



**Leonardo Fontes Bachá**

**Uma análise prática no mercado brasileiro  
de opções com operações estruturadas na  
venda de volatilidade**

**Dissertação de Mestrado**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Administração de Empresas da PUC-Rio com requisito parcial para a obtenção de título de Mestre em Administração de Empresas.

Orientador: Prof. Antônio Carlos Figueiredo

Rio de Janeiro  
Dezembro de 2017



**Leonardo Fontes Bachá**

**Uma análise prática no mercado brasileiro  
de opções com operações estruturadas na  
venda de volatilidade**

Dissertação apresentada como requisito parcial para obtenção do grau de Mestre pelo Programa de Pós-Graduação em Administração de Empresas da PUC-Rio. Aprovada pela Comissão Examinadora abaixo assinada.

**Prof. Antonio Carlos Figueiredo Pinto**

Orientador

Departamento de Administração – PUC-Rio

**Prof. Marcelo Cabus Klotzle**

Departamento de Administração - PUC-Rio

**Prof. André Barreira da Silva Rocha**

PUC-Rio

**Prof. Augusto Cesar Pinheiro da Silva**

Vice-Decano de Pós-Graduação do CCS – PUC-Rio

Rio de Janeiro, 04 de dezembro de 2017

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

## **Leonardo Fontes Bachá**

Graduado em Engenharia Ambiental pela Universidade Federal do Rio de Janeiro – UFRJ em 2015, ingressou no curso de Mestrado Profissional em Administração de Empresas em 2016 pela PUC. Atualmente estuda para ingressar na carreira pública.

### Ficha Catalográfica

Bachá, Leonardo Fontes

Uma análise prática do mercado brasileiro de opções com operações estruturadas na venda de volatilidade / Leonardo Fontes Bachá ; orientador: Antônio Carlos Figueiredo. – 2017.

62 f. : il. color. ; 30 cm

Dissertação (mestrado)—Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro, Departamento de Administração, 2017.

Inclui bibliografia

1. Administração – Teses. 2. Derivativos. 3. Opções. 4. Operações estruturadas. 5. Venda de volatilidade. I. Figueiredo, Antônio Carlos. II. Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro. Departamento de Administração. III. Título.

CDD: 658

Para meus pais, Nicolau e Mônica,  
por tudo.

## Agradecimentos

A Deus por me direcionar a todo instante em minha existência.

Aos meus pais Nicolau e Mônica por serem os pilares da minha vida.

Ao meu orientador Professor Antonio Carlos Figueiredo pela solicitude, orientação das ideias, e ajuda na elaboração desta Dissertação.

A todos os professores que tive ao longo da minha jornada, dentro e fora da sala de aula que me ensinaram até a vinda deste título de mestre.

## Resumo

Bachá, Leonardo Fontes; Figueiredo, Antonio Carlos. **Uma análise prática no mercado brasileiro de opções com operações estruturadas na venda de volatilidade.** Rio de Janeiro, 2017. 62p. Dissertação de Mestrado – Departamento de Administração, Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro.

O objetivo deste trabalho é realizar uma análise prática sobre as diversas estratégias no mercado financeiro com operações estruturadas de opções. Para tal, o foco estipulado foi em cima da venda de volatilidade, cenário em que se aposta na movimentação lateral da bolsa de valores e se perde com a mudança acentuada tanto para cima quanto para baixo dos ativos. Apresentam-se algumas das diversas variações das operações estruturadas e o consequente comportamento daquelas em diferentes arranjos de opções, acompanhado do levantamento de dados do histórico da BM&FBovespa e posterior análise no período de 04 a 17 de abril de 2017 dos modelos teóricos de venda de volatilidade na realidade, destacada a influência das importantes ferramentas utilizadas por especialistas nas tomadas de decisão: as Gregas.

## Palavras-Chave

Derivativos; Opções; Operações Estruturadas; Venda de Volatilidade.

## Abstract

Bachá, Leonardo Fontes; Figueiredo, Antonio Carlos (Advisor). **A practical analysis on the brazilian market of options using structured operations with selling volatility**. Rio de Janeiro, 2017. 62p. Dissertação de Mestrado – Departamento de Administração, Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro

The objective of this work is to perform a practical analysis about the various strategies on the brazilian financial market using structured options. For this, the stipulate focus was on Selling Volatility, scenario in which the investor bets on the lateral movement of the stock market and he loses with the sharp change both upwards and downwards of the assets. An apresentation is made of some infinite variations that structured operations can be combined and the consequent behavior of those in different options, accompanied by the data collection of BM & FBovespa's history and subsequent analysis in the period from 04 to 17 April 2017 of the theoretical models of Selling Volatility in the real world, highlighted the influence of the important tools used by decision makers: the Greeks.

## Keywords

Derivatives; Options; Options Strategies; Selling Volatility.

# Sumário

1. Introdução	11
2. Referencial Teórico	16
2.1. Operações estruturadas de venda de volatilidade	16
2.1.1. Grupo Borboleta	17
2.1.1.1. Compra de Borboleta com Call's	17
2.1.1.2. Compra de Borboleta com Put's	18
2.1.1.3. Venda de Iron Borboleta	19
2.1.2. Grupo Condor	20
2.1.2.1. Compra de Condor com Call's	20
2.1.2.2. Compra de Condor com Put's	22
2.1.2.3. Venda de Iron Condor	23
2.1.3. Grupo Straddle/Strangle	25
2.1.3.1. Venda de Straddle	25
2.1.3.2. Venda de Strangle	26
2.1.4. Grupo Ratio Spread	28
2.1.4.1. Call Ratio Spread	28
2.1.4.2. Put Ratio Spread	30
2.2. As derivadas do Modelo Black&Scholes: As Gregas	31
3. Metodologia	34
3.1. Objetivo da análise	34
3.2. Dados para análise	34
4. Estudo de caso: As operações montadas	39
4.1. Grupo Borboleta	39
4.1.1. Compra de Borboleta com Call's	39
4.1.2. Compra de Borboleta com Put's	40
4.1.3. Venda de Iron Borboleta	42
4.2. Grupo Condor	43
4.2.1. Compra de Condor com Call's	43

4.2.2. Compra de Condor com Put's	44
4.2.3. Venda de Iron Condor	45
4.3. Grupo Straddle/Strangle	46
4.3.1. Venda de Straddle	46
4.3.2. Venda de Strangle	47
4.4. Grupo Ratio Spread	48
4.4.1. Call Ratio Spread	48
4.4.2. Put Ratio Spread	49
5. Análise dos resultados	51
6. Conclusão	58
7. Referências bibliográficas	61

## Lista de figuras

1. Demonstração da operação Compra de Borboleta	19
2. Demonstração da operação Venda e Iron Borboleta	20
3. Demonstração da operação Compra de Condor	23
4. Demonstração da operação Venda de Iron Condor	24
5. Demonstração da operação Venda de Straddle	26
6. Demonstração da operação Venda de Strangle	27
7. Demonstração da operação Call Ratio Spread	29
8. Demonstração da operação Put Ratio Spread	31
9. Quadro dos parâmetros	58
10. Quadro de desempenho dos grupos	58

## 1. Introdução

Os derivativos são um poderoso conjunto de ferramentas de aplicação financeira que têm como principal serventia a proteção de seu usuário dos diferentes tipos de oscilações a que os ativos estão sujeitos ao longo do tempo pelas imprevisíveis variáveis atuantes no cenário econômico onde um bem com valor atrelado está inserido. Porém, além de sua principal função de hedge financeiro dentro das instituições, alguns investidores utilizam as técnicas de derivativos com a intenção de especular e de fato apostam em uma futura variação do mercado tomando uma posição comprada ou vendida de contratos ancorados no valor de um ativo específico e portanto auferem lucro ou prejuízo de acordo com a diferença do preço estabelecido no contrato (*Exercício*) e o preço corrente (*Spot*) no fechamento de sua posição inicial, por ato contrário da abertura.

No entanto, tal função especulativa deve ser exercida com cuidado, pois uma posterior execução adversa à estratégia inicialmente adotada é possível, mesmo que tida como pouco provável e se o agente não estiver devidamente resguardado, estará sujeito a perdas na devida proporção de investimento e especulação que podem vir a se tornar desastrosas dependendo do grau da cobertura (e principalmente da falta dela) da aposta associada ao resultado final do exercício. Por exemplo, um administrador financeiro que acredita na baixa do ouro pode vender no mercado futuro uma determinada quantidade do produto travado em reais sem possuir o mesmo, estando assim descoberto no ativo e se beneficiando com os ajustes diários se realmente seu prognóstico se concretizar. Por outro lado, o investidor é obrigado a deixar uma garantia na Bolsa caso o cenário se mostre desfavorável ao especulador, que nesta situação se prejudica com os abatimentos do ajuste diário em cima de seu depósito em garantia.

Apesar das delicadas operações envolvendo os agentes especulativos, os derivativos se mostram como um grande desafio até

para os agentes hedgers dentro do meio empresarial por esbarrarem na falta de conhecimento dos conceitos por parte de seus superiores que na prática reclamam o prejuízo financeiro na apuração dos resultados finais da empresa pelo uso de derivativos, mas não levam em consideração (ou convém não considerar) que a aparente perda é de certa forma um seguro custeado para evitar cenários ainda mais negativos. Se uma empresa exportadora tem uma receita daqui a dois meses em dólar por exemplo, ela pode desejar se planejar e projetar seu fluxo de caixa desde já combinando uma cotação de câmbio de dólar com o banco num contrato a termo. O administrador financeiro desta empresa por sua vez é ovacionado se na data final do contrato a cotação corrente do dólar se encontrar abaixo do preço acertado, pois a empresa deixa de perder uma grande quantia de reais devido a desvalorização da moeda estrangeira. Mas por outro lado, se a moeda estrangeira se valoriza, certamente o responsável desta operação deverá ser chamado para dar explicações à gerência do porquê da perda financeira com a alta do dólar.

Além dos exemplos mencionados, uma terceira modalidade de derivativos não menos utilizada e que geralmente é bastante explorada por abrir inúmeras possibilidades de planejamento devido às suas combinações mais sofisticadas, são as opções financeiras, o enfoque deste trabalho. Uma opção, segundo Cavalcante Filho (1998) é o direito de comprar ou vender uma quantidade predeterminada do ativo objeto da opção a um preço fixo. Possuem um conceito muito simples e são uma ferramenta com uma funcionalidade que assegura ao detentor o poder de escolha no futuro do preço do ativo que traz o maior benefício oferecido na opção se comparado com o mercado. Uma opção de compra por exemplo confere ao dono o direito de comprar determinado ativo pelo preço mais barato entre o mercado (*Spot*) e o contrato (*Exercício*) na data de vencimento. Todavia se o papel fosse uma opção de venda (apenas existem estes dois tipos de opções), o dono teria o direito de vender o ativo pelo preço mais caro na data de vencimento. Em inglês, opção de compra é *CALL* e opção de venda é *PUT*.

Outro fator trivial pertinente ao conceito é a relação entre as partes do contrato: o dono do direito e o responsável pelo cumprimento do estabelecido na opção. O que justamente diferencia os dois é quem paga o prêmio pelo direito (dono) e quem recebe o prêmio (responsável) por ter que arcar com sua obrigação se acionado. A terminologia mais comum é associar ao dono do contrato como o agente comprado e ao responsável como o agente vendido. Assim, existem quatro situações elementares das operações com opções: Estar comprado em opção de compra ( *C CALL* ); Estar vendido em opção de compra ( *V CALL* ); Estar comprado em opção de venda ( *C PUT* ); Estar vendido em opção de venda ( *V PUT* ).

A combinação destas quatro maneiras de se obter opções é o que configura as mais diversas operações ditas de estruturadas que desenham estratégias para os diferentes cenários do mercado, que vão proporcionar ao especulador (o hedger usualmente não combina, pois sua intenção não é apostar e sim se garantir) meios de apostar no mercado em alta, em baixa, com grande variação de volatilidade e com pouca variação de volatilidade. Este trabalho objetiva analisar mais precisamente a pouca variação de volatilidade que na literatura é sinônimo de venda de volatilidade.

A pouca variação de volatilidade é quando o mercado se movimenta de lado, ou seja ele não varia nem muito para cima, nem muito para baixo e é o que normalmente ocorre quando a produção de um ativo se encontra numa situação de equilíbrio dentro de um quadro econômico estável. Tal fato pode significar uma conjunção de vários aspectos: um andamento comum de determinado setor, uma relação internacional sem grandes variações entre países importadores e exportadores, e ainda pode ser reflexo de um país com instituições políticas seguras sem grandes ameaças ao livre mercado.

Nestes cenários portanto, tudo corre de modo uniforme e não se possui informações de que o mercado vai mudar bruscamente pois não há incertezas quanto a qualquer natureza de mudança, seja ela no quadro

político, seja na produção ou em safras agrícolas, seja em relações internacionais ou até mesmo por notícias privilegiadas internas de grandes companhias. Diferentemente do que acontece em épocas de crises internas ou externas, onde se aposta na recessão do mercado em um ou mais setores, determinados bens podem ser prejudicados em sua demanda levando os preços de suas ações para baixo como reação negativa. Já o inverso também pode ocorrer, com prosperidade econômica mundial ou evolução de algum segmento, a alta de ativos pode ser configurada e quem apostou na valorização da bolsa se beneficiou.

No Brasil, nas eleições de 2002 por exemplo, a grande incerteza política de um candidato tido como de esquerda fez com que o mercado despencasse (depois gradativamente se reestabeleceu) na posse do então presidente Luiz Ignácio Lula da Silva, levando aos apostadores na baixa a lucrarem uma fortuna com isso. O surgimento da China como potência mundial e grande parceiro comercial do Brasil fez com que a exportação de commodities explodisse a partir dos anos 2000 e em meados de 2010, o país gozava de uma favorável combinação de fatores macroeconômicos e internos como o fenômeno da supersafra agrícola que elevou a balança comercial fazendo evoluir positivamente o mercado acionário brasileiro e dando dinheiro a quem apostou na alta. Entretanto na contramão desta ascensão, o impedimento da ex-presidente da República Dilma Russef ao final de 2015 por irresponsabilidade administrativa aliado a um novo movimento anticorrupção da sociedade liderado pelo Ministério Público deflagrou uma reação negativa em cadeia no país e levou tanto a economia como o mercado brasileiro ao movimento de queda generalizada até meados de 2017.

Com o país em crise, outras oportunidades surgem e o conhecimento de derivativos pode levar bons investidores a se destacarem, pois uma alta inesperada pode voltar a ocorrer e quem souber apostar colherá os frutos. Sendo assim, tais exemplos de dinamismo econômico demonstram como o mercado é cíclico e estudar ferramentas para melhor se interagir com ele, tal como operações

estruturadas de opções, é mais um atributo que certamente diferencia um agente numa tomada de decisão financeira. A intenção deste trabalho é esclarecer aos interessados a prática de operações envolvendo opções para o caso de pouca variação percentual dos ativos da bolsa e consequentemente desenvolver também por associações o raciocínio lógico do funcionamento de derivativos como um todo.

Após esta introdução, o referencial teórico vêm no próximo capítulo com a teoria em foco seguida da metodologia deste trabalho no terceiro capítulo, estudo de caso no quarto, análise dos resultados no quinto, conclusão no sexto e por fim referencial bibliográfico no sétimo.

## 2. Referencial teórico

### 2.1. Operações estruturadas de venda de volatilidade

Além das quatro formas de se obter opções demonstradas na introdução, há também a possibilidade de se manipular as opções pelos preços de exercício ( $E$ ) e pelo tempo até o vencimento ( $T$ ). Desta maneira, as operações estruturadas nada mais são do que a combinação destas quatro formas mais globais ( $C CALL$ ;  $V CALL$ ;  $C PUT$ ;  $V PUT$ ) com o manuseio de  $E$  e  $T$  de cada uma das opções tratadas, tendo esta combinação um objetivo específico. O objetivo analisado será a venda de volatilidade que concentra o lucro em uma determinada região ao redor da cotação esperada ( $e$ ). Isto é possível pois as opções, conforme observado graficamente, possuem a peculiaridade de travar através de retas um limite para valores máximos/mínimos de perda/ganho. Operações com a variação de  $T$  não serão analisadas neste trabalho.

Uma consideração fundamental no entendimento das operações: quando se **compra** uma operação estruturada se desembolsa uma quantia inicial traduzida em investimento que é recompensada caso o ativo fique cotado na região prevista; quando se **vende** uma operação estruturada, ganha-se uma quantia inicial traduzida em recebimento que não se transforma em obrigação caso o ativo fique cotado na região prevista. A intenção é a mesma, mas a forma de lucro é diferente: no caso da compra o lucro vem na data final e a estratégia é bem sucedida se for exercida no vencimento; já no caso da venda o “dinheiro” entra na data inicial e ele só se configura lucro se a estratégia for bem sucedida não sendo exercida no vencimento.

Os conceitos abordados neste trabalho foram referenciados de Figueiredo (2016) e serão analisados quatro grande grupos de operações estruturadas: Grupo Borboleta; Grupo Condor; Grupo Strangle/Straddle; Grupo Ratio Spread. O nome de cada grupo se dá devido à semelhança

visual da forma que as operações adquirem graficamente. O site americano do OIC (Options Industry Council) também foi consultado no desenvolvimento desta abordagem de Grupos.

## 2.1.1. Grupo Borboleta

### 2.1.1.1. Compra de Borboleta com CALL's

A Compra de Borboleta normal com opções de compra (CALL's) é uma operação que envolve a compra de uma opção de compra de preço de exercício mais baixo, a venda dobrada de opção de compra de preço de exercício intermediário e a compra de uma opção de compra de preço de exercício mais alto. Compra-se normalmente, preço de exercício com diferenças iguais (duas unidades no exemplo abaixo), e como a soma dos prêmios das opções compradas é sempre maior que o prêmio dobrado da opção de compra vendida, a estratégia envolve um pequeno investimento no início. Todas as opções vencem na mesma data.

O agente que monta esta operação aposta que o ativo (**S**) vai oscilar pouco e estará na data de vencimento das opções próximo ao preço de exercício intermediário (**e**). Nesta situação ele vai receber a diferença dos preços de exercício menos o somatório dos prêmios pagos e recebidos (**Inv.**), mas se a cotação do ativo foge da região demarcada para cima ou para baixo, ele perde todo seu investimento feito.

Configuração da operação:

Quantidade de compra/venda	Preço de exercício da opção	Prêmio pagos/recebidos
C uma CALL	$E = e - 2$	(p1)
V duas CALL	$E = e$	2p2
C uma CALL	$E = e + 2$	(p3)

Invest. total (Inv.):  $2p2 - p1 - p3$

Tabela Resultado:

Cotação do ativo na data de vencimento	Valor da opção			Resultado
	C CALL E = e-2	V 2CALL E =e	C CALL E = e+2	
$S = e - 2$	0	0	0	(Inv.)
$S = e$	2	0	0	2 – Inv.
$S = e + 2$	4	(4)	0	(Inv.)

### 2.1.1.2.Compra de Borboleta com *PUT's*

Uma variação também válida da forma de se obter a Borboleta comum neste mesmo formato pode ser feita com opções de venda (*PUT's*) ao invés de opções de compra (*CALL's*). O que significa numa composição de uma compra de uma opção de venda em um preço de exercício baixo, a venda de duas opções de venda com preço de exercício intermediário e compra de uma opção de venda de exercício mais alto, todas com mesma data de vencimento. A tabela resultado da Compra de Borboleta com *PUT's* é apenas um espelho em torno da diagonal principal dos valores das opções em relação à tabela apresentada da Compra de Borboleta com *CALL's*, o que mantém o resultado idêntico e portanto o mesmo gráfico.

Configuração da operação:

Quantidade de compra/venda	Preço de exercício da opção	Prêmio pagos/recebidos
C uma PUT	$E = e - 2$	(p1)
V duas PUT	$E = e$	2p2
C uma PUT	$E = e + 2$	(p3)

Invest. total (Inv.): $2p_2 - p_1 - p_3$ 

Tabela Resultado:

Cotação do ativo na data de vencimento	Valor da opção			Resultado
	C PUT E = e-2	V 2 PUT E = e	C PUT E = e+2	
$S = e - 2$	0	(4)	4	(Inv.)
$S = e$	0	0	2	2 – Inv.
$S = e + 2$	0	0	0	(Inv.)

Graficamente:

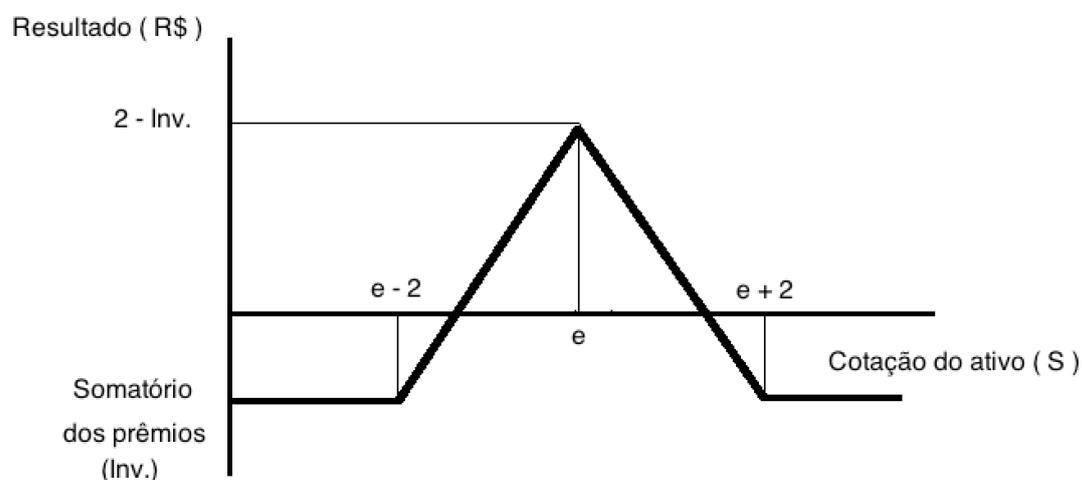


Figura 1: Demonstração da operação Compra de Borboleta (elaborado pelo autor).

### 2.1.1.3.Venda de Iron Borboleta

A Venda de Iron Borboleta, por sua vez é uma estratégia que combina a compra de uma opção de compra num preço de exercício alto, vender uma opção de compra e uma opção de venda de preço de exercício intermediário e comprar uma opção de venda em um preço de exercício mais baixo. A principal diferença desta operação para uma Compra de Borboleta convencional é que ao invés de realizar um investimento, começa-se com um recebimento inicial pois as opções vendidas estão mais dentro do dinheiro (mais chance de acontecerem). Os preços de exercício normalmente são escolhidos com um intervalo fixo de diferença e todas as opções vencem na mesma data.

Configuração da operação:

Quantidade de compra/venda	Preço de exercício da opção	Prêmio pagos/recebidos
C uma PUT	$E = e - 2$	(p1)

V uma PUT	$E = e$	$p_2$
V uma CALL	$E = e$	$p_3$
C uma CALL	$E = e + 2$	$(p_4)$

Receb. (Rec.):  $p_2 + p_3 - p_1 - p_4$

Tabela Resultado:

Cotação do ativo na data de vencimento	Valor da opção				Resultado
	C PUT $E=e-2$	V PUT $E=e$	V CALL $E=e$	C CALL $E=e+2$	
$S = e - 2$	0	(2)	0	0	Rec. - 2
$S = e$	0	0	0	0	Rec.
$S = e + 2$	0	0	(2)	0	Rec. - 2

Graficamente:

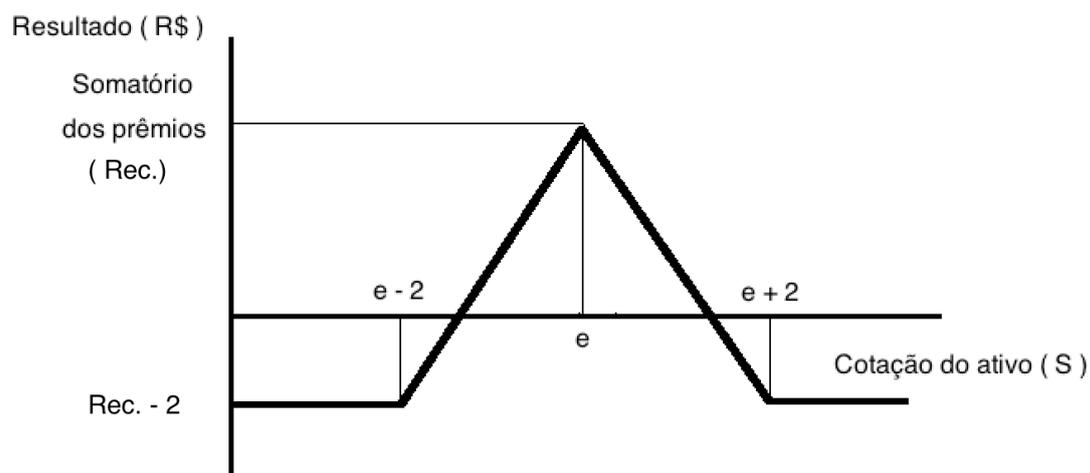


Figura 2: Demonstração da operação Venda de Iron Borboleta (elaborado pelo autor).

## 2.1.2. Grupo Condor

### 2.1.2.1. Compra de Condor com CALL's

A Compra de Condor com opções de compra (CALL's) é uma operação parecida com a Borboleta comum, com a diferença de que ao

invés de limitar a região perto da opção com preço de exercício intermediário, aposta-se que a cotação ( $S$ ) do ativo estará perto de uma região mais ampla próxima de dois ativos com preços de exercício intermediário na data de fechamento. Envolve portanto a compra de uma opção de compra de preço de exercício mais baixo, a venda de uma opção de compra de preço de exercício acima, a venda de outra opção de compra de preço de exercício um pouco mais acima e por fim a compra de uma opção de compra de preço de exercício mais alto. Opera-se normalmente com uma diferença igual entre os preços de exercício, e como a soma dos prêmios das opções compradas é sempre maior que a soma do prêmio das opções vendidas, tem-se um investimento na data inicial e todas opções vencem na mesma data.

O agente que monta uma operação condor aposta que o ativo ( $S$ ) vai oscilar pouco e estará na data de vencimento das opções próximo aos dois preços de exercício intermediário ( $e$ ). Nesta situação ele vai receber a diferença dos preços de exercício menos o somatório dos prêmios pagos e recebidos ( $Inv.$ ), mas se a cotação do ativo foge da região demarcada para cima ou para baixo, ele perde todo seu investimento feito.

#### Configuração da operação:

Quantidade de compra/venda	Preço de exercício da opção	Prêmio pagos/recebidos
C uma CALL	$E = e - 3$	(p1)
V uma CALL	$E = e - 1$	p2
V uma CALL	$E = e + 1$	p3
C uma CALL	$E = e + 3$	(p4)

Invest. total (Inv.):  $p2+p3-p1-p4$

#### Tabela Resultado:

Cotação do ativo na data de vencimento	Valor da opção				Resultado
	C CALL $E = e-3$	V CALL $E=e-1$	V CALL $E=e+1$	C CALL $E=e+3$	
$S = e - 3$	0	0	0	0	(Inv.)
$S = e - 1$	2	0	0	0	2 – Inv.
$S = e + 1$	4	(2)	0	0	2 – Inv.

$S = e + 3$	6	(4)	(2)	0	(Inv.)
-------------	---	-----	-----	---	--------

### 2.1.2.2. Compra de Condor com *PUT's*

Uma variação da Compra de Condor com opções de compra (*CALL's*) que produz o mesmo formato é uma Compra de Condor com opções de venda (*PUT's*). Neste caso, compra-se uma opção de venda de preço de exercício mais baixo, vende-se uma opção de venda de preço de exercício acima e outra de preço de exercício mais acima e por fim se compra uma opção de venda de preço de exercício mais alto. Geralmente o intervalo entre os preços de exercício é igual e a data de vencimento é necessariamente igual para todas opções. A tabela resultado da Compra de Condor com *PUT's* é apenas um espelho em torno da diagonal principal dos valores das opções em relação à tabela apresentada da Compra de Condor com *CALL's*, o que mantém o resultado idêntico e portanto o mesmo gráfico.

Configuração da operação:

Quantidade de compra/venda	Preço de exercício da opção	Prêmio pagos/recebidos
C uma PUT	$E = e - 3$	(p1)
V uma PUT	$E = e - 1$	p2
V uma PUT	$E = e + 1$	p3
C uma PUT	$E = e + 3$	(p4)

Invest. total (Inv.):  $p2 + p3 - p1 - p4$

Tabela Resultado:

Cotação do ativo na data de vencimento	Valor da opção				Resultado
	C PUT $E = e - 3$	V PUT $E = e - 1$	V PUT $E = e + 1$	C PUT $E = e + 3$	
$S = e - 3$	0	(2)	(4)	6	(Inv.)
$S = e - 1$	0	0	(2)	4	2 – Inv.
$S = e + 1$	0	0	0	2	2 – Inv.
$S = e + 3$	0	0	0	0	(Inv.)

Graficamente:

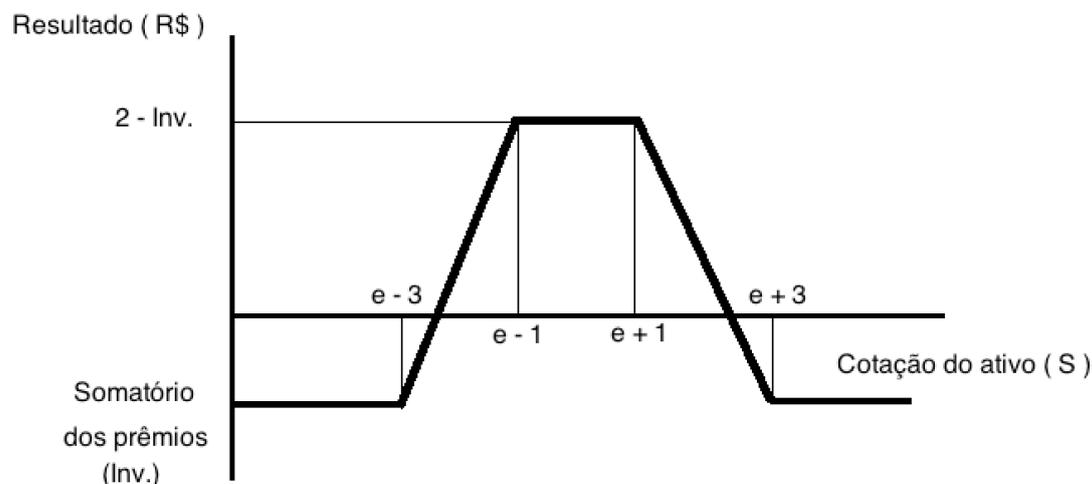


Figura 3: Demonstração da operação Compra de Condor (elaborado pelo autor).

### 2.1.2.3.Venda de Iron Condor

A Venda de Iron Condor, por sua vez é uma estratégia que o investidor vende uma opção de compra (**e+1**) enquanto compra outra opção de compra (**e+3**), com preço de exercício alto e vende uma opção de venda (**e-1**) enquanto compra outra opção de venda (**e-3**), com preço de exercício baixo. A principal diferença desta operação para uma Compra de Condor convencional é que ao invés de realizar um investimento, começa-se com um recebimento inicial pois as opções vendidas estão mais dentro do dinheiro (mais chance de acontecerem). Os preços de exercício normalmente são escolhidos com um intervalo fixo de diferença e todas as opções vencem na mesma data.

Configuração da operação:

Quantidade de compra/venda	Preço de exercício da opção	Prêmio pagos/recebidos
C uma PUT	$E = e - 3$	(p1)
V uma PUT	$E = e - 1$	p2
V uma CALL	$E = e + 1$	p3

C uma CALL	E = e + 3	(p4)
Recib. total (Rec.): p2+p3-p1-p4		

Tabela Resultado:

Cotação do ativo na data de vencimento	Valor da opção				Resultado
	C PUT E = e-3	V PUT E=e-1	V CALL E=e+1	C CALL E=e+3	
S = e - 3	0	(2)	0	0	Rec. - 2
S = e - 1	0	0	0	0	Rec.
S = e + 1	0	0	0	0	Rec.
S = e + 3	0	0	(2)	0	Rec. - 2

Graficamente:

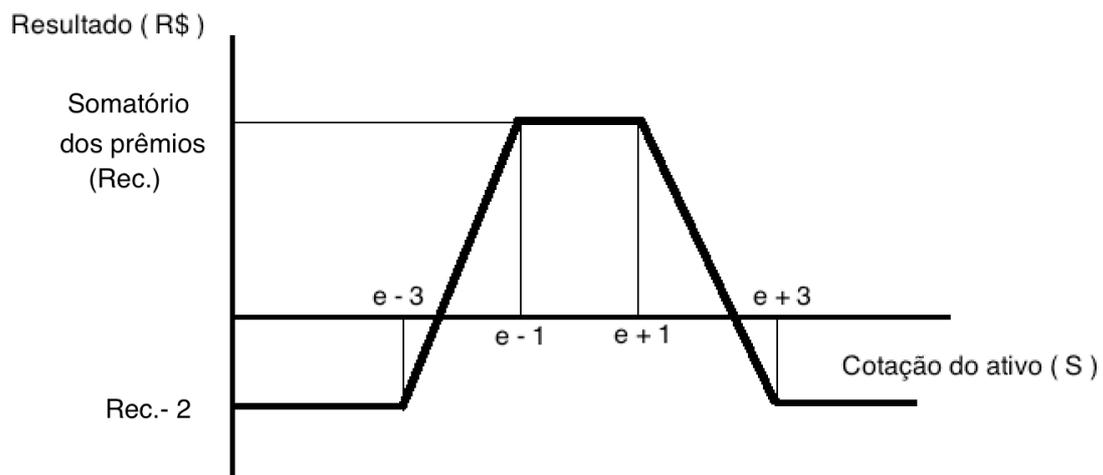


Figura 4: Demonstração da operação Venda de Iron Condor (elaborado pelo autor).

## 2.1.3. Grupo Straddle/Strangle

### 2.1.3.1. Venda de Straddle

A venda de Straddle é uma estratégia que envolve a venda de opção de compra e a venda de opção de venda de mesmo preço de exercício, ambas com mesma data de vencimento. Como o objetivo do investidor é apostar na baixa volatilidade, ele espera que a cotação do ativo objeto esteja próximo do preço de exercício das opções vendidas, de forma que ele não seja exercido. É uma estratégia muito arriscada, pois o apostador está vendido a descoberto nas duas opções, ou seja não tem trava de limite de perda na alta nem na baixa do ativo.

Nesta operação é fato que o investidor começa recebendo um somatório dos dois prêmios pois está vendido nas duas opções, mas a partir do momento em que a cotação do ativo ( $S$ ) fica abaixo do preço de exercício esperado menos o prêmio da opção de compra ( $e - p1 - p2$ ) ou fica acima do preço de exercício mais o prêmio da opção de venda ( $e + p2 + p1$ ), ele tem prejuízo.

Configuração da operação:

Quantidade de compra/venda	Preço de exercício da opção	Prêmio pagos/recebidos
V uma CALL	$E = e$	$p1$
V uma PUT	$E = e$	$p2$

Receb. total (Rec.):  $p1 + p2$

Tabela Resultado :

Cotação do ativo na data de vencimento	Valor da opção		Resultado
	V CALL $E = e$	V PUT $E = e$	
$S = e - 4$	0	(4)	Rec. - 4
$S = e - 2$	0	(2)	Rec. - 2
$S = e$	0	0	Rec.
$S = e + 2$	(2)	0	Rec. - 2

$S = e + 4$	(4)	0	Rec. - 4
-------------	-----	---	----------

Graficamente:

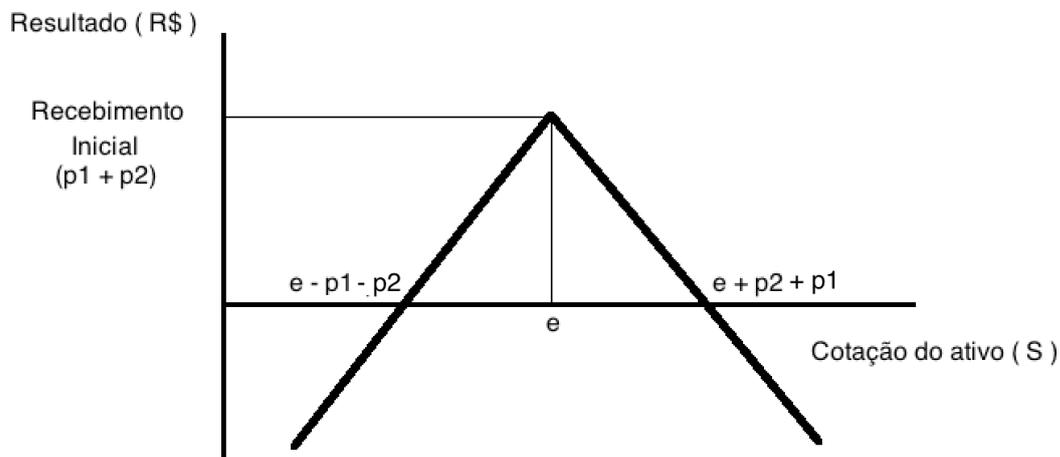


Figura 5: Demonstração da operação Venda de Straddle (elaborado pelo autor).

### 2.1.3.2.Venda de Strangle

A venda de Strangle é uma operação semelhante à venda de Straddle, mas a diferença é que são utilizadas uma venda de opção de venda com preço de exercício um pouco abaixo da cotação em que se aposta e uma venda de uma opção de compra com preço de exercício um pouco acima da mesma cotação, ambas com mesma data de vencimento. Portanto, a região pretendida se torna um pouco maior porém com prêmio recebido inicial pelas duas opções um pouco menor por serem opções de preço de exercício com menos chance de ocorrerem (mais fora do dinheiro). Ainda sim é uma estratégia de alto risco, pois o investidor está vendido a descoberto nas duas opções.

Nesta operação é fato que o investidor começa recebendo um somatório dos dois prêmios pois está vendido nas duas opções, mas a partir do momento em que a cotação do ativo (**S**) fica abaixo do preço de exercício menos o prêmio da opção de compra ( $e - p2 - p1$ ) ou fica acima

do preço de exercício mais o prêmio da opção de venda ( $e + p2 + p1$ ), ele tem prejuízo.

Configuração da operação:

Quantidade de compra/venda	Preço de exercício da opção	Prêmio pagos/recebidos
V uma CALL	$E = e + 2$	$p1$
V uma PUT	$E = e - 2$	$p2$

Receb. total (Rec.):  $p1 + p2$

Tabela Resultado:

Cotação do ativo na data de vencimento	Valor da opção		Resultado
	V CALL $E = e + 2$	V PUT $E = e - 2$	
$S = e - 4$	0	(2)	Rec. - 2
$S = e - 2$	0	0	Rec.
$S = e$	0	0	Rec.
$S = e + 2$	0	0	Rec.
$S = e + 4$	(2)	0	Rec. - 2

Graficamente:

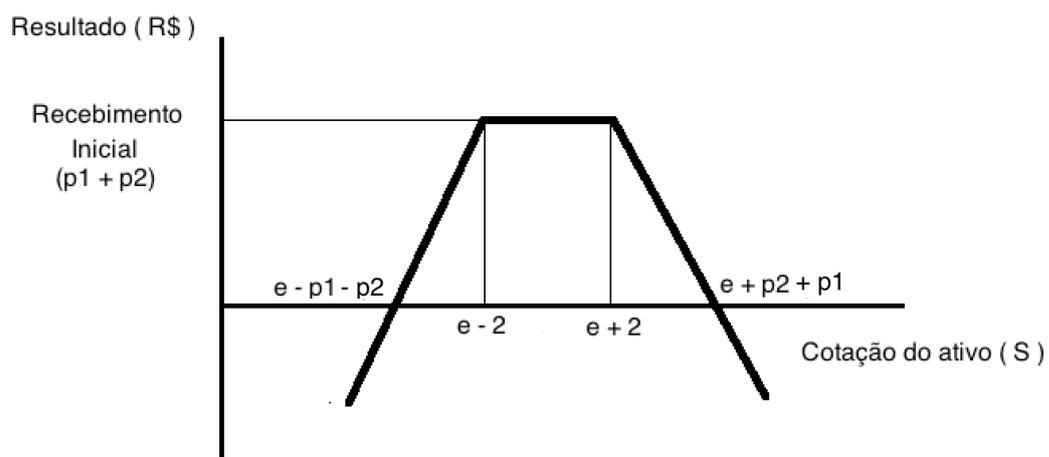


Figura 6: Demonstração da operação Venda de Strangle (elaborado pelo autor).

## 2.1.4. Grupo Ratio Spread

### 2.1.4.1. Call Ratio Spread

A operação de Call Ratio Spread envolve a compra de uma opção de compra de preço de exercício mais baixo e a venda de uma quantidade maior de opções de compra de preço de exercício mais alto na mesma data de vencimento, de forma que se mantenha o Delta neutro. É uma estratégia que proporciona lucro máximo quando o ativo está próximo do preço de exercício mais alto, porém muito arriscada na medida em que este preço se eleva demais pois a venda em maior proporção da opção de preço de exercício mais alto deixa o investidor descoberto na alta do ativo.

O Delta é a grega que explica a variação do prêmio da opção em função da cotação do ativo, e define a proporcionalidade entre as *CALL's* (com *E* distintos) compradas e vendidas, pois em teoria se o Delta da operação for neutro protege o investidor de oscilações no mercado. Na metodologia, as gregas serão exploradas como parâmetros de análise e por agora vale a propriedade que para zerar o Delta de uma operação se negocia *x* quantidades da opção de menor Delta para uma de maior Delta, onde *x* é dado por *DM* (Delta Maior) divididos por *dm* (delta menor).

Em teoria este Delta neutro é para um valor infinitesimal de variação do preço do ativo, e a proteção no instante da compra não vai se perpetuar pois o ativo, pela oscilação natural do mercado, vai mudar de preço. Por isso é interessante lembrar que esse tipo de operação é utilizado por períodos curtos de tempo, porque conforme o tempo vai passando o delta deve ser rebalanceado (FRANCO, 1984).

Configuração da operação:

Quantidade de compra/venda	Preço de exercício da opção	Prêmio pagos/recebidos	Delta da opção
----------------------------	-----------------------------	------------------------	----------------

C uma CALL	$E = e - 1$	(p1)	DM
V x CALL	$E = e + 1$	$x \cdot p2$	dm

Onde  $x = DM/dm$

Invest. total (Inv.):  $x \cdot p2 - p1$

Tabela Resultado:

Cotação do ativo na data de vencimento	Valor da opção		Resultado
	C 1 CALL $E = e - 1$	V x CALL $E = e + 1$	
$S = e - 2$	0	0	(Inv.)
$S = e - 1$	0	0	(Inv.)
$S = e$	1	0	$1 - Inv.$
$S = e + 1$	2	0	$2 - Inv.$
$S = e + 2$	3	$x \cdot (1)$	$3 - x - Inv.$
$S = e + 3$	4	$x \cdot (2)$	$4 - 2x - Inv.$
$S = e + 4$	5	$x \cdot (3)$	$5 - 3x - Inv.$

Graficamente:

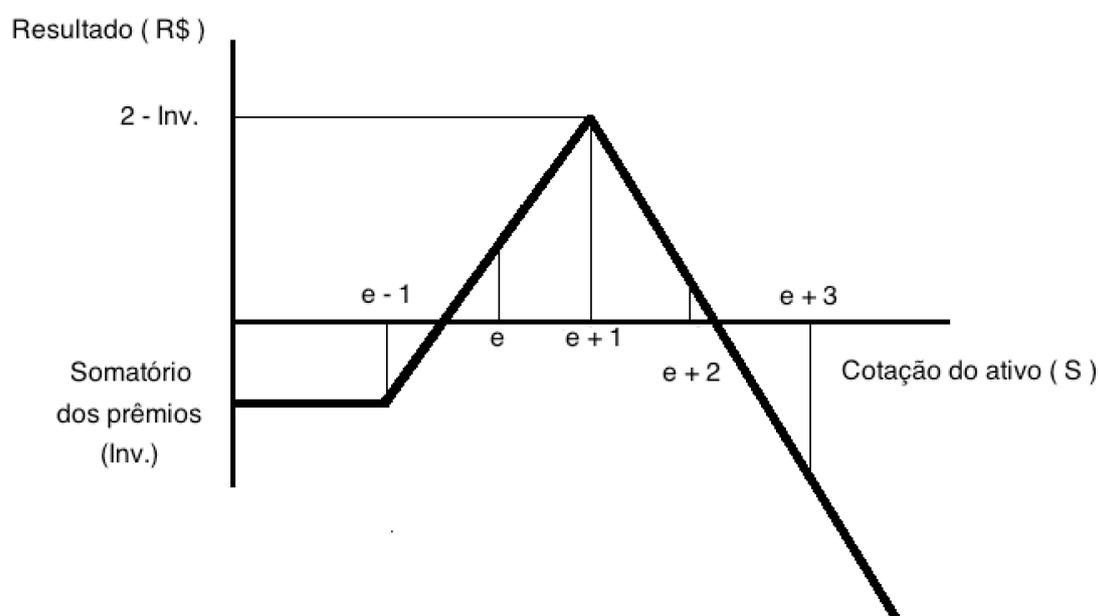


Figura 7: Demonstração da operação Call Ratio Spread (elaborado pelo autor).

Conforme análise da tabela e do gráfico, o lado direito da operação se encontra descoberto, o que a torna muito arriscada na alta do ativo. Isto porque a quantidade vendida  $x$  é sempre maior do que 1, que exprime a quantidade comprada, tornando a razão de perda com  $V CALL$  maior em relação ao ganho de  $C CALL$ , desproporcionalmente levando a uma queda sem cobertura quanto mais o ativo subir. A opção atinge seu lucro máximo próximo do  $E$  mais alto ( $e + 1$ ) com o respectivo resultado ( $2 - Inv.$ ), porém após esta cotação o aumento crescente de  $x$  negativo se encarrega de prejudicar o estrategista.

### 2.1.4.2. Put Ratio Spread

A operação de Put Ratio Spread envolve a compra de uma opção de venda de preço de exercício mais alto e a venda de uma quantidade maior de opções de venda de preço de exercício mais baixo na mesma data de vencimento, de forma que se mantenha o Delta neutro. É uma estratégia que proporciona lucro máximo quando o ativo está próximo do preço de exercício mais baixo, porém muito arriscada na medida em que este preço abaixa demais pois a venda em maior proporção da opção de preço de exercício mais baixo deixa o investidor descoberto na baixa do ativo. É uma estratégia logicamente semelhante à Call Ratio Spread, entretanto aqui se espelha o gráfico em torno de  $e$ , e a curva fica descendente quando a cotação do ativo perde valor pois as  $x$  quantidades de  $V PUT$  com  $E$  menor ( $e - 1$ ) sempre supera a quantidades de  $C PUT$  de  $E$  maior ( $e + 1$ ), já que  $x > 1$ .

Configuração da operação:

Quantidade de compra/venda	Preço de exercício da opção	Prêmio pagos/recebidos	Delta da opção
$V \times PUT$	$E = e - 1$	$x \cdot p1$	$dm$
$C \text{ uma } PUT$	$E = e + 1$	$(p2)$	$DM$

Onde  $x = DM/dm$

Invest. total (Inv):  $x \cdot p1 - p2$

Tabela Resultado:

Cotação do ativo na data de vencimento	Valor da opção		Resultado
	V x PUT E = e-1	C 1 PUT E = e+1	
$S = e - 4$	$x \cdot (3)$	5	$5 - 3x - \text{Inv.}$
$S = e - 3$	$x \cdot (2)$	4	$4 - 2x - \text{Inv.}$
$S = e - 2$	$x \cdot (1)$	3	$3 - x - \text{Inv.}$
$S = e - 1$	0	2	$2 - \text{Inv.}$
$S = e$	0	1	$1 - \text{Inv.}$
$S = e + 1$	0	0	(Inv.)
$S = e + 2$	0	0	(Inv.)

Graficamente:

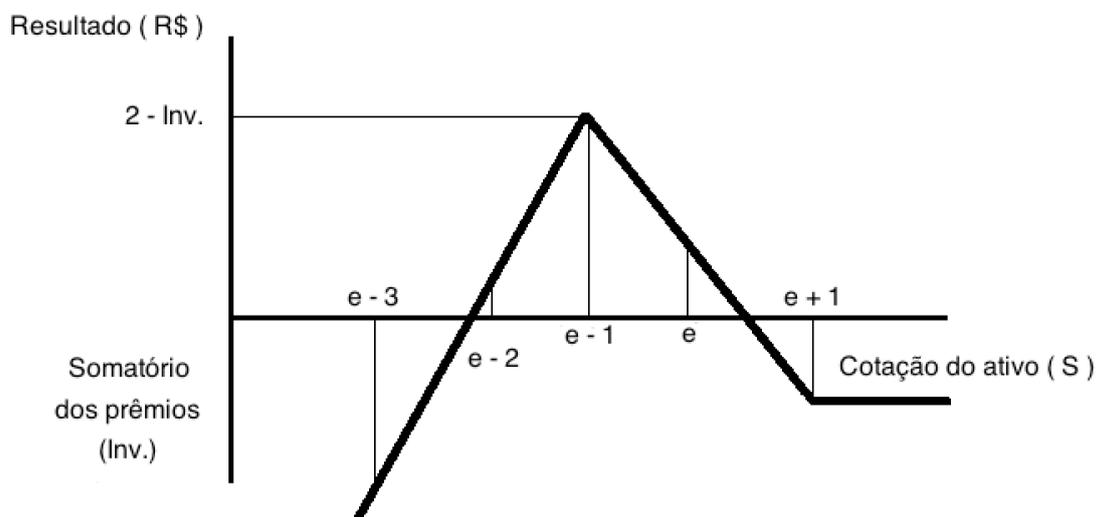


Figura 8: Demonstração da operação Put Ratio Spread (elaborado pelo autor).

## 2.2.As derivadas do Modelo Black&Scholes: As Gregas

O modelo Black&Scholes (1973) foi desenvolvido por Fischer Black e Myron Scholes e é o método teórico utilizado para se calcular o prêmio das opções de venda e de compra europeias, aquelas exercidas apenas no vencimento. O modelo tem como principal premissa que a distribuição de probabilidade do retorno do ativo é uma log-normal, ou seja seu logaritmo natural é normalmente distribuído. Também se trata de um

processo estocástico, o que significa uma série de distribuições de probabilidade ao longo do tempo. A fórmula do modelo é dada por:

$$c = S N(d_1) - E e^{-rt} N(d_2)$$

$$p = E e^{-rt} N(-d_2) - S N(-d_1)$$

$$d_1 = \frac{\ln\left(\frac{S}{E}\right) + \left(r + \left(\frac{\sigma^2}{2}\right)\right)t}{\sigma\sqrt{t}} \quad d_2 = d_1 - \sigma\sqrt{t} = \frac{\ln\left(\frac{S}{E}\right) + \left(r - \left(\frac{\sigma^2}{2}\right)\right)t}{\sigma\sqrt{t}}$$

Sendo :

c – Prêmio teórico da opção de compra (*CALL*)

p – Prêmio teórico da opção de venda (*PUT*)

S – Cotação à vista do ativo-objeto (*Preço Spot*)

E – Preço de exercício

r – Taxa de juros livre de risco nominal contínua

t – Tempo para o vencimento da opção (em dias úteis)

$\sigma$  - Volatilidade do ativo - objeto

N (x) – Função de probabilidade cumulativa de uma variável normal padronizada

As gregas por conseguinte são derivadas parciais da equação principal do prêmio de Black&Scholes das variáveis que servem de entrada para o modelo. A compreensão destas ajudam na análise da variação do prêmio da opção de acordo com o parâmetro utilizado, e são elas:

$$\Delta \text{ (Delta)} = \frac{\partial f}{\partial S}$$

$$\gamma \text{ (Gama)} = \frac{\partial^2 f}{\partial S^2}$$

$$\theta \text{ (Teta)} = \frac{\partial f}{\partial T}$$

$$\nu \text{ (Vega)} = \frac{\partial f}{\partial \sigma}$$

$$\rho \text{ (Rô)} = \frac{\partial f}{\partial r}$$

Nesta representação  $f$  assume a função tanto do prêmio de uma CALL ( $c$ ), como do prêmio de uma PUT ( $p$ ) descritos acima. A grega Delta é a derivada primeira parcial de  $f$  em relação a  $S$ , isto é: da variação do prêmio em função da variação da cotação do ativo à vista que graficamente representa a inclinação da curva Prêmio x Cotação do Ativo ( $f \times S$ ). Já a grega Gama demonstra a derivada segunda parcial de  $f$  em relação a  $S$  e corresponde a variação de Delta em função da variação da cotação do ativo à vista que graficamente representa a concavidade da curva Prêmio x Cotação do Ativo ( $f \times S$ ).

A grega Teta é a derivada parcial de  $f$  em relação a  $T$ , ou seja retrata o quanto varia o prêmio da opção em função da passagem do tempo. O Vega mede a variação no preço da opção com relação a volatilidade do preço do ativo subjacente. (SILVA, 1999). A grega Rô por sua vez dá a variação do prêmio em função variação da taxa de juros livre de risco contínua projetada para o período.

### 3. Metodologia

#### 3.1. Objetivo para análise

Será verificado como funcionam as operações estruturadas demonstradas no referencial teórico com dados reais montadas uma a uma em um cenário de tempo do qual foram coletados tais informações e depois realizar-se-á julgamento e análise se as estratégias de venda de volatilidade foram adequadas ao período e o porquê.

#### 3.2. Dados para análise

Para análise de como funcionam as estratégias de venda de volatilidade no mercado brasileiro, foram obtidos dados no site da BM&FBovespa tanto dos preços de exercício das opções de compra e de venda quanto do prêmio de opções de compra e de venda das duas ações mais líquidas da bolsa, da Petrobrás e da Vale entre os dias 4 e 11 de abril de 2017, correspondente aproximadamente a penúltima semana antes do vencimento. Todas opções venceram no dia 17 de abril de 2017.

Além dos prêmios e preços de exercício  $E$ , a taxa de juros  $r$  registrada no site da Cetip transformada em contínua, o tempo  $t$  até o vencimento em dias úteis em fração de 252 dias úteis do ano e a cotação  $S$  de fechamento do ativo obtida no histórico do mercado à vista na bolsa também serão necessários para cada dia analisado.

Para a obtenção das Gregas das respectivas opções foi utilizado o programa Derivagem obtido no CD do livro Options, Futures And Other Derivatives (Hull,2006). Este programa calcula pela fórmula Black&Scholes todas as gregas de determinada função prêmio  $f$ , se tivermos as cinco variáveis de entrada. Como temos  $r$ ,  $S$ ,  $E$ ,  $t$  e o próprio

prêmio  $f$ , a volatilidade  $\sigma$  implícita se torna dada (MELLO, 2009) e se obtém portanto as derivadas da equação (Gregas).

Interessante comentar que as gregas por si, apresentam informações como ressalta Bessada (2009): Quanto maior o delta, mais dentro-do-dinheiro a opção e quanto menor o delta mais fora-do-dinheiro a opção, ou seja, com o delta maior há maior possibilidade de a opção ser executada. Apenas serão apresentadas as gregas Delta, Gama e Teta. Seguem os dados abaixo:

DIA 04/04

Opções de Compra	Preço de Exercício	Prêmio	Delta	Gama	Teta
PETR D 14	14	0,96	0,865	0,2489	-0,0109
PETR D 44	14,5	0,58	0,693	0,4034	-0,0147
PETR D 15	15	0,29	0,469	0,4725	-0,0149
PETR D 45	15,5	0,14	0,144	0,3687	-0,0126
VALE D7	27,36	2,03	0,784	0,1229	-0,0332
VALE D 57	27,86	1,60	0,728	0,1513	-0,0339
VALE D 28	28,36	1,25	0,648	0,1737	-0,0358
VALE D 62	28,86	0,96	0,557	0,1849	-0,0370
Opções de Venda	Preço de Exercício	Prêmio	Delta	Gama	Teta
PETR P 14	14	0,07	-0,148	0,2503	-0,0075
PETR P 44	14,5	0,18	-0,311	0,3936	-0,0106
PETR P 15	15	0,40	-0,527	0,4432	-0,0113
PETR P 45	15,5	0,74	-0,722	0,3619	-0,0083
VALE P 7	27,36	0,30	-0,214	0,1233	-0,0244
VALE P 57	27,86	0,43	-0,284	0,1434	-0,0280
VALE P28	28,36	0,61	-0,362	0,1586	-0,0305
VALE P 62	28,86	0,81	-0,444	0,1706	-0,0308

PUC-Rio - Certificação Digital Nº 1612372/CA

Cotação de fechamento (S) = PETR4 (14,85) e VALE5 (28,97)

Taxa de juros livre de risco (r) = 0,114489

Tempo até o vencimento (t) = 9/252 = 0,035714

DIA 05/04

Opções de Compra	Preço de Exercício	Prêmio	Delta	Gama	Teta
PETR D 14	14	0,77	0,714	0,3081	-0,0163
PETR D 44	14,5	0,41	0,567	0,4508	-0,0172
PETR D 15	15	0,19	0,346	0,4231	-0,0154
PETR D 45	15,5	0,11	0,204	0,2874	-0,0129
VALE D7	27,36	1,28	0,553	0,1348	-0,0544
VALE D 57	27,86	1,01	0,484	0,1406	-0,0526
VALE D 28	28,36	0,76	0,411	0,1424	-0,0492
VALE D 62	28,86	0,6	0,344	0,1348	-0,0462
Opções de Venda	Preço de Exercício	Prêmio	Delta	Gama	Teta
PETR P 14	14	0,15	-0,249	0,3217	-0,0123
PETR P 44	14,5	0,32	-0,435	0,4103	-0,0142
PETR P 15	15	0,6	-0,638	0,3905	-0,0124
PETR P 45	15,5	1,02	-0,767	0,2763	-0,0108
VALE P 7	27,36	0,69	-0,438	0,1954	-0,0303
VALE P 57	27,86	1	-0,531	0,1833	-0,0323
VALE P28	28,36	1,15	-0,652	0,2095	-0,0222
VALE P 62	28,86	1,58	-0,723	0,1709	-0,0217

Cotação de fechamento (S) = PETR4 (14,57) e VALE5 (27,50)

Taxa de juros livre de risco (r) = 0,114489

Tempo até o vencimento (t) = 8/252 = 0,031746

DIA 06/04

Opções de Compra	Preço de Exercício	Prêmio	Delta	Gama	Teta
PETR D 14	14	0,72	0,743	0,3414	-0,0181
PETR D 44	14,5	0,37	0,547	0,4727	-0,0187
PETR D 15	15	0,17	0,322	0,421	-0,0164
PETR D 45	15,5	0,1	0,199	0,2748	-0,0148
VALE D7	27,36	0,83	0,519	0,1937	-0,0445
VALE D 57	27,86	0,6	0,423	0,193	-0,0425
VALE D 28	28,36	0,47	0,342	0,1711	-0,0416
VALE D 62	28,86	0,33	0,264	0,1529	-0,0366
Opções de Venda	Preço de Exercício	Prêmio	Delta	Gama	Teta
PETR P 14	14	0,15	-0,257	0,3414	-0,0138
PETR P 44	14,5	0,35	-0,456	0,4052	-0,0169
PETR P 15	15	0,63	-0,659	0,3892	-0,0139
PETR P 45	15,5	1,06	-0,776	0,2671	-0,0126
VALE P 7	27,36	0,83	-0,479	0,1883	-0,0372
VALE P 57	27,86	1,12	-0,569	0,1821	-0,0365

VALE P28	28,36	1,45	-0,655	0,1696	-0,0334
VALE P 62	28,86	1,82	-0,729	0,1504	-0,0292

Cotação de fechamento (S) = PETR4 (14,53) e VALE5 (27,30)

Taxa de juros livre de risco (r) = 0,114489

Tempo até o vencimento (t) = 7/252 = 0,027777

DIA 07/04

Opções de Compra	Preço de Exercício	Prêmio	Delta	Gama	Teta
PETR D 14	14	0,8	0,846	0,3115	-0,0139
PETR D 44	14,5	0,44	0,631	0,4848	-0,0196
PETR D 15	15	0,2	0,381	0,4897	-0,0187
PETR D 45	15,5	0,09	0,198	0,3298	-0,0144
VALE D7	27,36	0,92	0,572	0,2018	-0,0484
VALE D 57	27,86	0,68	0,47	0,2033	-0,0485
VALE D 28	28,36	0,5	0,375	0,1898	-0,0467
VALE D 62	28,86	0,3	0,272	0,1787	-0,0377
Opções de Venda	Preço de Exercício	Prêmio	Delta	Gama	Teta
PETR P 14	14	0,08	-0,175	0,3086	-0,0116
PETR P 44	14,5	0,21	-0,373	0,4651	-0,0159
PETR P 15	15	0,47	-0,613	0,4701	-0,015
PETR P 45	15,5	0,75	-0,999	0,0041	0,0047
VALE P 7	27,36	0,6	-0,426	0,2099	-0,0383
VALE P 57	27,86	0,95	-0,525	0,1887	-0,0435
VALE P28	28,36	1,2	-0,625	0,1912	-0,0375
VALE P 62	28,86	1,64	-0,687	0,1579	-0,0393

PUC-Rio - Certificação Digital Nº 1612372/CA

Cotação de fechamento (S) = PETR4 (14,70) e VALE5 (27,57)

Taxa de juros livre de risco (r) = 0,114489

Tempo até o vencimento (t) = 6/252 = 0,023809

DIA 10/04

Opções de Compra	Preço de Exercício	Prêmio	Delta	Gama	Teta
PETR D 14	14	0,93	1	0	-0,0043
PETR D 44	14,5	0,51	0,835	0,496	-0,0124
PETR D 15	15	0,22	0,489	0,6844	-0,0185
PETR D 45	15,5	0,07	0,209	0,4612	-0,0136
VALE D7	27,36	0,75	0,587	0,2597	-0,0459
VALE D 57	27,86	0,49	0,455	0,2612	-0,0456
VALE D 28	28,36	0,34	0,338	0,2322	-0,0434
VALE D 62	28,86	0,23	0,246	0,1909	-0,0388

Opções de Venda	Preço de Exercício	Prêmio	Delta	Gama	Teta
PETR P 14	14	0,03	-0,091	0,2142	-0,0085
PETR P 44	14,5	0,1	-0,247	0,4339	-0,015
PETR P 15	15	0,27	-0,508	0,6183	-0,0157
PETR P 45	15,5	0,67	-0,715	0,3921	-0,0172
VALE P 7	27,36	0,52	-0,4183	0,2348	-0,0411
VALE P 57	27,86	0,84	-0,531	0,2164	-0,0467
VALE P 28	28,36	1,09	-0,649	0,2201	-0,0381
VALE P 62	28,86	1,46	-0,743	0,1869	-0,0323

Cotação de fechamento (S) = PETR4 (14,94) e VALE5 (27,59)

Taxa de juros livre de risco (r) = 0,114489

Tempo até o vencimento (t) = 5/252=0,0198412

DIA 11/04

Opções de Compra	Preço de Exercício	Prêmio	Delta	Gama	Teta
PETR D 14	14	0,77	0,829	0,3249	-0,0206
PETR D 44	14,5	0,37	0,633	0,5794	-0,0239
PETR D 15	15	0,13	0,328	0,5781	-0,0211
PETR D 45	15,5	0,04	0,126	0,3135	-0,0124
VALE D 7	27,36	0,47	0,486	0,3147	-0,0477
VALE D 57	27,86	0,28	0,339	0,2843	-0,0436
VALE D 28	28,36	0,15	0,214	0,2265	-0,0343
VALE D 62	28,86	0,09	0,137	0,1609	-0,0271
Opções de Venda	Preço de Exercício	Prêmio	Delta	Gama	Teta
PETR P 14	14	0,05	-0,139	0,3257	-0,0124
PETR P 44	14,5	0,13	-0,346	0,6689	-0,016
PETR P 15	15	0,39	-0,7	0,6496	-0,0016
PETR P 45	15,5	0,67	-1	0	0,0047
VALE P 7	27,36	0,57	-0,511	0,2948	-0,0422
VALE P 57	27,86	0,84	-0,663	0,288	-0,0342
VALE P 28	28,36	1,24	-0,773	0,2225	-0,0284
VALE P 62	28,86	1,76	-0,797	0,1599	-0,0358

Cotação de fechamento (S) = PETR4 (14,68) e VALE5 (27,24)

Taxa de juros livre de risco (r) = 0,114489

Tempo até o vencimento (t) = 4/252=0,015873

As cotações de fechamento dos ativos-objeto ação Petr4 e Vale5 ficaram em 14,28 e 26,42 respectivamente no dia útil de vencimento 17 de abril de 2017.

## 4. Estudo de Caso: As operações montadas

### 4.1. Grupo Borboleta

#### 4.1.1. Compra de Borboleta com CALL's

Aplicando o modelo teórico da operação Borboleta com CALL's a cada dia primeiramente com o ativo da Petrobrás e posteriormente com o ativo da Vale encontram-se as configurações abaixo. Observações importantes: trocam-se os sinais das gregas quando se vendem opções; e prêmios pagos recebem o sinal negativo e prêmios ganhos, o sinal positivo.

DIA 04/04

Quantidade de compra/venda	Preço de exercício da opção	Prêmio pagos/recebidos	Delta	Gama	Teta
C uma PETR D 14	E = 14	-0,96	0,865	0,2489	-0,0109
V duas PETR D 44	E = 14,5	1,16	-1,387	-0,8068	0,0294
C uma PETR D 15	E = 15	-0,29	0,469	0,4725	-0,0149
Custo:		-0,09	-0,053	-0,0854	0,0036
C uma VALE D 7	E = 27,36	-2,03	0,784	0,1229	-0,0332
V duas VALE D 57	E = 27,86	3,2	-1,456	-0,3026	0,0678
C uma VALE D 28	E = 28,36	-1,25	0,648	0,1737	-0,0358
Custo:		-0,08	-0,022	-0,0060	-0,0012

PUC-Rio - Certificação Digital Nº 1612372/CA

A Tabela Resultado abaixo acompanha o movimento de perda ou ganho da operação realizada no dia 04/04 de acordo com a mudança das cotações diárias do ativo-objeto e dos prêmios das opções ao longo do tempo até a data de vencimento 17/04. Em cinza na última linha de cada sequência é disposto o resultado final para o operador de acordo com o valor em que a opção se encontra levando em consideração o investimento ou recebimento realizado no primeiro dia de aplicação.

É importante mencionar que o custo da operação dado na tabela abaixo é obtido pelo somatório do valor das operações estruturadas pelo prêmio das opções em cada dia, e demonstra a variação do preço da estratégia até sua realização. Para melhor análise de como o valor da operação obtida irá reagir na sequência do tempo, as gregas líquidas, ou seja as gregas da operação também são apresentadas na tabela seguinte.

Tabela Resultado:

OPERAÇÃO BORBOLETA DE CALL PETR4					
Data	PETR4	Custo da Operação	Delta Líquido	Gama Líquido	Teta Líquido
04/abr	14,85	-0,09	-0,053	-0,0854	0,0036
05/abr	14,57	-0,14	-0,074	-0,1704	0,0027
06/abr	14,53	-0,15	-0,029	-0,183	0,0029
07/abr	14,70	-0,12	-0,035	-0,1684	0,0066
10/abr	14,94	-0,13	-0,181	-0,3076	0,002
11/abr	14,68	-0,16	-0,109	-0,2558	0,0061
PETR4 em 17/abr	Valor da operação			Resultado Final = Valor da operação + Custo Inicial	
S = 14,28	C PETRD14	V2 PETRD44	C PETRD15	0,28 - 0,09 = 0,19	
	0,28	0	0		
OPERAÇÃO BORBOLETA DE CALL VALES					
Data	VALE5	Custo da Operação	Delta Líquido	Gama Líquido	Teta Líquido
04/abr	28,97	-0,08	-0,022	-0,006	-0,0012
05/abr	27,50	-0,02	-0,004	-0,004	0,0016
06/abr	27,30	-0,01	0,015	-0,0212	-0,0011
07/abr	27,57	-0,06	0,007	-0,015	0,0019
10/abr	27,59	-0,11	0,015	-0,0754	0,0019
11/abr	27,24	-0,06	0,214	0,2265	-0,0343
VALE5 em 17/abr	Valor da operação			Resultado Final = Valor da operação + Custo Inicial	
S = 26,42	C VALED7	V2 VALED57	C VALED28	0 - 0,08 = -0,08	
	0	0	0		

#### 4.1.2.Compra de Borboleta com *PUT's*

Aplica-se neste item a operação estruturada Borboleta com *PUT's* e a configuração para cada ativo se torna :

DIA 04/04

Quantidade de compra/venda	Preço de exercício da opção	Prêmio pagos/recebidos	Delta	Gama	Teta
C uma PETR P 14	E = 14	-0,07	-0,148	0,2503	-0,0075
V duas PETR P 44	E = 14,5	0,36	0,622	-0,7872	0,0212
C uma PETR P 15	E = 15	-0,4	-0,527	0,4432	-0,0113
Custo:		-0,11	-0,053	-0,0937	0,0024
C uma VALE P 7	E = 27,36	-0,3	-0,214	0,1233	-0,0244
V duas VALE P 57	E = 27,86	0,86	0,568	-0,2868	0,0560
C uma VALE P 28	E = 28,36	-0,61	-0,362	0,1586	-0,0305
Custo:		-0,05	-0,008	-0,0049	0,0011

Tabela Resultado:

OPERAÇÃO BORBOLETA DE PUT PETR4					
Data	PETR4	Custo da Operação	Delta Líquido	Gama Líquido	Teta Líquido
04/abr	14,85	-0,11	-0,053	-0,0937	0,0024
05/abr	14,57	-0,11	-0,017	-0,1084	0,0037
06/abr	14,53	-0,08	-0,004	-0,0798	0,0061
07/abr	14,70	-0,13	-0,042	-0,1515	0,0052
10/abr	14,94	-0,07	-0,105	-0,0353	0,0058
11/abr	14,68	-0,18	-0,147	-0,3625	0,018
PETR4 em 17/abr	Valor da operação			Resultado Final = Valor da operação + Custo Inicial	
S = 14,28	C PETRP14	V2 PETRP44	C PETRP15	0,28 - 0,11 = 0,17	
	0	-0,44	0,72		
OPERAÇÃO BORBOLETA DE PUT VALES					
Data	VALE5	Custo /Crédito da Operação	Delta Líquido	Gama Líquido	Teta Líquido
04/abr	28,97	-0,05	-0,008	-0,0049	0,0011
05/abr	27,50	0,16	-0,028	0,0383	0,0121
06/abr	27,30	-0,04	0,004	-0,0063	0,0024
07/abr	27,57	0,10	-0,001	0,0237	0,0112
10/abr	27,59	0,07	-0,005	0,0221	0,0142
11/abr	27,24	-0,13	0,042	-0,0587	-0,0022
VALE5 em 17/abr	Valor da operação			Resultado Final = Valor da operação + Custo Inicial	
S = 26,42	C VALEP7	V2 VALEP57	C VALEP28	0 - 0,05 = -0,05	
	0,94	-2,88	1,94		

### 4.1.3.Venda de Iron Borboleta

Aplica-se neste item a operação estruturada Venda de Iron Borboleta e a configuração para cada ativo se torna:

DIA 04/04

Quantidade de compra/venda	Preço de exercício da opção	Prêmio pagos/recebidos	Delta	Gama	Teta
C uma PETR P 14	E = 14	-0,07	-0,148	0,2503	-0,0075
V uma PETR P 44	E = 14,5	0,18	0,311	-0,3936	0,0106
V uma PETR D 44	E = 14,5	0,58	-0,693	-0,4034	0,0147
C uma PETR D 15	E = 15	-0,29	0,469	0,4725	-0,0149
Crédito recebido:		0,40	-0,061	-0,0742	0,0029
C uma VALE P 7	E = 27,36	-0,3	-0,214	0,1233	-0,0244
V uma VALE P 57	E = 27,86	0,43	0,284	-0,1434	0,0280
V uma VALE D 57	E = 27,86	1,6	-0,728	-0,1513	0,0339
C uma VALE D 28	E = 28,36	-1,25	0,648	0,1737	-0,0358
Crédito recebido:		0,48	-0,010	0,0023	0,0017

Tabela Resultado:

OPERAÇÃO BORBOLETA IRON PETR4					
Data	PETR4	Crédito da Operação	Delta Líquido	Gama Líquido	Teta Líquido
04/abr	14,85	0,40	-0,061	-0,0742	0,0029
05/abr	14,57	0,39	-0,035	-0,1163	0,0037
06/abr	14,53	0,40	-0,026	-0,1155	0,0054
07/abr	14,70	0,37	-0,052	-0,1516	0,0052
10/abr	14,94	0,36	-1,272	-0,0934	-0,0022
11/abr	14,68	0,32	-0,098	-0,3445	0,0064
PETR4 em 17/abr	Valor da operação (VO)				Resultado = VO + Créd. Receb.
S = 14,28	C PETRP14	V PETRP44	V PETRD44	C PETRD15	
	0	-0,28	0	0	0,12
OPERAÇÃO BORBOLETA DE IRON VALES					
Data	VALE5	Crédito da Operação	Delta Líquido	Gama Líquido	Teta Líquido
04/abr	28,97	0,48	-0,010	0,0023	0,0017
05/abr	27,50	0,56	0,020	0,0139	0,0054
06/abr	27,30	0,42	0,009	-0,0157	0,0002
07/abr	27,57	0,53	0,004	0,0077	0,0070

10/abr	27,59	0,47	-0,004	-0,0106	0,0078
11/abr	27,24	0,40	0,027	-0,0510	0,0013
VALE5 em 17/abr	Valor da operação (VO)				Resultado = VO + Créd. Receb.
	C VALEP7	V VALEP57	V VALED57	C VALED28	
S = 26,42	0,94	-1,44	0	0	-0,02

## 4.2.Grupo Condor

### 4.2.1.Compra de Condor com CALL's

Aplica-se neste item a operação estruturada compra de Condor com CALL's e a configuração para cada dia se torna:

DIA 04/04

Quantidade de compra/venda	Preço de exercício da opção	Prêmio pagos/recebidos	Delta	Gama	Teta
C uma PETR D 14	E = 14	-0,96	0,865	0,2489	-0,0109
V uma PETR D 44	E = 14,5	0,58	-0,693	-0,4034	0,0147
V uma PETR D 15	E = 15	0,29	-0,469	-0,4725	0,0149
C uma PETR D 45	E = 15,5	-0,14	0,144	0,3687	-0,0126
Custo:		-0,23	-0,154	-0,2583	0,0061
C uma VALE D 7	E = 27,36	-2,03	0,784	0,1229	-0,0332
V uma VALE D 57	E = 27,86	1,6	-0,728	-0,1513	0,0339
V uma VALE D 28	E = 28,36	1,25	-0,648	-0,1737	0,0358
C uma VALE D 62	E = 28,86	-0,96	0,557	0,1849	-0,037
Custo:		-0,14	-0,035	-0,0172	-0,0005

PUC-Rio - Certificação Digital Nº 1612372/CA

Tabela Resultado:

OPERAÇÃO CONDOR CALL PETR4					
Data	PETR4	Custo da Operação	Delta Líquido	Gama Líquido	Teta Líquido
04/abr	14,85	-0,23	-0,154	-0,2583	0,0061
05/abr	14,57	-0,28	-0,068	-0,4177	-0,0185
06/abr	14,53	-0,28	0,073	-0,2775	0,0022
07/abr	14,70	-0,25	0,032	-0,3332	0,010
10/abr	14,94	-0,27	-0,115	-0,7192	0,013
11/abr	14,68	-0,31	-0,006	-0,5191	0,012

PETR4 em 17/abr	Valor da operação (VO)				Resultado = VO + Custo Op.
	C PETR D14	V PETR D44	V PETR D15	C PETR D45	
S = 14,28	0,28	0	0	0	0,05
<b>OPERAÇÃO CONDOR CALL VALE5</b>					
Data	VALE5	Custo da Operação	Delta Líquido	Gama Líquido	Teta Líquido
04/abr	28,97	-0,14	-0,035	-0,0172	-0,0005
05/abr	27,50	-0,11	0,002	-0,0134	0,0012
06/abr	27,30	-0,09	0,018	-0,0175	0,003
07/abr	27,57	-0,04	-0,001	-0,0126	0,0091
10/abr	27,59	-0,15	0,040	-0,0428	0,0043
11/abr	27,24	-0,13	0,070	-0,0352	0,0031
VALE5 em 17/abr	Valor da operação (VO)				Resultado = VO + Custo Op.
	C VALE D7	V VALE D57	V VALE D28	V VALE D62	
S = 26,42	0	0	0	0	-0,14

#### 4.2.2.Compra de Condor com *PUT's*

Aplica-se neste item a operação estruturada compra de Condor com *PUT's* e a configuração para cada dia se torna:

DIA 04/04

Quantidade de compra/venda	Preço de exercício da opção	Prêmio pagos/recebidos	Delta	Gama	Teta
C uma PETR P 14	E = 14	-0,07	-0,148	0,2503	-0,0075
V uma PETR P 44	E = 14,5	0,18	0,311	-0,3936	0,0106
V uma PETR P 15	E = 15	0,4	0,527	-0,4432	0,0113
C uma PETR P 45	E = 15,5	-0,74	-0,722	0,3619	-0,0083
Custo:		-0,23	-0,032	-0,2246	0,0061
C uma VALE P 7	E = 27,36	-0,3	-0,214	0,1233	-0,0244
V uma VALE P 57	E = 27,86	0,43	0,284	-0,1434	0,0280
V uma VALE P 28	E = 28,36	0,61	0,362	-0,1586	0,0305
C uma VALE P 62	E = 28,86	-0,81	-0,444	0,1706	-0,0308
Custo:		-0,07	-0,082	-0,0081	0,0033

Tabela Resultado:

OPERAÇÃO CONDOR PUT PETR4					
Data	PETR4	Custo da Operação	Delta Líquido	Gama Líquido	Teta Líquido

04/abr	14,85	-0,23	-0,032	-0,2246	0,0061
05/abr	14,57	-0,25	0,057	-0,2028	0,0035
06/abr	14,53	-0,23	0,082	-0,1859	0,0044
07/abr	14,70	-0,15	-0,188	-0,6225	0,024
10/abr	14,94	-0,33	-0,051	-0,4459	0,005
11/abr	14,68	-0,20	-0,093	-0,9928	0,0099
PETR4 em 17/abr	Valor da operação (VO)				Resultado = VO+ Custo Op.
	C PETR P14	V PETR P44	V PETR P15	C PETR P45	
S = 14,28	0,28	0	0	0	0,05
OPERAÇÃO CONDOR PUT VALES					
Data	VALE5	Custo da Operação	Delta Líquido	Gama Líquido	Teta Líquido
04/abr	28,97	-0,07	-0,082	-0,0081	0,0033
05/abr	27,50	-0,12	0,022	-0,0265	0,0025
06/abr	27,30	-0,08	0,016	-0,013	0,0035
07/abr	27,57	-0,09	0,037	-0,0121	0,0034
10/abr	27,59	-0,05	0,019	-0,0148	0,0114
11/abr	27,24	-0,25	0,128	-0,0558	-0,0154
VALE5 em 17/abr	Valor da operação (VO)				Resultado =VO + Custo Op.
	C VALE P7	V VALE P57	V VALE P28	V VALE P62	
S = 26,42	0	0	0	0	-0,07

### 4.2.3.Venda de Iron Condor

Aplica-se neste item a operação estruturada venda de Iron Condor e a configuração para cada dia se torna:

CA 04/04

Quantidade de compra/venda	Preço de exercício da opção	Prêmio pagos/recebidos	Delta	Gama	Teta
C uma PETR P 14	E = 14	-0,07	-0,148	0,2503	-0,0075
V uma PETR P 44	E = 14,5	0,18	0,311	-0,3936	0,0106
V uma PETR D 15	E = 15	0,29	-0,469	-0,4725	0,0149
C uma PETR D 45	E = 15,5	-0,14	0,144	0,3687	-0,0126
Crédito Recebido:		0,26	-0,162	-0,2471	0,0054
C uma VALE P 7	E = 27,36	-0,3	-0,214	0,1233	-0,0244
V uma VALE P 57	E = 27,86	0,43	0,284	-0,1434	0,0280
V uma VALE D 28	E = 28,36	1,25	-0,648	-0,1737	0,0358
C uma VALE D 62	E = 28,86	-0,96	0,557	0,1849	-0,037
Crédito Recebido:		0,42	-0,021	-0,0089	0,0024

Tabela Resultado:

OPERAÇÃO CONDOR IRON PETR4					
Data	PETR4	Crédito da Operação	Delta Líquido	Gama Líquido	Teta Líquido
04/abr	14,85	0,26	-0,162	-0,2471	0,0054
05/abr	14,57	0,25	0,044	-0,2243	0,0044
06/abr	14,53	0,27	0,076	-0,21	0,0047
07/abr	14,70	0,24	0,015	-0,3164	0,0086
10/abr	14,94	0,22	-0,124	-0,4429	0,0114
11/abr	14,68	0,17	0,005	-0,6078	0,0123
PETR4 em 17/abr	Valor da operação (VO)				Resultado = VO + Créd. Rec.
	C PETR P14	V PETR P44	V PETR D15	C PETR D45	
S = 14,28	0	-0,22	0	0	0,04
OPERAÇÃO CONDOR IRON VALE5					
Data	VALE5	Crédito da Operação	Delta Líquido	Gama Líquido	Teta Líquido
04/abr	28,97	0,42	-0,021	-0,0089	0,0024
05/abr	27,50	0,47	0,026	0,0045	0,005
06/abr	27,30	0,43	0,012	-0,0120	0,0043
07/abr	27,57	0,55	-0,004	0,0101	0,0142
10/abr	27,59	0,43	0,021	-0,0229	0,0102
11/abr	27,24	0,33	0,075	-0,0588	-0,0008
/VALE5 em 17/abr	Valor da operação (VO)				Resultado = VO + Créd. Rec.
	C VALE P7	V VALE P57	V VALE D28	V VALE D62	
S = 26,42	0	-1,44	0	0	-1,02

PUC-Rio - Certificação Digital Nº 1612372/CA

### 4.3. Grupo Straddle/Strangle

#### 4.3.1. Venda de Straddle

Aplica-se neste item a operação estruturada venda de Straddle e a configuração para cada dia se torna:

DIA 04/04

Quantidade de compra/venda	Preço de exercício da opção	Prêmio pagos/recebidos	Delta	Gama	Teta
V uma PETR D 44	E = 14,5	0,58	-0,693	-0,4034	0,0147

V uma PETR P 44	E = 14,5	0,18	0,311	-0,3936	0,0106
Crédito Recebido:		0,76	-0,382	-0,7970	0,0253
V uma VALE D 57	E = 27,86	1,6	-0,728	-0,1513	0,0339
V uma VALE P 57	E = 27,86	0,43	0,284	-0,1434	0,0280
Crédito Recebido:		2,03	-0,444	-0,2947	0,0619

Tabela Resultado:

OPERAÇÃO STRADDLE PETR4					
Data	PETR4	Crédito da Operação	Delta Líquido	Gama Líquido	Teta Líquido
04/abr	14,85	0,76	-0,382	-0,797	0,0253
05/abr	14,57	0,73	-0,132	-0,8611	0,0314
06/abr	14,53	0,72	-0,091	-0,8779	0,0356
07/abr	14,70	0,65	-0,258	-0,9499	0,0355
10/abr	14,94	0,61	-0,588	-0,9299	0,0274
11/abr	14,68	0,50	-0,287	-1,2483	0,0399
PETR4 em 17/abr	Valor da operação		Resultado = Valor da Operação + Créd. Recebido		
	V PETR D44	V PETR P44			
S = 14,28	0	-0,28	- 0,28 + 0,76 = 0,48		
OPERAÇÃO STRADDLE VALES					
Data	VALE5	Crédito da Operação	Delta Líquido	Gama Líquido	Teta Líquido
04/abr	28,97	2,03	-0,444	-0,2947	0,0619
05/abr	27,50	2,01	0,047	-0,3239	0,0849
06/abr	27,30	1,72	0,146	-0,3751	0,079
07/abr	27,57	1,63	0,055	-0,3920	0,092
10/abr	27,59	1,33	0,076	-0,4776	0,0923
11/abr	27,24	1,12	0,324	-0,5723	0,0778
VALE5 em 17/abr	Valor da operação		Resultado = Valor da Operação + Créd. Recebido		
	V VALE D57	V VALE P57			
S = 26,42	0	-1,44	2,03 - 1,44 = 0,59		

PUC-Rio - Certificação Digital Nº 1612372/CA

### 4.3.2.Venda de Strangle

Aplica-se neste item a operação estruturada venda de Strangle e a configuração para cada dia se torna:

DIA 04/04

Quantidade de compra/venda	Preço de exercício da opção	Prêmio pagos/recebidos	Delta	Gama	Teta
V uma PETR D 15	E = 15	0,29	-0,469	-0,4725	0,0149

V uma PETR P 14	E = 14	0,07	0,148	-0,2503	0,0075
Crédito Recebido:		0,36	-0,321	-0,7228	0,0224
V uma VALE D 28	E = 28,36	1,25	-0,648	-0,1737	0,0358
V uma VALE P 7	E = 27,36	0,3	0,214	-0,1233	0,0244
Crédito Recebido:		1,55	-0,434	-0,2970	0,0602

Tabela Resultado:

OPERAÇÃO STRANGLE PETR4					
Data	PETR4	Crédito da Operação	Delta Líquido	Gama Líquido	Teta Líquido
04/abr	14,85	0,36	-0,321	-0,7228	0,0224
05/abr	14,57	0,34	-0,097	-0,7448	0,0277
06/abr	14,53	0,32	-0,065	-0,7624	0,0302
07/abr	14,70	0,28	-0,206	-0,7983	0,0303
10/abr	14,94	0,25	-0,398	-0,8986	0,027
11/abr	14,68	0,18	-0,189	-0,9038	0,0335
PETR4 em 17/abr	Valor da operação		Resultado = Valor da Operação + Créd. Recebido		
	V PETR D15	V PETR P14			
S = 14,28	0	-0,28	- 0,28 + 0,36 = 0,08		
OPERAÇÃO STRANGLE VALES					
Data	VALE5	Crédito da Operação	Delta Líquido	Gama Líquido	Teta Líquido
04/abr	28,97	1,55	-0,434	-0,297	0,0602
05/abr	27,50	1,45	0,027	-0,3378	0,0795
06/abr	27,30	1,3	0,137	-0,3594	0,0788
07/abr	27,57	1,1	0,051	-0,3997	0,085
10/abr	27,59	0,86	0,0803	-0,467	0,0845
11/abr	27,24	0,72	0,297	-0,5213	0,0765
VALE5 em 17/abr	Valor da operação		Resultado = Valor da Operação + Créd. Recebido		
	V VALE D28	V VALE P7			
S = 26,42	0	-1,44	1,55 - 1,44 = 0,11		

PUC-Rio - Certificação Digital Nº 1612372/CA

## 4.4. Grupo Ratio Spread

### 4.4.1. Call Ratio Spread

Aplica-se neste item a operação estruturada Call Ratio Spread e a configuração para cada dia se torna:

DIA 04/04

Quantidade de compra/venda	Preço de exercício da opção	Prêmio pagos/recebidos	Delta	Gama	Teta
C uma PETR D 14	E = 14	-0,96	0,865	0,2489	-0,0109
V 1,84 PETR D 15	E = 15	0,53	-0,865	-0,8713	0,0274
Custo:		-0,43	0,000	-0,6224	0,0165
C uma VALE D 7	E = 27,36	-2,03	0,7842	0,1229	-0,0332
V 1,21 VALE D 28	E = 28,36	1,51	-0,7842	-0,2101	0,0433
Custo:		-0,52	0,000	-0,0872	0,0101

Tabela Resultado:

OPERAÇÃO CALL RATIO SPREAD PETR4					
Data	PETR4	Custo da Operação	Delta Líquido	Gama Líquido	Teta Líquido
04/abr	14,85	-0,43	0,000	-0,6224	0,0165
05/abr	14,57	-0,38	0,000	-0,565	0,0154
06/abr	14,53	-0,33	0,000	-0,6633	0,0215
07/abr	14,70	-0,35	0,000	-0,7758	0,0276
10/abr	14,94	-0,48	0,000	-1,3995	0,0335
11/abr	14,68	-0,44	0,000	-1,1362	0,0327
PETR4 em 17/abr	Valor da operação		Resultado = Valor da Operação + Custo da Operação		
S = 14,28	C PETR D14	V 1,84 PETR D15			
	0,28	0	0,28 - 0,43 = -0,15		
OPERAÇÃO CALL RATIO SPREAD VALES					
Data	VALE5	Custo da Operação	Delta Líquido	Gama Líquido	Teta Líquido
04/abr	28,97	-0,52	0,000	-0,0872	0,0101
05/abr	27,50	-0,26	0,000	-0,0567	0,0117
06/abr	27,30	-0,12	0,000	-0,0659	0,0186
07/abr	27,57	-0,16	0,000	-0,0877	0,0228
10/abr	27,59	-0,16	0,000	-0,1435	0,0294
11/abr	27,24	-0,13	0,000	-0,1996	0,0301
VALE5 em 17/abr	Valor da operação		Resultado = Valor da Operação + Custo da Operação		
S = 26,42	C VALE D7	V 1,21 VALE D28			
	0	0	0 - 0,52 = -0,52		

PUC-Rio - Certificação Digital Nº 1612372/CA

#### 4.4.2. Put Ratio Spread

Aplica-se neste item a operação estruturada Put Ratio Spread e a configuração para cada dia se torna:

DIA 04/04

Quantidade de compra/venda	Preço de exercício da opção	Prêmio pagos/recebidos	Delta	Gama	Teta
V 3,56 PETR P 14	E = 14	0,25	0,527	-0,8912	0,0267
C uma PETR P 15	E = 15	-0,40	-0,527	0,4432	-0,0113
Custo:		-0,15	0,000	-0,4480	0,0154
V 1,69 VALE P 7	E = 27,36	0,51	0,362	-0,2085	0,0410
C uma VALE P 28	E = 28,36	-0,61	-0,362	0,1586	-0,0305
Custo:		-0,10	0,000	-0,0499	0,0107

Tabela Resultado:

OPERAÇÃO PUT RATIO SPREAD PETR4					
Data	PETR4	Custo da Operação	Delta Líquido	Gama Líquido	Teta Líquido
04/abr	14,85	-0,15	0,000	0,448	0,0154
05/abr	14,57	-0,21	0,000	0,4337	0,0191
06/abr	14,53	-0,24	0,000	0,4862	0,0214
07/abr	14,70	-0,19	0,000	0,6108	0,0256
10/abr	14,94	-0,1	0,000	0,5774	0,0317
11/abr	14,68	-0,14	0,000	0,9906	0,0608
PETR4 em 17/abr	Valor da operação		Resultado = Valor da Operação + Custo da Operação		
S = 14,28	V 3,56 PETR P14	C PETR P15			
	0	0,72	0,72 - 0,15 = 0,57		
OPERAÇÃO PUT RATIO SPREAD VALES5					
Data	VALE5	Custo da Operação	Delta Líquido	Gama Líquido	Teta Líquido
04/abr	28,97	-0,10	0,000	-0,0499	0,0107
05/abr	27,50	-0,12	0,000	-0,0813	0,0229
06/abr	27,30	-0,31	0,000	-0,0878	0,0174
07/abr	27,57	-0,32	0,000	-0,1167	0,0187
10/abr	27,59	-0,28	0,000	-0,1441	0,0256
11/abr	27,24	-0,37	0,000	-0,2234	0,0354
VALE5 em 17/abr	Valor da operação		Resultado = Valor da Operação + Custo da Operação		
S = 26,42	V 1,69 VALE P7	C VALE P28			
	-1,59	1,94	0,35 - 0,10 = 0,25		

## 5. Análise dos Resultados

Para melhor análise dos resultados obtidos, quatro rankings estratégicos das operações foram gerados a partir destas informações, pois descrevem critérios os quais um investidor pode consultar na hora da tomada de decisão. O primeiro critério é o retorno das operações que evidencia quanto o investidor ganha ou perde em cada uma delas em valor absoluto, onde a classificação é disposta em ordem decrescente do maior ao menor resultado e efetivamente na prática indica a melhor operação montada para cada ativo. Porém, para o investidor no seu primeiro dia de partida das operações por não saber o resultado das cotações no futuro, outras ferramentas teóricas de análise se mostram necessárias, e é neste sentido que entram os próximos três critérios de decisão: as gregas Delta, Gama e Teta.

O significado da primeira grega Delta traduz a proteção que o investidor guarda com relação à variação da cotação do ativo-objeto da operação, ou seja, para uma unidade de variação para cima da ação PETR4 por exemplo, a operação de opções com Delta positivo aumenta em Delta seu preço no mercado para quem está comprado. Já uma operação para quem está vendido, o Delta se torna negativo e ocorre o inverso: com o aumento em uma unidade do preço do ativo-objeto, o preço da opção se desvaloriza em Delta no mercado.

Sendo assim, um elevado módulo de Delta não demonstra funcionalidade a um investidor que deseja realizar um hedge para a cotação do ativo-objeto, já que o valor das operações vai se alterar com a mudança da cotação do ativo. É por esse motivo que alguns investidores adotam estratégias como as do grupo RATIO SPREAD, ao tornar o Delta nulo, ou procuram na hora de investir um módulo muito pequeno, justamente para não sofrerem com grandes mudanças do ativo.

No caso da grega Gama, uma análise subsidiária se torna com efeito por complementar o entendimento do comportamento do valor da

operação em relação ao ativo-objeto, porquanto Gama representa a curvatura da função prêmio e significa a rapidez da variação, ou seja, se Delta varia muito bruscamente ou com menos intensidade. Desta forma, para uma unidade de variação do ativo-objeto o Delta respectivo da operação é acrescido em módulo de Gama. Este fato induz preferência ao Gama de menor módulo pois ele significa menor erro do prêmio da opção com valores da respectiva tangente (Delta) a cada variação do ativo, reduzindo o risco de explosão do preço da opção em função do ativo.

A grega Teta traduz a variação do preço das operações em relação a uma unidade de tempo e é sempre negativo para quem está comprado na opção, pois esta sempre perde seu valor ao se aproximar da data de exercício. Em consequência, o Teta se torna positivo para a parte vendida, o que leva a uma valorização do investimento ao longo do tempo e uma desvalorização para a ponta comprada. Na análise dos quatro rankings abaixo serão considerados todos as variáveis apresentadas e suas interações.

#### Ranking dos Resultados no dia 17/04:

Ranking	PETR4	Resultado
1	OPERAÇÃO PUT RATIO SPREAD	0,57
2	OPERAÇÃO STRADDLE	0,48
3	OPERAÇÃO BORBOLETA DE CALL	0,19
4	OPERAÇÃO BORBOLETA DE PUT	0,17
5	OPERAÇÃO BORBOLETA IRON	0,12
6	OPERAÇÃO STRANGLE	0,08
7	OPERAÇÃO CONDOR CALL	0,05
8	OPERAÇÃO CONDOR PUT	0,05
9	OPERAÇÃO CONDOR IRON	0,04
10	OPERAÇÃO CALL RATIO SPREAD	-0,15
Ranking	VALE5	Resultado
1	OPERAÇÃO STRADDLE	0,59
2	OPERAÇÃO PUT RATIO SPREAD	0,25
3	OPERAÇÃO STRANGLE	0,11
4	OPERAÇÃO BORBOLETA DE IRON	-0,02
5	OPERAÇÃO BORBOLETA DE PUT	-0,05
6	OPERAÇÃO CONDOR PUT	-0,07
7	OPERAÇÃO BORBOLETA DE CALL	-0,08

8	OPERAÇÃO CONDOR CALL	-0,14
9	OPERAÇÃO CALL RATIO SPREAD	-0,52
10	OPERAÇÃO CONDOR IRON	-1,02

A tabela acima demonstra os melhores resultados líquidos finais por operação e garante uma estratégia de venda de volatilidade quase totalmente eficiente para o ativo PETR4, a não ser para a operação CALL RATIO SPREAD. Tal ocorrência significa uma confirmação da boa previsão do ativo em variar pouco no mercado no período analisado com  $S_i=14,85$  e  $S_f=14,28$ . Já com relação ao ativo VALE5, a preponderância de resultados líquidos negativos nos quais apenas três operações são consideradas lucrativas, indica que a estratégia de venda de volatilidade neste caso poderia ter sido estruturada com opções com preços de exercício levemente inferiores. Com  $S_i=28,97$  e  $S_f=26,42$ , melhor seria um investimento inicial com aposta em uma pequena queda da cotação do ativo e não na sua plena estabilidade, mas ainda assim foi uma faixa razoável de variação.

Além destas observações é visível a identificação de um padrão na sequência ordenada dos rankings dos dois ativos, pois operações do grupo BORBOLETA se encontram em posições na região central do ranking e as do grupo CONDOR se encontram nas posições inferiores, juntamente com a operação CALL RATIO SPREAD. Já as operações do grupo STRANGLE/STRADDLE ocupam posições mais acima nos dois rankings juntamente com a operação PUT RATIO SPREAD. Tal fenômeno corrobora a teoria pois, as estratégias mais arriscadas foram as que garantiram maior retorno na prática e a alternância no topo e final da tabela das operações PUT e CALL RATIO SPREAD respectivamente indica com efeito o comportamento oposto previsto graficamente entre as duas.

## Ranking DELTA no dia 04/04:

Ranking	PETR4	Delta Líquido	Gama Líquido	Teta Líquido
1	OPERAÇÃO CALL RATIO SPREAD	0,000	-0,6224	0,0165
2	OPERAÇÃO PUT RATIO SPREAD	0,000	-0,4480	0,0154
3	OPERAÇÃO CONDOR PUT	-0,032	-0,2246	0,0061
4	OPERAÇÃO BORBOLETA DE CALL	-0,053	-0,0854	0,0036
5	OPERAÇÃO BORBOLETA DE PUT	-0,053	-0,0937	0,0024
6	OPERAÇÃO BORBOLETA IRON	-0,061	-0,0742	0,0029
7	OPERAÇÃO CONDOR CALL	-0,154	-0,2583	0,0061
8	OPERAÇÃO CONDOR IRON	-0,162	-0,2471	0,0054
9	OPERAÇÃO STRANGLE	-0,321	-0,7228	0,0224
10	OPERAÇÃO STRADDLE	-0,382	-0,7970	0,0253
Ranking	VALE5	Delta Líquido	Gama Líquido	Teta Líquido
1	OPERAÇÃO CALL RATIO SPREAD	0,000	-0,0872	0,0101
2	OPERAÇÃO PUT RATIO SPREAD	0,000	-0,0499	0,0107
3	OPERAÇÃO BORBOLETA DE PUT	-0,008	-0,0049	0,0011
4	OPERAÇÃO BORBOLETA DE IRON	-0,010	0,0023	0,0017
5	OPERAÇÃO CONDOR IRON	-0,021	-0,0089	0,0024
6	OPERAÇÃO BORBOLETA DE CALL	-0,022	-0,0060	-0,0012
7	OPERAÇÃO CONDOR CALL	-0,035	-0,0172	-0,0005
8	OPERAÇÃO CONDOR PUT	-0,082	-0,0081	0,0033
9	OPERAÇÃO STRANGLE	-0,434	-0,2970	0,0602
10	OPERAÇÃO STRADDLE	-0,444	-0,2947	0,0619

Na tabela de ranking dos Deltas na data inicial de investimento, é possível extrair algumas informações úteis como a visível disposição de um padrão semelhante ao do ranking dos retornos. Como esperado, o menor módulo de Delta (zero) para ambos ativos foi o do grupo RATIO SPREAD estruturado exatamente com esta finalidade, e os maiores módulos são o do grupo STRANGLE/STRADDLE, demonstrando aqui uma maior desproteção do investidor com a variação da cotação. Um fator que chama atenção são todos os Deltas serem negativos, que dão às operações uma essência de venda, outro indício similar será apontado na tabela Teta.

Porém analisando conjuntamente a tabela acima com a tabela dos retornos, conclui-se que o grupo STRANGLE/STRADDLE e a operação PUT RATIO SPREAD foram os mais rentáveis, mas o grupo

STRANGLE/STRADDLE é o de pior Delta. Este fato exemplifica uma correlação negativa entre retorno e Delta para o grupo STRANGLE/STRADDLE. Já para os grupos BORBOLETA e CONDOR, a ordem nas duas tabelas é respeitada.

Ranking GAMA no dia 04/04:

Ranking	PETR4	Gama Líquido	Delta Líquido	Teta Líquido
1	OPERAÇÃO BORBOLETA IRON	-0,0742	-0,061	0,0029
2	OPERAÇÃO BORBOLETA DE CALL	-0,0854	-0,053	0,0036
3	OPERAÇÃO BORBOLETA DE PUT	-0,0937	-0,053	0,0024
4	OPERAÇÃO CONDOR PUT	-0,2246	-0,032	0,0061
5	OPERAÇÃO CONDOR IRON	-0,2471	-0,162	0,0054
6	OPERAÇÃO CONDOR CALL	-0,2583	-0,154	0,0061
7	OPERAÇÃO PUT RATIO SPREAD	-0,4480	0,000	0,0154
8	OPERAÇÃO CALL RATIO SPREAD	-0,6224	0,000	0,0165
9	OPERAÇÃO STRANGLE	-0,7228	-0,321	0,0224
10	OPERAÇÃO STRADDLE	-0,7970	-0,382	0,0253
Ranking	VALE5	Gama Líquido	Delta Líquido	Teta Líquido
1	OPERAÇÃO BORBOLETA DE IRON	0,0023	-0,010	0,0017
2	OPERAÇÃO BORBOLETA DE PUT	-0,0049	-0,008	0,0011
3	OPERAÇÃO BORBOLETA DE CALL	-0,0060	-0,022	-0,0012
4	OPERAÇÃO CONDOR PUT	-0,0081	-0,082	0,0033
5	OPERAÇÃO CONDOR IRON	-0,0089	-0,021	0,0024
6	OPERAÇÃO CONDOR CALL	-0,0172	-0,035	-0,0005
7	OPERAÇÃO PUT RATIO SPREAD	-0,0499	0,000	0,0107
8	OPERAÇÃO CALL RATIO SPREAD	-0,0872	0,000	0,0101
9	OPERAÇÃO STRADDLE	-0,2947	-0,444	0,0619
10	OPERAÇÃO STRANGLE	-0,2970	-0,434	0,0602

Na tabela dos Gamas Líquidos na data inicial é obtida uma semelhança muito elevada entre os dois ativos, sendo neste caso priorizado o Gama menos negativo já que todos os Deltas são negativos, o que conseqüentemente leva a menor variação do Delta. Nesta tabela podemos observar a ordem superior do grupo BORBOLETA, seguida do CONDOR, do RATIO SPREAD e do grupo STRANGLE/STRADDLE, e se comparada com a tabela dos Deltas, apenas o grupo RATIO SPREAD altera sua posição, ficando agora não mais na parte superior da tabela mas sim em terceiro com relação aos outros grupos. A ordem esta tabela

é a que parece melhor dispor sobre o risco das operações, pois mede a capacidade de variação (erro) da proteção Delta.

A análise Gama é subsidiária à análise Delta na apuração e ela neste caso está acompanhado o comportamento dos Deltas, facilitando o entendimento das operações, pois quanto maior o Delta também é maior sua variação, com atenção para observação do grupo RATIO SPREAD.

#### Ranking TETA no dia 04/04:

Ranking	PETR4	Teta Líquido	Gama Líquido	Delta Líquido
1	OPERAÇÃO STRADDLE	0,0253	-0,7970	-0,382
2	OPERAÇÃO STRANGLE	0,0224	-0,7228	-0,321
3	OPERAÇÃO CALL RATIO SPREAD	0,0165	-0,6224	0,000
4	OPERAÇÃO PUT RATIO SPREAD	0,0154	-0,4480	0,000
5	OPERAÇÃO CONDOR CALL	0,0061	-0,2583	-0,154
6	OPERAÇÃO CONDOR PUT	0,0061	-0,2246	-0,032
7	OPERAÇÃO CONDOR IRON	0,0054	-0,2471	-0,162
8	OPERAÇÃO BORBOLETA DE CALL	0,0036	-0,0854	-0,053
9	OPERAÇÃO BORBOLETA IRON	0,0029	-0,0742	-0,061
10	OPERAÇÃO BORBOLETA DE PUT	0,0024	-0,0937	-0,053
Ranking	VALE5	Teta Líquido	Gama Líquido	Delta Líquido
1	OPERAÇÃO STRADDLE	0,0619	-0,2947	-0,444
2	OPERAÇÃO STRANGLE	0,0602	-0,2970	-0,434
3	OPERAÇÃO CALL RATIO SPREAD	0,0101	-0,0872	0,000
4	OPERAÇÃO PUT RATIO SPREAD	0,0107	-0,0499	0,000
5	OPERAÇÃO CONDOR PUT	0,0033	-0,0081	-0,082
6	OPERAÇÃO CONDOR IRON	0,0024	-0,0089	-0,021
7	OPERAÇÃO BORBOLETA DE IRON	0,0017	0,0023	-0,01
8	OPERAÇÃO BORBOLETA DE PUT	0,0011	-0,0049	-0,008
9	OPERAÇÃO CONDOR CALL	-0,0005	-0,0172	-0,035
10	OPERAÇÃO BORBOLETA DE CALL	-0,0012	-0,0060	-0,022

A tabela da sequência do Teta líquido no dia inicial por sua vez assume a ordem exatamente contrária ao da tabela de Gama, com a seguinte ordem das posições mais superiores para as mais baixas: grupo STRANGLE/STRADDLE, grupo RATIO SPREAD, grupo CONDOR e grupo BORBOLETA. O interessante é que praticamente todas as operações possuem Teta positivo, excetuando as CONDOR CALL e BORBOLETA CALL da VALE5, o que assim como visto com os Deltas

negativos, reforçam a ideia dessas operações serem de venda, reforçando o fato que todo este trabalho foi realizado em cima da Venda de Volatilidade.

Por isso olhar para o Teta positivo é saber o quanto vai se ganhar de valorização das operações com o passar do tempo neste cenário apresentado. Além do mais, a tabela Teta se assemelha mais com a tabela dos retornos, por apresentar o grupo STRANGLE/STRADDLE também na parte superior com uma alternância perceptível entre os grupos CONDOR e BORBOLETA se comparadas as duas disposições.

## 6. Conclusão

Sendo assim, tais ferramentas podem ser combinadas e avaliadas em conjunto abaixo adotando-se no primeiro quadro, a síntese do padrão analisado no tópico anterior e no segundo quadro, um arranjo que evidencia o desempenho dos parâmetros em cada grupo:

<p>Retornos</p> <p>PUT RATIO SPREAD GRUPO STRANGLE/STRADDLE GRUPO BORBOLETA GRUPO CONDOR CALL RATIO SPREAD</p>	<p>Teta</p> <p>GRUPO STRANGLE/STRADDLE GRUPO RATIO SPREAD GRUPO CONDOR GRUPO BORBOLETA</p>
<p>Delta</p> <p>GRUPO RATIO SPREAD GRUPO BORBOLETA GRUPO CONDOR GRUPO STRANGLE/STRADDLE</p>	<p>Gama</p> <p>GRUPO BORBOLETA GRUPO CONDOR GRUPO RATIO SPREAD GRUPO STRANGLE/STRADDLE</p>

Figura 9: Quadro dos parâmetros (elaborado pelo autor).

<p>Grupo RATIO SPREAD</p> <p>Retorno <b>Excelente / Moderado</b> Delta <b>Excelente</b> Teta <b>Muito Bom</b> Gama <b>Bom</b></p>	<p>Grupo STRANGLE/STRADDLE</p> <p>Retorno <b>Muito Bom</b> Teta <b>Excelente</b> Delta <b>Moderado</b> Gama <b>Moderado</b></p>
<p>Grupo BORBOLETA</p> <p>Gama <b>Excelente</b> Delta <b>Muito Bom</b> Retorno <b>Bom</b> Teta <b>Moderado</b></p>	<p>Grupo CONDOR</p> <p>Gama <b>Muito Bom</b> Delta <b>Bom</b> Teta <b>Bom</b> Retorno <b>Moderado</b></p>

Figura 10: Quadro de desempenho dos grupos (elaborado pelo autor).

Os parâmetros no primeiro quadro estão dispostos pela forma em que a colocação interna dos grupos mais se assemelham, o Retorno com o Teta, o Delta com a Gama, sendo a ordem dos grupos em cada quadrante dada do melhor para o pior resultado, como apresentado anteriormente. Já no segundo quadro, a disposição se deu principalmente pelo critério Retorno, onde o quadrante superior esquerdo é o melhor colocado, o superior direito fica em segundo, o inferior esquerdo em terceiro e inferior direito em quarto. Os parâmetros foram ordenados de acordo com suas classificações, da mais alta (parte superior) para mais baixa (inferior).

Para o investidor mais propenso ao risco, o grupo RATIO SPREAD se mostra muito atrativo, senão o mais, pois no balanço ele obtém parâmetros bem comportados, com um Teta muito bom, um Delta excelente (zero), um Gama bom e um retorno excelente/moderado. O último caso se explica pela leve inclinação à esquerda da operação montada com PUT, o que dá um leve retorno maior caso o ativo esteja mais abaixo do previsto. Ao revés, a operação com CALL por ter reação contrária, dá um retorno maior se o ativo estiver um pouco acima do previsto e retorno pior se estiver abaixo. Por isso, é prudente fazer os dois tipos de operação, pois se garante o melhor resultado tanto para cima quanto para baixo que compensa a pequena perda relativa no outro lado.

Ainda para o investidor com perfil temerário, recomendável seria apostar com cautela em STRANGLE/STRADDLE, pois apesar de ter Delta e Gama moderados, seu retorno e seu Teta são elevados. Isto naturalmente se o investidor tiver convicção de seu prognóstico de estabilidade, pois em um quadro reverso no movimento do ativo, seu Delta e Gama o prejudicariam.

Os grupos BORBOLETA e CONDOR têm uma performance média, pois estão sempre no meio dos quadrantes para cada parâmetro, com BORBOLETA geralmente sempre a frente do segundo com exceção para o Teta. São grupos mais apropriados para o investidor com perfil mais

conservador, pois não se expõem a maiores ganhos nem perdas, com todos os parâmetros com desempenho médio para este determinado tipo de aposta.

É notável destacar que neste trabalho foram desconsideradas custos de transação, que segundo Heilbrun (2017) são: corretagem e emolumentos, custos indiretos de impacto de mercado, custos de aluguel de ação, impostos, e outras taxas que, na prática, afetariam ligeiramente os resultados observados.

O objetivo por fim foi atendido pois uma análise prática no mercado brasileiro de opções foi realizada com êxito, porém a conclusão realizada não pode ser generalizada para todas situações de investimento. Só seria possível esta generalização se um estudo mais complexo e mais longo fosse feito. Se estas operações fossem repetidas e observadas com mais amostras e maior período de tempo, a robustez da análise seria maior, mais ainda assim não seria absoluta.

Concluindo, qualquer tipo de investimento vai depender da estratégia adotada, da quantia inicial que se deseja colocar, do perfil do investidor, e outros fatores correlatos. Espera-se ao término deste trabalho ter contribuído para o melhor entendimento do funcionamento dos derivativos, mais especificamente na parte de operações com opções. É evidente que o assunto é muito amplo e não foi esgotado, pois trata-se apenas de um tipo de estratégia numa infinidade de estratégias possíveis, mas já delinea uma estruturação destes conceitos na mente do leitor.

## 7.Referências bibliográficas

BESSADA, O.; BARBEDO, C.; ARAÚJO, G. **Mercado de derivativos no Brasil**. 3ª ed. Rio de Janeiro: Record, 2009

BLACK, F. SCHOLLES, M. The Pricing of Options and Corporate Liabilities. **Journal of Political Economy**, v. 81, n. 3, pp.637-654, May/June 1973.

CAVALCANTE FILHO, F. S.; MISUMI, J. Y. **Mercado de capitais**. Belo Horizonte, CNBV, 1998.

FIGUEIREDO, A. C. **Introdução aos Derivativos**. 3. ed. São Paulo: Cengage Learning, 2016.

FRANCO, S. C. Ajuste de strike para operações com delta neutro. **Congresso Nacional de Excelência em Gestão**. ISSN 9354, pg. 11, 1984.

HEILBRUN, D. M. **Estratégias de hedge dinâmico: um estudo comparativo**. Dissertação (MPFE) Escola de Economia de São Paulo, 2017.

HULL, J. C. **Options, futures & other derivatives**. 9. ed. Nova York: Prentice Hall, 2012.

MELLO, A. R. A. F. **Volatilidade implícita das opções de ações: Uma análise sobre a capacidade de previsão do mercado sobre a volatilidade futura**. Dissertação (mestrado) Escola de Economia de São Paulo, 2009.

SILVA, L. M. **Mercado de opções: conceitos e estratégias**. São Paulo: Hallip, 1999.

Sites:

Bovespa <<http://bmfbovespa.com.br/>> Acesso em abril de 2017.

Cetip <<ftp://ftp.cetip.com.br/MediaCDI/>> Acesso em maio de 2017.

Options Industry Council <<https://www.optionseducation.org/>> Acesso em abril de 2017