de forma a otimizar a sua utilidade esperada. Através da Fronteira Eficiente chega-se à conclusão que adicionar *commodities* num portfólio de investimento beneficia a relação de retorno-risco, devido à baixa correlação que se verifica entre estes ativos e os ativos mais comuns.

Palavras Chave: *Commodities*; Opções; Futuros; Diversificação

Abstract

One of the great attractions of the commodities market is the ability to generate large income through small investments. Commodities have unique characteristics that distinguish them from other common assets, such as diversification or its high level of liquidity.

The most popular way to transact commodities is through futures and options contracts. These two markets have been used as a way for investors to manage the financial risk in relation to the price of commodities and also because they are a form of protection against inflation.

The Theory of Portfolio, developed by Markowitz, suggests that for a given level of risk of a portfolio, the investor seeks to maximize the return in order to optimize his expected utility. The Efficient Frontier shows that adding commodities in an investment portfolio yields better the risk-return ratio, due to the low correlation that exists between these assets and the most common asset classes.

Key Words: Commodities; Options; Futures; Diversification

JEL Classification: G11, G13

Agradecimentos

Em primeiro lugar, o meu agradecimento irá para o meu orientador, o Professor Doutor João Pedro Nunes, pela sua dedicação, capacidade de motivação e porque sem ele, e sem os seus conhecimentos abrangentes dentro desta área nada disto seria possível.

Agradeço também aos meus pais, pelo apoio que me deram e por me fazerem acreditar que é possível ir sempre mais longe.

Por fim, um especial obrigado aos meus amigos por toda compreensão e paciência ao longo deste ano.

Índice

Introdução	1
Enquadramento Teórico	2
1. Mercado de <i>commodities</i>	3
1.1. Tipos de <i>commodities</i>	4
1.2. Caraterísticas das <i>commodities</i>	6
1.3. A procura de <i>commodities</i>	7
1.4. Fatores condicionantes na procura de <i>commodities</i>	8
1.4.1. Tempo	8
1.4.2. Fatores políticos.....	8
1.4.3. Taxa de juro	8
1.4.4. Inflação.....	9
1.5. <i>Commodities</i> vs. Ativos financeiros.....	10
2. História dos mercados de <i>commodities</i>	11
3. Derivados sobre <i>commodities</i>	14
3.1. Mercado de futuros	16
3.1.1. Futuros sobre <i>commodities</i>	18
3.1.2. Preço teórico dos futuros.....	20
3.1.3. Preço de transação dos futuros	25
3.1.4. Riscos no mercado de futuros.....	27
3.2. Mercado de opções.....	28
3.2.1. Opções sobre <i>commodities</i>	29
3.2.2. Componentes de uma opção.....	30
3.2.3. Modelo de avaliação de opções.....	32
3.2.4. Riscos em investir em opções.....	34
4. Portfólio equilibrado	35
Enquadramento Prático	37
5. <i>Roll Over</i> de Contratos de Futuros.....	38
5.1. Análise de dados	38
5.2. Conclusão do Mecanismo de <i>Roll Over</i>	41
6. Fronteira Eficiente de um Portfólio	42
6.1. Análise de dados	42
6.2. Conclusão da Fronteira Eficiente.....	44
Conclusão	45
Bibliografia	46
Anexos	48

Índice de Tabelas

Tabela 1 – Principais bolsas de <i>commodities</i>	18
Tabela 2 – Preços de futuros sobre <i>commodities</i> para várias maturidades	25
Tabela 3 – Datas com preços disponíveis para os futuros com várias maturidades	39
Tabela 4 – Correlações entre os futuros do S&P e as várias <i>commodities</i>	41
Tabela 5 – Constituição do Portfólio A	42
Tabela 6 – Constituição do portfólio B	43
Tabela 7 – Matriz de correlações entre os vários índices do Portfólio A	43
Tabela 8 – Matriz de correlações entre os vários índices do Portfólio B	43

Índice de Figuras

Figura 1 – Contrato do <i>gold</i> no CMX	26
---	----

Índice de Gráficos

Gráfico 1 – Evolução da Transação de contratos de futuros e de opções	13
Gráfico 2 - Fronteira Eficiente dos Portfólios A e B	44

Índice de Anexos

Anexo I – Evolução das cotações e das rendibilidades entre os contratos de futuros do S&P e uma <i>commodity</i> , no período de 1 de setembro de 2015 a 31 março 2016, utilizado o mecanismo de <i>roll over</i> dos contratos de futuros	50
Anexo II - Evolução das cotações e das rendibilidades dos índices que constituem os Portfólios A e B, no período de 1 de janeiro de 2006 a 31 março 2016	52

Introdução

Nos últimos anos, as *commodities* têm apresentado uma grande evolução tecnológica em todo o mundo. Além da necessidade da produção de *commodities*, a busca por um ganho financeiro maior também tem estimulado esta evolução, através do aumento da produtividade e da redução dos custos de produção. Assim, os mercados antigos tentam acompanhar as novas tecnologias, adaptando-se a um novo cenário e a novas linhas de negócio. Ao mesmo tempo, os novos mercados vêm aumentar a competitividade e o grau de exigência que se observa. É necessário acompanhar estas evoluções e aplicar estratégias para o sucesso deste mercado. Paralelamente, a negociação de derivativos sobre *commodities* têm vindo a evoluir no mercado financeiro mundial desde 1990.

Os fatores de formação de preços das *commodities* são muito distintos de outros ativos financeiros, como as ações ou os índices. Consequentemente, a correlação com os retornos das *commodities* é muito baixa, por vezes até negativa, refletindo uma característica única neste tipo de ativos: a diversificação. Tal sugere que a introdução de derivativos sobre *commodities* em portfólios promove a diversificação do mesmo e a diminuição do risco de investimento.

O objetivo inicial desta tese é a caracterização do mercado das *commodities*: como funciona este tipo de mercado, consoante o tipo de *commodity* em causa; de que forma é que os investidores podem ser beneficiados neste mercado através de contratos de futuros e de opções; e como as *commodities* podem ser uma mais-valia num portfólio de ativos, devido à sua característica única de diversificação.

Paralelamente, irá ser apresentada uma caracterização dos mercados de futuros e de opções sobre *commodities* para se proceder a uma análise mais detalhada de uma operação de *roll over* de contratos de futuros sobre *commodities* e sobre o índice S&P. Para tal irão ser extraídos dados de uma das maiores agências de notícias financeiras, a Bloomberg. Através da informação retirada desta agência, pretende-se avaliar o mecanismo de *roll over* nos contratos de futuros para várias maturidades. Por último, através da Teoria do Portfólio, desenvolvida por Markowitz, irá ser apresentada a Fronteira Eficiente de dois portfólios, um apenas de índices comuns e outro incluindo índices de *commodities*.

Enquadramento Teórico

1. Mercado de *commodities*

A Bloomberg define uma *commodity* como sendo: “*A basic good used in commerce that is interchangeable with other commodities of the same type. Commodities are most often used as input in the production of other goods or services. The quality of a given commodity may differ slightly, but it is essentially uniform across producers. When they are traded on an exchange, commodities must also meet specified minimum standards, also known as a basis grade.*”

Holihan (2008:15) refere que “*Most of the products traded in the commodity markets are essential to life as we know it: food products, metal and oil. We survive on food, built our economies with metals, and power them with oil.*”

Commodities são produtos tipicamente extraídos a partir de recursos naturais da terra, cujo objetivo é serem comercializados nos mercados de todo o mundo por investidores com o intuito de obter lucro no futuro, em virtude da flutuação do preço dos produtos. Ingram (2015:65) defende que este tipo de produtos é comprado e vendido por investidores com base em especulação.

As *commodities* mais comercializadas em todo o mundo são divididas em vários mercados: produtos de mineração, metais, metais preciosos, produtos agrícolas e petróleo bruto. Normalmente, todos estes produtos têm uma oferta limitada e os preços variam de acordo com as condições climáticas, a relação oferta-procura, o grau de risco associado ao tipo de produto e o uso desses mesmos produtos.

Debreu (1959:28) refere que “*A commodity is characterized by its physical properties, the date at which it will be available, and the location at which it will be available. The price of a commodity is the amount which has to be paid now for the (future) availability of one unit of that commodity.*”

1.1. Tipos de *commodities*

De acordo com Secomandi e Seppi (2014:3) as *commodities* podem ser d vidas em três categorias básicas: produtos agrícolas, metais e fontes de energia. Cada um destes grupos inclui vários tipos de *commodities*:

- o Produtos agrícolas: grãos (arroz, trigo, milho e aveia), óleo e farelo ( leo de soja, óleo de farelo e soja), gado (carne e porco), alimentos (cacau, café, sumo de laranja, batatas e a ugar), têxteis (algodão) e produtos florestais (madeira e celulose);
- o Metais: ouro, prata, platina, cobre e alumínio;
- o Fontes de Energia: gás natural, gasolina, gás propano, petróleo bruto e eletricidade.

Geman (2008:1) classifica, ainda, as *commodities* em dois tipos: *non-storable* e *storable commodities*. De acordo com Geman a *non-storable commodity* mais relevante   a eletricidade. Dentro da categoria de *storables* existem vários tipos de *commodities*:

- o *Commodities* produzidas e consumidas de forma continua, que não estão sujeitas   sazonalidade da procura, como o cobre ou o alumínio;
- o *Commodities* produzidas e consumidas de forma continua, que estão sujeitas   sazonalidade da procura, como o gás natural ou a gasolina;
- o *Commodities* produzidas sazonalmente, como a produ o dos grãos que   variável devido ao seu *input* (terra) ou como a produ o do café, das laranjas ou do cacau através de árvores que podem sofrer danos devido ao clima ou   natureza (como as pestes ou o aparecimento de bichos que danificam as árvores) e originar consequências para a produ o dos mesmos.

GARP (2015:242) refere, ainda que, as *commodities* podem ser classificadas em:

- o *Commodities* de extra o: ocorrem naturalmente no solo e são obtidas através de minera o e perfura o, como os metais (prata, ouro e cobre) e hidrocarbonetos (petróleo e gás natural);
- o *Commodities* renováveis: são obtidas através da agricultura, como os grãos (trigo, soja e milho), pecuária (porco), lacticínios (leite e queijo) e madeira.

Opções sobre *Commodities*

Dentro destes dois grupos, as *commodities* podem ainda ser divididas em *commodities* primárias (são produtos não processados como o milho, petróleo e ouro) e *commodities* secundárias (são produtos processados como a gasolina).

Secomandi e Seppi (2014:4) defendem que as *commodities* são classificadas de acordo com o grau de qualidade, o tempo de transporte, a capacidade de armazenamento em diferentes locais e a sazonalidade de cada uma delas. São, ainda, consideradas como os *inputs* para a produção, distribuição e atividades de consumo.

Debreu (1959:31) refere que “... *a good at a certain location and the same good at another location are different economic objects, and the specification of the location at which it will be available is essential.*” e que “... *a commodity is therefore defined by a specification of all its physical characteristics, of its availability date, and of its availability location.*”

1.2. Características das *commodities*

Ingram (2015:76) defende que as *commodities* devem apresentar vários tipos de características consideradas como “requisitos”:

- Fungibilidade: um tipo de produto pode ser fungível em outro, sem existir a diferença de qualidade. As *commodities* que apresentam este tipo de requisito são o sumo de laranja, o ouro e o petróleo. Por exemplo: o ouro extraído da Austrália é exatamente o mesmo que o ouro extraído de Londres, no que diz respeito ao grau de pureza do bem. A fungibilidade permite transacionar grandes volumes de *commodities* a um preço único.
- Liquidez: permite que os investidores das *commodities* possam entrar e sair do investimento sem se preocuparem em encontrar um comprador ou um vendedor para as *commodities* que detêm no momento. Assim, o mercado fornece aos especuladores a liquidez suficiente para que possam assumir o risco da flutuação do preço das *commodities*, com o intuito de gerarem lucros.
- Heterogeneidade: a qualidade das *commodities* não é padronizada, cada *commodity* tem a sua propriedade específica. Uma das maneiras mais comuns de classificar as *commodities* no que toca às suas propriedades é a distinção entre *soft* e *hard commodities*. *Hard commodities* são produtos de energia, metais preciosos e metais industriais, enquanto que as *soft commodities* estão geralmente dependentes do tempo, são produtos do setor agrícola, como os grãos ou a soja (Fabozzi, Fuss e Kaiser, 2008:7).

1.3. A procura de *commodities*

Holihan (2008:80) refere que o mundo está numa busca constante por recursos e os preços desses recursos são regidos pela lei da procura e da oferta. Em economias emergentes¹, como a China ou a Índia, existe sempre uma procura muito forte por este tipo de produtos. A procura e a oferta de *commodities* diverge consoante o tipo de mercado:

- No mercado da agricultura os principais responsáveis pela oferta das *commodities* são: o clima, a colheita do produto e os consumos dos diferentes países.
- O mercado energético está constantemente exposto a situações políticas e económicas de cada país, principalmente no petróleo. Os custos de armazenagem e a agitação política têm um grande impacto no preço desta *commodity*. *Commodities* como o gás natural dependem mais de mudanças climáticas (no inverno a sua procura aumenta devido ao frio e diminuiu no verão).
- Os mercados de metais são fortemente influenciados pelas taxas de juro devido aos *carry costs* e pelo crescimento da economia global, como a China.

Teoricamente considera-se que um mercado está em equilíbrio quando a procura iguala a oferta. Na prática, é muito raro conseguir-se este ponto de equilíbrio uma vez que a procura e a oferta nunca estão constantes. Se a oferta for constante e a procura aumentar, os preços aumentam automaticamente, mas se a procura se mantiver constante e a oferta aumentar, os preços descem de imediato. Esta relação entre a procura e a oferta nunca termina devido à constante alteração dos preços das *commodities*.

Aumentar a oferta de uma determinada *commodity* não é muito linear, uma vez que para isso acontecer é necessário investir em infraestruturas na indústria (como campos de petróleo) ou aumentar os recursos (como o trigo ou a soja). Ao contrário da oferta, a procura de *commodities* tem crescido de forma exponencial nos últimos anos (Holihan, 2008:106).

Segundo Zavaglia (2010:12) a lei da oferta e da procura é, na maioria dos casos, a grande influenciadora da formação dos preços: uma oferta excessiva provoca uma diminuição dos preços, enquanto que uma procura excessiva provoca um aumento dos preços. Determinados mercados, como o mercado das *commodities* agrícolas durante os períodos de colheita das *commodities*, possuem uma grande oferta o que se traduz numa diminuição dos seus preços.

¹ https://pt.wikipedia.org/wiki/Mercados_emergentes: negócio e/ou atividade de um mercado em industrialização. (11 junho de 2016)

1.4. Fatores condicionantes na procura de *commodities*

1.4.1. Tempo

As condições meteorológicas são o maior fator que contribui de forma positiva ou negativa para a produção de *commodities*. Os eventos que advêm destas condições podem prejudicar de forma negativa os produtores, como o inverno quente que cria excesso de oferta de petróleo ou de gás natural. O impacto destas condições é mais sentido em alguns países, como o café ou o cacau na região de África ou a soja e as laranjas na América do Sul. Os agricultores tentam mitigar o risco temporal com algumas práticas de irrigação ou com a agricultura de conservação (Holihan, 2008:108).

1.4.2. Fatores políticos

A política desempenha um papel importante no preço das *commodities* em todo o mundo. A agitação política na Venezuela ou no Irão provoca um aumento dos preços em todos os produtos energéticos. Os programas governamentais de proteção aos agricultores promovem um programa de suporte ao preço destas *commodities* e incentivam os produtores a produzir mais ou menos para afetar a oferta e, conseqüentemente, afetar o preço (Holihan, 2008:109).

1.4.3. Taxa de juro

As taxas de juro têm uma grande influência nas *commodities*, uma vez que estas são o “custo” da *commodity*. As taxas de juro afetam não só a aptidão dos *traders* para investir, mas também a oferta de recursos monetários no mercado. Adicionalmente, os *carry costs* das *commodities* têm uma grande influência junto das taxas de juro (Holihan, 2008:110).

Frankel (2006:5) explica que taxas de juro altas reduzem a procura por *storable commodities* ou aumentam a oferta, dependendo se:

- As taxas de juro aumentam o incentivo da extração de hoje em vez de amanhã (como as taxas a que o petróleo é bombeado, florestas exploradas ou rebanhos abatidos);
- As taxas de juro diminuem a vontade das empresas aderirem a custos de inventário (como, o inventário do petróleo armazenado em tanques);

- As taxas de juro encorajam os especuladores a mudar de contratos de *commodities* (*spot* e *forward*) e de instrumentos financeiros.

Estes três mecanismos funcionam para reduzir os preços das *commodities* no mercado.

1.4.4. Inflação

Greer (1978:1) define o *hedge* da inflação como sendo: “*is a mechanism that will enable a portfolio manager to preserve or enhance the purchasing power of his assets with as little risk as possible. To be a proper hedge, this mechanism should provide this capability in all kinds of economic and investment environments. The mechanism is not expected to maximize return, either real or absolute, during any particular time period. Rather, it is expected to provide a consistent real rate of return. During periods of low inflation, the absolute return from an inflation hedge may be lower than that available from alternate investments, such as common stocks. During periods of high inflation, the absolute return from a proper hedge would be higher. In both cases, however, the real rate of return should be as stable as possible.*”

Balarie (2007:54) defende que a inflação é causada pelo aumento da oferta de dinheiro na economia e é normalmente, definida como o aumento do preço dos bens e serviços.

O aumento da procura por bens e serviços provoca um aumento dos preços desses mesmos bens e serviços e posteriormente um aumento do preço das *commodities* usadas para a produção desses bens e serviços. Devido a este fenómeno, os preços das *commodities* aumentam normalmente quando a inflação é acelerada, assim o investimento em *commodities* pode revelar-se um *hedge* perfeito contra a inflação num portfólio (Holihan, 2008:74).

Holihan (2008:111) também defende que um dos fatores mais importantes para determinar o sucesso de um investimento é a inflação e as *commodities* são o único ativo que beneficia deste fator.

1.5. *Commodities* vs. Ativos financeiros

Jorion (2009:236) refere que as *commodities* diferem dos ativos financeiros devido, essencialmente, a dois fatores: as *commodities* são mais caras, e por vezes são impossíveis de armazenar e por gerarem um fluxo de benefícios que não são diretamente mensuráveis. O primeiro fator envolve o *cost of carrying* de um inventário físico para as *commodities*. Para a maior parte dos instrumentos financeiros este custo é insignificante, mas para as *commodities* este custo pode variar: se as *commodities* forem muito volumosas este custo pode ser alto (como os metais), mas para outras *commodities* (como a eletricidade) este custo é baixo, uma vez que não podem ser armazenadas. O segundo fator envolve o benefício da obtenção física da *commodity*, através do recebimento da *convenience yield*. Num ativo financeiro, este fluxo seria uma *yield* financeira (como o pagamento de dividendos ou de cupões) para o investidor. No caso das *commodities*, quando estas são emprestadas para a realização de lucro, a *yield* desse empréstimo representa a *lease rate*².

Gorton e Rouwenhorst (2004:2) defendem que os derivados sobre *commodities* diferenciam-se das ações, obrigações ou de outro tipo de ativo convencional devido a estes serem títulos de derivados e não créditos sobre empresas de longa duração; são títulos com maturidades curtas e ao contrário dos ativos financeiros, muitas *commodities* têm pronunciado uma forte sazonalidade nos níveis dos preços e volatilidades.

Ao contrário dos ativos financeiros, o principal intuito das *commodities* é o consumo ou para o processo de fabrico de um bem. Por norma, as *commodities* não são idealizadas para serem transportadas de um período para o outro, o que se iria traduzir numa oferta de *commodities* instável ao longo do tempo (Fabozzi, Fuss e Kaiser, 2008:115). Quando o ativo subjacente de um contrato (de futuros ou de opções) é um ativo de consumo, o preço relaciona não só as características desse ativo mas também os custos que advêm dele. Este é outro dos aspetos que diferencia as *commodities* dos ativos financeiros: além de terem um custo financeiro associado têm também um *cost of storing*, que provoca um aumento do preço futuro e consequentemente apresentam uma curva de taxa de juro mais íngreme que a normal. No caso dos ativos de consumo o seu custo total advém do *storage cost*³ em conjunto com o *carrying cost* (Schweser, 2015:114).

² *Lease Rate* é o retorno do empréstimo da *commodity* a curto prazo.

³ <http://financetrain.com/basic-commodity-terminology/>: Quando uma mercadoria é armazenada diz-se que essa mesma mercadoria está em *carry markets*. O *storage cost* deve ser incluído no *forward price*. (30 julho de 2016)

2. História dos mercados de *commodities*

O primeiro tipo de *commodity* a ser transacionado nos mercados de futuros foram os produtos agrícolas. O primeiro futuro sobre um produto agrícola transacionado ocorreu no século XVII no Japão: os comerciantes japoneses armazenavam o arroz em armazéns para usufruírem no futuro. Para aumentarem a quantidade de numerário, naquela época, os comerciantes vendiam “*rice tickets*” e com o passar do tempo esses *tickets* foram aceites como um tipo de moeda comercial alternativa onde todos percebiam o seu valor e seguiam uma série de regras impostas no mercado (Holihan, 2008:16).

Em 1848, foi formado o Chicago Board Trade (CBOT), sendo uma das primeiras bolsas a vender contratos de futuros. Em 1851, foi negociado o primeiro contrato de futuro de 3.000 *bushels* de milho, dando início ao processo de desenvolvimento de contratos de futuros padronizados para *commodities*, em 1865, pelo CBOT. A partir de então, o CBOT começou a exigir títulos de garantia ou uma margem para serem usados pelos compradores e vendedores nos mercados de cereais, uma decisão que levou ao desenvolvimento do *clearinghouse* de futuros, em 1925.

Inicialmente, os *traders* do CBOT negociavam apenas os principais cereais daquela época, como o milho, o trigo e a aveia. Em 1936, foi lançado o futuro de soja e posteriormente, nos anos 50, apareceu o futuro do farelo e do óleo de soja. O mercado do CBOT expandiu-se em 1969, quando lançou o seu primeiro futuro sobre um produto não-agrícola: a prata.

Em 1960 é fundada a organização OPEC (Organization of Petroleum Exporting Countries) por cinco países: Irão, Iraque, Arábia Saudita, Venezuela e Kuwait, durante a conferência de Bagdá. A OPEC foi criada com o intuito dos países produtores de petróleo se fortalecerem contra as empresas compradoras desta *commodity*, em grande maioria pertencentes aos Estados Unidos, Inglaterra e Países Baixos e tem como objetivo a centralização da elaboração das políticas sobre a produção e venda do petróleo dos países integrantes. Nasceu, assim, um monopólio para o *crude oil* no lado da oferta sob a forma do cartel OPEC (Fabozzi, Fuss e Kaiser, 2008:683).

Em 1898, nasce uma bolsa rival para o CBOT denominada Chicago Butter and Egg Board. Mais tarde, em 1919, esta bolsa adotou o nome de Chicago Mercantile Exchange (CME). Para se proteger contra a sua rival, o CME começou a inovar com produtos e serviços pioneiros no

Opções sobre *Commodities*

mercado das *commodities*: em 1961, o CME lança o seu primeiro contrato de futuros de carne congelada e armazenada – o futuro de barriga de porco (CME Group, 2014:4).

Nos anos 70, os Estados Unidos decidiram criar um método de regulação para formar a *Commodity Futures Trading Commission* (CFTC) com o objetivo de regular os mercados de futuros e de opções. Estes mercados não apresentavam uma estrutura perfeita na altura, levando alguns anos e correções para chegarmos ao mercado que temos atualmente (Holihan, 2008:18).

Ingram (2015:126) refere que após o colapso do sistema de *Bretton Woods* (em 1971) novos mercados de taxas de juro e de câmbio foram introduzidas. O dólar deixou de ser convertido em ouro, o que o tornou uma moeda fiduciária⁴ e o petróleo ganhou o seu próprio mercado.

Nos anos 80, a CME não só lança os seus primeiros contratos de futuros de moedas, o Eurodólar, como também lançou o primeiro contrato de futuros de índices de ações, o S&P 500, que até hoje continua como o *benchmark* no mercado de ações.

Fabozzi, Fuss e Kaiser (2008:571) e Hull (2012:210) referem que em 1980 ocorreu uma grande inovação para o mercado de futuros: as opções de *commodities*. O NYMEX (New York Mercantile Exchange) e a COMEX (Commodity Exchange, Inc) eram as plataformas mais ativas para a negociação de opções sobre *commodities* naquela altura, e a maioria dos contratos transacionados eram contratos de opções americanas de futuros de energia e de metais.

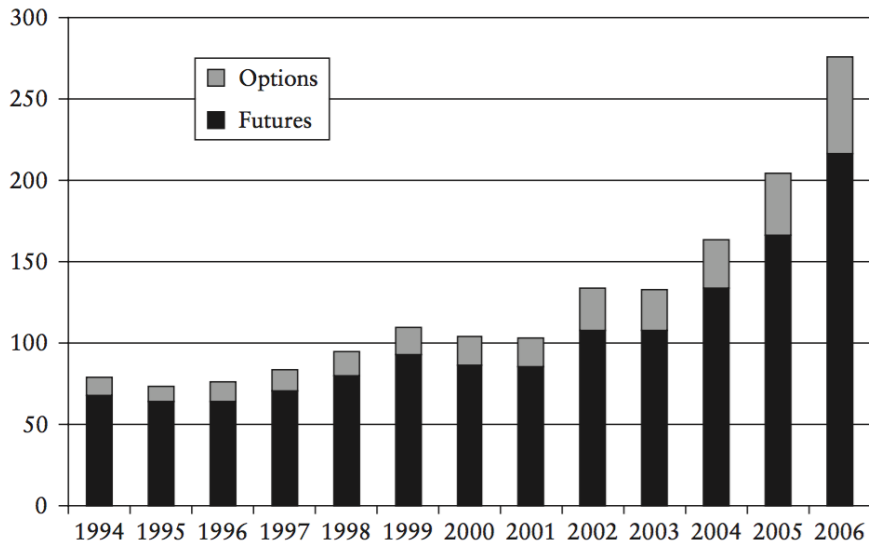
O CME tornou-se a primeira bolsa a abrir o capital, em 2002, com as suas ações listadas na Bolsa de Nova Iorque. O CBOT apenas abriu o seu capital em 2005. Em 2007, estas duas bolsas uniram-se adotando o nome de CME Group. O CME Group trouxe os futuros de trigo do mar negro e incorporou na bolsa de Kansas, em 2012 (CME Group 2014:5). Atualmente, o CME Group é a maior e a mais diversificada bolsa de derivados do mundo, oferecendo futuros e opções de *commodities*, entre muitos outros produtos disponíveis.

⁴ https://pt.wikipedia.org/wiki/Moeda_fiduci%C3%A1ria: é um título não conversível e não tem nenhum valor intrínseco. (15 maio de 2016)

Opções sobre *Commodities*

No Gráfico 1 podemos ver a evolução do volume de transações de contratos de futuros e opções, entre o período de 1994 a 2006, na bolsa MYMEX.

Gráfico 1: Evolução da transação de contratos de futuros e de opções, entre 1994 e 2006



Fonte: Fabozzi, Fuss e Kaiser (2008:571)

3. Derivados sobre *commodities*

Harzer, Costa, Silva e Souza (2012:2) defendem que os derivativos, tal como o nome indica, são títulos cujo valor deriva do preço de outro ativo e são normalmente utilizados com o objetivo de gerir o risco provocado pelas oscilações dos preços desses ativos no mercado. Os derivativos são divididos em derivativos financeiros (relacionados com taxas de juro, moedas, índices de Bolsa, entre outros) e derivativos não financeiros (associados às *commodities*). Estes autores referem três tipos de agentes económicos que operam com os derivativos: o *hedger* (o seu principal objetivo é proteger-se contra as variações dos preços das *commodities*, diminuindo a sua exposição ao risco), o especulador (participa no mercado com o objetivo de obter lucro com a compra e a venda dos derivativos, apostando em tendências ou confiando apenas nas suas crenças, assumindo os riscos transferidos pelos *hedgers*) e o arbitrador (o seu propósito é obter lucros com a oscilação dos preços entre dois mercados, comprando o derivativo no mercado em que esteja mais barato e posteriormente vendendo esse mesmo derivativo no mercado em que estiver mais caro). Zavaglia (2010:1) defende que o *hedger* pode proteger o produtor das quedas de preços das *commodities*, mas também limita o ganho de uma subida de preços. Os derivativos mais comuns no mercado das *commodities* são os contratos de futuros e de opções.

Secomandi e Seppi (2014:5) consideram que as *commodities* são negociadas em mercados financeiros, a um preço *spot* ou *forward*, e em mercados físicos.

No mercado financeiro as transações *spot* ocorrem no imediato ou num espaço temporal próximo (i.e., o próximo dia), verificando-se a transferência física da *commodity*. As transferências *forward*, ou a prazo, ocorrem numa data específica, num espaço temporal futuro, onde as partes acordam mutuamente o preço, quantidade, qualidade, data de entrega de uma transação cujo pagamento e entrega da *commodity* só se efetua numa data futura. Uma vez que o preço é fixado na altura do contrato consegue-se assim eliminar o risco inerente à sua variação.

No mercado físico ocorre a transferência física da *commodity* (a *commodity* é transferida de uma parte para outra). Um exemplo desta situação acontece com o gás natural, que pode ser comprado e vendido várias vezes num dia, mas a transferência desta *commodity* apenas é feita na *delivery date* do vendedor para o comprador.

Opções sobre *Commodities*

Zavaglia (2010:10) defende que no mercado físico, os preços dos produtos agrícolas podem ser significativamente flutuantes, o que torna difícil a estimação da receita futura para o agricultor na hora da decisão da realização de um investimento. Existe assim uma grande dificuldade em estimar o valor recebido pela comercialização da sua produção após a colheita, prejudicando assim, o planejamento financeiro das atividades do agricultor. Mas por outro lado, se existir um cenário de alta de preços no mercado físico, após a fixação do preço de uma *commodity* (através do uso de um derivado), esta situação surge como uma perda financeira perante o agricultor, o que provoca uma grande resistência por parte dos produtores rurais em utilizar os mecanismos para proteção de perdas.

Jorion (2009:236) defende que é possível transacionar *commodities* nestes mercados, permitindo assim fazer o *hedge* de situações em que o rendimento seja negativamente afetado por condições climáticas. Também os produtores das *commodities* podem beneficiar deste tipo de mercados: os agricultores têm a possibilidade de fixar o preço de venda de uma dada *commodity* para uma data futura, eliminando assim o risco da diminuição do preço da *commodity*. O agricultor, que neste caso representa o vendedor, fica protegido de possíveis quedas no preço do seu produto e o comprador consegue-se proteger de possíveis aumentos de preços.

3.1. Mercado de futuros

Holihan (2008:19) refere que os mercados de futuros funcionam todos da mesma forma: são mercados cujo ativo subjacente ao contrato efetuado é comprado ou vendido para compra ou *delivery* numa data futura. Cada um destes contratos de compra e venda é designado por “Contratos de Futuros”: são contratos negociáveis, efetuados em mercados organizados e em que ambas as partes se obrigam a comprar ou a vender um ativo em quantidade, qualidade e preço acordado, numa data e num local pré-fixado. Quando os contratos de futuros são transacionados nada é comprado ou vendido no imediato.

Num contrato de futuros existem duas partes: o comprador (assume uma posição longa) e o vendedor (assume uma posição curta). Na data do vencimento do contrato, o comprador tem a obrigação de comprar o ativo subjacente ao preço contratado (se o contrato estipular a entrega física) ou de liquidar a diferença entre o preço do ativo subjacente e o preço do futuro (se o contrato estipular a liquidação por diferenças). No lado oposto, o vendedor assume a obrigação de vender o ativo subjacente ao preço contratado (se o contrato estipular a entrega física) ou de receber a diferença entre o preço do ativo subjacente e o preço do futuro (se o contrato estipular a liquidação por diferenças).

Apesar dos contratos de futuros terem uma data de vencimento, é sempre possível que qualquer um dos contratantes feche a sua posição antes da data de vencimento, em especial se o mercado se movimentar em sentido contrário às expectativas iniciais de subida ou de descida do preço do ativo subjacente.

Os contratantes podem ainda estender a posição aberta em relação a um vencimento para o vencimento seguinte. Esta operação é designada por *rolling over* ou por compra e venda de *rolls* (Ferreira, 2009:45). No caso das *commodities*, os vendedores e compradores de futuros podem trocar um contrato por outro, compensando a obrigação de receber ou de entregar a *commodity* atual. Esta abordagem permite aos investidores gerir o seu portfólio de contratos de futuros, sem a necessidade de receber a *commodity* e ter de a armazenar. Assim, antes da *delivery date* da *commodity* física o investidor faz “*rolls*” do contrato, vendendo o contrato que está a expirar, e simultaneamente, compra um contrato com uma *delivery date* posterior, mantendo a exposição do produto, sem existir a *delivery* do mesmo (Fabozzi, Fuss e Kaiser, 2008:553).

Opções sobre *Commodities*

Peixoto (1995:8) defende que os contratos de compra e venda que se efetuam no momento, em “mercado à vista”, são efetuados sem qualquer tipo de formalismo: existe a entrega / recebimento imediato do ativo subjacente / preço de compra e venda, extinguindo-se de imediato a relação contratual. Este tipo de operação tem lugar no *cash market* e por isso são operações de *cash-and-carry*: o comprador encontra a mercadoria que necessita, paga-a e leva-a consigo.

Os investidores compram e vendem estes contratos de futuros com o objetivo de venderem o ativo subjacente a um preço mais alto ou comprarem a um preço mais baixo, numa data futura, obtendo lucro na transação.

Jorion (2009:122) defende que os contratos de futuros são padronizados em termos de contraparte, uma vez que todas as transações efetuadas são supervisionadas por uma entidade que se denomina como *clearinghouse*. Esta entidade além de intervir entre o comprador e o vendedor com o objetivo de assegurar que ambas as partes cumpram o contrato antes de cada transação ser confirmada, também assume todos os riscos inerentes aos contratos de futuros, por estes serem negociados em bolsas.

Ferreira (2009:44) explica que por razões de segurança do sistema, existe um processo de margens, que é atualizado todos os dias e que se designa por *marking to market*, ou seja, o ajustamento dos contratos ao valor corrente do mercado. No início de um contrato de futuros, as partes contratantes depositam uma margem inicial que serve de suporte para as primeiras oscilações. Existe ainda uma margem de referência ou de manutenção (podendo ser dinheiro ou títulos de rendimento fixo sem risco e com elevada liquidez) cujo nível mínimo terá de ser mantido, podendo ser necessário o recurso a pagamentos adicionais que significam reforços de margens. O montante da margem exigido por cada contrato é determinado pelo *clearinghouse board*. No caso das *commodities*, a margem é determinada com base no risco de mercado e é normalmente entre 5% a 20% do valor da *commodity* representada pelo contrato de futuro (Fabozzi, Fuss e Kaiser, 2008:553).

3.1.1. Futuros sobre *commodities*

A negociação de futuros de *commodities* ocorre em bolsas especializadas, onde estes produtos são comprados e vendidos a um preço fixo e numa data de entrega fixa (*delivery date*).

No mundo inteiro, existem cerca de trinta bolsas para transacionar *commodities*, sendo que a maior parte ocorre nos Estados Unidos, Reino Unido, Japão e China. A Tabela 1 mostra-nos algumas das principais bolsas onde são transacionados futuros sobre *commodities* (Fabozzi, Fuss e Kaiser, 2008:18).

Tabela 1: Principais Bolsas de *Commodities*

Traded commodities	Exchange	Abbreviation
Wheat, corn, soybeans, silver	Chicago Board of Trade (One Chicago) <i>www.cbt.com</i>	CBOT
Hogs, pork bellies, lumber, gold, weather	Chicago Mercantile Exchange (One Chicago) <i>www.cme.com</i>	CME
Cotton, rice	Chicago Rice and Cotton Exchange	CRCE
Cocoa, sugar, coffee	Coffee, Sugar and Cocoa Exchange	CSCE
Wheat, corn syrup, orange juice	Minneapolis Grain Exchange <i>www.mgex.com</i>	MGE
	New York Cotton Exchange	NYCE
	New York Mercantile Exchange <i>www.nymex.com</i>	NYMEX
Oil, crude oil, heating gasoline, propane gas	New York Mercantile Exchange	NYMEX
	Hong Kong Futures Exchange <i>www.hkfe.com</i>	HKEX
	Philadelphia Board of Trade	PBOT
	International Petrol Exchange <i>www.ipe.uk.com</i>	IPE
Metals	New York Mercantile Exchange	NYMEX
	London Metal Exchange <i>www.lme.co.uk</i>	LME
	Commodity Exchange <i>www.comex.com</i>	COMEX
Electricity	New York Mercantile Exchange (delisted in 2002)	NYMEX
	Minnesota Grain Exchange	MGEX
	Nordic Power Exchange	NORDPOOL
	European Energy Exchange	EEX
	Amsterdam Power Exchange	APX
	Paris Power Exchange	POWERNEXT

Fonte: Geman, 2005:12

Opções sobre *Commodities*

No mercado de futuros de *commodities*, os participantes são classificados em:

- *Hedgers*: a gestão de risco no mercado de futuros de *commodities* ocorre em função da possibilidade que este tipo de mercado oferece ao *hedger*, de transferência do risco de variações adversas nos retornos dos investimentos para os especuladores, que em geral estão dispostos a assumi-lo (Amado e Carmona, 2003:1).
- Especuladores (*traders*): A sua principal função é fornecer liquidez ao mercado, enquanto equilibram as situações de *long* ou *short hedges*. Para gerarem lucro, os especuladores tomam deliberadamente o risco ao apostar na subida ou na descida do preço de uma determinada *commodity* (Fabozzi, Fuss e Kaiser, 2008:570).
- *Arbitrageurs*: Este pequeno grupo de participantes tem como objetivo, tirar partido das vantagens do tempo ou da localização, baseada nas diferenças de preços no mercado de futuros das *commodities* ou entre o preço *spot* e o preço futuro do mercado com o intuito de gerarem lucro sem risco.

Gorton e Rouwenhorst (2004:3) defendem que ao contrário dos ativos financeiros que permitem aos investidores levarem recursos para investirem nas suas próprias empresas, os futuros sobre *commodities* permitem às empresas a obtenção de um seguro para o valor dos seus *outputs* ou *inputs*. Os investidores de futuros sobre *commodities* recebem uma compensação por suportarem o risco da flutuação do preço das *commodities* no curto prazo.

Amado e Carmona (2003:1) defendem que o mercado de futuros tem sido utilizado como forma de gestão do risco financeiro em relação ao preço das *commodities*. Paralelamente, os futuros sobre *commodities* podem ser uma proteção contra a inflação por duas razões: primeiro, devido ao preço dos futuros sobre *commodities* ser uma aposta no preço das *commodities* e estes estarem diretamente ligados aos componentes da inflação e segundo, porque o preço dos futuros incluem informações sobre a evolução previsível dos preços das *commodities*, que aumentam e diminuem com desvios inesperados de componentes da inflação (Gorton e Rouwenhorst, 2004:17).

3.1.2. Preço teórico dos futuros

Fabozzi, Fuss e Kaiser (2008:336) referem que é crucial fazer a distinção entre o preço *spot* e o preço futuro de uma determinada *commodity*. O preço *spot* de uma *commodity* é o preço pago de uma unidade dessa *commodity*, normalmente, no dia anterior ou na hora imediatamente antes da sua entrega. O preço futuro de uma *commodity* é um acordo para se poder pagar um preço específico por uma unidade dessa *commodity*, na *delivery date*.

De acordo com Hull (2012:101), quando consideramos contratos de futuros é importante fazer a distinção entre ativos de investimento e ativos de consumo. Um ativo de investimento é um ativo que é detido para fins de investimento, por um número significativo de investidores (por exemplo, ações, índices e obrigações). No entanto, o ouro e a prata também podem ser considerados como ativos de investimento se forem detidos com o intuito de serem investidos (por exemplo, a prata é muitas vezes detida com o objetivo de se investir na parte industrial).

O preço de um contrato de futuro de uma *commodity*, considerada um ativo de investimento, na ausência de *storage costs* e *income* é dado por:

$$F_0 = S_0 e^{rT}, \quad (1)$$

onde F_0 é o preço do contrato de futuro, S_0 é o preço *spot*, r é a taxa de juro sem risco e T é o tempo para a maturidade. Esta igualdade mostra-nos a relação entre o preço futuro e o preço *spot* de um ativo de investimento. O preço do contrato de futuro depende do preço atual do ativo financeiro subjacente, da taxa de juro sem risco e do tempo até ao vencimento do contrato de futuro.

Um ativo de consumo é um ativo que é detido, essencialmente, para consumo. O cobre, o porco ou o óleo são exemplos de ativos de consumo. Normalmente, este tipo de ativos têm um *storage cost* associado à *commodity* física.

O *storage cost* deve ser considerado na equação do preço de um contrato de futuro de uma determinada *commodity*. Este tipo de custo pode ser tratado como um rendimento negativo, ou seja, irá existir um *cash outflow* associado à detenção da *commodity* física.

O preço de um contrato de futuro de uma *commodity*, considerada um ativo de consumo é dado por:

$$F_0 = (S_0 + U) e^{rT}, \quad (2)$$

onde U mostra o valor atualizado do *storage cost*, líquido de rendimento, durante a vida do contrato do futuro. Se o *storage cost* (líquido de rendimento) ocorrer em qualquer altura temporal e for proporcional ao preço da *commodity*, então pode ser tratado como uma *yield* negativa. Neste caso, a equação do preço do contrato do futuro de uma determinada *commodity* é dada por:

$$F_0 = S_0 e^{(r+u)T}, \quad (3)$$

onde u representa o valor do *storage cost* por ano, como uma proporção do preço *spot* líquido do retorno da *yield* de um ativo. Nesta equação o *storage cost* é adicionado ao custo de financiamento da compra da *commodity* ($r + u$).

Amado e Carmona (2003:4), Hull (2012:119) e GARP (2015:136) defendem que para a formação dos preços nos mercados futuros das *commodities* é necessário existir a suposição de que não existe a possibilidade de arbitragem, ou seja, não existe discrepância entre o preço esperado para a data de vencimento e o preço *spot* nessa mesma data. Assim, manter a posição física de um ativo tem o mesmo valor que assumir uma posição longa num contrato de futuro do mesmo tipo de ativo até ao vencimento do contrato. Isto implica que, se houvesse a possibilidade de arbitragem, de acordo com a equação (2), teríamos que:

$$F_0 > (S_0 + U) e^{rT}, \quad (4)$$

de acordo com Hull (2012:119), para se tirar partido desta oportunidade, o investidor deve pedir emprestado o montante de $(S_0 + U)$, à taxa de juro sem risco (r), para comprar uma unidade de uma determinada *commodity*, pagando o respetivo *storage cost* e assumindo uma posição curta no contrato do futuro dessa *commodity*, com o objetivo de obter lucro sem risco.

Esta estratégia gera um lucro de $F_0 - (S_0 + U)e^{rT}$, no momento T , e pode ser implementada para qualquer tipo de *commodity*.

No caso de uma situação contrária à da equação (4), teríamos que:

$$F_0 < (S_0 + U) e^{rT}. \quad (5)$$

Neste caso, o investidor para tirar partido desta estratégia deveria vender a *commodity*, ficando sem o valor do *storage cost*, ao mesmo tempo que aplicava os recursos obtidos a uma taxa de juro sem risco (r) e assumia uma posição longa no contrato do futuro dessa *commodity*.

O resultado final iria gerar um lucro sem risco, na maturidade, igual a $(S_0 + U)e^{rT} - F_0$.

Qualquer uma destas estratégias não pode ser aplicada por um período de tempo longo, caso contrário teríamos que $F_0 = (S_0 + U) e^{rT}$.

Este argumento não pode ser usado para *commodities* que sejam consideradas como ativos de consumo, já que os indivíduos ou as empresas as manteriam em *stock*, não pelo seu valor de investimento, mas sim pela sua possibilidade de consumo. Assim, os indivíduos ou as empresas que detenham este tipo de *commodity* não estão dispostos a vende-las para assumir uma posição longa nos contratos de futuros, dado que estes não podem ser consumidos no imediato.

Para uma *commodity* que seja considerada como um ativo de consumo, como os produtos agrícolas, seria definido um limite para o preço futuro de:

$$F_0 \leq (S_0 + U) e^{rT}, \quad (6)$$

neste caso, não haveria um incentivo à produção de uma *commodity* ou à sua compra no mercado à vista. Por outro lado, poderia existir um ganho por quem detivesse essa *commodity* no caso de uma escassez temporária ou com a possibilidade de manutenção de um determinado processo produtivo em andamento. É necessário ter uma situação de equilíbrio, gerando o que Hull (2012:120) chama de *convenience yield*. A *convenience yield*⁵ reflete as expectativas do mercado em relação à disponibilidade futura de uma *commodity*. Quanto maior for a possibilidade de ocorrer escassez durante a vida de um contrato de futuro, maior será a *convenience yield*. Se os detentores das *commodities* detiverem um grande *stock*, a probabilidade de ocorrer uma escassez será baixa num futuro próximo e a *convenience yield* será muito pequena. Por outro lado, um *stock* elevado resulta numa *convenience yield* elevada.

Considerando o *storage cost* e a *convenience yield*, o preço de um contrato de futuro de uma determinada *commodity* é dado por:

$$F_0 e^{yT} = (S_0 + U) e^{rT} = S_0 e^{(r+u)T}, \quad (7)$$

simplificando temos que:

$$F_0 = S_0 e^{(r+u-y)T}, \quad (8)$$

⁵ <http://financetrain.com/basic-commodity-terminology/>: É o benefício de manter a *commodity*, que resulta da propriedade física do ativo ser denominada como *convenience yield*. Quando a *commodity* é emprestado o investidor perde o rendimento, mas poupa o *storage cost*. (31 julho de 2016)

onde y representa a *convenience yield*. Nesta equação, a *convenience yield* é subtraída à taxa de juro sem risco (r) e ao *storage cost* (u), o que provoca uma diminuição do custo de propriedade da *commodity*.

Hull (2012:120) e GARP (2015:137) defendem, ainda que, a relação entre o preço futuro e o preço *spot* pode ser resumida em termos de *cost of carry*⁶: mede o *storage cost* mais o juro pago para o financiamento do ativo, menos o rendimento obtido no ativo. Nas *commodities*, o *cost of carry* providencia um rendimento à taxa q e requer um *storage cost* à taxa u ($r - q + u$).

Definindo o *cost of carry* como c , o preço de um contrato de futuro para uma *commodity* considerada como um ativo de investimento é dado por:

$$F_0 = S_0 e^{cT}. \quad (9)$$

E para uma *commodity* considerada como um ativo de consumo é dado por:

$$F_0 = S_0 e^{(c-y)T}. \quad (10)$$

Fabozzi, Fuss e Kaiser (2008:46) defendem que a taxa *lease* pode ser uma alternativa à *convenience yield* para determinados metais. A taxa *lease* é o montante de juro que alguém exige para emprestar uma determinada *commodity*, ou seja, é o montante de retorno que o investidor exige para comprar e depois emprestar a *commodity*. Do ponto de vista do devedor, a taxa *lease* representa o custo de pedir emprestada a *commodity*. Por exemplo, o ouro, a prata e a platina podem ser emprestados para o fabrico de joias e os fabricantes ficam com a obrigação de reembolsar o metal precioso, numa data futura.

Schweser (2014:211) refere que a taxa *lease* e a taxa de juro sem risco são dois *inputs* importantes na determinação do preço futuro da *commodity*. A taxa *lease* no preço das *commodities* é muito similar ao pagamento de dividendos num ativo financeiro.

O preço de um contrato de futuro de uma determinada *commodity*, no momento T , é dado por:

$$F_{0,T} = S_0 e^{(r-\delta)T}, \quad (11)$$

em que δ representa a taxa *lease*. Nesta equação, a diferença entre o preço futuro e o preço *spot* reflete os custos e os benefícios do atraso no pagamento para a receção da *commodity*.

⁶ https://en.wikipedia.org/wiki/Cost_of_carry: É o custo de armazenar uma *commodity* física, como os grãos ou o metal, ao longo de um período de tempo. (16 Setembro de 2016)

Opções sobre *Commodities*

Os *traders* das *commodities* utilizam dois termos para descrever o comportamento dos preços dos contratos de futuros ao longo do tempo:

- *Backwardation*: refere uma situação em que o preço futuro de uma *commodity*, hoje, é inferior ao preço *spot*. Quando esta situação ocorre existe um benefício significativo para o detentor da *commodity*. A situação de *backwardation* ocorre quando a *taxa lease* é superior à taxa de juro sem risco (McDonald, 2006:181).

Holihan (2008:64) refere que numa situação de *backwardation* os especuladores recebem um prémio de risco dos produtores por assumirem o risco da oscilação do preço da *commodity* no futuro. Isto acontece devido ao facto dos produtores procurarem fazer o *hedge* do risco do preço dos seus *outputs*.

- *Contango*: refere uma situação em que o preço futuro de uma *commodity*, hoje, é superior ao preço *spot*. Quando esta situação ocorre não existe qualquer tipo de benefício para o detentor da *commodity*, ou seja, a *convenience yield* é zero. A situação de *contango* ocorre quando a *taxa lease* é inferior à taxa de juro sem risco (McDonald, 2006:181).

3.1.3. Preço de transação dos futuros

Para os vários tipos de *commodities* existem vários contratos de futuros disponíveis com diferentes datas de maturidade. Uma série de preços, para diferentes datas de maturidade, para uma determinada *commodity* é designada por curva *forward* ou *forward strip* para cada data. A Tabela 2 mostra-nos o preço de vários contratos de futuros para várias maturidades, em 11 de Março de 2011.

Tabela 2: Preços de futuros sobre *commodities* para várias maturidades

Expiration Month	<i>Corn (cents / bushel)</i>	<i>Soybeans (cents / bushel)</i>	<i>Gasoline (cents / gallon)</i>	<i>Oil (Brent) (dólar / barrel)</i>	<i>Gold (dollars / ounce)</i>
<i>April</i>	-	-	2.9506	-	1401.2
<i>May</i>	646.5	1335.25	2.9563	114.9	1404.9
<i>June</i>	-	-	2.9491	114.65	1405.6
<i>July</i>	653.75	1343.5	2.9361	114.38	-
<i>August</i>	-	-	2.8172	114.11	1406.9
<i>September</i>	613	1321	2.8958	113.79	-
<i>October</i>	-	-	2.7775	113.49	1408.2
<i>November</i>	-	1302.25	2.7522	113.17	-
<i>December</i>	579.25	-	2.6444	112.85	1409.7

Fonte: CME Group

Jorion (2009:238) defende que, genericamente, o preço dos futuros aumenta com a maturidade refletindo o valor do dinheiro no tempo, o *storage cost* e a baixa *convenience yield*. No entanto, existem algumas irregularidades refletindo as divergências entre a relação procura – oferta. Por exemplo, os preços dos futuros da gasolina tendem a aumentar no verão devido ao aumento de condutores de automóveis nessa época do ano; os preços dos futuros do gás natural têm um padrão oposto, visto que os preços aumentam durante o inverno quando a procura por esta *commodity* também aumenta; os produtos agrícolas têm uma sazonalidade muito alta; os preços dos futuros do ouro vão aumentando de forma constante com o tempo, uma vez que esta *commodity* é o exemplo perfeito de uma *storable commodity*.

As cotações do mercado futuro podem ser consideradas como previsões de preços, porque os preços futuros (em qualquer momento) refletem as expectativas de preço dos compradores e vendedores no momento da entrega da mercadoria no futuro. Assim, os preços dos futuros ajudam a estabelecer um equilíbrio entre a produção e o consumo. Mas por outro lado, os preços dos futuros são apenas uma previsão que está sujeita a constantes oscilações, o que

provoca um ajustamento constante dos preços ao longo do tempo, refletindo informações adicionais sobre a procura e a oferta (CME Group, 2014:5).

Para determinar qual é o valor que se obtém através de um movimento particular do preço de uma *commodity* em específico é necessário ter em conta: o tamanho do contrato, o preço de cotação, o preço mínimo de flutuação e o valor mínimo de flutuação. O tamanho de um contrato de futuros determina o seu valor (Kleiman, 2013:22). A Figura 1 mostra-nos as especificações de um contrato de futuro sobre o *gold*, na bolsa Commodity Exchange, Inc (CMX), no dia 4 Junho de 2016.

Figura 1: Contrato de futuro sobre o *gold*, na CMX

Contract Specifications	
Contract Size	100 troy oz.
Value of 1.0 pt	\$ 100
Tick Size	0.10
Tick Value	\$ 10
Price	1,310.40 USD/t oz.
Contract Value	\$ 131,040
Last Time	09:24:03
Exch Symbol	GC
FIGI	BBG001CPVMK3
Daily Price Limits	
Up Limit	1,412.70
Down Limit	1,212.70

Fonte: Bloomberg

3.1.4. Riscos no mercado de futuros

Ingram (2015:186) defende que é necessário ter em atenção alguns dos riscos que podem ocorrer no mercado de futuros, como:

- Responsabilidade ilimitada: No mercado de futuros é exigido aos investidores uma margem inicial, como referido anteriormente, e caso exista uma perda para os investidores, esse valor irá ser deduzido da margem inicial exigida. A dificuldade surge quando a perda é grande o suficiente para conseguir cobrir a margem inicial e o investidor não tem fundos suficientes para fazer face a essa perda. Neste caso, o investidor terá de pagar ao *broker*, caso contrário entrará em falência;
- Alavancagem: Neste tipo de investimentos a alavancagem pode-se tornar numa desvantagem, caso os preços avancem em sentido contrário ao esperado pelos investidores, provocando uma perda superior à esperada;
- Risco de especulação: No mercado de *commodities* os investidores têm o intuito de gerar lucro num curto espaço de tempo, especulando que direção é que o preço de cada *commodity* irá tomar. Esta especulação poderá tornar-se num risco, uma vez que os mercados podem tomar diferentes direções.

Peixoto (1995:126) refere ainda que os investidores de contratos de futuros sobre *commodities* correm o risco de, apesar das suas expectativas estarem corretas, nada beneficiarem com isso, por elas só se concretizarem depois da data de vencimento do contrato. Outro dos riscos referidos está associado ao *hedge* destes contratos: os compradores / vendedores de futuros que tenham feito o *hedge* perdem a oportunidade de beneficiar de evoluções favoráveis no preço das *commodities*. O comprador de um futuro com *hedge* não ganha com a descida da cotação na posição curta que mantém no mercado *spot*, devido ao prejuízo que irá ter no futuro e o vendedor de um futuro com *hedge* realiza um lucro com uma subida da cotação da sua posição no mercado *spot* que irá ser anulado pelo prejuízo obtido na posição no futuro.

3.2. Mercado de opções

Uma opção é definida como um contrato entre duas partes, um comprador e um vendedor, em que a parte compradora assume o direito, mas não a obrigação, de comprar ou vender uma certa quantidade do ativo subjacente à opção pelo preço *strike*, numa data pré-estabelecida ou em qualquer momento até essa data. A parte vendedora da opção fica numa posição de sujeição face ao direito do comprador. Como compensação por ter de ficar neste estado, o vendedor exige do comprador uma determinada importância (prémio), que se designa como sendo o preço da opção.

Se o direito de exercício da opção só puder ter lugar no seu vencimento, esta diz-se opção europeia. Mas se esse direito puder ter lugar em qualquer altura até ao seu vencimento, esta diz-se opção americana. Existem dois tipos de opções:

- Uma opção *call* dá o direito ao comprador (titular), mas não a obrigação, de comprar o ativo subjacente ao preço *strike*, num período de tempo específico e pagando por este direito um prémio ao vendedor da opção. O vendedor da opção *call* é obrigado a entregar a posição longa do ativo subjacente ao preço *strike*, caso o comprador decida exercer o contrato de opção. Neste caso, o vendedor da opção *call* é obrigado a tomar uma posição curta no mercado após a expiração do mesmo.
- Uma opção *put* dá o direito ao comprador (titular), mas não a obrigação, de vender o ativo subjacente ao preço *strike*, num período de tempo específico e pagando por este direito um prémio ao vendedor da opção. O vendedor da opção *put* é obrigado a entregar a posição curta ao preço *strike*, caso o comprador decida exercer o contrato da opção (Ferreira, 2009:38).

Zavaglia (2010:22) defende que ao contrário dos contratos de futuros, os contratos de opções não sofrem ajustes diários, uma vez que o titular adquire apenas o direito de comprar ou vender um produto, e não a obrigação. Por outro lado, o vendedor da opção, representa um risco no mercado caso não cumpra com a sua obrigação assumida após já ter recebido o valor do prémio da opção, e assim deverá depositar uma margem de garantia estabelecida pela bolsa.

Ferreira (2009:39) refere que as opções apresentam uma característica única, que as consegue diferenciar de outro tipo de derivado: a sua assimetria (existe o direito, mas não obrigação por parte do comprador e existe a obrigação por parte do vendedor). Por isso, as opções são designadas como derivados não-lineares.

3.2.1. Opções sobre *commodities*

Fabozzi, Fuss e Kaiser (2008:570) defendem que existem, essencialmente, três grandes vantagens em negociar opções de *commodities*:

- Diversificação: opções sobre *commodities* apresentam correlações baixas com ações e obrigações;
- *Hedging*: os gestores de risco usam as opções de *commodities* para fazer o *hedge* do risco de preço. Por exemplo, as opções de *calendar spread*⁷ podem ser usadas para proteger os produtores num mercado que tenha tendência para oscilar entre um cenário de *backwardation* e *contango*. Ou no caso, das opções de *average price*⁸ que permitem ao comprador garantir a compra a um preço fixo, além deste tipo de opções ser muito mais barato que uma opção *standard*.

Também Zavaglia (2010:22) refere que numa opção *call* o *hedger* protege-se contra um cenário de preços altos da *commodity* e numa opção *put* o *hedger* protege-se contra um cenário de preços baixos no mercado físico. Nas *commodities* de produtos agrícolas, o agricultor, no papel de *hedger*, irá sempre adquirir opções *put* da sua produção pelas quais pagará o prémio e exercerá o seu direito se o preço *strike* for superior ao preço do mercado físico. No caso de o preço *strike* ser inferior ao preço da *commodity* no mercado físico, o agricultor deixa de exercer o seu direito e perde o valor do prémio pago.

- Especulação: os especuladores usam as opções como um mecanismo de aposta altamente alavancado na direção dos preços. Por exemplo, uma opção *call* de *calendar spread*, do tipo Americana, sobre a diferença entre o preço de um futuro de *commodity* a um mês e o preço de um futuro de uma *commodity* a três meses é uma aposta de que os futuros se irão mover para a situação de *backwardation* em algum momento antes da opção expirar. Neste caso, o comprador recebe uma posição longa sobre os futuros de um mês (compra os futuros de maturidade curta) e uma posição curta dos futuros de três meses (vende os futuros de maturidade longa), ao preço de mercado.

⁷ Opções de *calendar spread*: São opções caracterizadas por terem o mesmo preço *strike*, mas datas de vencimento diferentes (Ferreira, 2009:465).

⁸ Opções de *average price*: São opções cujo *payoff* depende da diferença entre a média do preço do *underlying* e o *strike* da opção (Fabozzi, Fuss e Kaiser, 2008:570).

3.2.2. Componentes de uma opção

Garner e Brittain (2009:1) defendem que para se perceber bem as opções é necessário considerar as suas componentes:

- Preço *strike*:

É o preço a que o comprador da opção *call* tem o direito de comprar o ativo subjacente ou é o preço a que o comprador da opção *put* tem o direito de vender o ativo subjacente no contrato. É designado, também, como preço de exercício.

O preço *strike* é um dos maiores fatores para determinar o valor intrínseco e temporal de uma opção.

- Valor de uma opção:

Numa opção *call*, o valor intrínseco é a diferença entre o preço de mercado e o preço *strike*. Numa opção *put*, o valor intrínseco é a diferença entre o preço *strike* e o preço de mercado. Por outras palavras, o valor intrínseco é o valor monetário da opção se esta for exercida hoje. Para a opção ter valor intrínseco, a opção tem de estar *in-the-money* (ITM).

O valor temporal é uma combinação entre o preço *strike*, o tempo, a volatilidade e a procura. É difícil conseguir calcular o valor temporal, pois depende de várias componentes que não se conseguem controlar.

O valor de uma opção é composto pelo valor intrínseco e temporal:

$$\text{Preço da Opção} = \text{Valor Intrínseco} + \text{Valor Temporal} \quad (12)$$

- Volatilidade:

As opções têm tendência a serem mais caras para os compradores quando a volatilidade é alta. Por outro lado, os vendedores conseguem receber um prémio maior por uma posição curta durante os períodos de volatilidade.

Garner e Brittain (2009:7) defendem que comprar opções quando o mercado está mais estável e vender quando a volatilidade for mais elevada, será sempre um bom investimento. A

Opções sobre *Commodities*

volatilidade pode ser lucrativa dependendo da posição que as partes do contrato de opção ocupem.

- Procura:

Se o número de *traders* dispostos a comprar uma determinada opção, a um determinado preço for superior ao número de *traders* dispostos a vender essa mesma opção, então o valor dessa opção será valorizado.

3.2.3. Modelo de avaliação de opções

Back, Prokopczuk e Rudolf (2010:12) e Ferreira (2009:118) referem que o modelo Black-Scholes (BS) desenvolvido e apresentado por Fischer Black e Myron Sholes em 1973, contribuiu para que a teoria da avaliação de opções tivesse um grande impulso. É representado por uma expressão matemática que depende exclusivamente de parâmetros observáveis e pressupõe que as cotações das *commodities* variem de forma contínua e aleatória ao longo do tempo. As variações das cotações entre o tempo inicial (t) do contrato da opção e o tempo da maturidade (T) são normalmente distribuídas e as cotações seguem uma distribuição *log-normal*, pelo que não podem apresentar valores negativos.

Se S_t representar o preço de uma *commodity* hoje e S_T representa o preço dessa mesma *commodity* mas numa data T futura, o rendimento anualizado (μ) será dado por:

$$\mu = \ln\left(\frac{S_T}{S_t}\right) \times \frac{1}{(T-t)} \quad (13)$$

O modelo apresenta alguns pressupostos:

- A opção é do tipo europeu, só podendo ser exercida na maturidade;
- É possível emprestar e tomar emprestado a uma taxa de juro sem risco constante e conhecida;
- O preço segue um movimento *Browniano* geométrico com volatilidade constante;
- Não existem custos de transação.

Para o cálculo de uma opção *call* e *put* do tipo europeu temos que:

$$c(S, X, \tau) = S.N(d1) - Xe^{-r\tau}.N(d2), \quad (14)$$

$$p(S, X, \tau) = Xe^{-r\tau}.N(-d2) - S.N(-d1), \quad (15)$$

com

$$d1 = \frac{\ln(S/X) + (r + \sigma^2/2).\tau}{\sigma\sqrt{\tau}}, \quad (16)$$

$$d2 = \frac{\ln(S/X) + (r - \sigma^2/2).\tau}{\sigma\sqrt{\tau}} = d1 - \sigma\sqrt{\tau}, \quad (17)$$

Opções sobre *Commodities*

em que

$N(d_j)$ = função de distribuição de probabilidade acumulada de uma variável normal estandardizada com média igual a zero e desvio-padrão igual a 1;

Xe^{-rt} = valor atual do preço *strike*, utilizando o regime de capitalização contínua;

c = prémio da opção *cal*;

p = prémio da opção *put*;

X = preço *strike*;

S = preço de mercado ou preço corrente do ativo subjacente, neste caso da *commodity*;

T = data do vencimento da opção;

t = data do início da opção;

τ = tempo de vida da opção ($T - t$), como uma percentagem do ano;

σ = volatilidade do preço do ativo subjacente, medido como um desvio-padrão anualizado instantâneo dos rendimentos desse activo subjacente;

\ln = logaritmo natural;

r = taxa de rendimento sem risco anualizada, no regime de capitalização contínua.

A maior parte dos *traders* dá uma grande importância a um grupo de equações matemáticas denominadas por Gregos, que constituem um conjunto de fatores de sensibilidade do valor das opções em relação a cada uma das variáveis que sobre ele tem influência: o preço do ativo subjacente, a volatilidade, o tempo e a taxa de juro.

Os Gregos são compostos pelo delta (mede a sensibilidade do preço da opção, prémio, em relação à *commodity* subjacente), *gamma* (mede a sensibilidade do delta em relação ao preço da *commodity* subjacente), *theta* (mede a sensibilidade do preço da opção em relação ao tempo até à expiração da opção) e *vega* (mede a sensibilidade do preço da opção em relação à sua volatilidade implícita) e são usados matematicamente para estimar a sensibilidade do valor da opção em relação ao seu risco inerente. A compreensão destas medidas de sensibilidade ajuda os *traders* de opções a gerirem de forma mais adequada os seus riscos.

3.2.4. Riscos em investir em opções

Peixoto (1995:125) refere que existem alguns riscos inerentes ao investimento em opções:

- Na compra de uma opção: o investidor pode perder todo o seu dinheiro num curto espaço de tempo pois na data de expiração da opção, se esta não for exercida, deixa de ter qualquer tipo de valor. Apesar do valor do prémio ser relativamente pequeno, em termos da *commodity* subjacente, não exercer a opção significa um prejuízo de 100%.

Se a compra da opção for com o intuito de *hedge* de uma posição contrária no mercado *spot*, o pagamento do prémio pode diminuir ou até anular os lucros resultantes de eventuais evoluções favoráveis nos preços das *commodities*.

- Na venda de uma opção, o vendedor pode ser chamado a cumprir a sua obrigação, não podendo fechar a sua posição. Neste caso terá de se sujeitar às penalidades estabelecidas pela bolsa para este efeito.
- Os vendedores de opções que não tenham feito o seu *hedging*, correm um risco ilimitado, uma vez que o prémio da opção pode não cobrir as perdas resultantes de evoluções desfavoráveis do preço. Por outro lado, se um vendedor de uma opção fizer o seu *hedging* pode perder a oportunidade de beneficiar de evoluções favoráveis do preço das *commodities*, uma vez que o lucro que pode obter no mercado *spot* é automaticamente anulado por um prejuízo idêntico derivado do exercício das opções.

4. Portfólio equilibrado

O ideal de portfólio varia muito de autor para autor, no entanto todos eles têm uma opinião em comum: quanto mais diversificado um portfólio for, maior a probabilidade de ser um portfólio equilibrado; o que, geralmente, se consegue através do investimento em *commodities*.

Balarie (2007:52) defende que o objetivo de um investidor é criar um portfólio que consiga cumprir os seus objetivos, limite os seus riscos e máxime os seus retornos. A diversificação do portfólio com diferentes tipos de investimentos, geralmente, resulta num maior equilíbrio do portfólio e conseqüentemente numa menor volatilidade. O truque para se conseguir uma maior diversificação é realizar investimentos que apresentem uma correlação negativa entre eles. Investimentos com correlações negativas movem-se em sentidos opostos. Para este autor, a diversificação consegue-se ao adicionar futuros de *commodities* num portfólio, dado que se está a adicionar um ativo que não é correlacionado com um investimento em obrigações ou em ações.

Para Greer (1978:2) o segredo para se obter um portfólio equilibrado é criar uma mistura de ações, *commodities* e de dívida para que o efeito líquido do portfólio aumente com a estabilidade do retorno, especialmente a taxa real de retorno. Isto é possível no mercado de futuros de *commodities*, uma vez que este mercado oferece uma alternativa de diversificação, que não é correlacionada com ativos comuns.

Holihan (2008:45) refere que para se conseguir um portfólio equilibrado deve-se incluir alguns investimentos conservadores, como *CDS*⁹ e *Mutual Funds*¹⁰ (os seus retornos são pequenos mas funcionam para preservar o capital), adicionado de um misto de investimentos com potenciais retornos altos e um risco maior, como as *commodities*. Incluir *commodities* num portfólio, para Holihan, é a forma mais eficaz de assegurar o equilíbrio desse mesmo portfólio em termos de risco, retorno e inflação. Isto porque as *commodities* são muito mais

⁹ <http://www.investopedia.com/terms/c/creditdefaultswap.asp?o=40186&l=dir&qsrc=999&qo=investopediaSiteSearch>: um *credit default swap* é um tipo particular de troca projetada para transferir o risco de crédito de produtos de renda fixa entre duas ou mais partes. (14 maio de 2016)

¹⁰ <http://www.investopedia.com/terms/m/mutualfund.asp>: é um veículo de investimento feito de uma *pool* de fundos coletados de muitos investidores com o objetivo de investimento em valores mobiliários, como ações, títulos, instrumentos do mercado monetário e outros ativos semelhantes. (14 maio de 2016)

Opções sobre *Commodities*

independentes do que a classe de ativos comuns, no que toca aos retornos e apresentam ainda, uma maior volatilidade.

O recente desenvolvimento de produtos derivados possibilita o investimento em futuros de *commodities* de forma mais acessível para os investidores, permitindo que estes beneficiem da qualidade de diversificação que as *commodities* lhes proporcionam.

Gorton e Rouwenhorst (2004:1) referem que a correlação negativa entre futuros de *commodities* e outro tipo de classes de ativos é em parte significativa devido ao comportamento destes ativos ao longo de um ciclo de negócios.

Enquadramento Prático

5. *Roll Over* de Contratos de Futuros

5.1. Análise de dados

Através da função HP <GO> foram retiradas da Bloomberg as cotações de contratos de futuros sobre o índice S&P e as *commodities* de *gold*, *brent*, *corn* e *coffee* entre o período de 1 de janeiro de 2000 e 31 de março de 2016, para diferentes maturidades. Os contratos de futuros considerados foram:

- Futuros sobre o S&P (em USD), transacionados na CME:

O S&P, *Standard & Poor's 500*, é considerado um dos maiores índices de representatividade do mercado financeiro mundial. É um índice composto por quinhentas ações cotadas nas bolsas de NYSE ou NASDAQ, qualificadas devido à sua capitalização bolsista, à sua liquidez e à sua representação de grupo industrial.

Um contrato de futuro do S&P permite ao investidor negociar hoje a expectativa do preço futuro para o portfólio de ações representado por este índice.

- Futuros sobre o *gold* (em USD), transacionados na CMX:

Uma das características mais importantes desta *commodity* é a preservação da riqueza e o fornecimento de liquidez, tanto para indivíduos como para instituições.

Desde o final do século XIX, o *gold* tem desempenhado um papel fundamental como um ativo de reserva dos Bancos Centrais. Distinguido pela sua homogeneidade e pela sua pureza, o *gold* serve como uma medida comparável de moeda em todos os países.

Uma das razões mais importantes para se investir nesta *commodity* é pela sua capacidade de agir como um bom ativo de diversificação, ao mesmo tempo que o seu retorno tende a ser independente de outros investimentos (Fabozzi, Fuss e Kaiser, 2008:713).

- Futuros sobre o *brent* (em USD), transacionados na ICE:

O *brent blend* é uma *commodity* que vem do mar do Norte e é transportado em navios ou em condutas por todo o mundo. Transacionado nas bolsas de Londres, esta *commodity* é reconhecida como o *benchmark* mundial quando se trata do preço do petróleo (Geman, 2005:205).

Opções sobre *Commodities*

- Futuros sobre o *corn* (em USD), transacionado na CBT:

Os Estados Unidos são um dos principais produtores de *corn*. Esta *commodity* é produzida principalmente no outono, de Setembro a Novembro. Dada a sazonalidade na produção, o *corn* é produzido apenas numa época do ano mas é consumido durante o ano todo, o que leva os produtores a suportarem um *storage cost* (Bloomberg, 2016).

- Futuros sobre o *coffee* (em USD), transacionado na ICE:

Existem dois tipos de café: *Arabica* e *Robusta*. Neste caso, os contratos de futuros incidem sobre o *Arabica coffee*, pois é considerado o mais saboroso e com uma qualidade melhor.

O contrato de *coffee* é cultivado, principalmente na América do Sul e Central, e é o *benchmark* mundial para o *Arabica coffee* (Bloomberg, 2016).

A Bloomberg apenas devolveu preços dos futuros a partir da maturidade de DEZ14, como podemos ver na Tabela 3.

Tabela 3: Datas com preços disponíveis para os futuros com várias maturidades

Maturidade		S&P (SP)		Gold (GC)		Corn (C)		Coffee (KC)	
		Início	Fim	Início	Fim	Início	Fim	Início	Fim
H4	mar-14	-	-	-	-	-	-	-	-
M4	jun-14	-	-	-	-	-	-	-	-
U4	set-14	-	-	-	-	-	-	-	-
Z4	dez-14	-	-	-	-	19-09-2007	31-03-2016	-	-
H5	mar-15	-	-	-	-	-	-	-	-
M5	jun-15	-	-	-	-	-	-	-	-
U5	set-15	-	-	-	-	-	-	-	-
Z5	dez-15	2010-12-16	2015-12-18	2010-09-17	2015-12-29	2007-06-20	2016-03-31	2013-01-02	2015-12-18
H6	mar-16	2014-03-19	2016-03-18	2015-12-16	2016-03-29	-	-	2013-04-01	2016-03-18
M6	jun-16	2014-06-18	2016-03-31	2010-09-17	2016-03-31	-	-	-	-
U6	set-16	2014-09-17	2016-03-31	2006-06-30	2006-09-27	-	-	2013-10-01	2016-03-31
Z6	dez-16	2011-12-13	2016-03-31	2010-12-30	2016-03-31	2007-03-21	2016-03-31	2014-04-01	2016-03-31
H7	mar-17	2005-03-18	2016-03-31	-	-	-	-	2014-04-01	2016-03-31
M7	jun-17	2005-06-17	2016-03-31	2011-06-29	2016-03-31	2003-12-05	2012-01-19	-	-
U7	set-17	2005-09-16	2016-03-31	-	-	2014-03-10	2016-03-31	2014-10-01	2016-03-31
Z7	dez-17	2012-12-07	2016-03-31	2011-12-29	2016-03-31	2008-03-18	2016-03-31	2015-01-02	2016-03-31
H8	mar-18	2016-03-04	2016-03-31	-	-	2014-01-13	2016-03-31	2015-04-01	2016-03-31
M8	jun-18	-	-	2012-06-28	2016-03-31	-	-	-	-
U8	set-18	-	-	-	-	-	-	2015-10-01	2016-03-31
Z8	dez-18	2013-12-17	2016-03-31	2012-12-28	2016-03-31	2013-08-12	2016-03-31	2016-01-04	2016-03-31

A partir dos dados extraídos, foi construída uma série de cotações de futuros sobre o índice S&P e as diferentes *commodities*, entre o período de 1 de setembro de 2015 e 31 de março de 2016, fazendo o *roll over* destes contratos sempre com a maturidade imediatamente seguinte (foram utilizadas apenas três maturidades em cada um dos *roll overs*). Uma vez que o preço dos índices e das *commodities* nunca pode ser negativo, foi calculada a rentabilidade diária de cada um dos contratos de futuros, fazendo:

$$\ln\left(\frac{S_t}{S_{t-1}}\right), \quad (18)$$

em que S_t é a cotação do futuro do dia t e S_{t-1} é a cotação do futuro do dia $(t - 1)$.

Esta série de rentabilidades diárias foi construída com o intuito de verificar qual seria a correlação entre o índice S&P e as várias *commodities*, demonstrando que as *commodities* são um ativo fundamental num portfólio de títulos devido à sua característica única da diversificação. Cada uma destas séries tem 148 observações diárias.

Na construção desta série de rentabilidades diárias, através do mecanismo de *roll over* dos contratos de futuros, foram assumidos alguns pressupostos:

- Preços constantes: sempre que numa série de cotações de um futuro não existia um preço para um determinado dia, por ser feriado ou por não estar disponível, assumi o preço desse dia como sendo igual ao preço do dia anterior. De igual modo, quando numa série existia um dia com uma cotação de zero considerei a cotação do dia anterior, mantendo assim a cotação constante;
- Feriados *target*¹¹ não foram considerados;
- Quando não existia uma maturidade em comum, num par de contratos de futuros, foi considerada a maturidade em comum imediatamente seguinte;
- Dia da expiração do contrato: assumi que todos os contratos expiravam no último dia do terceiro mês de cada maturidade, iniciando uma nova maturidade no primeiro dia do mês seguinte.

¹¹ <http://www.bportugal.pt/pt-pt/pagamentos/target2/calendariosehorarios/Paginas/inicio.aspx>: Entende-se por feriado *target* o dia em que as bolsas estão encerradas: 1 de janeiro, sexta-feira santa, segunda-feira a seguir ao Domingo de Páscoa, 1 de maio, 25 e 26 de dezembro. (9 Setembro de 2016)

5.2. Conclusão do Mecanismo de *Roll Over*

A correlação permite descrever o comportamento dos ativos num portfólio. A correlação entre dois ativos pode ser positiva, quando os dois ativos se movem na mesma direção; negativa quando os dois ativos se movem em direções opostas, ou seja, quando um ativo perde valor no mercado o outro ativo tende a subir o seu valor; ou igual a zero, o que sugere que os ativos são linearmente independentes.

A relação risco-retorno de um portfólio pode melhorar se a correlação entre os ativos apresentar um valor baixo (muito perto de zero) ou até mesmo negativo. Quanto mais liquidez um ativo apresentar, maior a probabilidade de o investidor conseguir vender num curto espaço de tempo.

A matriz de correlações e de variâncias-covariâncias dos contratos de futuros foi obtida através das rendibilidades logarítmicas diárias do índice S&P e das várias *commodities*.

As *commodities* apresentam uma correlação muito baixa (perto de zero) e até mesmo negativa (com exceção do *coffee*) em relação ao índice S&P, como podemos ver na Tabela 4. Uma correlação negativa, normalmente, reduz a volatilidade para um dado retorno num portfólio de investimentos. A correlação negativa entre os futuros do *gold*, *brent* e do *corn* com o índice S&P tende a aumentar em períodos longos, o que sugere que o benefício da diversificação que advém dos futuros de *commodities* tende a ser maior em períodos temporais longos.

Tabela 4: Correlações entre os futuros do S&P e as várias *commodities*

Matriz de Correlações					
	S&P	<i>Gold</i>	<i>Brent</i>	<i>Coffee</i>	<i>Corn</i>
S&P	1				
<i>Gold</i>	-0.153	1			
<i>Brent</i>	-0.154	0.027	1		
<i>Coffee</i>	0.237	-0.007	-0.217	1	
<i>Corn</i>	-0.135	0.036	0.995	-0.197	1

6. Fronteira Eficiente de um Portfólio

6.1. Análise de dados

Através da função HP <GO> foram retiradas da Bloomberg as cotações de vários índices, entre o período de 1 de janeiro de 2006 e 31 de março de 2016. Os índices considerados foram:

- S&P *Index*, cotado em USD;
- *Dow Jones Real Estate Index*, cotado em USD: é um índice dos EUA, que representa a *Real Estate Investment Trust (REIT)* e outras empresas que investem indiretamente ou diretamente no desenvolvimento da área imobiliária;
- *Dow Jones Bond US Index* (cotado em USD): é um índice que representa um *basket* de 96 títulos de dívida recentes de investimentos em obrigações com maturidades diferentes. O objetivo deste índice é capturar o retorno de negociações imediatas, em obrigações norte-americanas;
- *Nasdaq Index* (cotado em USD): este índice reflete o valor de mercado de todas as ações negociadas na NASDAQ e é utilizado pelo mercado financeiro como um indicador de performance das empresas do sector tecnológico;
- *Gold Index*, cotado em USD;
- *Corn Index*, cotado em USD.

A partir dos dados extraídos, foram construídos dois portfólios de índices: o portfólio A, inclui os índices S&P, *Dow Jones Real Estate*, *Dow Jones Bond US* e *Nasdaq* e o portfólio B, inclui os índices S&P, *Dow Jones Real Estate*, *Dow Jones Bond US*, *Nasdaq*, *gold* e *corn*. Para cada um dos portfólios foi calculada a rendibilidade diária de cada um dos índices e posteriormente a rendibilidade média, o desvio padrão e a variância, com 2599 observações diárias, como se pode ver nas Tabelas 5 e 6. Na construção destes portfólios foram assumidos os pressupostos referidos anteriormente no ponto 5.1..

Tabela 5: Constituição do portfólio A

	S&P Index	Dow Jones Real Estate	Dow Jones Bond US Index	Nasdaq Index
Rendibilidade Média	0.019%	0.007%	0.005%	0.030%
Desvio Padrão	1.301%	2.275%	0.372%	1.388%
Variância	0.017%	0.052%	0.001%	0.019%

Opções sobre *Commodities*

Tabela 6: Constituição do portfólio B

	S&P Index	Dow Jones Real Estate Index	Dow Jones Bond US Index	Nasdaq Index	Gold Index	Corn Index
Rendibilidade Média	0.019%	0.007%	0.005%	0.030%	0.033%	0.045%
Desvio Padrão	1.301%	2.275%	0.372%	1.388%	1.271%	4.201%
Variância	0.017%	0.052%	0.001%	0.019%	0.016%	0.177%

Para cada um dos portfólios foi calculada a matriz de correlações e variâncias-covariâncias dos vários índices. Através das Tabelas 7 e 8, verifica-se novamente que os índices de *commodities* apresentam uma correlação muito próxima de zero em conjunto com outros índices mais comuns, o que leva à diversificação do risco do portfólio.

Tabela 7: Matriz de correlações entre os vários índices do Portfólio A

	S&P Index	Dow Jones Real Estate Index	Dow Jones Bond US Index	Nasdaq Index
S&P Index	1			
Dow Jones Real Estate Index	-0.023	1		
Dow Jones Bond US Index	0.033	-0.191	1	
Nasdaq Index	-0.012	0.772	-0.306	1

Tabela 8: Matriz de correlações entre os vários índices do Portfólio B

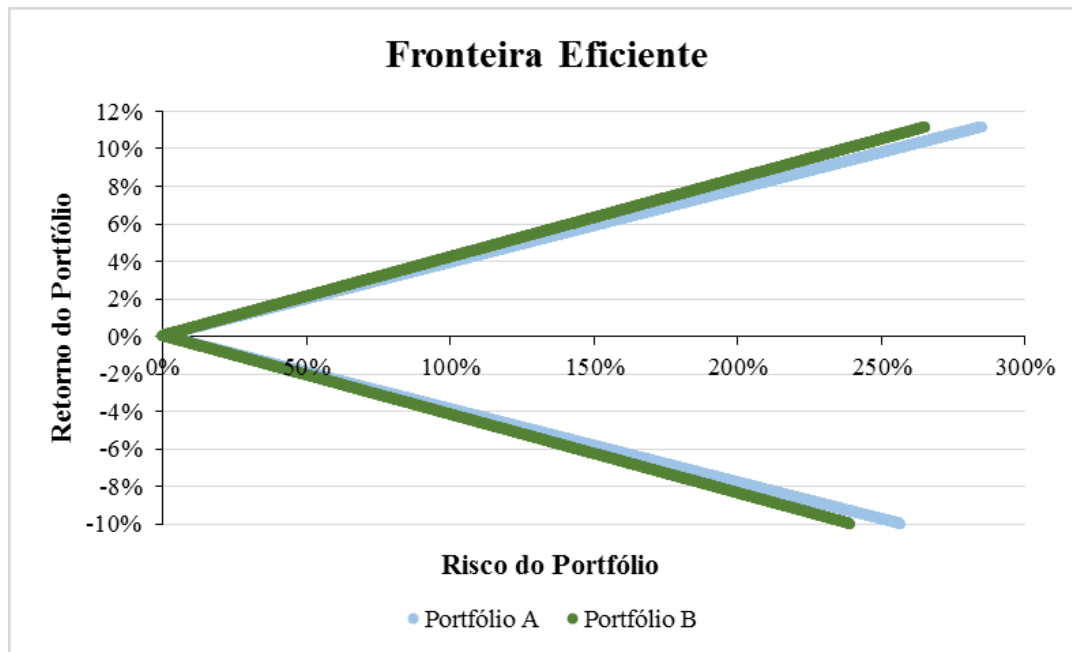
	S&P Index	Dow Jones Real Estate Index	Dow Jones Bond US Index	Nasdaq Index	Gold Index	Corn Index
S&P Index	1					
Dow Jones Real Estate Index	-0.023	1				
Dow Jones Bond US Index	0.033	-0.191	1			
Nasdaq Index	-0.012	0.772	-0.306	1		
Gold Index	0.029	0.008	0.075	-0.012	1	
Corn Index	-0.051	0.055	0.008	0.077	0.0648	1

6.2. Conclusão da Fronteira Eficiente

Aplicando a Teoria do Portfólio, desenvolvida por Markowitz, foi calculada a alocação dos ativos com o objetivo de minimizar o risco do portfólio. Para isto, foi usado o cálculo do solver em Excel onde o objetivo era minimizar o desvio padrão do portfólio (risco) sujeito às restrições: a soma do peso total dos índices no portfólio teria de ser igual a 100% e a média das rentabilidades esperadas dos índices teria de ser igual à rentabilidade do portfólio.

Obteve-se assim a fronteira eficiente para os dois “portfólios”, isto é, os conjuntos de possibilidades de investimentos, como se pode ver no Gráfico 2. Como era expectável, a fronteira eficiente do Portfólio B, onde são incluídas as *commodities*, desloca-se para a esquerda, sugerindo uma maior diversificação do portfólio e consequentemente uma diminuição do risco para um mesmo retorno.

Gráfico 2: Fronteira Eficiente dos Portfólios A e B



Conclusão

Este projeto analisa as *commodities* como um ativo essencial num portfólio de investimento, devido às suas características específicas. Paralelamente, analisa os mercados dos derivados mais populares para transacionar *commodities*: o mercado de futuros e de opções.

Com esta análise conclui-se que as *commodities* apresentam uma característica única que as distingue de outros ativos comuns: a diversificação. Note-se que a diversificação não depende da quantidade de instrumentos que um portfólio tenha, mas sim, da sua natureza e da sua correlação. As *commodities* quando conjugadas com outros ativos, num portfólio de investimento apresentam sempre uma correlação muito baixa (a tender para zero), como se verificou tanto no mecanismo de *roll over* de contratos de futuros, como na fronteira eficiente dos portfólios A e B, aquando da aplicação da teoria do portfólio desenvolvida por Markowitz.

A postura de um investidor perante o risco é uma escolha pessoal, não existindo uma resposta única para esta questão. No entanto, num modo geral, um investidor racional tende a expressar as suas preferências de forma a equilibrar a relação retorno – risco da melhor forma, selecionando ativos com um menor risco e ao mesmo tempo, um maior retorno esperado.

O portfólio ideal será um portfólio muito bem diversificado que apresente correlações entre os seus ativos muito baixas (próximas de zero), levando à introdução das *commodities* neste portfólio.

Bibliografia

- Amado, C. e Carmona, C. 2003. *Eficiência dos mercados futuros: Um estudo utilizando testes de cointegração para commodities agrícolas*. Working paper.
- Back, J., Prokopczuk, M. e Rudolf, M. 2010. *Seasonality and the valuation of commodity options*. ICMA, Centre Discussion Papers in Finance DP2010-08. University of Reading, United Kingdom.
- Balarie, E. 2007. *Commodities for every portfolio: how you can profit from the long-term commodity boom*. New Jersey. John Wiley & Sons Ltd.
- CME Group. 2014. *Produtos de commodities: Guia auto-didático para hedge com futuros e opções de grãos e sementes oleaginosas*.
- Debreu, G. 1959. *Theory of value: An axiomatic analysis of economic equilibrium*. New Haven. John Wiley & Sons Ltd.
- Garner, C. e Brittain, P. 2009. *Commodity options: Trading and hedging volatility in the world's most lucrative market*. New Jersey. Pearson Education, Inc.
- GARP, Global Association of Risk Professionals. 2015. *Financial Risk Manager (FRM) Exam parte I: Financial markets and products* (5nd ed). Boston. Pearson Education.
- Geman, H. 2005. *Commodities and commodity derivatives: Modeling and pricing for agriculturals, metals and Energy*. Chichester. John Wiley & Sons Ltd.
- Geman, H. 2008. *Risk management in commodity markets: From shipping to agriculturals and energy*. Chichester. John Wiley & Sons Ltd.
- Gorton, G. e Rouwenhorst, K. 2004. *Facts and fantasies about commodity futures*. NBER Working Paper N°10595, Cambridge.
- Greer, R. 1978. *Conservative Commodities: A key inflation hedge*. *Journal of Portfolio Management*, Summer 1978, pp. 26–29.
- Fabozzi, F., Fuss, R. e Kaiser, D. 2008. *The handbook of commodity investing*. New Jersey. John Wiley & Sons Ltd.
- Ferreira, D. 2009. *Opções financeiras: Gestão de risco, especulação e arbitragem*. Lisboa. Edições Sílabo, Lda.

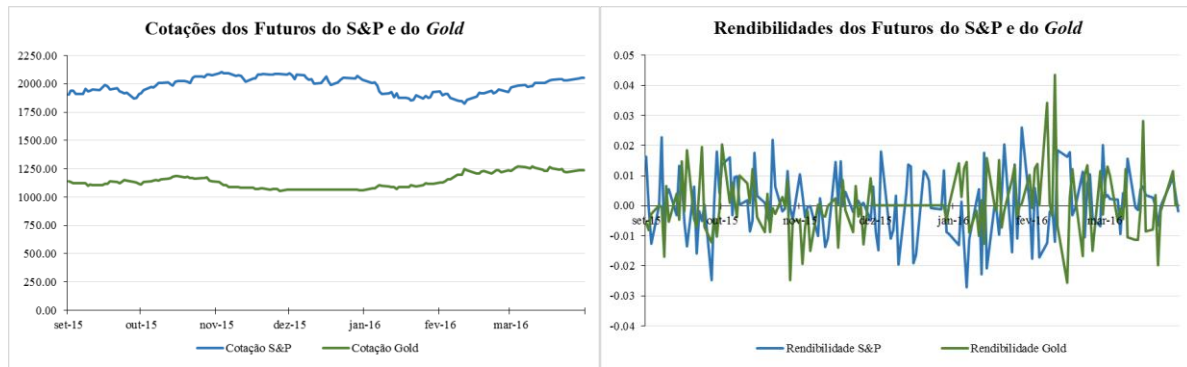
- Frankel, J. 2006. *The effect of monetary policy on real commodity prices*. NBER Working Paper N°12713, Harvard University: Cambridge.
- Harzer, J., Costa, C., Silva, W. e Souza, A. 2012. *Eficiência dos mercados futuros de commodities agrícolas aplicando-se o teste de cointegração*. Revista de Administração da UFSM, v. 5, n. 2, p. 336-353, Universidade Federal de Santa Maria.
- Holihan, M. 2008. *The complete guide to investing in commodity trading and futures: How to earn high rates of returns safely*. Florida. Atlantic Publishing Group, Inc.
- Hull, J. 2012. *Options, futures, and other derivatives* (8nd ed). Edinburgh. Pearson Education Limited.
- Ingram, R. 2015. *Commodities trading for beginners: How to make money with commodities trading*. Kindle Edition.
- Jorion, P. 2009. *Financial risk manager: Handbook* (5nd ed). New Jersey. John Wiley & Sons Ltd.
- Kleiman, G. 2013. *Trading commodities and financial futures: A step-by-step guide to mastering the markets*. Pearson Education, Inc. New Jersey
- Macdonald, R. 2006. *Derivatives markets*. Northwestern University. Pearson Education.
- Peixoto, J. P. 1995. *Futuros e opções*. Alfragide. McGraw-Hill de Poryugal, Lda.
- Secomandi, N. e Seppi, D. J. 2014. *Real options and merchants operations of energy and other commodities*. Boston. now Publishers, Inc.
- Schweser. 2014. *FRM 2015 parte I book 3: Financial markets and products*. Kaplan University, United States of America. Kaplan, Inc.
- Zavaglia, A. 2010. *Rentabilidade dos contratos de futuros e de opções das commodities agrícolas soja e milho frente o mercado físico*. Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre: Tese de Mestrado.

Anexos

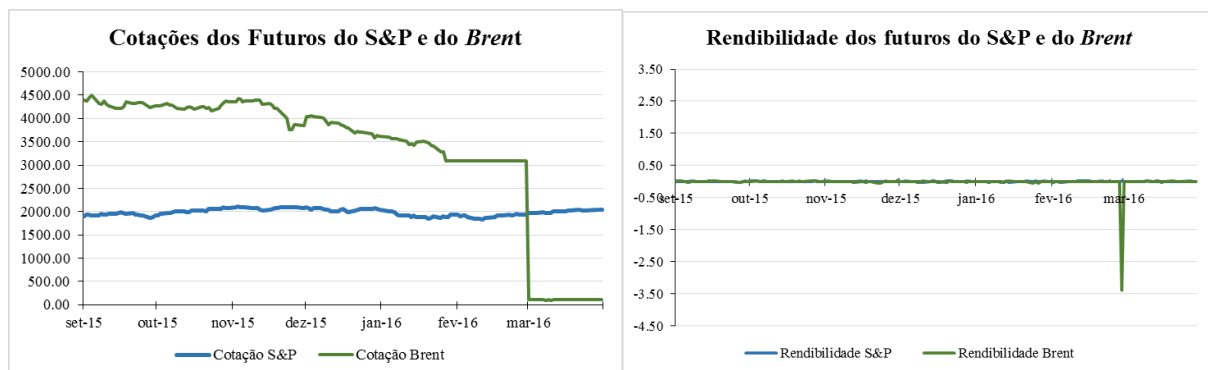
Anexo I

Evolução das cotações e das rendibilidades entre os contratos de futuros sobre o S&P e uma *commodity*, no período de 1 de setembro de 2015 a 31 de março de 2016, utilizando o mecanismo de *roll over* dos contratos de futuros.

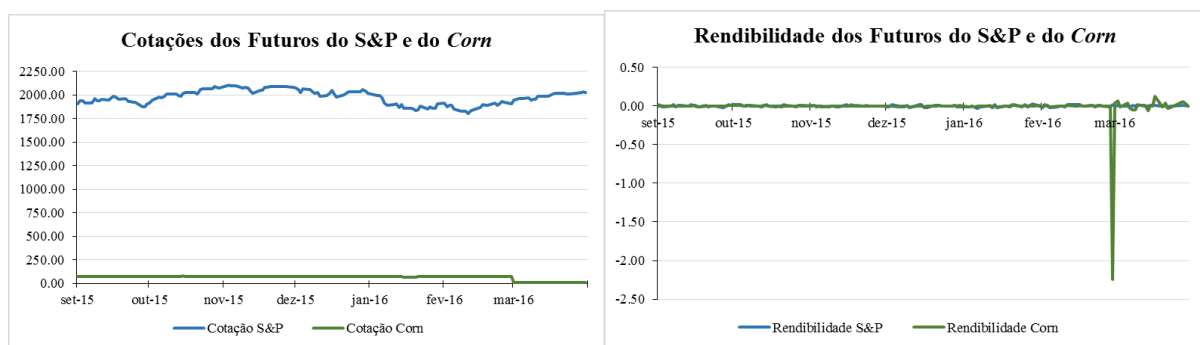
Gráficos 1 e 2: Evolução das cotações e das rendibilidades entre o futuro do S&P e do *gold*:



Gráficos 3 e 4: Evolução das cotações e das rendibilidades entre o futuro do S&P e do *brent*:

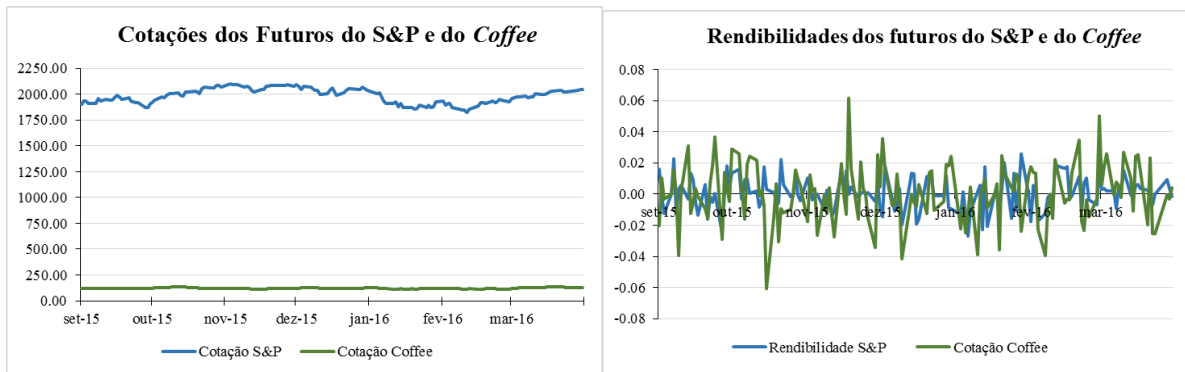


Gráficos 5 e 6: Evolução das cotações e das rendibilidades entre o futuro do S&P e do *corn*:



Opções sobre *Commodities*

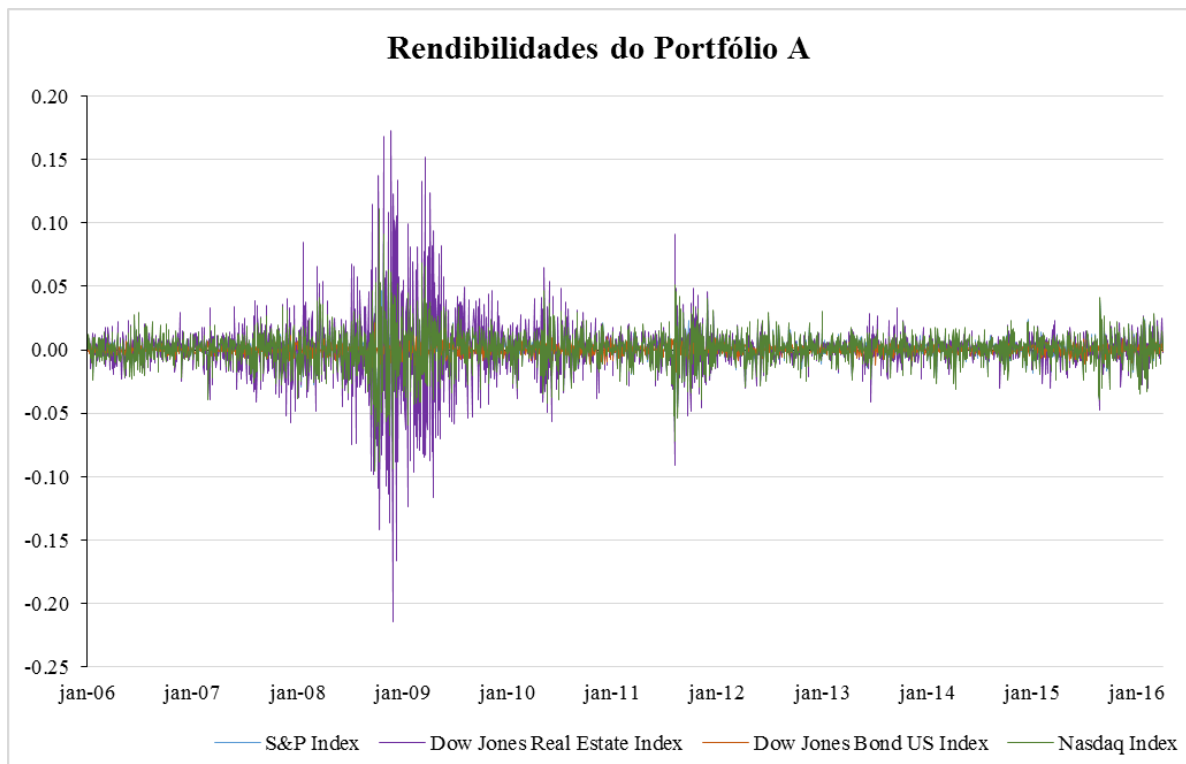
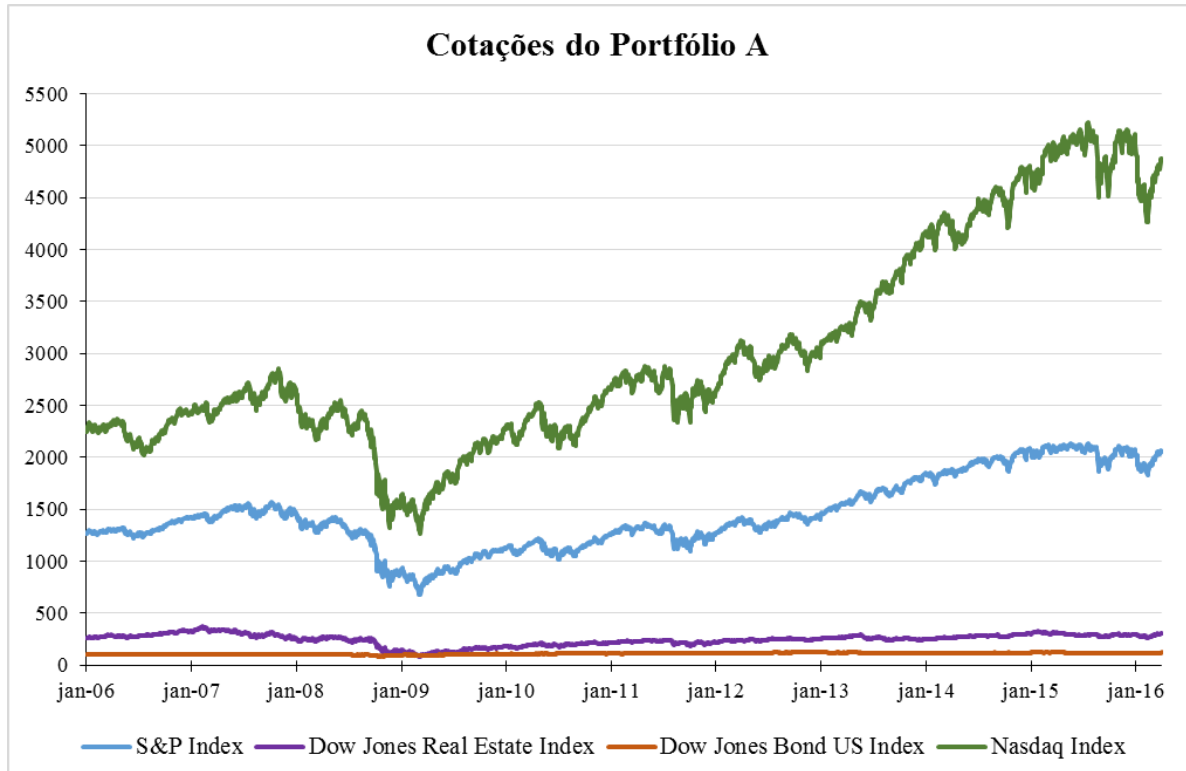
Gráficos 7 e 8: Evolução das cotações e das rendibilidades entre o futuro do S&P e do *coffee*:



Anexo II

Evolução das cotações e das rendibilidades dos índices que constituem os Portfólios A e B, no período de 1 de janeiro de 2006 a 31 março 2016.

Gráficos 9 e 10: Evolução das cotações e das rendibilidades dos índices do Portfólio A



Gráficos 11 e 12: Evolução das cotações e das rendibilidades dos índices do Portfólio B

