



UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS
Instituto de Economia – IE

Zeino de Oliveira Ávila

**Estratégia de Alocação de Mini Contratos em Carteiras de
Investimento**

Campinas

2012

Zeino de Oliveira Ávila

**Estratégia de Alocação de Mini Contratos em Carteiras de
Investimento**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à
Graduação do Instituto de Economia da Universidade
Estadual de Campinas para obtenção do título de
Bacharel em Ciências Econômicas, sob orientação do
Prof. Dr. Rodrigo Lanna Franco da Silveira

Campinas

2012

Campinas
2012

AVILA, Z.O. **Estratégia de Alocação de Mini Contratos em Carteiras de Investimento**. 2012. 71p. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) – Instituto de Economia. Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2012.

RESUMO

Este trabalho verifica o impacto da introdução de minicontratos futuros no retorno e no risco de uma carteira diversificada. Para tanto uma caracterização do mercado de derivativos é realizada, com um foco especial nos minicontratos futuros negociados na BM&FBovespa. A base metodológica deste trabalho é a Moderna Teoria do Portfólio de Markowitz, referência em diversas áreas das finanças, e serve no estudo para a constituição da carteira diversificada através de ações negociadas no mercado Brasileiro.

Palavras-Chave: Minicontratos, Derivativos, BMF&Bovespa, Markowitz

ABSTRACT

This work verifies the impact of the introduction of futures Minicontracts in the return and the risk of a diversified portfolio. Therefore a characterization of the derivatives market is carried out, with a special focus on Minicontracts traded on the BM&FBovespa. The methodological basis of this work is the Modern Portfolio Theory of Markowitz, reference in various areas of finance and serves in this study for the establishment of a diversified portfolio based on shares traded in the Brazilian market.

Keywords: Minicontrats, Derivatives, BMF&Bovespa, Markowitz

Lista de Figuras

Figura 1 – Descrição Mercado a termo	4
Figura 2 – Fluxo financeiro em um Swap Dólar x Taxa pré	18
Figura 3 – Comparação entre Mercado de Balcão e Mercado Organizado	27
Figura 4 – Processo de Investimento baseado na MTP	38
Figura 5 – Conjunto de oportunidades de investimento para n ativos com risco.....	45
Figura 6 – Função de utilidade esperada	47
Figura 7 – Curvas de indiferença	48
Figura 8 – Escolha ótima em carteira com ativos de risco	49

Lista de Gráficos

Gráfico 1 - Resultado do Contrato futuro: (a) Posição <i>Long</i> (b) Posição <i>Short</i>	6
Gráfico 2 - Resultado ao se comprar uma opção de compra europeia de uma ação da VALE5	12
Gráfico 3 - Resultado ao se comprar uma opção de venda europeia de uma ação da PETR4	13
Gráfico 4 - Resultado ao se lançar uma opção de compra europeia de uma ação da VALE5	14
Gráfico 5 - Resultado ao se lançar uma opção de venda europeia de uma ação da PETR4	14
Gráfico 6 - Resultados em posições de opções europeias:	16
Gráfico 7 - Número de Negócios de Minicontratos	20
Gráfico 8 - Escolha de portfólios baseado no Retorno Esperado e na Variância	37
Gráfico 9 – Efeito no risco ao aumentar-se a quantidade de títulos no portfólio	42
Gráfico 10 – Relação entre retorno e risco com diferentes níveis de correlação entre os ativos.....	43
Gráfico 11 – Relações de risco e retorno para a carteira 1	56
Gráfico 12 – Relações de risco e retorno para a carteira 1 e da carteira 1 + WDO _C	57
Gráfico 13 - Relações de risco e retorno para a carteira 1 e da carteira 1 + WBG	58
Gráfico 14 - Relações de risco e retorno para a carteira 1 e da carteira 1 + WEU	59
Gráfico 15 - Relações de risco e retorno para a carteira 1 com a inserção dos mínimos:	60
Gráfico 16 - Relações de risco e retorno para a carteira 2	60
Gráfico 17 - Relações de risco e retorno para a carteira 2 e da carteira 2 + WIN	61

Lista de Tabelas

Tabela 1 – Ajuste diário posição vendida em contrato futuro de boi gordo.....	9
Tabela 2 - Minicontratos negociados na BMF&BOVESPA	19
Tabela 3 – Operações de margem para uma posição comprada em dois minicontratos de Café Arábica. A margem inicial é de R\$ 1.000 por contrato, ou R\$ 2.000 no total, e a margem de manutenção é de R\$ 900 ou R\$ 1.800,00 no total. O minicontrato é comprado em 01 de julho, a R\$ 350 e a posição encerrada em 26 de julho a R\$ 338,50. Os números na segunda coluna, com exceção da primeira linha, representam os preços de fechamento hipotéticos.....	22
Tabela 4 – Principais características dos contratos a termo, futuro, de opção e de swap	24
Tabela 5 - Comparação entre os mercados de opção.....	26
Tabela 6 – Classificação das Bolsas por Capitalização de Mercado	32
Tabela 7 - Classificação de Bolsas por número de contratos negociados e/ou liquidados.....	33
Tabela 8 – Início do período das amostra de preços dos minicontratos futuros	52
Tabela 9 – Risco, retorno, e pesos dos ativos na carteira 1	56
Tabela 10 - Risco, retorno, e pesos dos ativos na carteira 1 com WDO_c	58
Tabela 11 - Risco, retorno, e pesos dos ativos na carteira 1 com WDO_c	59
Tabela 12 - Risco, retorno, e pesos dos ativos na carteira 2	61

Sumário

1. O mercado de Derivativos	3
1.1. Introdução.....	3
1.2. Mercado a termo	3
1.3. Mercado Futuro	7
1.4. Opções.....	11
1.5. Swaps	17
1.6. Derivativo foco: Os minicontratos.....	18
1.6.1. Mecânica Operacional dos minicontratos.....	20
1.7. Outros derivativos.....	23
1.8. Resumo das características dos contratos negociados no mercado brasileiro	23
1.9. Mercado de Balcão x Mercado Organizado	25
1.10. Participantes do mercado	27
1.10.1. Hedgers.....	27
1.10.2. Especuladores	28
1.10.3. Arbitradores	29
1.11. Histórico e conceitos das bolsas e do mercado futuro.....	30
2. A Moderna teoria do Portfólio	34
2.1. Histórico da Moderna Teoria do Portfólio	34
2.2. Hipóteses e descrição do Modelo	36
2.3. Método de cálculo do risco e do retorno de uma carteira com ativos de risco	39
2.4. Formação da fronteira eficiente a partir de ativos de risco	42
2.5. Escolha do portfólio ótimo	46
2.6. Limitações do Modelo	49
3. Metodologia de obtenção da carteira diversificada e análise dos resultados... 51	
3.1. Dados do trabalho	51
3.2. Retorno esperado e risco: Método de cálculo	53
3.3. Otimização da carteira	55
3.4. Análise e discussão dos resultados	56
3.5. Conclusões	62
Bibliografia.....	63

Introdução

O mercado de capitais cada vez mais toma espaço no cenário econômico e se constitui, crescentemente, em um elemento de grande curiosidade e fascínio entre os agentes de mercado. Além disso, graças aos avanços na Tecnologia da Informação e a Globalização Financeira, aumentou muito o volume transacionado nas últimas décadas, permitindo inclusive ao investidor comum uma participação nesse mercado.

O amadurecimento do mercado brasileiro, principalmente na última década, com recordes sucessivos de novas emissões de ações e volumes negociados, assim como a evolução do índice Ibovespa, sobretudo nas últimas três décadas saindo de um índice de fechamento nominal em reais de 6,78 pontos em 1992 e chegando até outubro de 2012 aos 57 mil pontos contribuíram para que os brasileiros manifestassem crescente interesse pelo mercado de capitais.

Evidentemente com este cenário uma série de métodos tem sido desenvolvidos com a finalidade de servir de ferramentas aos agentes, para que eles possam tomar suas decisões de investimento da maneira mais racional e segura possível, ou seja, com os menores riscos e os maiores retornos.

Juntando o interesse pelo mercado financeiro - em especial pelo mercado de derivativos - e a curiosidade de entender alguns métodos de alocação de carteira é que se forma o pano de fundo deste trabalho.

O trabalho está apoiado na teoria da Média e Variância de Markowitz e objetiva verificar como a introdução de minicontratos futuros (uma espécie de derivativo) impacta o desempenho de uma carteira diversificada.

O capítulo 1 traz um resumo sobre o mercado de derivativos, sua origem histórica e evolução. Há a descrição dos tipos de contratos negociados, tipos de mercados bem como a descrição dos principais agentes destes mercados, seus objetivos e a importância destes agentes. No final do capítulo há um resumo das características dos contratos negociados no mercado brasileiro

O capítulo 2 explica a base metodológica deste trabalho, introduz a Moderna Teoria do Portfólio que é utilizada em diversas áreas das finanças, evidenciando suas características e limitações.

O capítulo 3 explica a metodologia para obtenção da carteira diversificada bem como as análises dos resultados para os diferentes períodos analisados e, sobretudo, objetiva mostrar maneira pela qual se busca atingir as metas deste trabalho, ou seja, verificar como a inserção de minicontratos impacta a composição do risco e do retorno em uma carteira diversificada. No final do capítulo há a conclusão do trabalho que discorre sobre os resultados da pesquisa.

1. O mercado de Derivativos

1.1. Introdução

Nas últimas três décadas, os contratos de derivativos vêm apresentando crescente importância no mundo das finanças. Futuros e opções são negociados ativamente em muitas bolsas ao redor do mundo. Os contratos a termo, swaps e uma variedade de tipos de opções são regularmente negociados fora das bolsas por instituições financeiras, gerente de fundos e tesorarias de empresas não financeiras no que é definido como mercado de balcão enquanto os contratos futuros são negociados exclusivamente em bolsas organizadas.

Derivativos é o nome concedido à família de mercados em que operações com liquidação em uma data futura são executadas, permitindo a gestão do risco de preço de diversos ativos. Nesses mercados há quatro modalidades principais: “termo”, “futuro”, “opções” e “swaps”.

Por exemplo, o contrato futuro de boi gordo é uma modalidade de derivativo cujo preço é referenciado nos negócios realizados no mercado à vista de boi gordo, seu instrumento de referência.

1.2. Mercado a termo

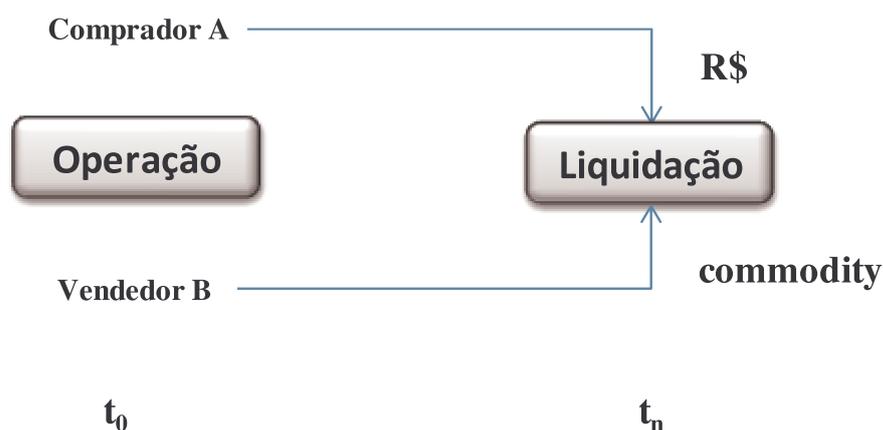
A descrição inspirada no texto do Bessada et al (2005) talvez seja mais ilustrativa. Suponha um pecuarista que vende toda sua produção para uma indústria frigorífica ao preço vigente mercado no momento da entrega. O pecuarista neste caso deseja que a cotação boi gordo seja a maior possível enquanto que o frigorífico anseia que o preço caia. Uma vez que o pecuarista tem custos fixos e não pode ficar a mercê do humor do mercado para determinação do preço de seu produto e da mesma maneira que a empresa frigorífica nem sempre consegue repassar integralmente o diferencial de preços, as partes optam por firmar um acordo para fixar um preço justo para o boi que virá a ser abatido. Assim é determinado um preço que satisfaça ambas as partes, no instante que é fechado o acordo. Imagine ainda que, na época do abate, haja um surto de febre aftosa, digamos no Paraguai, o que faria com que o preço internacional do boi-gordo dos rebanhos não afetados disparassem. Neste exemplo, o pecuarista estaria vendendo o seu produto a um preço menor do que ele poderia ter vendido caso não tivesse assinado o contrato, entretanto com um preço suficiente para cobrir seus

custos e um certo lucro. Agora, imagine a situação contrária onde há um sobre-oferta de carne bovina, fazendo com que o preço caia consideravelmente. Nessa situação, o pecuarista estaria comemorando o acordo, pois conseguira vender a arroba a um preço mais elevado do que o corrente no mercado.

Este tipo de acordo é conhecido como **contrato a termo**. Sua existência serve para controlar os riscos envolvidos na atividade de uns e para especulação de preços futuros por parte de outros. Essa espécie de contrato, negociados em mercado de balcão, em que uma das partes assume o risco de outra por um determinado período e cujo preço é derivado do preço de uma ativo financeiro ou commodity, aqui o boi-gordo, são denominados derivativos.

No contrato a termo, portanto, as partes assumem a obrigação de liquidar, em uma data definida entre elas, no futuro, a operação ratificada no presente . Pode ser muito bem contrastado com um contrato a vista, que é um acordo para comprar ou vender hoje. O contrato a termo é negociado no mercado de balcão onde uma das partes em um contrato a termo assume a posição long (comprada) e concorda em comprar o ativo-objeto em certa data futura a um preço combinado. A outra parte assume uma posição short (vendida) e concorda em vender o ativo-objeto na mesma data pelo mesmo preço, Hull (2002). Observe a figura 1.

Figura 1 – Descrição Mercado a termo



Fonte: BM&FBOVESPA

O vendedor entrega a commodity negociada em t_n , conforme previsto em contrato, por sua vez, o comprador paga a quantia acertada em t_0 em t_n . A mercadoria não troca de mãos até o vencimento do contrato em t_n .

Dentre os contratos a termo mais negociados no Brasil e no mundo, destacam-se os de moedas. Neste tipo de operação, os dois agentes combinam, na data zero, a cotação na qual liquidarão a operação de câmbio entre duas moedas, na data em que o contrato vencer, BM&FBOVESPA (2012)

As operações a termo recebem a denominação de “NDF” (Non Deliverable Forward), quando as partes somente liquidam a diferença entre o preço observado no mercado a vista e o negociado no contrato a termo. Também conhecido como Contrato a Termo de Moeda sem Entrega Física, o NDF é um derivativo que é operado em mercado de balcão e normalmente utilizado como instrumento de hedge ao garantir ao contratante seu contratante uma taxa de câmbio futura para a moeda base do contrato.

Suponha que um banco brasileiro faça uma captação de US\$ 500.000,00 junto a outras instituições financeiras no exterior, pelo prazo de um ano. Tendo em vista que, além disso, no mercado interbancário local, o banco fecha uma operação de compra a termo com outra instituição financeira, perfazendo a mesma quantidade de dólares à cotação R\$1,90/US\$. O objetivo a ser alcançado é fixar o valor em reais (de US\$ 500.000,00 x R\$1,90/US\$ = R\$ 950.000,00) do montante que o banco devolverá no final do prazo ao exterior. O atingimento da meta pode ser observado nos dois cenários para a cotação disponível no vencimento do prazo do contrato:

1) R\$ 2,10/US\$

Liquidação da captação: R\$ 2,10 x US\$ 500.000,00 =	(1.050.000,00)
Recebimento na operação a termo: (R\$ 2,10 - R\$1,90) x 500.000,00=	100.000,00
Resultado	(950.000,00)

2) R\$1,70/US\$

Liquidação da captação: R\$ 1,70 x US\$ 500.000,00 =	(850.000,00)
Recebimento na operação a termo: (R\$ 1,70 - R\$1,90) x 500.000,00=	(100.000,00)
Resultado	(950.000,00)

Observa-se que, independentemente do cenário que se confirme, o banco pagará 950 mil reais para as instituições financeiras no exterior, atingindo assim a meta de fixar o valor em Reais do montante a ser devolvido no final de um ano. Adicionalmente, observa-se que ao

fixar esse valor, elimina-se o risco da variação cambial, todavia, em alguns casos, nem sempre será o melhor resultado para o banco.

Importante frisar que não há a entrega física do dólar (ou qualquer moeda que poderia ser referência para o contrato), o que ocorre é o pagamento da diferença entre a taxa de câmbio acordada quando da aquisição do NDF e a taxa do dia de vencimento da operação, a taxa de ajuste.

Usualmente, o resultado de uma long position em um contrato a termo de uma unidade do ativo é

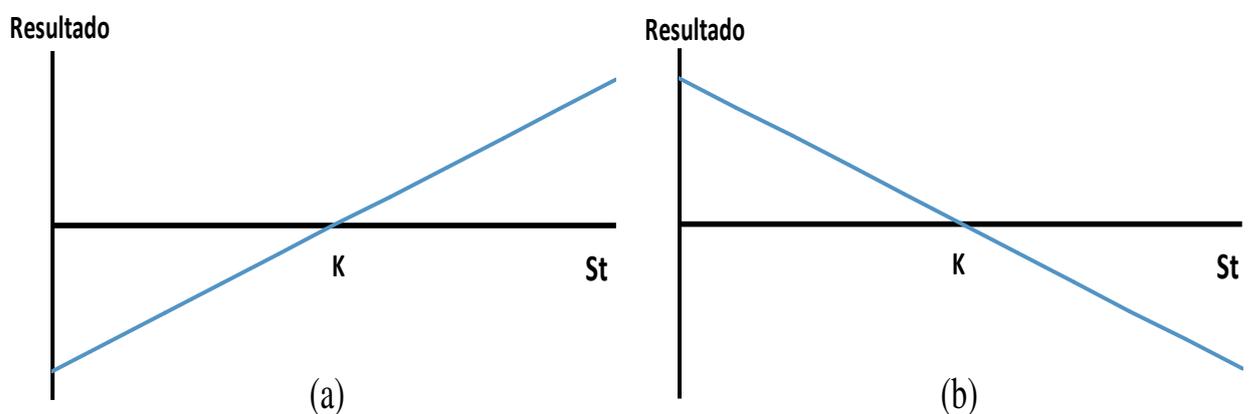
$$S_T - K$$

onde K é o preço de exercício e S_T é o preço do ativo no mercado a vista quando na data de sua maturidade. Isso se dá devido ao detentor do contrato é obrigado a comprar um ativo que vale S_T por K . Similarmente, o resultado para quem está na short position em um contrato a termo de uma unidade do ativo é

$$K - S_T$$

Observe o Gráfico 1 abaixo que traz os resultados de um contrato futuro tanto para a posição long (comprada) quanto short (vendida).

**Gráfico 1 - Resultado do Contrato futuro: (a) Posição Long (b) Posição Short.
Preço de Exercício = K , Preço a vista na maturidade = S_t**



Fonte: Elaboração Própria, a partir de Hull (2002)

1.3. Mercado Futuro

Outro tipo de derivativo muito comum se refere aos **contratos futuros**. Assim como o contrato a termo, o futuro é um acordo entre duas partes para comprar ou vender um ativo em um certo período no tempo a um certo preço. Diferentemente dos contratos a termo, contratos futuros são normalmente negociados em bolsa organizada. Para que a negociação aconteça, as bolsas estipulam padrões para os contratos e como as partes não necessariamente conhecem sua contraparte, a bolsa serve como mecanismo que dá as duas partes a garantia que o contrato será honrado.

A primeira diferença entre um contrato futuro e um contrato a termo a ser destacada é que o primeiro é um contrato padronizado, que garante a possibilidade dos agentes reverterem sua posição a qualquer instante.

O contrato a termo por ser customizado torna inviável a liquidação da operação antes do vencimento. Um fator de risco adicional que incorre no contrato a termo advém do fato dele ser negociado em balcão, o que o torna suscetível ao risco de crédito e, por essa razão, um grande avanço em relação aos contratos a termo foi a redução dos problemas concernentes ao risco de crédito por meio da criação das clearing houses – câmaras de compensação - cuja atividade permitiu o desenvolvimento de um sistema de garantias apropriado, criando um mercado seguro a seus participantes.

Servindo de suporte aos usuários e promovendo a integridade do sistema financeiro, os procedimentos da clearing gerem o risco de posições de todos os participantes do mercado, incluso os clientes finais. A fim de mitigar os riscos envolvidos nas transações de mercado futuro a clearing adota alguns filtros de segurança (salvaguardas):

- Limita a exposição de risco diário dos participantes com direito de liquidação;
- Limita concentrações de posições visando dessa maneira impedir a concentração de mercado, evitando a manipulação de preços e controlando o risco de liquidez e de crédito;
- Limita as oscilações diárias de preços, objetivando controlar também os riscos de liquidez e de crédito;

- Estabelece um fundo especial de compensação e um fundo de liquidação de operações que possuem o objetivo de cobrir possíveis inadimplências de um ou mais participantes com direito de liquidação;
- Possui um fundo de garantia que assegura aos clientes das corretoras o ressarcimento de perdas decorrentes de erro na execução de ordens aceitas para cumprimento e uso inadequado de valores pertencentes a clientes
- Estabelece uma margem de garantia que obriga ao agente a depositar um valor estipulado pela Bolsa, no caso brasileiro pela BM&FBOVESPA, quando da abertura de uma posição.

A margem de garantia é um dos elementos primordiais na dinâmica operacional do mercado futuro, pois traduz-se na sua principal garantia. Aqueles que abrem posições em qualquer mercado futuro deverá estabelecer um depósito a ser mantido até o vencimento ou liquidação do contrato futuro, o qual será utilizado em caso de falta de pagamento de ajustes diários ou de valores devidos na entrega. Na situação que não houver inadimplência, a margem será devolvida após o encerramento da posição. A bolsa deve equacionar um valor de margem que não desestimule os clientes pelo valor excessivo a fim de zelar pela segurança e que seja ao mesmo tempo suficiente para cobrir eventuais inadimplências.

No mercado futuro há também o Ajuste Diário que consiste em um mecanismo de equalização das posições no mercado futuro, com base no preço de compensação do dia, resultando na movimentação diária de débitos e créditos nas contas dos clientes, de acordo com a variação de valor das posições por elas mantidas, sejam elas negativas ou positivas.

Dessa forma, os agentes recebem seus lucros e pagam seus prejuízos de modo que o risco assumido pela câmara de compensação das bolsas se dilua diariamente até o vencimento do contrato.

O ajuste diário se traduz, portanto, em uma das grandes diferenças entre os mercados futuro e a termo. Neste, há um único ajuste na data de vencimento, de maneira que toda a perda se acumula para o último dia. Logo, o risco de não cumprimento do contrato é muito maior do que nos mercados futuros, em que os prejuízos são acertados diariamente.

O ajuste diário no mercado futuro corresponde ao mecanismo por meio do qual as posições mantidas em aberto pelos clientes são acertadas financeiramente todos os dias, segundo o preço de ajuste¹ do dia. Trata-se da diferença diária que a parte vendedora recebe da parte compradora quando o preço no mercado futuro cai, e paga quando o preço sobe. Esse mecanismo implica a existência de um fluxo diário de perdas ou ganhos na conta de cada cliente de forma que, ao final do contrato, todas as diferenças já tenham sido pagas. Contribui, assim, para a segurança das negociações, já que, a cada dia, as posições dos agentes são niveladas.

Verifique na Tabela 1 um exemplo de cálculo de ajuste diário onde o investidor assume uma posição vendida em um contrato futuro de boi gordo de 330 arrobas, ao preço de R\$ 96,80/@ com vencimento em Outubro/20XX no dia 31/10/20XX.

Tabela 1 – Ajuste diário posição vendida em contrato futuro de boi gordo

Data	Posição	Número de Contratos	Preço de Ajuste R\$	Ajuste diário (AD) por contrato em R\$
D+0	Vendida	1	96,00	0,00
D+1	Vendida	1	95,80	66,00
D+2	Vendida	1	96,20	-132,00
D+3	Vendida	1	96,40	-66,00
D+4	Vendida	1	95,69	234,63
			Total R\$	102,63

Genericamente o cálculo do ajuste diário (AD) pode ser entendido como: AD = (preço de ajuste do dia anterior – preço de ajuste do dia) x tamanho do contrato x n° de contratos e no caso específico do contrato de boi gordo de acordo com as especificações do Contrato Futuro de Boi Gordo da BMF:

$$AD = (PA_t - PO) \times 330 \times n$$

Onde: AD = valor do ajuste diário;

PA_t = preço de ajuste do dia;

PO = preço do negócio;

n = número de contratos;

¹Cotação apurada diariamente pela Bolsa, segundo critérios preestabelecidos, utilizada para o ajuste diário das posições no mercado futuro. Em geral, o preço de ajuste é determinado no call de fechamento.

Call de fechamento: representa alternativa de definir o preço de ajuste com base no último preço praticado (no fechamento) do mercado. A concentração de operações no call facilita a obtenção de preço representativo e visível ao mercado. Além do call de fechamento, alguns mercados realizam outros calls, na abertura ou no meio da sessão. Fonte: BM&FBovespa

Percebemos nesse exemplo que com as trocas de fluxo graça ao ajuste diário mitiga o risco de crédito e permite que a clearing administre muito melhor esse risco, o que seria muito mais difícil se, no caso do nosso exemplo, a diferença de R\$ 102,63 fosse paga somente em D + 4.

Adicionalmente a mitigação do risco de crédito, o mercado futuro cumpre ainda duas funções essenciais na economia: a possibilidade do Hedging e a descoberta de preços, BM&FBovespa (2012)

Grande causa da ineficiência dos negócios é não saber os preços futuros de determinada atividade, e.g., o negócio agropecuário e o setor financeiro. A atividade produtiva agropecuária tem forte dependência de fatores climáticos, a comercialização é difícil devido ao perecimento dos produtos e a volatilidade de preços imprime insegurança nos agentes desse mercado, semelhantemente, no setor financeiro, o mercado de taxa de câmbio, sob regime de livre flutuação, traduz forças econômicas externas e internas e a relação entre elas, o que dificulta o planejamento da atividade industrial quando o produto é vendido para o exterior ou quando necessita-se comprar insumos importados.

O mercado futuro fornece os instrumentos necessários para diminuir essa ineficiência, os agentes ao hedgiarem suas operações se protegem das flutuações adversas dos preços. Eliminando o risco de preços as empresas podem focar seus esforços nas atividades fins peculiares ao seus negócios.

Ao “descobrir os preços” o mercado futuro revela outra de suas funções primordiais, por se aproximar muito de um sistema ideal de formação de preço, fornece mecanismo centralizado de negociação, com grande acessibilidade e transparência, onde as informações são captadas, processadas, interpretadas e anexadas com rapidez e dinamismo.

O preço futuro de um instrumento financeiro ou de uma commodity, em um determinado dia de pregão na bolsa, reflete a interpretação dos agentes de mercado naquela dia sobre quanto será o preço em uma data futura. “Descobrir os preços” o mercado de futuros permite o planejamento estratégico dos agentes.

1.4. Opções

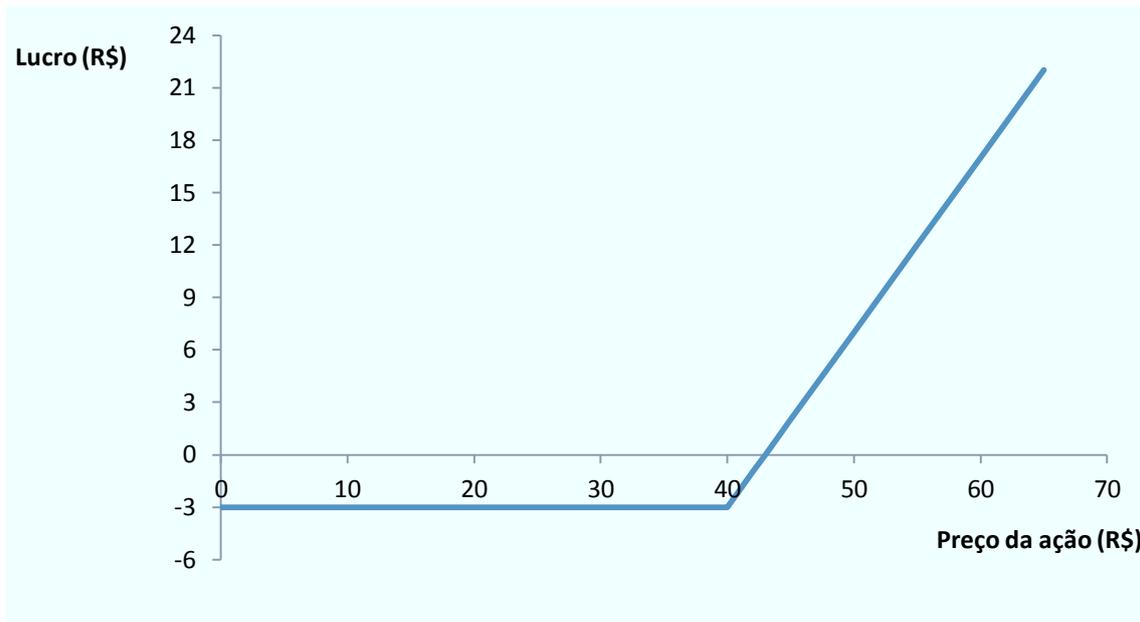
Um terceiro tipo de derivativo são as opções, que são negociadas tanto em bolsa como no mercado de balcão. Há dois tipos básico de opções. A **opção de compra (call option)** que dá ao seu detentor o direito de comprar o ativo-objeto a um certa preço em uma certa data ou período futuro. A **opção de venda (put option)** por sua vez dá ao seu dententor o direito de vender o ativo-objeto em uma data ou período futuro a um preço específico. O preço no contrato é conhecido como preço de exercício (strike price). A data no contrato de opção refere-se ao seu vencimento ou maturidade.

As opções ainda podem ser diferenciadas quanta a data de exercício. As opções do tipo Americanas podem ser exercidas a qualquer momento até o vencimento e as opções do tipo Européias somente podem ser exercidas na data do vencimento. Segundo Hull (2002), a maior parte das opções negociadas em Bolsa são opções do tipo americana. Faz-se salutar lembrar, entretanto, que a opção permite ao seu detentor o direito de fazer algo e não necessariamente deve fazê-lo, ou seja, na data de vencimento da opção, o agente detentor da opção de compra pode escolher exercê-la, por exemplo, se o preço de exercício da opção for menor que o preço do ativo subjacente ou não exercer a opção caso o preço do ativo objeto esteja menor que do o strike price. Esse aspecto é que distingue as opções dos contratos futuros e dos contratos a termo, onde seus detentores são obrigados a comprar ou vender o ativo-objeto.

Suponha o caso onde o investidor compra uma **opção de compra Européia** com um strike de R\$ 40,00 para comprar um lote de ações (100 ações) de VALE5 PNA. Suponha ainda que o preço corrente na BM&Fbovespa da ação é R\$ 35,00; que a data de vencimento da opção é em 6 meses e que o preço da opção para comprar uma ação seja R\$ 3,00, o investimento inicial portanto é de R\$ 300,00. Por ser uma opção européia, esta somente poderá ser executada no dia do vencimento. Se o preço da VALE5 PNA no dia do vencimento for menor que R\$ 40,00 o investidor optará por não exercer a ação (não há motivação para comprar uma ação por R\$ 40,00 cujo preço no mercado a vista está menor que os referidos 40 reais). Sendo assim, o investidor perde a quantia inicialmente investida para a compra das opções perfazendo o montante de R\$ 300,00. Agora, suponha que o preço da VALE5 suba para, digamos, R\$ 50,00. O investidor poderá comprar uma ação por R\$ 40,00 reais que custa no mercado R\$ 50,00 . Vendendo as ações imediatamente no mercado e, ignorando custo

transacionais, o investidor obtém um ganho de R\$ 10,00 por ação. Quando levamos em conta o custo inicial da opção, o ganho alcança a cifra de R\$ 7,00 por ação, ou R\$ 700,00.

**Gráfico 2 - Resultado ao se comprar uma opção de compra européia de uma ação da VALE5
Preço da opção = R\$ 3,00; Strike =R\$ 40,00**



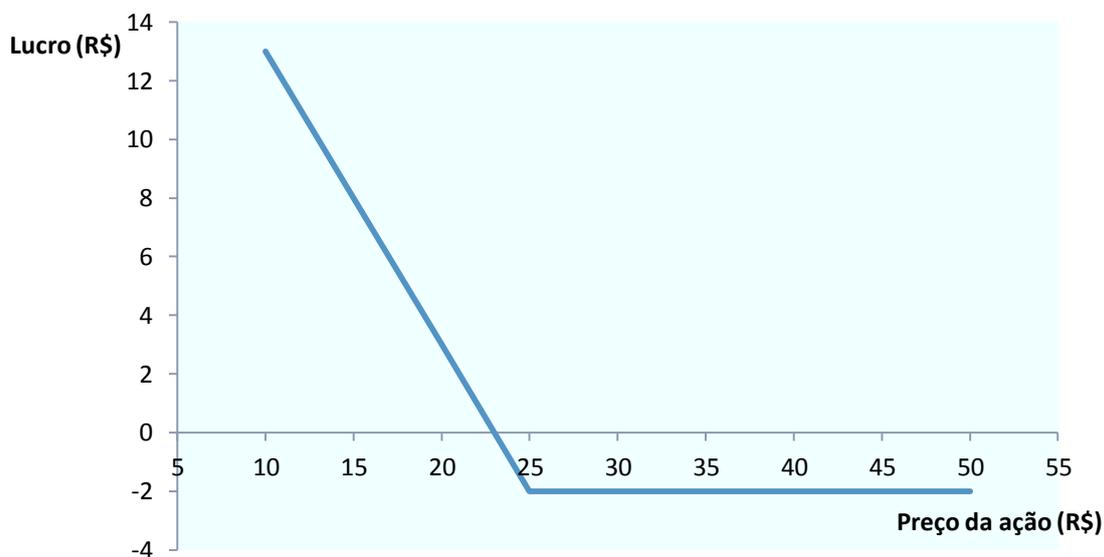
Fonte: Elaboração Própria, a partir de Hull (2002)

Podemos notar pelo Gráfico 2 que a partir de R\$ 40,00 o investidor opta por exercer a opção, muito embora ele ainda realize prejuízo em determinadas faixas de preço. Por exemplo, o investidor preferirá exercer a opção e comprar as ações por 40 reais quando custam no mercado 41 reais e com isso ter uma perda de R\$ 200,00, porém inferior caso o investidor não exercesse a opção amargando um perda de R\$ 300,00 que foi o custo inicial das opções.

Enquanto um comprador de uma opção anseia que o preço do ativo referência dispare, aquele que compra uma opção de venda, ou uma put option, anseia que o preço do ativo referência despenque. Imagine um investidor que compra uma opção de venda de 100 ações de PETR4 com um preço de exercício de R\$ 25,00. Digamos que o preço da ação no mercado a vista esteja em R\$ 22,00; que o vencimento da opção é em 4 meses e que o custo de aquisição da opção é de R\$ 2,00 por ação. Como no exemplo anterior a opção é européia e

somente poderá ser exercida em seu vencimento. Agora, suponhamos que nessa data o preço da ação esteja em R\$ 20,00, o investidor pode, portanto, comprar 100 ações no mercado a vista por R\$ 20,00 e nos termos da opção vendê-las por R\$ 25,00 e, ignorando novamente os custos de transação, obtendo um ganho de R\$ 5,00 por ação, descontando-se os R\$ 2,00 do custo de aquisição da opção o investidor tem um resultado líquido de R\$ 3,00 reais por ação, ou R\$ 300,00. Não há qualquer garantia que o investidor obterá ganhos na operação, se o preço da ação no vencimento estiver em R\$ 30,00, a opção “vira pó” e o investidor realiza a perda de R\$ 200,00. O Gráfico 3, abaixo, mostra os possíveis resultados quando varia-se o preço para um comprador de uma opção de venda como descrito acima.

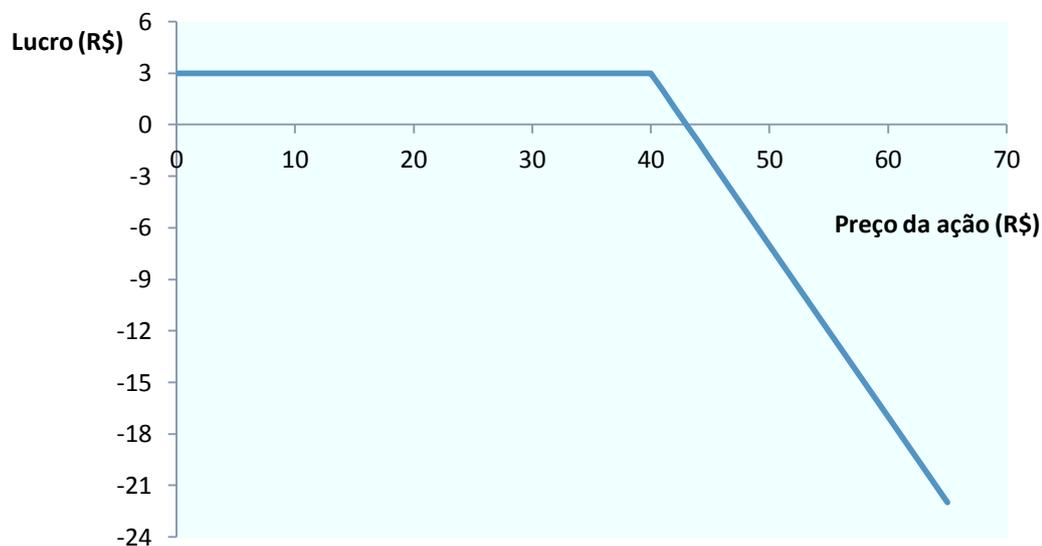
Gráfico 3 - Resultado ao se comprar uma opção de venda européia de uma ação da PETR4
Preço da opção = R\$ 2,00; Strike =R\$ 25,00



Fonte: Elaboração Própria, a partir de Hull (2002)

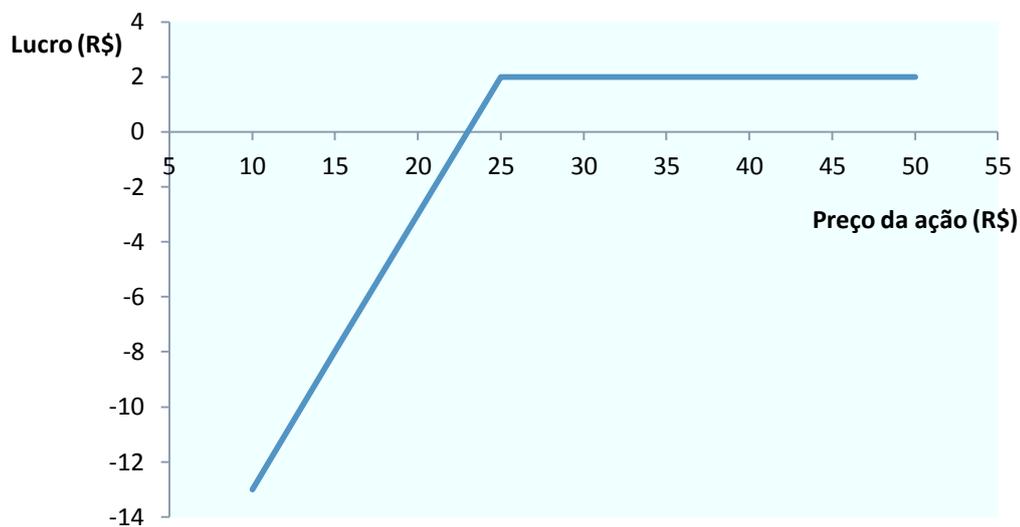
Nos exemplos até agora mostrados, mostrou-se somente o lado do comprador da opção mas há também o lado do lançador, os gráficos 4 e 5 abaixo demonstram os resultados para os lançadores das opções dos gráficos 2 e 3.

Gráfico 4 - Resultado ao se lançar uma opção de compra européia de uma ação da VALE5
Preço da opção = R\$ 3,00; Strike =R\$ 40,00



Fonte: Elaboração Própria, a partir de Hull (2002)

Gráfico 5 - Resultado ao se lançar uma opção de venda européia de uma ação da PETR4
Preço da opção = R\$ 2,00; Strike =R\$ 25,00



Fonte: Elaboração Própria, a partir de Hull (2002)

Há, portanto, quatro tipos de posições quando nos referimos às opções:

1. A posição comprada em uma opção de compra
2. A posição vendida em uma opção de compra
3. A posição comprada em uma opção de venda
4. A posição vendida em uma opção de venda

Consequentemente, tem-se, quatro resultados diferentes a serem analisados. Desconsiderando-se o custo de aquisição das opções, ou prêmio a ser pago pela opção, e K sendo o preço de exercício e S_T o preço do ativo referência no vencimento de uma opção europeia, o resultado para o comprador de uma opção de compra é:

$$\max(S_T - K, 0)$$

o que implica que a opção será exercida sempre que $S_T > K$ e não será exercida se $S_T \leq K$. Para o lançador dessa opção, o resultado é exatamente o oposto:

$$-\max(S_T - K, 0) = \min(S_T - K, 0)$$

O resultado para o comprador de uma opção de venda é:

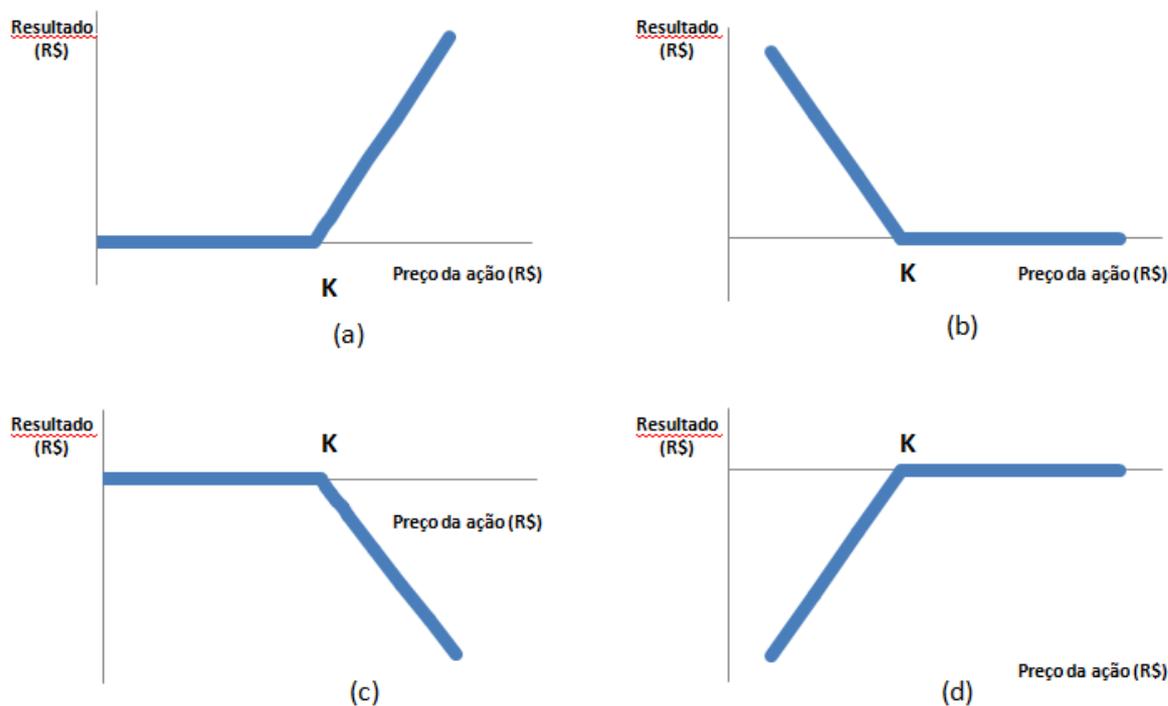
$$\max(K - S_T, 0)$$

Para o lançador dessa opção, o resultado é o oposto:

$$-\max(K - S_T, 0) = \min(K - S_T, 0)$$

Observe o Gráfico 6 que sumariza os resultados obtidos nos diferentes tipos de posições referentes às opções do tipo europeia.

**Gráfico 6 - Resultados em posições de opções européias:
 (a) comprada em call; (b) comprada em put;
 (c) Vendida em call e (d) vendida em put**



Fonte: Elaboração Própria, a partir de Hull (2002)

Classifica-se ainda as opções quanto ao posicionamento dos preços:

1. opção dentro do preço (**in-the-money option**): opção cujo exercício representa um fluxo de caixa positivo para seu titular. No exemplo da opção de compra de VALE 5, diz-se o intervalo onde o preço é maior do que R\$ 40,00.
2. opção fora do preço (**out-of-the-money option**): opção cujo exercício representa um fluxo de caixa negativo para seu titular. Preço menor que R\$ 40,00 para o comprador da call da VALE5
3. opção no preço (**at-the-money option**): opção cujo exercício representa um fluxo de caixa neutro para seu titular. Quando o preço é exatamente R\$ 40,00 para o detentor da opção de compra da VALE5.

1.5. Swaps

Um quarto tipo de derivativo é o **swap**. O contrato consiste em um acordo entre duas partes para troca de risco de uma posição ativa (credora) ou passiva (devedora), em data futura, conforme critérios preestabelecidos, BMF&BOVESPA (2012). Os swaps mais recorrentes são os de taxas de juro, câmbio, índices de inflação e acionários. Tais papéis são tipicamente negociados em balcão e não são padronizados, o que dificulta a reversão da posição antes do vencimento, entretanto os swaps podem ser registrados em bolsa o que facilita o uso de garantias em relação ao termos abordados no contrato e no Brasil podem também serem registrados na CETIP. No vencimento é que ocorre o acerto financeiro da diferença entre os indexadores aplicados sobre o principal.

Um contrato a termo pode ser visto como um simples exemplo de swap. Suponha que em 1º Março de 2012, uma companhia adquira um contrato a termo para comprar 100 onças de ouro por US\$ 1.700,00 a onça em um ano. A companhia pode vender o ouro assim que recebê-lo na data combinada. O contrato a termo é, portanto, equivalente a um swap onde a companhia concorda em pagar em 1º março de 2013, US\$ 170.000,00 e receberá 100S, onde S, é o preço de mercado de uma onça de ouro naquela data.

Enquanto em um contrato a termo há a troca de fluxos somente em uma única data futura, os swaps tipicamente permitem a troca de fluxos em diferentes datas futuras. O primeiro contrato de swap foi negociado no início dos anos 1980, Hull (2002), e desde então apresentou tremendo crescimento este tipo de negociação.

Um swap muito recorrente no mercado brasileiro é o dólar x taxa pré, onde se verifica a cotação pela diferença entre a taxa de juros doméstica e a variação cambial – o cupom cambial. O valor dos indexadores recai sobre o valor de referência comum acordado entre os contratantes.

Figura 2 – Fluxo financeiro em um Swap Dólar x Taxa pré



Fonte - BM&FBovespa

Como pode ser observado na Figura 2, caso se verifique que a variação da taxa prefixada for superior que a variação do dólar no quando do vencimento do contrato, receberá a diferença a parte que estiver ativa em taxa pré, nesse caso a Instituição A.

1.6. Derivativo foco: Os minicontratos

Os minicontratos futuros representam uma fração do tamanho dos contratos-padrão de futuro. A criação destes contratos na BMF&BOVESPA data de 2001, surgindo da necessidade de ampliar a entrada dos pequenos investidores no mercado de derivativos. Em 3 de dezembro de 2004, a Bolsa criou o WTr (WebTrading), plataforma operacional que possibilita ao investidor operar os minicontratos via internet, assim como por meio de um home broker. Através da negociação de minicontratos de futuros, o investidor pode realizar operações de proteção (hedge) contra variações adversas de preços ou até mesmo de especulação.

Via de regra, um contrato futuro padrão apresenta um custo alto para o pequeno investidor. Assim sendo a BM&FBOVESPA - seguindo o exemplo bem sucedido das principais Bolsas de Mercadorias e Futuros internacionais – apresentou o minicontrato futuro, proporcionando mais oportunidades de investimento a todos os participantes deste tipo de mercado.

Na maioria das vezes, o investidor de menor porte através do minicontrato futuro tem a possibilidade de especular com alta alavancagem, i.e., tentar acertar a tendência do mercado e auferir lucros com oscilações de curto prazo. Não necessariamente este é objetivo deste tipo de investimento. Através da plataforma eletrônica via internet (home broker), é possível ao

investidor negociar contratos futuros desde que possua um valor suficiente para cobrir a margem de garantia equivalente a um contrato.

Atualmente há cinco opções de minicontratos oferecidos ao investidor, sendo dois agropecuários - mini de Boi Gordo e Mini de Café Arábica- e três financeiros – Mini de dólar, Mini de Euro e o Mini Ibovespa, conforme pode ser observado na Tabela 2.

Tabela 2 - Minicontratos negociados na BMF&BOVESPA

Minicontrato	Objeto de negociação	Tamanho do contrato	Cotação	Vencimento
Míni de Boi Gordo	Boi Gordo	33 arrobas (uma arroba = 15 Kg)	Reais/arroba líquida	Todos os meses
Míni de Café Arábica	Café Arábica	100 sacas de 60 Kg	Dólares por saca de 60 Kg	Mar, Maio, Jul, Set e Dez
Dólar (WDO)	Taxa de Câmbio	US\$ 10.000,00	Reais por US\$ 1.000,00	Todos os meses
Índice Ibovespa	Índice de Ações Ibovespa	R\$ 0,20 por ponto de índice	Definida pelos pontos do índice	Meses pares
Míni de Euro	Taxa de Câmbio	€ 10.000,00	Reais por € 1.000,00	Todos os meses

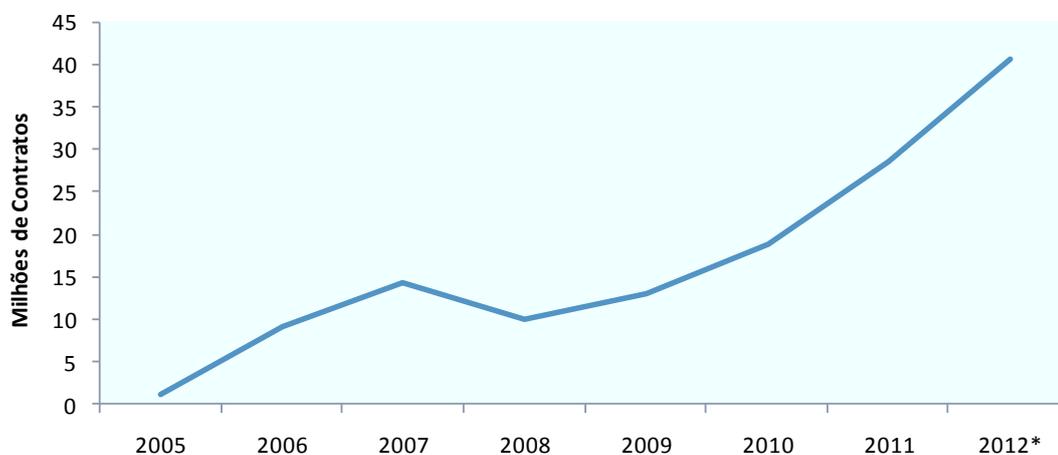
Fonte: BMF&FBOVESPA, Elaboração Própria

Os minicontratos vêm ganhando importância do mercado brasileiro no que tange a volume e valores negociados. Segundo o balanço de operações da BM&FBOVESPA de 2011, foram negociados aproximadamente 28,52 milhões de minicontratos derivativos, ante 18,70 milhões em 2010.

O futuro do Ibovespa negociou 26,23 milhões de minicontratos em 2011, ante 16,71 milhões em 2010. O dólar comercial futuro totalizou a negociação de 1,71 milhões de minicontratos, ante 1,97 milhões em 2010.

O Gráfico 7 demonstra a evolução do número total de minicontratos negociados desde 2005 até outubro de 2012, neste período observamos um crescimento médio anual 66% e no período mais recente, entre 2009 e outubro de 2012 o número de contratos cresceu em média 46% ao ano, o que reflete um aumento de liquidez significativo nesse mercado.

Gráfico 7 - Número de Negócios de Minicontratos



* negociados até 19.10.2012

Fonte: BMF&FBOVESPA, Elaboração Própria

1.6.1. Mecânica Operacional dos minicontratos

Quanto à mecânica operacional há algumas diferenças que devem ser salientadas.

Em um contrato futuro, como foi supracitado, a margem de garantia é a sua principal garantia contra riscos. Caso uma das partes desista de honrar o contrato, em virtude de uma confirmação de um cenário que não lhe tenha favorecido ou por simplesmente não ter tido condições de honrá-lo por dificuldades financeiras, a margem é exercida.

Um depósito, pois, deverá ser mantido até o vencimento ou até liquidação do contrato futuro para aqueles que possuem posições em aberto, a qual será utilizado em caso de falta de pagamento de ajustes diários ou de valores devidos na entrega e, caso não haja inadimplência durante o contrato, a margem será devolvida após o encerramento da posição. Aqui é que se encontra a principal diferença na mecânica operacional do contrato futuro em relação ao minicontrato.

A margem no minicontrato brasileiro é estabelecida de maneira similar as margens de contratos futuros no mercado americano. Para melhor ilustrar como funciona este mecanismo, suponha um investidor que entra em contato com sua corretora em uma segunda-feira, 5 de

julho de 2012, pra comprar dois mincontratos futuros de Café Arábica com vencimento em Dezembro de 2012 .

Digamos que o preço no mercado a vista do contrato futuro esteja em 350 Reais por saca de 60 Kg e, uma vez que o contrato é cotado em 10 sacas de 60 Kg, temos portanto que multiplicar esse valor por 20 (2 contratos vezes 10 sacas). A bosla requer, via corretora, do investidor que ele deposite uma quantia que é conhecida como margem inicial, que digamos foi determinada em R\$ 1.000 por contrato, ou seja, R\$ 2.000 no total. No final de cada dia esta margem será ajustada refletindo o ganho ou a perda do investidor no que é conhecido como marcação a mercado da conta.

Suponha que no fim do dia 05 de julho o preço futuro tenha caído de R\$ 350 para R\$ 347,00. O investidor tem uma perda de R\$ 60 = (20 X R\$ 3). As 20 sacas contratadas com vencimento em Dezembro que o investidor comprou por R\$ 350,00 agora podem ser vendidas por R\$ 347,00. O saldo na conta de margem será reduzido em R\$ 60 para R\$ 1.940. Similarmente, se o preço do contrato que vence em Dezembro sobe para R\$ 353,00 no fim do próximo dia, o saldo da conta de margem aumentará em R\$ 60 para R\$ 2.060.

O investidor tem o direito de sacar qualquer saldo que exceda a margem inicial. A fim de garantir que o saldo na conta de margem nunca se torne negativo uma margem de manutenção, que geralmente é menor que a margem inicial, é determinada. Se o saldo na conta de margem cai abaixo da margem de manutenção, o investidor recebe uma chamada de margem e é esperado do investidor que ele reestabeleça o nível da margem para o próximo dia. O valor extra depositado é conhecido como chamada de margem. Se o investidor desejar encerra sua posição deverá efetuar operação contrária vendendo dois contratos mínis de Café Arábica.

A Tabela 3 traz as operações de margem para uma possível sequencia de preços futuros para o investidor considreado anteriormente. A margem de manutenção estabelecida foi de R\$ 900 por contrato, ou seja, R\$ 1.800 no total. Note que, em 10 de julho, o saldo da conta de margem fica abaixo do valor da margem de manutenção e portanto o investidor é convidado a reestabelecer o saldo na conta, depositando R\$ 240 voltando aos R\$ 2.000 iniciais. O mesmo ocorre em 20 de julho e portanto o investidor tem que reestabeler o saldo novamente depositando dessa vez R\$ 482. Observe que a margem inicial é excedida nos dias 11,12,13,23,24,25 e 26, mas assume-se que estes excesso não foram sacados.

Tabela 3 – Operações de margem para uma posição comprada em dois minicontratos de Café Arábica. A margem inicial é de R\$ 1.000 por contrato, ou R\$ 2.000 no total, e a margem de manutenção é de R\$ 900 ou R\$ 1.800,00 no total. O minicontrato é comprado em 01 de julho, a R\$ 350 e a posição encerrada em 26 de julho a R\$ 338,50. Os números na segunda coluna, com exceção da primeira linha, representam os preços de fechamento hipotéticos.

Dia	Preço Futuro (R\$)	Ganho (perda) diário (R\$)	Ganho (perda) acumulado (R\$)	Saldo da conta Margem (R\$)	Chamada de Margem (R\$)
	350,0			2.000	
05 de julho	347,0	-60,0	-60	1.940	
6 de julho	343,0	-80,0	-140	1.860	
9 de julho	343,4	8,0	-132	1.868	
10 de julho	338,0	-108,0	-240	1.760	240
11 de julho	339,5	30,0	-210	2.030	
12 de julho	341,1	32,0	-178	2.062	
13 de julho	340,5	-12,0	-190	2.050	
16 de julho	335,0	-110,0	-300	1.940	
17 de julho	334,6	-8,0	-308	1.932	
18 de julho	332,7	-38,0	-346	1.894	
19 de julho	329,5	-65,0	-411	1.829	
20 de julho	325,9	-71,0	-482	1.758	482
23 de julho	328,0	42,0	-440	2.282	
24 de julho	331,0	60,0	-380	2.342	
25 de julho	336,0	100,0	-280	2.442	
26 de julho	338,5	50,0	-230	2.492	

Fonte: Elaboração própria, dados hipotéticos

1.7. Outros derivativos

Os derivativos até agora apresentados podem ser considerados como derivativos padrões ou correntes no mercado. Desde os anos 80, os bancos e outras instituições financeiras têm sido muito perspicazes na criação de novos tipos de derivativos a fim de satisfazer a necessidade de seus clientes. Por vezes, estes são vendidos por instituições financeiras para seus clientes corporativos no mercado de balcão. Em outros casos, eles são adicionados a uma emissão de título ou ação a fim de fazer essas emissões mais atrativas aos seus investidores. Alguns derivativos não-comuns são simplesmente portfólios de duas ou mais opções de venda e de compra padrões. Outros são muito mais complexos. As possibilidades de criação de novos tipos de derivativos parecem ser ilimitadas. Esses tipos diferentes de derivativos são denominados derivativos exóticos .

1.8. Resumo das características dos contratos negociados no mercado brasileiro

Os derivativos até aqui abordados são resumidos na Tabela 4 abaixo que traz as principais características desses derivativos no mercado brasileiro.

Tabela 4 – Principais características dos contratos a termo, futuro, de opção e de swap

	Mercado a termo	Mercado futuro	Mercado de opções	Swaps
Natureza do contrato	Comprador e vendedor são obrigados a comprar ou a vender certa quantidade de uma commodity a determinado preço e em determinada data futura		Comprador paga para ter o direito de comprar (vender) e vendedor fica obrigado a vender (comprar) se a contraparte exercer seu direito	As partes se obrigam a trocar o resultado líquido das diferenças entre dois fluxos de rendimentos
Método de negociação	Preços são determinados entre as partes	Preços são determinados em pregão em uma bolsa de futuros	Admite negociação em pregão de bolsa ou no mercado de balcão	Preços são negociados entre as partes
Itens do contrato	Negociáveis	Padronizados	Geralmente padronizado	Negociáveis
Riscos	Assumido pela contraparte	Existência de um sistema de garantias	Existência de um sistema de garantias para opções negociadas em bolsas	Existe a opção de ter um sistema de garantias
Depósito de segurança	Dependente das relações de crédito entre as partes. Inexiste mecanismo de ajuste diário	Comprador e vendedor depositam margem de garantia na bolsa. As variações diárias de preços são compensadas no dia seguinte pelo ajuste diário	Somente o vendedor (chamado lançador) é obrigado a depositar margem de garantia. Mas não há ajustes diários	Dependente das relações de crédito entre o comprador e o vendedor
Frequência de entrega física	Muito alta	Muito baixa (predomínio de liquidação financeira)	Muito baixa	Muito baixa
Posições	Impossibilidade de encerrar a posição antes da data da liquidação do contrato	Intercambialidade de posições	Intercambialidade de posições	Em geral, não existe intercambialidade de posições
Regulação	Leis comerciais	CVM e autorregulação das bolsas	CVM e autorregulação das bolsas	CVM e autorregulação das bolsas

Fonte: BM&FBovespa

1.9.Mercado de Balcão x Mercado Organizado

Sempre na leitura sobre o tema derivativos, recorrentemente nos deparamos em suas descrições com as definições se são ou não negociados em mercados de balcão ou se são negociados em bolsa organizada, sem de fato ficar muito claro as implicações que essas diferenças impõem. Portanto essa secção se faz pertinente na tentativa de jogar um pouco mais de luz sobre as diferenças na negociação desses dois mercados.

Um das primeiras diferenças a ser observada é que há especificações distintas para contratos padronizados e os não padronizados.

Àqueles negociados em balcão, cujos preços, quantidades, contações e locais de entregas são diretamente acordados entre as partes contratantes, não podem sofrer reversão de posição ou serem transferidos para uma terceira parte, uma vez que este contrato foi negociado para encontrar as necessidades dos envolvidos e dificilmente satisfazeria uma terceira parte, sendo assim, os contratantes ficam presos um ao outro até a data do vencimento.

Por sua vez, os contratos padronizados e negociados em bolsa apresentam uma liquidez muito maior, ora, por serem uniformes atendem às necessidades de um número muito maior de investidores o que os torna também intercambiáveis já que podem ser passados a outros participantes a qualquer instante.

A Tabela 5 evidencia as diferenças de um derivativo que tradicionalmente foi negociado em transações (OTC), over the counter, ou seja, em mercado de balcão e que atualmente é amplamente negociado em mercado organizado, bolsa.

As opções eram negociadas em transações bilaterais, onde o risco da contraparte, default, eram assumido por ambas. Na década de 1970 então surge o mercado organizado de opções que permitiu que a câmara de compensação intermediasse as transações, colocando-se entre as partes e assumindo o risco de inadimplência.

Tabela 5 - Comparação entre os mercados de opção

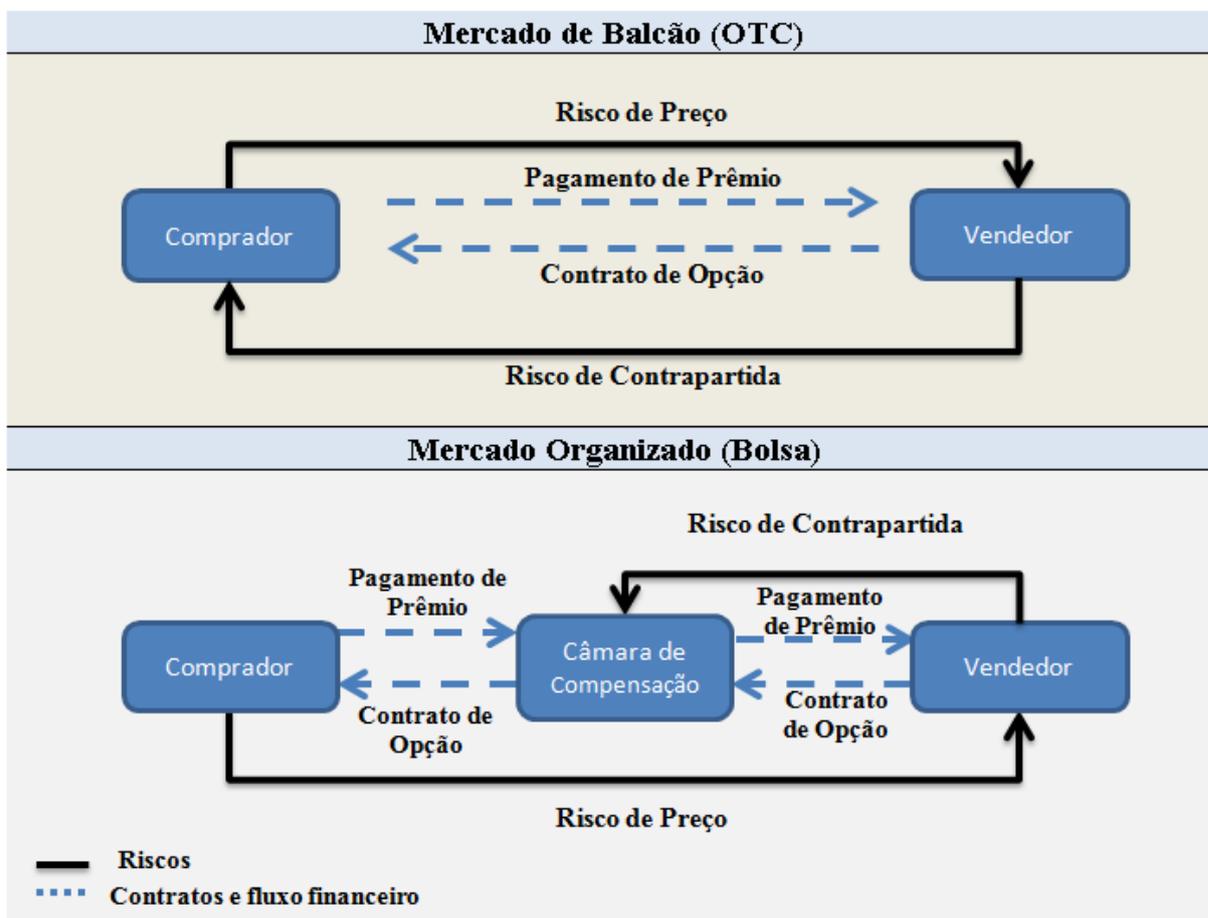
Características	Mercado de balcão (OTC)	Mercado organizado (bolsa)
Liquidação do Contrato	Estipulado a partir da necessidade das partes	Padronizado
Ambiente de negociação	Qualquer	Em ambiente comum de negociação
Fixação de preços	Negociação	Cotação aberta
Flutuação de preços	Livre	Limites de preço (alta e baixa)
Relação entre as partes	Direta	Por meio de câmara de compensação
Garantia	Não existe	Sempre para o vendedor
Risco de contrapartida	Assumida pelo comprador	Assumida pela câmara de compensação
Regulação	Não existe	Regulação governamental e auto-regulação (bolsa)
Liquidez	Baixa	Ampla nos mercados consolidados

Fonte: Série Introdutória – Mercados Derivativos – BM&FBovespa.

As opções são negociadas em um mesmo ambiente nos mercados organizados de derivativos, assim estes contratos apresentam algumas semelhanças como vencimento, preço de exercício, tipo de opção (call ou put).

As diferenças entre os ambientes de negociação e os riscos concernentes a esses dois mercados são ilustrados na Figura 3, a seguir:

Figura 3 – Comparação entre Mercado de Balcão e Mercado Organizado



Fonte: Série Introdutória – Mercados Derivativos – BM&FBovespa.

1.10. Participantes do mercado

Pode se definir, três amplas categorias de agentes atuantes nestes mercados: hedgers, especuladores e arbitradores.

1.10.1. Hedgers

Os hedgers, de acordo com Bessada et al (2005), são agentes econômicos que anseiam por proteção diante dos inúmeros riscos causados pelas flutuações de preços de commodities, taxas de juros, moedas estrangeiras ou ações.

O hedger busca uma cobertura contra possíveis riscos. As operações de hedge consistem basicamente em assumir uma posição no mercado futuro oposta a posição no

mercado a vista, precavendo-se de futuras variações adversas de preço, com um correspondente ganho na posição futura.

Para exemplificar, suponha um importador que possui uma dívida em dólares e portanto adquire contratos cambiais no mercado futuro pois receia uma forte alta na cotação dessa moeda no momento que for comprar dólares no mercado a vista

Em suma, segundo Farhi (1999):

As operações de cobertura de riscos (hedge) consistem, essencialmente, em assumir, para um tempo futuro, a posição oposta à que se tem no mercado à vista. A operação de cobertura de riscos do produtor (no caso do mercado de commodities) ou do agente que tenha uma posição comprada no mercado à vista é denominada de hedge de venda. O risco desse agente consiste na queda dos preços; para proteger-se desse risco, ele deve efetuar uma operação de venda nos mercados de derivativos. No caso do transformador (também, no mercado de commodities) ou de todo agente com posição vendida no mercado à vista, a operação de cobertura é chamada de hedge de compra, já que seu risco é de uma alta dos preços contra o qual ele se protege assumindo posição comprada nos mercados de derivativos.

1.10.2. Especuladores

Tratam-se de agentes econômicos pessoas físicas ou jurídicas que aceitam a exposição ao risco das variações de preços com o objetivo de obter ganhos financeiros advindos dessa variação, Bessada et al (2005).

Nos movimentos que realizam com vistas a auferirem lucros, os especuladores devem antever, com a maior acurácia possível, as variações futuras dos preços ou das taxas de juros ou das cotações cambiais. Para alcançarem esse objetivo, muitos desses especuladores investem quantia considerável de tempo e dinheiro para melhorarem essas previsões e conseguirem analisar da melhor maneira possível as informações sobre a situação e tendências da oferta e procura. Destacando-se assim uma de suas funções que é de fundamental importância para a economia, **a projeção dos preços**. Exatamente por isso, os mercados futuros incentivam a participação desses agentes no mercado uma vez que sem eles suas duas principais funções (transferência de risco e previsão de preços) ficariam inviabilizadas.

É importante salientar a distinção entre o especulador e o manipulador, onde o primeiro é indispensável ao funcionamento do mercado enquanto o segundo é predatório e dever ser banido, é de difícil determinação . O manipulador busca provocar distorções artificiais nos preços dos contratos a fim de auferir ganhos fáceis, em muitos casos, assumindo posições simultâneas no derivativo e no ativo-objeto. As bolsas e autoridades possuem uma regulamentação severa quanto a esse tipo de prática.

Não menos importante que as outras funções, os especuladores cumprem papel fundamental na **promoção da liquidez do mercado**, uma vez que suas atividades aumentam consideravelmente o volume de transações negociadas no mercado de derivativos e dessa maneira aumentam a liquidez. Um maior liquidez oferece um maior conjunto de facilidades a quem deseja se precaver dos riscos (hedgers), proporcionando a abertura e o fechamento de posições em um ambiente rápido e competitivo.

O especulador não tem a intenção de receber ou entregar qualquer mercadoria e todos finalizam suas posições por diferença financeira (comumente antes do vencimento do contrato). Operações day-trade, também muito comuns, tratam-se de se assumir uma posição e finalizá-la no mesmo dia, evitando dessa maneira o depósito de margens.

Se faz salutar lembrar que os hedgers ao ingressarem no mercado futuro, não estão, de fato, eliminando o risco de variações adversas de preços e, sim, transferindo esse risco a outro participante.

1.10.3. Arbitradores

Consistem em agentes que assumem risco menor e buscam auferir lucros através da busca de distorções de preços entre os mercados e tiram proveito dessa diferença ou da expectativa dessa futura diferença.

Este busca comprar no mercado em que o preço se encontra mais baixo e vender no mercado que está mais alto, lucrando no diferencial de compra e venda.

Assim, constituem-se de um terceiro grupo de suma importância para o funcionamento do mercado de futuros e opções, pois ao operarem simultaneamente em mais de um mercado para alcançar lucro, acabam por alinhar uma vez mais os preços que, monetaneamente, ficaram distorcidos. Têm a responsabilidade, portanto, da

manutenção de uma relação de equilíbrio entre preços à vista em diferentes mercados e pelo equilíbrio entre o preço à vista e os preços futuros, ou seja, acabam agindo exatamente como um árbitro, pois eliminam as distorções de preços em mercados diferentes.

1.11. Histórico e conceitos das bolsas e do mercado futuro

O Banco Central do Brasil define as bolsas de mercadorias e futuros como:

(...) associações privadas civis, com objetivo de efetuar o registro, a compensação e a liquidação, física e financeira, das operações realizadas em pregão ou em sistema eletrônico. Para tanto, devem desenvolver, organizar e operacionalizar um mercado de derivativos livre e transparente, que proporcione aos agentes econômicos a oportunidade de efetuarem operações de hedging (proteção) ante flutuações de preço de commodities agropecuárias, índices, taxas de juro, moedas e metais, bem como de todo e qualquer instrumento ou variável macroeconômica cuja incerteza de preço no futuro possa influenciar negativamente suas atividades. Possuem autonomia financeira, patrimonial e administrativa e são fiscalizadas pela Comissão de Valores Mobiliários. Bacen (2012).

Tem-se notícia de o mercado futuro é anterior ao século XVII. Todavia, a organização de um mercado compromissado com a liquidação futura de uma commodity data do século XVII, no Japão, Chance (1995). Os mercados futuros atuais começaram com contratos agrícolas, liquidados no vencimento com a entrega física do produto. Iniciaram a ser liquidados financeiramente no período mais recente, no fim da década de 70. O marco da criação dos mercados futuros organizados se deu com a formação do Chicago Board of Trade - CBOT, em 1848.

Chicago àquela época transformara-se em um importante centro de distribuição e transporte de mercadorias no centro-oeste americano. Os produtores enviavam suas safras de grãos a fim de que fossem negociadas em Chicago e distribuídas ao longo das estradas de ferro nas proximidades dos Grandes Lagos. Contudo, frente à sazonalidade da produção, uma boa porção dos produtos era encaminhada à Chicago no início do outono e final do verão, eliminando a possibilidade de se estocar os produtos. Durante essa fase do ano, havia uma sobre oferta diante a demanda: o preço caía muito na colheita e subia da mesma proporção nos outros períodos.

Em razão da ausência de opções para armazenar a produção agrícola em Chicago, a CBOT criou um mercado de contratos de entrega futura de produtos regulamentando a padronização da qualidade e das quantidades a serem negociadas. Tais contratos garantiam que o produtor declararia que iria entregar uma determinada quantidade e qualidade de grãos especificados no contrato em uma data futura, a um preço determinado. Dessa maneira, os agricultores deveriam enviar a Chicago sua produção somente no período estipulado no contrato. Enquanto esse mercado evoluía e adquiria dinâmica própria, os especuladores perceberam que não precisariam comprar e vender produtos no futuro, mas negociar os contratos dos agricultores feitos com a CBOT. Assim, eles não se preocupariam mais com a entrega futura do produto bem como com a estocagem, e sim com a especulação do preço do contrato futuro. O mercado futuro de produtos agrícolas proporcionou o surgimento de três fatores relevantes no tocante ao preço e à distribuição da produção, como já fora supracitado: a) quanto ao preço, surgiu a oportunidade de os produtores fazerem hedge, o especulador assumindo o risco do contrato de futuros do hedger; b) quanto à produção, o mercado futuro organizou a distribuição da produção ao longo do ano, visto que os preços do produto passaram a ser cotados para diferentes meses durante o ano, e não necessariamente em alguns meses ou períodos característicos do ciclo dos negócios (escassez e excesso de oferta); c) os contratos de hedging transferiram para o setor privado os riscos concernentes à produção agrícola.

Foi em 1898 que a Chicago Mercantile Exchange foi fundada, e, a partir dela, bolsas de mercadorias foram criadas, como a New York Futures Exchange, em 1979; uma subsidiária da New York Stock Exchange e tantas outras.

A origem no Brasil do mercado de derivativos, de acordo com BMF&BOVESPA (2012) se deu no início do século XX, quando foi fundada em 1917, a Bolsa de Mercadorias de São Paulo – BMSP, onde foram negociados conjuntamente com diversas commodities a vista, contratos a termo de produtos agropecuários, em particular boi gordo, café e algodão. Ao fim dos anos 1970, foi criado o Sistema Nacional de Compensação de Negócios a Termo, onde as operações com derivativos seriam registradas e liquidadas. Também nos anos 1970, as Bolsas de Valores de São Paulo, a BOVESPA e do Rio de Janeiro, a BVRJ, começaram as negociações de contratos de opções sobre ações.

Em 1983, segundo Lozardo (2001), a Bolsa de Valores de São Paulo inicia o projeto de criação dos mercados organizados de futuros financeiros: a Bolsa Mercantil & de Futuros.

Embora não tenha sido a pioneira, a BM&F representa um marco na história dos mercados de derivativos no Brasil. Ela foi inspirada na Chicago Mercantile Exchange - CME, uma das maiores bolsas de derivativos do mundo. Fundada em 4 de julho de 1985, uma homenagem feita à data de comemoração de independência dos Estados Unidos.

Em 1986, ocorre o início dos pregões da Bolsa Mercantil e de Futuros –BMF e de sua clearing de derivativos, já em 1991 há um acordo entre BM&F e a Bolsa de Mercadorias de São Paulo (BMSP), com a denominação: Bolsa de Mercadorias & Futuros - BM&F e neste mesmo ano ela aparece pela primeira vez no ranking das dez maiores bolsa de futuros e opções do mundo. Em 2001 a bolsa atinge a marca de 1 bilhão de contratos negociados, em 2002 iniciam as atividades de clearing de câmbio. Em 2007, ocorre a desmutualização da Bovespa, que passa a ser chamada Bovespa Holding, e da BM&F, que passa a ser chamada de BM&F S.A.

Logo depois, em 2008, há a integração da Bovespa Holding S.A. e BM&F S.A gerando a Bolsa de Valores, Mercadorias e Futuros –BM&FBOVESPA S.A., uma maiores bolsas do mundo em valor de mercado.

No ano de 2011 figurou como a quarta maior bolsa de valores e mercadorias em valor de mercado do mundo, o que nos permite compreender a importância do mercado de capitais/financeiro brasileiro (Tabela 6).

Tabela 6 – Classificação das Bolsas por Capitalização de Mercado

Posição (Cap.Mercado)	Bolsa	Cap. Mercado (bilhões USD)
1	Chicago Mercantil Exchange (CME)	17,4
2	Hong Kong Exchange and Clearing (HK EX)	16,3
3	Deutsche Boerse	11,4
4	BM&FBOVESPA	10,3

Fonte: BMF&FBOVESPA, Elaboração Própria

Ainda em 2011, o segmento da BM&F da Bolsa, registrou recorde de contratos negociados atingindo o número de quase 700 milhões de contratos de volume financeiro correspondente de 46,5 trilhões de reais.

O mercado de derivativos também apresentou recorde de movimentação neste ano de 2011 e de acordo com o ranking publicado pela FIA (Future Industry Association) de

setembro de 2012 (vide Tabela 7), que considera os contratos derivativos negociados a BMF&BOVESPA ocupa a sexta posição na classificação por número de contratos futuros e opções negociadas, o que mostra força da Bolsa brasileira quando comparada com suas similares internacionais.

Tabela 7 - Classificação de Bolsas por número de contratos negociados e/ou liquidados

Classificação	Bolsa	Volume em Milhões de US\$ Jan-Jun 2012	% Variação anual
1	CME Group	1.555	-9%
2	Korea Exchange	1.394	-34%
3	Eurex	1.262	-11%
4	NYSE Euronext	1.025	-12%
5	National Stock Exchange of India	972	-7%
6	BM&Fbovespa	866	19%
7	CBOE Group	605	2%

Fonte: FIA

2. A Moderna teoria do Portfólio

O objetivo deste capítulo é apresentar a Moderna Teoria do Portfólio – MTP, fazendo primeiramente uma breve perspectiva histórica, depois evidenciando as hipóteses do modelo, no qual esse trabalho se apóia, bem como suas limitações.

2.1. Histórico da Moderna Teoria do Portfólio

A Moderna Teoria do Portfólio (MTP) tem seus primórdios no início dos anos 50 do século XX, quando Harry Markowitz escreveu sua tese de Doutorado na Universidade de Chicago com o título Portfolio Selection, que posteriormente foi transformada em artigo publicado no The Journal of Finance em 1952 e em livro em 1959.

As idéias contidas naquele artigo tornaram-se os pilares da MTP que passou a ser reconhecida também como a Teoria da Média e Variância. No começo, a MPT não despertou muito interesse, conforme Fabozzi et.al. (2002), mas com o decorrer do tempo a comunidade financeira crescentemente começou a adotá-la e mesmo depois de mais de 60 anos de sua criação, modelos financeiros baseados naqueles mesmos princípios são constantemente reinventados para incorporar todos os novos fundamentos resultantes deste trabalho pioneiro, que renderia a Markowitz o prêmio Nobel de Economia em 1990, conjuntamente com seu aluno William F. Sharpe (pelo seu trabalho de criação do modelo CAPM) e Merton H. Miller (pelas pesquisas sobre a estrutura de capital).

A primeira vista pode parecer que a teoria de Markowitz parece ter brotado do nada, mas como Sir Isaac Newton escreveu ao seu amigo Robert Hooke em 1676: “Se eu consigo ver mais longe é porque estou sobre os ombros de gigantes”, Newton (1959), e parece essa ser também a verdade sobre o trabalho de Markowitz.

Markowitz não foi o primeiro a considerar a necessidade de diversificação. Em seu famoso artigo de 1738 sobre o paradoxo de São Petersburgo, Daniel Bernoulli argumenta que investidores avessos ao risco desejam a diversificação

A primeira vez que a variância foi sugerida como uma medida econômica de risco foi por Irving Fisher em *The Nature of Capital and Income* (1906). Jacob Marschak em 1938 indicou o uso da matriz de média e covariância do consumo de commodities como a primeira aproximação na mensuração da utilidade, Rubinstein (2002).

Markowitz escreveu em sua autobiografia do Premio Nobel “Os conceitos básicos da teoria do portfólio surgiram em uma tarde na biblioteca quando lia *The Theory of Investment Value* de John Burr William” quando teve um insight que a diversificação reduziria o risco, mas não o eliminaria totalmente. O que hoje conhecemos como o risco diversificável (não sistêmico) e o risco sistêmico, não diversificável.

O artigo de Markowitz é o primeiro a trazer uma formalização matemática da idéia de diversificação de investimento, a versão financeira do adágio: “o todo junto é maior que a soma das partes. Através da diversificação, o risco poder ser reduzido (mas não totalmente eliminado) sem alterar-se necessariamente o retorno esperado do portfólio. Markowitz postulou que o investidor deve maximizar o retorno esperado (μ_p) para um dado risco e/ou minimizar a variância do retorno do portfólio (σ_p^2) para um dado retorno.

De acordo com Rubinstein (2002), Markowitz influenciado pelos trabalhos de Tobin (1958), Neumann e Morgenstern (1947) e Savage (1954), encontrou uma maneira de alinhar a sua teoria da média e da variância com os critérios de maximização da utilidade esperada da riqueza depois de muitos períodos de reinvestimento.

O livro publicado em 1959 trazia uma versão mais detalhada e extensa da MTP e tinha o propósito de alcançar os leitores com uma base quantitativa não tão boa. Este livro foi importante porque abriu caminho para futuras linhas de pesquisa.

A complexidade matemática foi um dos fatores que impediram a rápida propagação e utilização da teoria, todavia durante a década de 70 com os avanços da informática e do poder de processamento de dados foi possível a comprovação da eficácia das idéias de Markowitz.

Fabozzi et.al. (2002; p.7) lembra que a teoria de Markowitz é uma teoria normativa. Uma teoria normativa é aquela que descreve o padrão ou a norma do comportamento que o investidor deveria perseguir na construção do portfólio, ou seja, uma teoria que desse uma sugestão aos investidores racionais de como aplicar os seus recursos. Diferentemente da teoria do CAPM de Sharpe que é uma teoria positiva, que diz como o investidor deve se comportar

ao invés de como ele poderia se comportar. Baseado nessas suposições sobre o comportamento do investidor, Sharpe construiu um modelo que oferece o retorno esperado – que é chave para construção de portfólios baseados na análise da média e da variância – tratando-se de um modelo de precificação de ativos.

Conjuntamente a MTP e o CAPM fornecem o pano de fundo para especificar e medir o risco do investimento e desenvolver as relações entre retorno esperado e risco e, portanto, entre risco e o retorno necessário para viabilizar um investimento.

Abordagem de Markowitz é agora recorrente entre os gestores de portfólios institucionais que a utilizam, tanto para estruturar suas carteiras e quanto para medir o seu desempenho, Rubinstein (2002). Ela foi generalizada e refinada de inúmeras maneiras e está sendo usada até mesmo para gerenciar os portfólios de investidores comuns. Sua extensão prescritiva levou ao desenvolvimento de teorias mais requintadas sobre o efeito do risco na avaliação de carteiras.

Fabozzi et.al. (2002) mostra que MTP tem diversas aplicações¹ dentro da área de finanças, em virtude do conceito de diversificação ser tão intuitivo e tão forte. Argumenta que inúmeras inovações financeiras surgiram da aplicação do conceito de diversificação e que muitas outras surgiram sugerindo novos métodos de estimação da variância e co-variância e, por isso, permitiram, conseqüentemente, uma melhor mensuração do risco.

2.2. Hipóteses e descrição do Modelo

A formulação do problema do portfólio por Markowitz traduz-se na escolha da média dos retornos e da variância dos retornos de um conjunto de ativos.

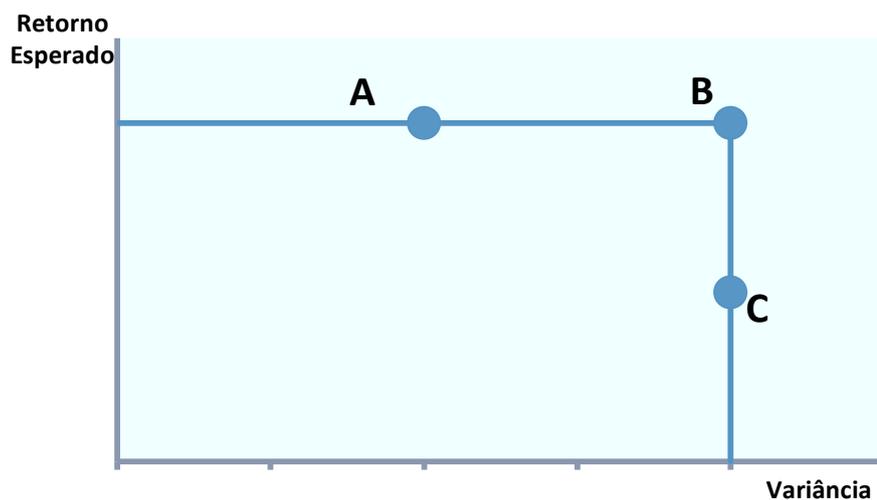
O cálculo da média dos retornos é entendido como o retorno que tende a se apresentar no futuro, o cálculo da variância, por sua vez, serve como uma mensuração de risco, já que reflete a mensuração de quanto, em média, o retorno se desvia da média dos retornos de um

¹ Lista de aplicações da MTP dentro da área financeira: Asset allocation through mean-variance optimization, Asset-liability management, Bond portfolio immunization, Optimal manager selection, Value at risk (VaR), Tracking error budgeting, Hedging strategies (e.g., currency overlay), Index funds/mutual funds, Stable value/guaranteed investment contracts, Factor models, Long/short strategies, Normal/balanced portfolios(e.g., life-cycle/lifestyle mutual funds), • Funds of funds/managers of managers/funds of hedge funds. Fabozzi et.al. (2002), p.8.

certo período analisado, é dizer, quão grande é o risco do investidor ao aplicar os recursos nesse portfólio de não alcançar exatamente o retorno esperado, sendo que os desvios podem ocorrer tanto para baixo quanto para cima.

Em uma situação hipotética, onde se pudesse observar portfólios com variâncias idênticas, o investidor optaria por aquele de maior retorno e para portfólios com o mesmo retorno o investidor optaria por aquele de menor variância. O Gráfico 8 ilustra esta situação, onde investidor racional maximizador de utilidade preferiria o portfólio A ao B, em virtude deste apresentar menor risco diante do mesmo retorno e optaria pelo portfólio B ao C por esse apresentar um retorno maior diante da mesma exposição ao risco.

Gráfico 8 - Escolha de portfólios baseado no Retorno Esperado e na Variância



Estes dois princípios levarão a formulação de uma fronteira eficiente no qual o investidor poderá escolher aquele portfólio que melhor se adapte às suas preferências diante ao risco

Entretanto, algumas hipóteses devem ser explicitadas antes de seguirmos na explanação da Moderna Teoria do Porfolio.

Uma das principais premissas da MTP é que os **mercados são eficientes**. Isso significa que, a qualquer momento, o preço de um título no mercado reflete todas as informações disponíveis sobre o assunto. Esta é uma suposição que MTP divide outra famosa teoria, a hipótese do mercado eficiente, ou HME, Fama (1970).

Outro pressuposto importante da MTP é que os **investidores são perfeitamente racionais e avessos ao risco**, e que eles não têm qualquer "instinto de manada". Esta suposição está também em linha com HME.

Outras hipóteses importantes da MTP - além da suposição de escolha do portfólio que é feita com base no trade-off entre Retorno esperado $E(R)$ e Risco (σ) - são: **as correlações entre os ativos são fixas e constantes**, que os investidores são maximizadores de utilidade, independentemente de quaisquer outras considerações, os investidores têm uma concepção exata de retornos possíveis, e **que não há taxas ou custos de transação**.

A fim de construir uma carteira adequadamente diversificada, o MPT requer, portanto, três tipos de dados: **o retorno esperado de cada ativo potencial da carteira, a volatilidade esperada do retorno de cada ativo, e a correlação esperada de cada ativo com todos os outros ativos**. Se todos estes dados estão disponíveis, um especialista em investimentos pode modelar um portfólio através de um mix desses ativos, obedecendo claro a certa restrições, como a restrição do investidor em investir em ativos do setor elétrico por exemplo. A escolha do portfólio, dentre os identificados na fronteira eficiente, variará conforme o grau de aversão que o investidor tem ao risco. Este esquema é ilustrado na Figura 4 abaixo.

Figura 4 – Processo de Investimento baseado na MTP



Fonte - Fabozzi et.al. (2002)

2.3. Método de cálculo do risco e do retorno de uma carteira com ativos de risco

O cálculo de uma das principais variáveis do modelo, o retorno esperado do portfólio, é baseado a partir da média dos retornos esperados dos n ativos considerados para compor a carteira, que por sua vez será ponderada pela proporção de cada ativo na composição dessa carteira, observe a equação 1:

$$E(R) = \mu_p = \sum_{i=1}^n X_i \mu_i \quad (1)$$

A sua forma matricial,

$$= [X_1 \quad X_2 \quad X_3 \cdots X_n] \begin{bmatrix} \mu_1 \\ \mu_2 \\ \mu_3 \\ \vdots \\ \mu_n \end{bmatrix} = x' \mu$$

x' representa um vetor de ordem $(1 \times n)$, cujo pesos de cada ativo do portfólio encontram-se presentes, X_i , onde $i = 1, 2, \dots, n$. A soma dos pesos é igual a 1, é dizer:

$$\sum_{i=1}^n x_i = 1$$

μ trata-se de um vetor $(n \times 1)$ dos retornos esperados dos ativos i 's, μ_i . O seu cálculo deriva da média ponderada de suas k prováveis rentabilidades, onde os pesos baseiam-se nas probabilidades de ocorrência do evento (Pr_{ik}). Usando as taxas de rentabilidade do passado (R_{ik}) para estimar-se os retornos esperados, resulta:

$$E(R_i) = \mu_i = \sum_{k=1}^n Pr_{ik} R_{ik} \quad (2)$$

Uma vez que a probabilidade dos retornos esperados são iguais, o retorno esperado de um título consistirá em um simples média aritmética dos retornos passados, $E(R_i) = \mu_i = \bar{R}_i$

O risco, por sua vez, é representado pela variância dos retornos da carteira (σ_p^2), o qual pode ser calculado pela equação (3):

$$\begin{aligned}
 (\sigma_p^2) &= \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n X_i X_j \sigma_{ij} \\
 &= [X_1 \quad X_2 \quad X_3 \cdots X_n] \begin{bmatrix} \sigma_1^2 & \sigma_{12} & \sigma_{13} & \cdots & \sigma_{1n} \\ \sigma_{21} & \sigma_2^2 & \sigma_{23} & \cdots & \sigma_{2n} \\ \sigma_{31} & \sigma_{32} & \sigma_3^2 & \cdots & \sigma_{3n} \\ M & M & M & O & M \\ \sigma_{n1} & \sigma_{n2} & \sigma_{n3} & \cdots & \sigma_n^2 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} X_1 \\ X_2 \\ X_3 \\ M \\ X_n \end{bmatrix} = x' \Omega \mu \quad (3)
 \end{aligned}$$

Ω representa a matriz ($n \times n$) da variância dos retornos dos n papéis considerados, sendo tal medida calculada dois a dois – títulos i e j (σ_{ij}). Quando $i = j$, tem-se a variância dos retornos de cada ativo pertencente ao portfólio ($\sigma_{ii} = \sigma_i^2$), que se constitui na medida de risco do ativo i, uma vez que expressa o quanto pode variar os retornos deste ativo a partir das probabilidades de k prováveis eventos. Quão maior for a dispersão dos retornos esperados em relação à sua média, maior será o risco deste ativo. Utilizando-se de uma amostra de dados históricos, obtêm-se σ_i^2 por:

$$\sigma_i^2 = \sum_{k=1}^n [Pr_{ik} (Pr_{ik} - \mu_i)^2] \quad (4)$$

Na situação onde os retornos tem probabilidade igual de ocorrência, o estimador não viesado da amostra é:

$$s_i^2 = \sum_{k=1}^n \frac{(Pr_{ik} - \mu_i)^2}{n - 1} \quad (5)$$

Assumindo-se que a covariância de dois ativos i e j é dada por:

$$\sigma_{ij} = \sigma_i \times \sigma_j \times \rho_{ij} \quad (6)$$

Portanto ao substituir (6) em (3), obtém-se:

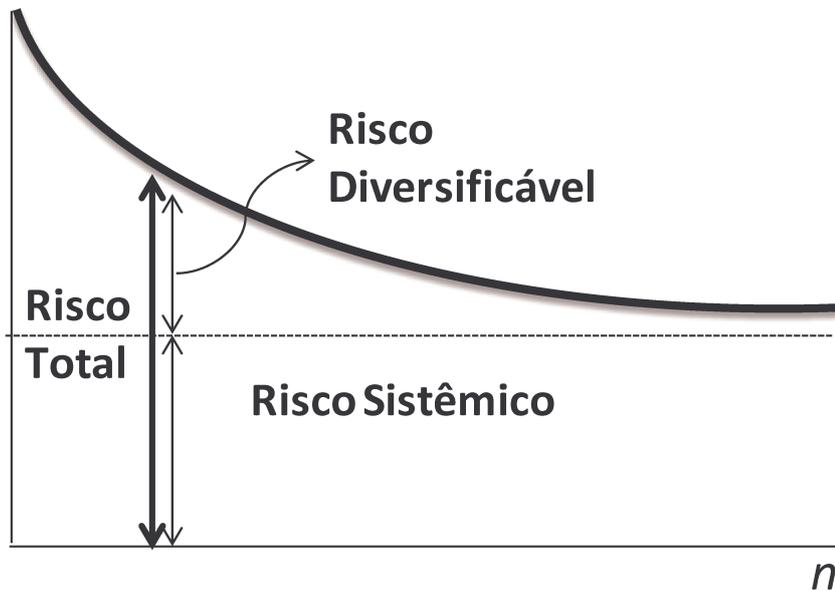
$$= [X_1\sigma_1 \quad X_2\sigma_2 \quad X_3\sigma_3 \cdots X_n\sigma_n] \begin{bmatrix} 1 & \rho_{12} & \rho_{13} & \cdots & \rho_{1n} \\ \rho_{21} & 1 & \rho_{23} & \cdots & \rho_{2n} \\ \rho_{31} & \rho_{32} & 1 & \cdots & \rho_{3n} \\ M & M & M & O & M \\ \rho_{n1} & \rho_{n2} & \rho_{n3} & \cdots & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} X_1\sigma_1 \\ X_2\sigma_2 \\ X_3\sigma_3 \\ M \\ X_n\sigma_n \end{bmatrix} \quad (7)$$

Onde ρ_{ij} é igual ao coeficiente de correlação entre os retornos dos ativos i e j , correlação esta que se situará no intervalo $[-1, +1]$. Nota-se adicionalmente na matriz de correlações que, quando $i = j$, $\rho_{ij} = +1$.

Observando a equação supracitada, observa-se que quão menor a correlação entre os retornos dos ativos constantes na carteira, menor será o risco desse portfólio (resultado que advém da diversificação dos ativos).

Silveira (2008), a partir de ELTON et al. (2004) e Fabozzi et.al. (2006) explicita matematicamente que quanto maior for o número de ativos presente no portfólio mais próximo o risco deste portfólio fica da covariância média dos títulos presentes nessa carteira e menor fica a contribuição dos ativos individuais ao risco da carteira que possui estes ativos e que, a partir dessa análises, infere-se que o risco de um portfólio é impactado por duas diferentes orgens. A primeira origem é a de natureza sistêmica, advém de eventos que afetam todos os títulos, como mudanças no ambiente econômico e alterações nos cenários político-sociais. A outra fonte de risco é a de natureza não sistêmica, também conhecida como risco diversificável, que pode ser mitigado com a elaboração de carteiras cujos títulos possuem baixo grau de relação (ou seja, quando a correlação entre esses títulos for a mais próxima de -1 possível). O risco sistêmico não é modificado por tal estratégia. O uso de derivativos e/ou a constituição de uma carteira internacional poderiam diminuir esse risco, Silveira (2008). Observe o comportamento do risco a medida-se que se acrescenta títulos a uma carteira no Gráfico 9.

Gráfico 9 – Efeito no risco ao aumentar-se a quantidade de títulos no portfólio



Fonte – Sharpe et al (1995) apud Silveria (2008)

2.4. Formação da fronteira eficiente a partir de ativos de risco

A fim de avaliar de maneira simplificada a forma da fronteira eficiente, uma carteira com dois ativos (A,B) será formada, antes de estender-se para as técnicas de obtenção da fronteira de n ativos. Assim, nesse primeiro instante, poderemos verificar o impacto na análise quando as correlações entre esses ativos, ρ_{AB} , modificam-se.

Conforme foi explanado nas equações (1) e (3) , o retorno esperado e o risco do portfólio AB podem ser alcançados por:

$$\mu_p = X_A \mu_A + X_B \mu_B \quad (8)$$

$$\sigma_p^2 = X_A^2 \sigma_A^2 X_B^2 \sigma_B^2 + 2X_A X_B \sigma_A \sigma_B \rho_{AB} \quad (9)$$

As proporções dos ativos A e B dentro do portfólio são representados respectivamente X_A e X_B e os retornos esperados dos respectivos arquivos são representados por μ_A e μ_B , enquanto σ_A e σ_B correspondem ao risco (desvios padrões) desses dois ativos.

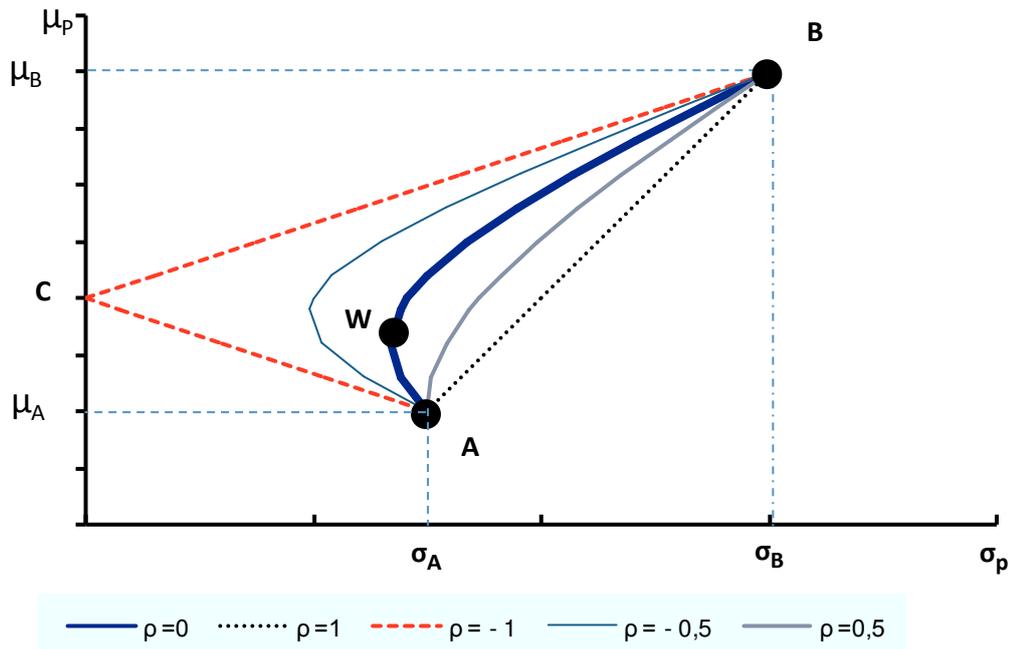
Se houver uma tendência idêntica seguida pelos retornos de A e B a correlação desses dois ativos se aproximará de +1 o que resulta que ao forma-se uma carteira com esses dois ativos em uma não redução no risco do portfólio.

A partir de algumas mudanças algébricas nota-se que o que o desvio padrão do retorno desses ativos se iguala a média ponderada dos desvios individuais - equação 10.

$$\sigma_P = \sqrt{X_A^2 \sigma_A^2 + X_B^2 \sigma_B^2 + 2X_A X_B \sigma_A \sigma_B \rho_{AB}} = X_A \sigma_A + X_B \sigma_B \quad (10)$$

Assim, Silveira (2008) destaca que a partir das equações (8) e (10) é possível observar que a relação entre retorno do portfólio e o risco (mensurado pelo desvio padrão dos retornos), alterando-se a proporção dos ativos A e B na carteira, é dada por uma equação de primeiro grau, o segmento de reta \overline{AB}

Gráfico 10 – Relação entre retorno e risco com diferentes níveis de correlação entre os ativos



Fonte - SHARPE et al.1995 apud Silveira (2008)

Agora, se os retornos dos ativos seguirem tendências opostas fazendo que a correlação entre estes retornos se aproxime de -1, a equação para o risco do portfólio é dada por:

$$\sigma_P = \sqrt{X_A^2 \sigma_A^2 + X_B^2 \sigma_B^2 - 2X_A X_B \sigma_A \sigma_B \rho_{AB}}$$

$$= X_A \sigma_A - X_B \sigma_B$$

ou

(11)

$$= -X_A \sigma_A + X_B \sigma_B$$

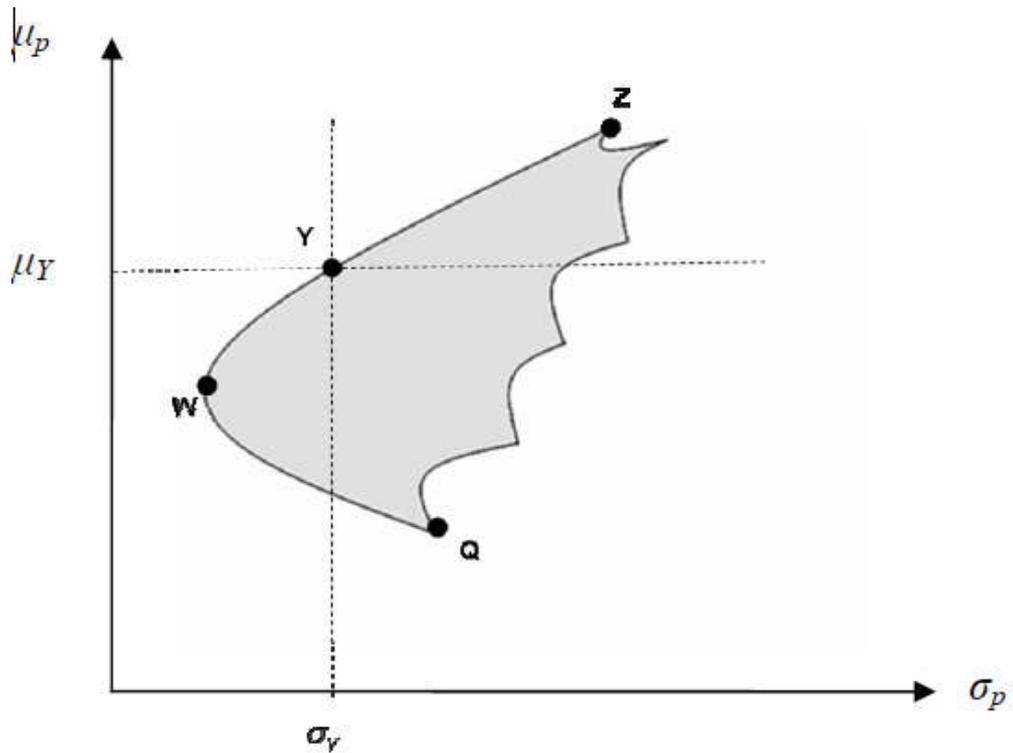
Com essa configuração consegue-se observar que haverá uma diminuição no risco do portfólio, havendo inclusive um combinação de dois ativos que faz com que o risco da carteira se torne zero (Ponto C do Gráfico 10). Modificando-se os pesos, observa-se outra vez, uma relação linear entre retorno e risco, representadas pelos segmentos de reta \overline{AC} e \overline{CB} .

As situações até agora descritas são basedas em casos extremos de difícil observação empírica. Todavia, as análises realizadas até o momento nos dizem se a correlação entre os retornos estiver no intervalo $[-1; +1]$, a relação entre retorno e risco ficará no espaço definido pelo triângulo ABC, Silveira (2008).

Uma hipérbole é a representação da relação risco e retorno da variação dos pesos de dois ativos i e j com coeficiente de correlação entre -1 e 1. O Gráfico 10 traz tal relação, com coeficientes de correlação iguais a $-0,5$, 0 e $0,5$. A diversificação do risco fica mais nítida à medida que coeficiente de correlação entre os dois ativos se aproxima de -1. Tome como exemplo um coeficiente de correlação igual a zero, o ponto W do Gráfico 10 representa a carteira de mínima variância. A fronteira eficiente é então representada pelo segmento de reta WB, os pontos nessa curva representam o maior nível de retorno esperado para aquele nível de risco, ou ainda, o menor risco para aquele nível de retorno esperado.

Ao expandir-se o conceito para n ativos pertencentes ao portfólio, o conjunto de opções de investimento corresponde a área sombreada da Figura 5 no qual o contorno é hiperbólico. Essa região representa todos os pontos com uma determinada combinação de ativos. O segmento WZ é a fronteira eficiente, o ponto Y representa um combinação eficiente de ativos, onde neste ponto o retorno é o maior para o nível de risco ou igualmente o risco é o menor para o dado nível de retorno.

Figura 5 – Conjunto de oportunidades de investimento para n ativos com risco



Fonte – Silveira (2008)

Silveria (2008) lembra que nesta análise todos os ativos presentes na carteira possuem risco e, ademais, não são permitidas vendas a descoberto e se tais aspectos fossem considerados, a fronteira eficiente seria bastante distinta da apresentada até aqui.

Segundo Fabozzi (2006) apud Silveira (2008), a fronteira eficiente supracitada têm três maneiras de ser obtida:

1. Minimizando-se o risco da carteira, σ_p , para certo nível de retorno esperado, $\mu_p = \mu_0$:

$$\min_x \sqrt{x' \Omega x} \quad (12)$$

Sujeito a: $\mu_0 = x' \mu$; $\sum_{i=1}^n X_i = 1$ e $0 \leq X_i \leq 1$ em que, $i = 1, \dots, n$.

A ausência de venda a descoberto é traduzida pela terceira restrição. Nota-se que, a cada patamar de μ_0 , consegue-se um σ_0 , resultando em uma combinação ótima de retorno e risco.

2. Maximizando-se o retorno esperado da carteira, μ_p , para um determinado patamar de risco, $\sigma_p = \sigma_0$, vide equação (13):

$$\max_x x' \mu$$

$$\text{Sujeito a: } \sigma_0 = \sqrt{x' \Omega x}; \sum_{i=1}^n X_i = 1 \text{ e } 0 \leq X_i \leq 1 \text{ em que, } i = 1, \dots, n. \quad (13)$$

3. Maximizando-se a diferença entre o retorno médio da carteira e o seu risco, sendo este multiplicado por um coeficiente de aversão λ -vide equação 14. Quanto maior λ , mais temeroso ficará o investidor ao risco.

$$\max_x (x' \mu - \lambda \sqrt{x' \Omega x})$$

$$\text{Sujeito a: } \sum_{i=1}^n X_i = 1; 0 \leq X_i \leq 1 \text{ em que, } i = 1, \dots, n. \quad (14)$$

Os métodos mencionados acima se tratam de otimizações quadráticas com restrições baseadas em equações lineares e com o uso de multiplicadores de Lagrange os resultados são obtidos.

Importante notar que a fronteira eficiente encontra seu limite no ponto Z em virtude da proibição de vendas a descoberto - que impossibilita X_i assumir negativos- e no caso de flexibilização dessa condicionante a fronteira se estenderia para muito além do ponto Z.

2.5. Escolha do portfólio ótimo

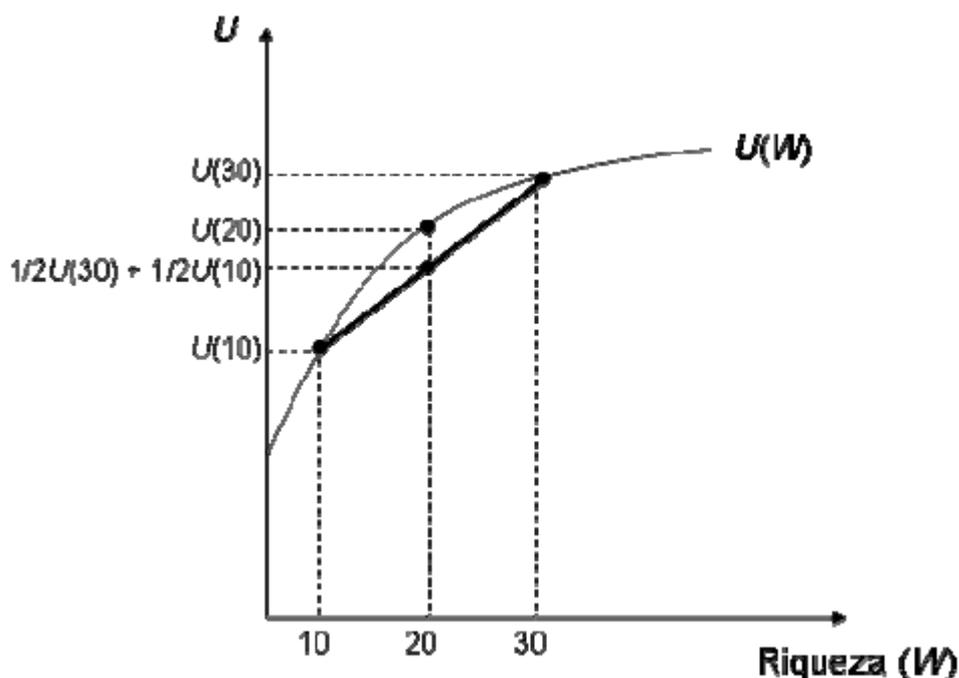
Uma vez que foi definido como é calculado o risco e o retorno de uma carteira com ativos com risco assim como os métodos de obtenção de uma fronteira eficiente, chega o momento de explicitar de como a escolha do portfólio ótimo será efetuada pelo investidor.

Sendo assim é extremamente salutar recordar uma das premissas sobre o comportamento do investidor: a aversão ao risco. A função de utilidade esperada, portanto, sob tal hipótese será côncava em relação a origem dos eixos, o que implica que sua segunda derivada é negativa [$U''(W) < 0$], onde W é a riqueza do agente, (VARIAN, 2003).

Para ficar mais claro, suponha um agente que pode efetuar duas escolhas, investir ou não investir em determinado ativo. Caso não realize tal investimento, obtém um resultado positivo de \$20 (uma vez que o montante relacionado ao custo de transação seja igual a \$20). Entretanto, na situação em que opta pela compra do ativo, há a probabilidade de 50% para obter ganho líquido de \$30 e 50% de chance de ter resultado de \$10 ao final. O valor esperado de tal empreitada é igual ao seu respectivo custo (\$20). Assumindo que o agente seja avesso ao risco, ele opta por não realizar o investimento, aqui cabe o adágio popular, pois “prefere um pássaro na mão a dois voando”, e dessa forma prefere ter os \$20 a sua mão. Assim sendo, nota-se que a utilidade do valor esperado do investimento é maior que a utilidade esperada. Observe a Figura 6. Então:

$$\frac{1}{2}U(10) + \frac{1}{2}U(30) < U\left(\frac{1}{2} \times 10 + \frac{1}{2} \times 30\right) = U(20) \quad (15)$$

Figura 6 – Função de utilidade esperada



Fonte - Varian (2003) apud Silveira (2008)

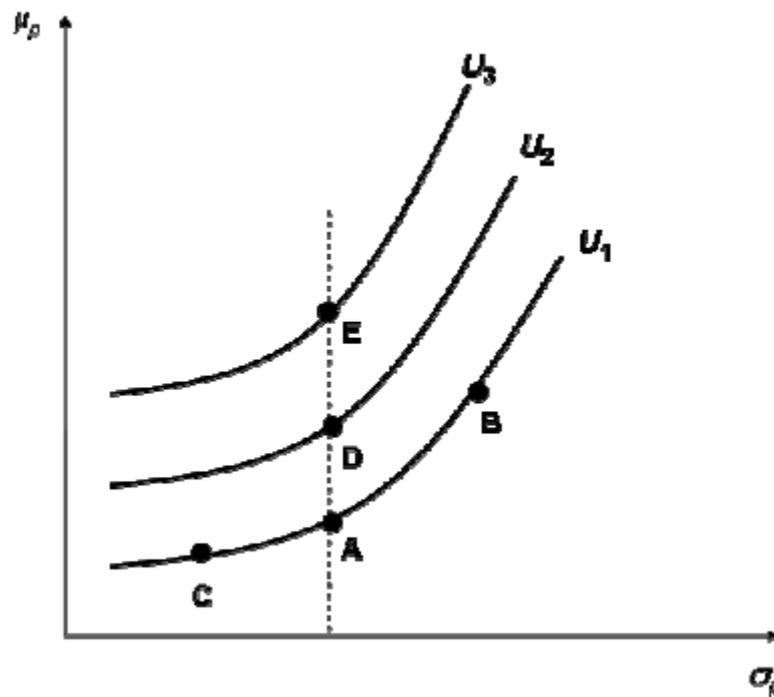
As preferências do consumidor diante as diferentes opções são representadas na Figura 7 onde são mostradas curvas de indiferenças convexas à origem e estas curvas são relacionadas com à função utilidade esperada supracitada.

Os pontos que se encontram em uma mesma curva representam combinações de carteira que possuem diferentes relações de risco e retorno nos quais o investidor obtém semelhante grau de satisfação. Note que na curva U_1 da Figura 7 o investidor apresenta o mesmo grau de satisfação, ou seja, ele é indiferente ao investir nas carteiras A, B ou C, uma vez que lhe provêm a mesma utilidade.

As curvas possuem inclinação positiva, uma vez que ao aumentar-se o risco tem-se um aumento mais que proporcional do retorno esperado o que implica que quanto maior for a inclinação maior será o grau de aversão ao risco do investidor.

Silveira ressalta (2008) que as curvas de indiferença localizadas a cima e a esquerda são preferíveis, porque fornecem maior nível de utilidade. Observe na Figura 7, E f D f A, dado o nível de risco, o retorno esperado da cesta de investimento E é superior ao da D que é superior ao A.

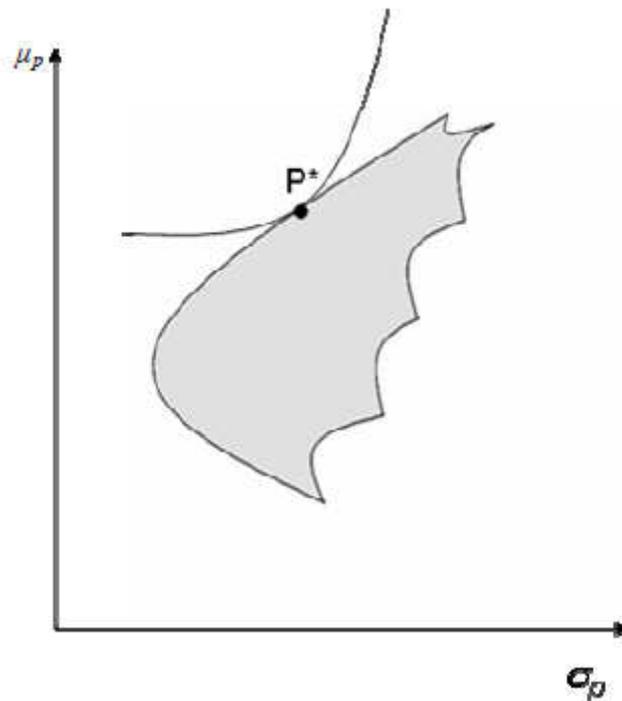
Figura 7 – Curvas de indiferença



Fonte – Varian (2003)

Sendo assim, nota-se que a carteira ótima escolhida pelo investidor é aquela que advém da tangência da fronteira eficiente com a curva de indiferença (P^*) – vide Figura 8. Nesse ponto de tangencia é onde o investidor maximiza a sua utilidade esperada.

Figura 8 – Escolha ótima em carteira com ativos de risco



Fonte – Fabozzi et al. apud Silveira (2008)

2.6. Limitações do Modelo

Mesmo que a MPT tenha evoluído para uma grande teoria em finanças e é comumente usada por analistas e gestores de carteiras como uma ferramenta para monitorar o risco e as características de retorno de uma carteira, algumas críticas sérias também evoluíram para desafiar os pressupostos básicos do MPT, especialmente após as descobertas no campo da economia comportamental.

Por exemplo, as teorias de que os mercados são eficientes e que todos os investidores são racionais ter sido provada como equivocada por economistas comportamentais, como Nicholson (1968) e Basu (1977). Também outras hipóteses, como as correlações entre as classes de ativos serem constantes e a consideração de que todos os investidores têm acesso a todas as informações disponíveis também estão equivocadas em muitos casos. Soma-se o fato

de que a MTP não leva em conta o impacto dos impostos e dos custos operacionais no retorno das carteiras.

Além disso, a dependência da MTP no desempenho passado para projetar retornos esperados nem sempre é confiável pois é sabido que o desempenho passado não é garantia de resultados futuros.

Apesar de todos esses inconvenientes, não pode-se ignorar totalmente MTP, porque foi a primeira a introduzir uma estrutura matemática para analisar o risco e muitos outros modelos financeiros são construídas sobre a fundação criada por ela. Uma versão mais avançada da MTP conhecida como Teoria de Portfólio Pos Moderna também está ganhando aceitação entre os proponentes da teoria, como mencionam Rom e Ferguson (1993).

3. Metodologia de obtenção da carteira diversificada e análise dos resultados

O presente trabalho tem sua metodologia baseada na Moderna Teoria do Portfólio de Markowitz, que foi apresentada no Capítulo 2 e utilizada em diversas áreas das finanças como contemplado na seção 2.1. As próximas seções apresentam a metodologia para obtenção da carteira diversificada bem como as análises dos resultados para os diferentes períodos analisados e sobretudo objetiva mostrar maneira pela qual se busca atingir as metas deste trabalho, ou seja, verificar como a inserção de minicontratos impacta a composição do risco e do retorno em uma carteira diversificada.

3.1. Dados do trabalho

Os derivativos utilizados neste trabalho consistem nos minicontratos futuros de dólar (WDOL), mini de Ibovespa (WIN), mini de Boi Gordo (WBG) e mini de Café Arábica (WCF) negociados na BM&FBovespa onde também foram extraídos os dados concernentes aos minicontratos, quanto as fonte da dados para as cotações dos preços das ações, foram extraídas serem mensais ajustadas inclusive por dividendos do software Económica.

A amostra de dados para este trabalho se refere ao período de janeiro de 2005 a dezembro de 2011. A razão pela qual a data inicial foi escolhida foi devido ao surgimento dos dois primeiros minicontratos em 04 de dezembro de 2004, a saber, os minicontratos do Ibovespa e do Boi Gordo.

A intenção inicial era analisar o impacto separado de cada minicontrato quando inseridos em uma carteira diversificada respeitando a data de criação de cada minicontrato, entretanto devido a baixa liquidez dos contratos de Boi Gordo e Café não foi possível observar retornos desde o período da criação destes contratos. O que foi realizado então foi o seguinte:

- (i) Foi constituída uma carteira com seis ações (HGTX3, CYRE3, CIEL3, CRUZ3, BRML3 e BBDC4)¹ cujo período de análise se iniciou em outubro de 2011 (por ser o primeiro mês possível de se observar o retorno

¹ Hering ON (HGTX3), Cyrela Realty ON (CYRE3), Cielo ON (CIEL3), Souza Cruz ON (CRUZ3), BR Malls ON (BRML3) e Bradesco PN (BBDC4)

dos minicontratos de Euro e de Dólar – Tabela 8) e se estendeu até outubro de 2012. Posteriormente à constituição dessa carteira e formação da fronteira eficiente inseriu-se os minicontratos de Dólar (WDO), de Euro (WEU) e de Boi Gordo (WBG) e observou-se o impacto individual dessa inserção no risco e no retorno da carteira

- (ii) Um segunda carteira foi constituída com cinco ações (HGTX3, KLBN4, AMBV4, LREN3 e BBDC4)¹ cujos retornos foram verificados bimestralmente desde outubro de 2010 até o outubro de 2012. O motivo da análise bimestral se deu para compatibilizar o período com o período de vencimento dos minicontratos do Ibovespa que vencem a cada dois meses, sendo os vencimentos em meses pares. Após a constituição da carteira e formação da fronteira eficiente estudou-se como a inserção do Míni do Ibovespa (WIN) afetaria o risco e o retorno da carteira.

Tabela 8 – Início do período das amostra de preços dos minicontratos futuros

Minicontrato	Início das negociações	Vencimento
Boi Gordo	03/12/2004	Mensal
Ibovespa	03/12/2004	Bimestral (meses pares)
Café Arábica	22/09/2006	Março, maio, julho, setembro e dezembro
Dólar	15/08/2011	Mensal
EURO	15/08/2011	Mensal

O critério de escolha das ações foi optar por ações que tivessem bastante liquidez no mercado brasileiro, todas as ações escolhidas no estudo compõem o Ibovespa².

¹ Hering ON (HGTX3), Klabin PN (KLBN4) Ambev PN (AMBV4) e Renner ON (LREN3)

² O Índice Bovespa é o mais importante indicador do desempenho médio das cotações do mercado de ações brasileiro.

3.2. Retorno esperado e risco: Método de cálculo

A mensuração das taxas de retornos mensais (R_i) para as ações e para as posições compradas nos minicontratos futuros, são apresentados pela equação (16) abaixo:

$$R_i = \left(\frac{P_{i,t}}{P_{i,t-1}} - 1 \right) \times 100 \quad (16)$$

As variáveis $P_{i,t}$ e $P_{i,t-1}$ correspondem respectivamente ao preço de ajuste, quando minicontratos futuros, e de fechamento, quando de ações, do ativo i no último dia do mês t e no último dia do mês $t-1$.

Em posições vendidas, a rentabilidade é contrária àquela na alcançada na estratégia comprada, ou seja, se na posição comprada eu tenho uma rentabilidade, digamos, de 10%, na posição vendida se observará uma rentabilidade de -10% e vice-versa.

Algumas observações devem ser feitas sobre os cálculos, sendo que as quatro últimas são premissas da teoria da média e da variância.

- a) Os preços de ajuste dos minicontratos considerados referem-se ao preço do primeiro contrato que foi efetivamente negociado no mês de referência e carregados até o seu vencimento. Após essa data este é substituído por um contrato da mesma espécie negociado no dia subsequente que por sua vez é carregado até o vencimento. Este procedimento é repetido até que se tenha abrangido todo o período de análise.
- b) Não são permitidas vendas a descoberto.
- c) As garantias citadas no Capítulo, não possuem qualquer rendimento, sendo portanto a rentabilidade dos minicontratos derivada somente das variações dos preços futuros.
- d) São desconsiderados os custos de impostos bem como os de corretagens sobre as transações.

De posse dos retornos mensais de cada um dos títulos é possível determinar a rentabilidade esperada do ativo i através da média aritmética destes dados:

$$E(R_i) = \mu_i = \bar{R}_i = \frac{\sum_{k=1}^n R_{ik}}{n} \quad (17)$$

O denominador n trata-se no número de observações de retornos mensais.

O risco de cada um dos papéis é mensurado pelo desvio padrão amostral dos retornos, S_i , conforme equação 18:

$$s_i = \sqrt{\frac{\sum_{k=1}^n (R_{ik} - \bar{R}_i)^2}{n - 1}} \quad (18)$$

Uma vez que o risco e os retornos dos títulos foram calculados é possível determinar a performance individual através de uma medida de dispersão relativa, o coeficiente de variação, confira equação 19:

$$CV = \frac{s_i}{\bar{R}_i} \quad (19)$$

Desde que seja positivo, quanto menor o coeficiente melhor o desempenho do título, já que apresenta uma menor quantidade de risco para o mesmo nível de retorno.

3.3. Otimização da carteira

Calculados os retornos individuais dos ativos e bem como os desvios padrões concernentes a cada ativo, as fronteiras eficientes das carteiras podem ser obtidas através do algoritmo de Markowitz (1959), que através dele se calcula o mínimo risco esperado da carteira, σ_p , para um dado retorno, $\mu_p = \mu_0$, equação 12 já supracitada e repetida abaixo:

$$\min_x \sqrt{x' \Omega x} \quad (12)$$

Sujeito a: $\mu_0 = x' \mu$; $\sum_{i=1}^n X_i = 1$ e $0 \leq X_i \leq 1$ em que, $i = 1, \dots, n$.

Sendo:

x' =vetor, de ordem $(1 \times n)$, referente aos pesos de cada um dos ativos da carteira

μ =vetor, de ordem $(n \times 1)$, concernente aos retornos esperados de cada um dos títulos da carteira

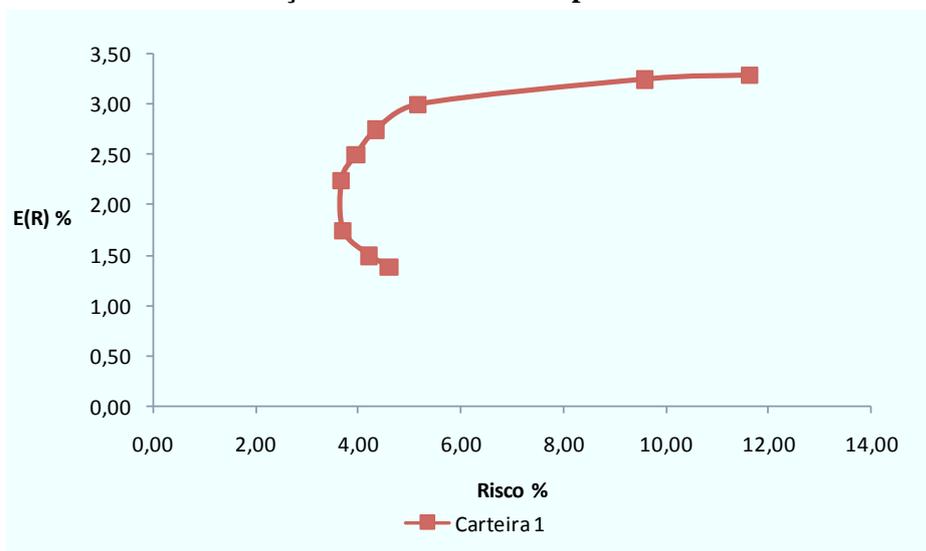
Ω =Matriz, de ordem $(n \times n)$, traduzindo a covariância dos retornos dos n papéis considerados, calculada dois a dois.

A restrição que diz nenhum ativo possui peso menor do que zero e superior a unidade reflete que vendas a descoberto não são permitidas.

3.4. Análise e discussão dos resultados

Conforme fora mencionado no item 3.1 duas carteiras foram constituídas. O Gráfico 11 traz a relação de risco e retorno da carteira 1 formada através do algoritmo de Markowitz.

Gráfico 11 – Relações de risco e retorno para a carteira 1



Fonte - Resultados do trabalho

Fica evidente o efeito da diversificação, onde se observa uma redução do risco e aumento do retorno até a formação da fronteira eficiente que inicia-se na carteira de Mínima Variância que se localiza bem próxima da relação risco-retorno (3,68;2,25), vide a Tabela 9 abaixo:

Tabela 9 – Risco, retorno, e pesos dos ativos na carteira 1

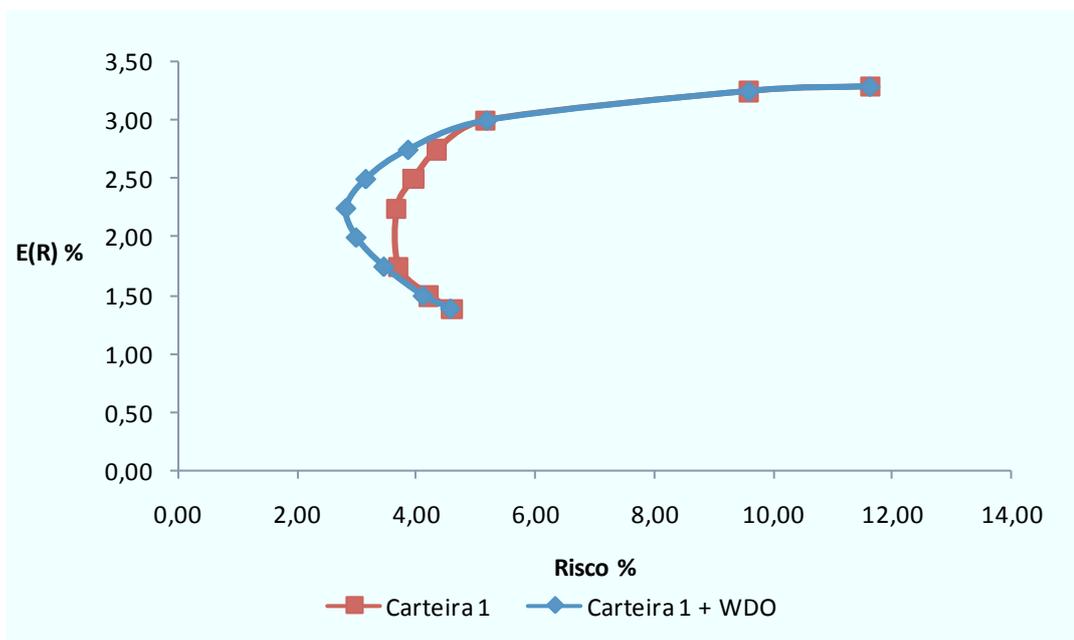
Retorno Esperado (%a.m)	Risco (% a.m)	Pesos na carteira (%)					
		HGTX3	CYRE3	CIEL3	CRUZ3	BRML3	BBDC4
1,39	4,61	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	100,00
1,50	4,23	0,00	0,00	0,00	0,00	9,43	90,57
1,75	3,71	0,00	0,00	4,74	0,00	23,53	71,74
2,25	3,68	0,00	6,34	17,44	4,28	32,66	39,28
2,50	3,96	0,00	14,84	20,50	5,49	35,44	23,73
2,75	4,36	0,00	23,34	23,57	6,69	38,21	8,19
3,00	5,17	0,00	37,74	40,11	2,99	19,16	0,00
3,25	9,59	76,20	0,00	23,80	0,00	0,00	0,00
3,29	11,63	100,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

Fonte - Resultados do trabalho

O próximo passo foi portanto a inserção dos minicontratos de Boi Gordo (WBG), Dólar (WDO) e Euro (WEU) para verificar o impacto que a inserção destes contratos teriam na relação risco-retorno da carteira.

Verifiquemos primeiro a inserção do minicontrato de Dólar na posição comprada – WDO_C - confira o Gráfico 12:

Gráfico 12 – Relações de risco e retorno para a carteira 1 e da carteira 1 + WDO_C



Fonte - Resultados do trabalho

Podemos verificar que a inserção do WDO permitiu um maior efeito de diversificação, basta observar o deslocamento da curva azul (representando a carteira com o WDO) para a esquerda, diminuindo o risco para os mesmos níveis de retornos até o ponto que o peso do WDO na carteira se iguale a zero e, portanto, a partir desse ponto, a relação risco e retorno permanece a mesma da carteira 1 inicial, observe a Tabela 10 abaixo.

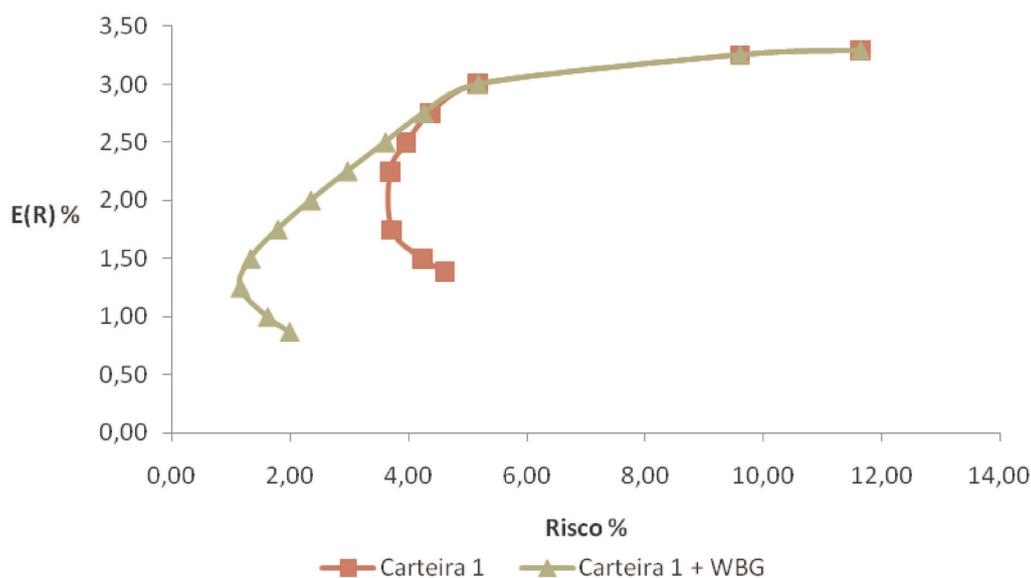
Tabela 10 - Risco, retorno, e pesos dos ativos na carteira 1 com WDO_C

Retorno Esperado (% a.m)	Risco (% a.m)	Pesos na carteira (%)						
		HGTX3	CYRE3	CIEL3	CRUZ3	BRML3	BBDC4	WDO _C
1,39	4,58	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	100,00	0,00
1,50	4,12	0,00	0,00	0,00	0,00	4,80	78,90	16,30
1,75	3,46	0,00	0,00	0,00	13,05	7,30	55,13	24,52
2,00	3,00	0,00	0,00	5,80	20,93	8,06	33,30	31,91
2,25	2,83	0,00	0,16	12,34	27,76	8,91	11,83	39,01
2,50	3,16	0,00	9,86	17,14	25,91	12,46	0,00	34,63
2,75	3,87	0,00	22,92	26,09	14,16	21,70	0,00	15,13
3,00	5,20	0,00	37,74	40,11	2,99	19,16	0,00	0,00
3,25	9,59	76,25	0,00	23,75	0,00	0,00	0,00	0,00
3,29	11,62	100,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

Fonte - Resultados do trabalho

Agora verifiquemos o impacto da inserção do mini de Boi Gordo, WBG. Conforme se pode observar no Gráfico 13 abaixo, a inserção do contrato WBG deve efeito semelhante a introdução do WDO. Houve diminuição no risco para mesmos níveis de retorno até que peso do WBG na carteira se igualasse a zero, note como a curva verde se desloca para a esquerda em relação a curva vermelha – vide também

Gráfico 13 - Relações de risco e retorno para a carteira 1 e da carteira 1 + WBG



Fonte - Resultados do trabalho

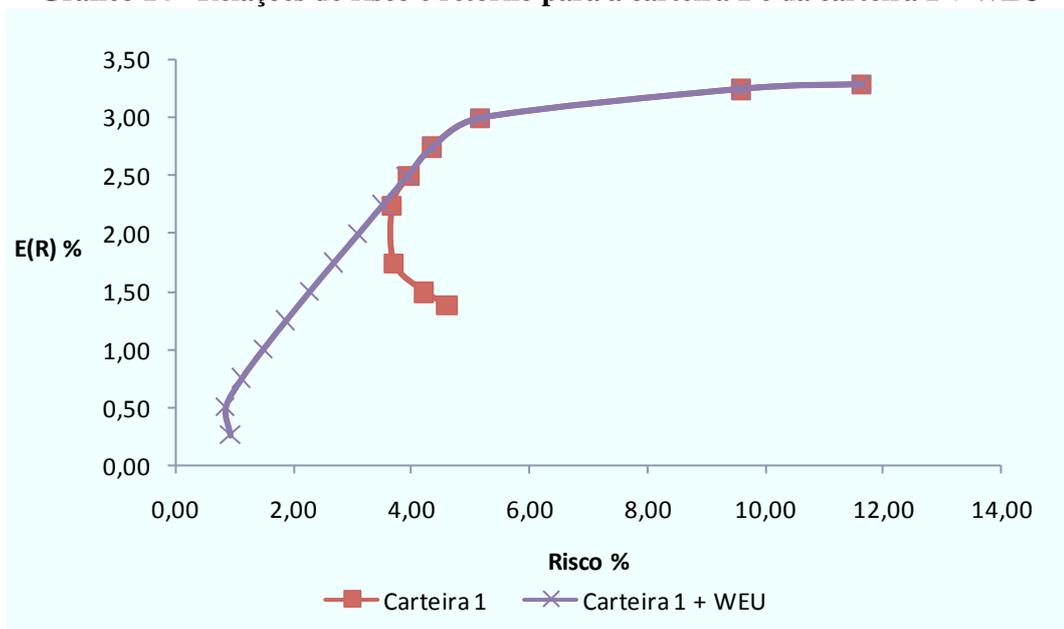
Tabela 11 - Risco, retorno, e pesos dos ativos na carteira 1 com WDO_C

Retorno Esperado (%a.m)	Risco (% a.m)	Pesos na carteira (%)						
		HGTX3	CYRE3	CIEL3	CRUZ3	BRML3	BBDC4	WBG
0,87	1,98	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	100,00
1,00	1,61	0,00	0,00	3,52	2,38	0,00	0,00	94,10
1,25	1,15	0,00	0,00	9,30	8,48	0,00	0,00	82,23
1,50	1,32	0,00	3,40	12,83	10,59	3,12	0,00	70,07
1,75	1,78	0,00	7,98	15,35	9,91	9,25	0,00	57,51
2,00	2,34	0,00	12,56	17,86	9,24	15,39	0,00	44,95
2,25	2,96	0,00	17,14	20,38	8,57	21,52	0,00	32,40
2,50	3,60	0,00	21,71	22,90	7,89	27,65	0,00	19,84
2,75	4,25	0,00	26,29	25,42	7,22	33,78	0,00	7,29
3,00	5,17	0,00	37,74	40,11	2,99	19,16	0,00	0,00
3,25	9,59	76,20	0,00	23,80	0,00	0,00	0,00	0,00
3,29	11,63	100,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

Fonte - Resultados do trabalho

Por último, inserimos o míni de Euro (WEU) e verificamos o seu impacto na carteira 1.

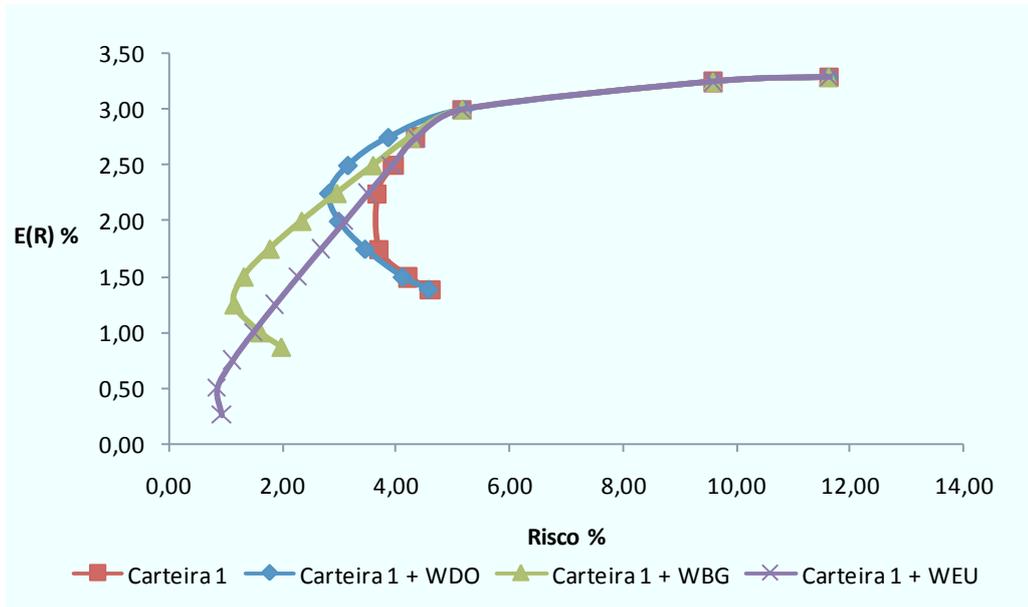
Gráfico 14 - Relações de risco e retorno para a carteira 1 e da carteira 1 + WEU



Fonte - Resultados do trabalho

O efeito foi semelhante quando se introduziu os outros dois mínimos, o que reflete que estes ativos possuem correlação menor do que a unidade com a Carteira 1, contribuindo para a diminuição do risco para semelhantes níveis de retorno. Vide Gráfico 15.

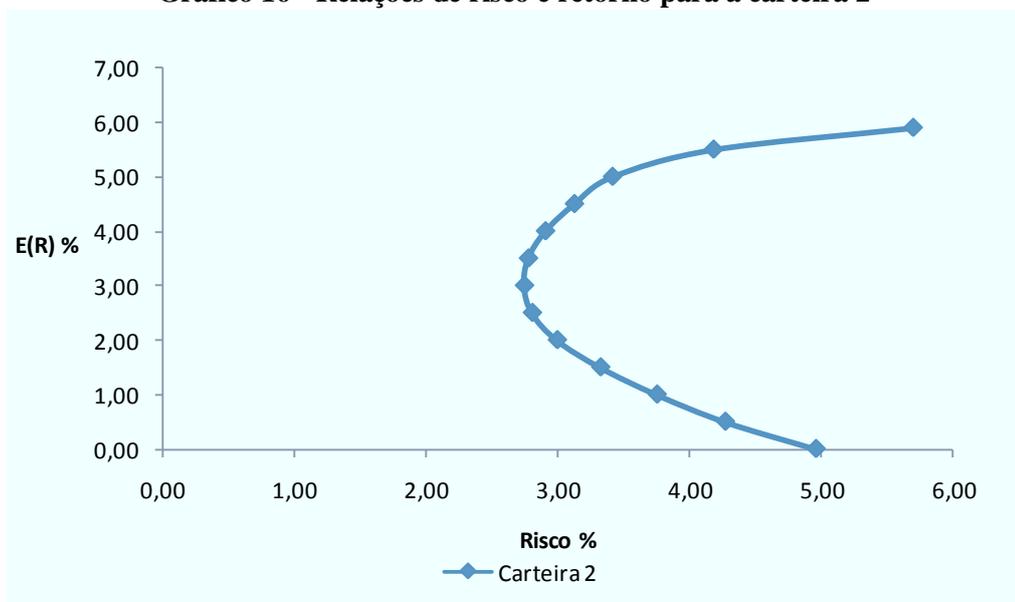
Gráfico 15 - Relações de risco e retorno para a carteira 1 com a inserção dos mínimos: WDO, WBG e WEU



Fonte - Resultados do trabalho

Outra composição de carteira também foi elaborada conforme descrito no item 3.1. A carteira 2 foi analisada com retorno bimestrais de cinco ações que compõem o Ibovespa. Observe as opções de escolha de portfólio no Gráfico 16.

Gráfico 16 - Relações de risco e retorno para a carteira 2



Fonte - Resultados do trabalho

O efeito da diversificação é visível já que se observa uma redução do risco e aumento do retorno até a formação da fronteira eficiente que inicia-se na carteira de Mínima Variância que se localiza bem próxima da relação risco-retorno (2,74;3,00), vide a Tabela 12 abaixo:

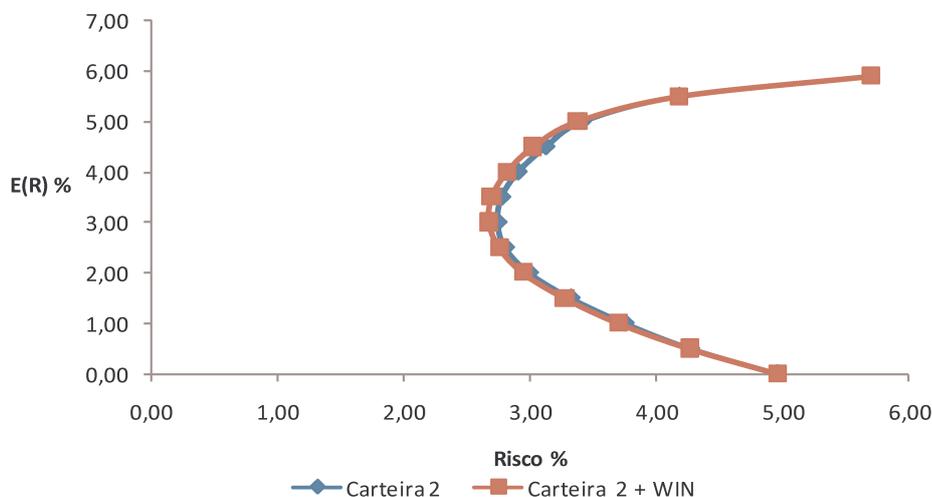
Tabela 12 - Risco, retorno, e pesos dos ativos na carteira 2

Retorno Esperado (%a.m)	Risco (% a.m)	Pesos na carteira (%)				
		HGTX3	KLBN4	AMBV4	LREN3	BBDC4
0,00	4,96	0,00	0,00	0,00	0,00	100,00
0,50	4,27	0,00	0,00	0,00	11,32	88,68
1,00	3,75	0,00	0,00	4,19	17,06	78,75
1,50	3,32	0,12	0,00	11,78	18,12	69,98
2,00	2,99	1,88	0,00	19,36	17,46	61,30
2,50	2,80	3,63	0,07	26,89	16,81	52,60
3,00	2,74	5,09	5,57	29,76	17,16	42,41
3,50	2,77	6,56	11,06	32,64	17,52	32,23
4,00	2,90	8,02	16,56	35,52	17,87	22,03
4,50	3,12	9,48	22,06	38,39	18,23	11,85
5,00	3,41	10,94	27,55	41,27	18,58	1,66
5,50	4,18	15,13	15,04	69,83	0,00	0,00
5,90	5,70	0,00	0,00	100,00	0,00	0,00

Fonte - Resultados do trabalho

A constituição da carteira 2 foi executada na tentativa de verificar o efeito que produzira a inserção do WIN, o minicontrato do índice Ibovespa, no risco e no retorno da carteira 2.

Gráfico 17 - Relações de risco e retorno para a carteira 2 e da carteira 2 + WIN



Fonte - Resultados do trabalho

Ao analisarmos o Gráfico 17 percebemos que o efeito diversificação da inserção do WIN na carteira 2 foi mínimo. O que reflete uma correlação muito próxima de zero da WIN com a carteira 2.

3.5. Conclusões

Nas últimas três décadas, os contratos de derivativos apresentaram crescente importância no mundo das finanças. Futuros e opções são negociados ativamente em muitas bolsas ao redor do mundo. Derivativos como os minicontratos futuros vem ganhando espaço entre as opções de investimento, no Brasil apresentando um crescimento médio no volume negociado entre 2005 e 2012 de 66% ao ano.

O uso de minicontrato com o intuito da melhora da performance de portfólio é raro, dado a dificuldade de se encontrar referências sobre o tema. Diante disso esse trabalho tentou trazer luz sobre este tema verificando como o comportamento de uma carteira diversificada quando da introdução de minicontratos em sua composição.

As análises realizadas por este estudo permitiram inferir que a introdução dos minicontratos futuros, constituíram-se em instrumentos capazes de aumentar o desempenho de uma carteira de investimento diversificada nos períodos tratados no estudo.

Futuros estudos baseados no mercado de derivativos do Brasil, poderão, certamente, suplementar o trabalho e estendê-lo no sentido de incluir os custos de operação e a possibilidade de vendas a descoberto, bem como a análise em subperíodos distintos.

Bibliografia

Banco Central do Brasil. (2012). Acesso em 22 de setembro de 2012, disponível em Banco Central do Brasil: <http://www.bcb.gov.br/Pre/composicao/bmf.asp>

Barbedo, C. H., Araújo, G. S., & Bessada, O. M. (2005). Mercado de Derivativos no Brasil: conceitos, operações e estratégias. Rio de Janeiro: Record.

Basu, Sanjoy. (1977). Investment Performance of Common Stocks in Relation to Their Price-Earnings Ratios: A test of the Efficient Markets Hypothesis. *Journal of Finance* 32:663-682.

BM&FBovespa. (2012). MERCADOS FUTUROS: Conceitos e Definições. São Paulo: Instituto Educacional BM&FBovespa.

BMF&BOVESPA. (2012). Acesso em 08 de JULHO de 2012, disponível em BMF&BOVESPA: <http://www.bmfbovespa.com.br/pt-br/educacional/iniciantes/mercados-de-derivativos/tipos-de-mercados-derivativos/tipos-de-mercados-derivativos.aspx?idioma=pt-br>

Chance, D. M. (1995). In: D. M. Chance, *An Introduction to Derivative* (terceira edição ed.). The Dryden Press.

Elton, E., GRUBER, M., BROWN, S., & GOETZMANN, W. (2004). Moderna teoria de carteiras e análise de investimentos. São Paulo: Atlas.

Fabozzi et al. (2002). The Legacy of Modern Portfolio Theory. *Journal of Investing*, p. 8.
FABOZZI, F. J., & et al, e. (Fall de 2002). The legacy of modern portfolio theory. *Journal of Investing*.

Fabozzi, F., FOCARDI, S., & KOLM, P. (2006). *Financial Modeling of the equity market - from CAPM to cointegration*. Hoboken: John Wiley & Sons.

Fama, Eugene F. (May, 1970). Efficient Capital Markets: A Review of Theory and Empirical. *The Journal of Finance*, Vol. 25, No. 2, Papers and Proceedings of the Twenty-Eighth Annual Meeting of the American Finance Association New York, N.Y. December, 28-30, 1969pp. 383-417

Farhi, M. (1999). Derivativos financeiros: hedge, especulação e arbitragem. *Economia e Sociedade* (13), 93-114.

Fisher, I. (1906). *The Nature of Capital and Income*. London: Macmillan.

Hull, J. C. (2002). *Options, Futures, & Others Derivatives* (fifth ed.). New Jersey: Prentice Hall.

Lozardo, E. (2001). *O Mercado de Futuros no Brasil: Teoria, Organização, Produtos e Práticas Operacionais*. Fundação Getúlio Vargas.

Marschak, Jacob 1938, Money and the theory of assets, *Econometrica* 6, 311-325

Nicholson, Francis. Price-Earnings Ratios in Relation to Investment Results. *Financial Analysts Journal*. Jan/Feb 1968:105-109.

Newton, Isaac, 1676, Letter to Robert Hook, February 5, 1676, in H. W. Turnbull, J.F. Scott and A.R. Hall, editors: *The correspondence of Isaac Newton*. Vol.11661-1675 (Cambridge University Press, Cambridge) 416

Rom, B. M. and K. Ferguson. "Post-Modern Portfolio Theory Comes of Age." *Journal of Investing*, Winter 1993.

Rubinstein, M. (Junho de 2002). Markowitz's "Portfolio Selection": A fifty-year Retrospective. *The Journal of Finance* , LVII.

Savage, Leonard J., 1954, *The foundations of Statistics* (Wiley, New York); second revised edition (Dover, New York, 1972).

Sharpe, W., ALEXANDE, G., & BAILEY, J. (1995). *Investments* (5th ed.). Englewood Cliffs: Prentice Hall.

Silveira, R. L. (2008). Uma análise de alocação de contratos futuros sobre commodities em portfólios diversificados. Tese de Doutorado . Piracicaba.

Varian, H. (2003). *Microeconomia* (6ª Edição ed.). Rio de Janeiro: Campus.

Von Neumann, John and Morgenstern, Oskar, 1947, *Theory of Games and Economic Behavior*, second edition (Princeton UP, Princeton, NJ)[First edition without appendix 1944]