# 2
# Opções e Carteiras não lineares

## 2.1
## Distinção entre derivativos lineares e não-lineares

No capítulo 1 foram apresentados os principais derivativos utilizados no mercado de petróleo e derivados. Neste momento, os classificaremos em dois grupos:

1. Lineares: futuros e *swaps*;
2. Não-lineares: opções.

Esta distinção é evidenciada através da comparações dos *payoffs* de futuros e opções, detalhados a seguir.

O *payoff* de um futuro equivale à diferença entre o valor *spot* do ativo $S_T$ na maturidade do contrato e o valor de entrega $K$. Se a posição é comprada em futuro o *payoff* será expresso pela equação 1.

$$S_T - K \qquad (1)$$

Isto ocorre porque o comprador é obrigado a comprar pelo preço $K$ (*strike*). Assim, se $S_T < K$, isto indica que o detentor do contrato futuro irá pagar pelo ativo mais que o seu valor no mercado, incorrendo em prejuízo. De forma oposta, se $S_T > K$ o investidor terá ganho. Similarmente, o *payoff* de uma posição vendida em futuro será expressa pela equação 2.

$$K - S_T \qquad (2)$$

O *payoff* das opções não é tão simples como o de futuros. Isto decorre do fato de que comprador de uma ação não compra, através do pagamento de um prêmio, uma obrigação de compra (*call*) ou venda (*put*), mas sim um direito.

Desta forma, um investidor que compra uma opção de compra *call* terá o *payoff* dado pela equação 3.

$$max\ (S_T - K, 0) \qquad (3)$$

Ou seja, o comprador de uma *call* só exercerá seu direito quando $S_T > K$. Caso contrário, incorrerá somente na perda do prêmio pago no momento da compra. O *payoff* do emissor da ação será expresso pela equação 4.

$$-max(S_T - K, 0) = min\ (K - S_T, 0) \qquad (4)$$

No caso de uma opção de venda *put*, o raciocínio é o oposto. O investidor com uma posição comprada só irá exercê-la se seu *strike* estiver acima do preço de mercado do ativo. Seu *payoff* será expresso pela equação 5.

$$max\ (K - S_T, 0) \qquad (5)$$

Enquanto o *payoff* do emissor de uma *put* será expresso pela equação 6.

$$-max(K - S_T, 0) = min\ (S_T - K, 0) \qquad (6)$$

O Gráfico 2 e o Gráfico 3 apresentam os *payoffs* anteriormente detalhados e possibilitam a clara distinção de linearidade entre os dois instrumentos.

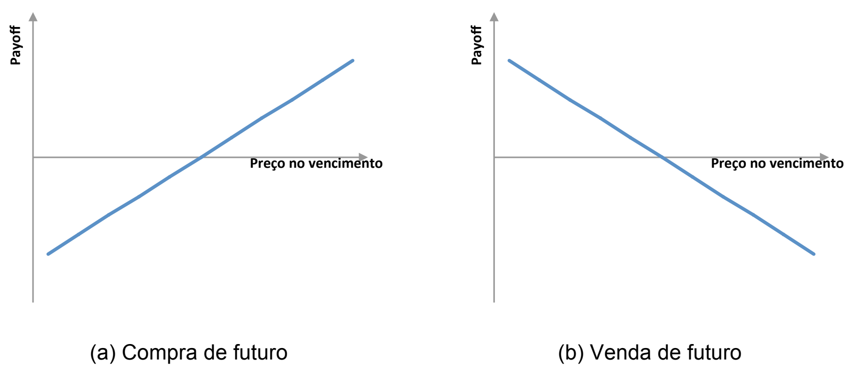


**Gráfico 2 – *Payoff* de contratos futuros**

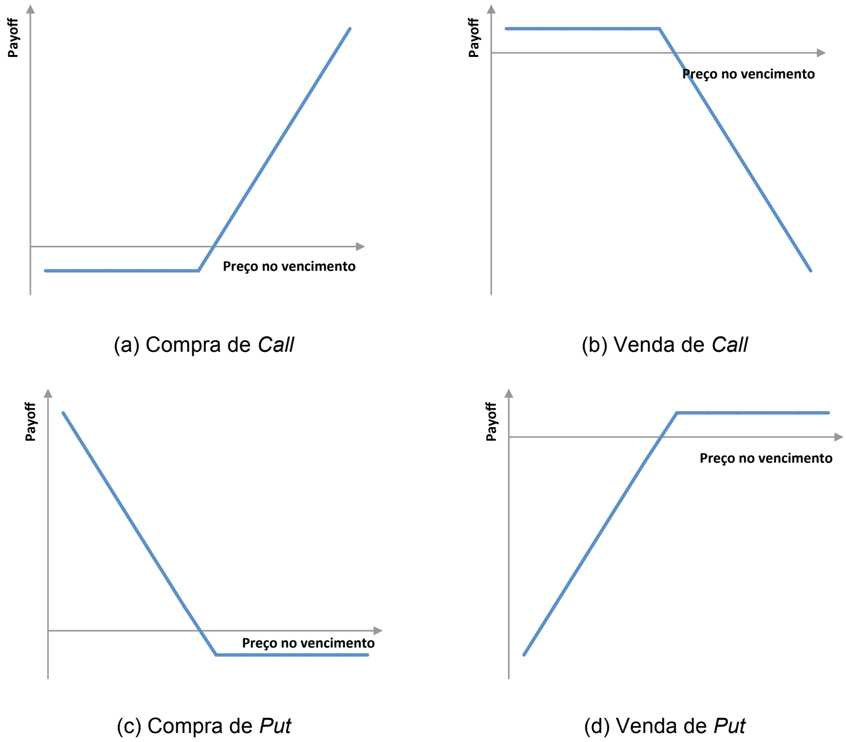


**Gráfico 3 - *Payoff* de opções**



Como será visto em capítulos posteriores, a diferença no comportamento do preço de futuros (ou *swaps*) e opções tem impactos diretos na escolha da métrica de risco mais adequada.

## 2.2
## Opções

As opções podem estar relacionadas a diversos ativos. Dentre as negociadas em bolsas, as que possuem maiores volumes de negociação são as opções lançadas sobre ações, índices de ação, taxas de câmbio e contratos futuros. No caso do mercado de petróleo, as opções são de contratos futuros.

As opções podem também ser classificadas em européias, americanas ou asiáticas. As européias podem ser exercidas somente na data de expiração do contrato, as americanas podem ser exercidas ao longo de todo o caminho até a data de expiração, e as asiáticas são opções cujo *payoff* não é determinado pelo valor do ativo base no dia da expiração, mas sim pela média das cotações durante o período de um mês.

As opções de WTI, que serão o foco deste trabalho, são opções americanas e seguem, portanto, as regras deste mercado. As opções de futuro de WTI, negociadas na bolsa de Nova Iorque (NYMEX[6]) são as de maior liquidez no mercado de petróleo, tendo correspondido a 40% de todo o volume de opções negociadas na NYMEX em fevereiro de 2012 e 35% de todas as negociações de opções de *commodities* de energia, com *open interest* de 2,868,648 contratos neste mês.

No tópico 1.2 foram apresentados os dois tipos básicos de opções: *calls* (opções de compra) e *puts* (opções de venda) e no tópico 2.1 foram apresentados os *payoffs* de posições *short* (vendida) e *long* (comprada). Serão utilizados os termos em inglês para reduzir confusões entre as posições (compradas e vendidas) e as opções (de compra e venda).

O fato de um investidor estar *long* em uma opção não significa necessariamente que ele está *long* no mercado. Para tal, é preciso que seja definido o que seria uma posição *long* no mercado. Considera-se uma posição *long* aquela que se beneficia do aumento de preço de mercado. Pela mesma lógica, uma posição *short* se beneficia de quedas no mercado.

Ao assumir uma opção *long* em *call*, o investidor se beneficia da alta e assume, portanto uma posição *long* no mercado. Uma posição *short* em *call* é também uma posição *short* no mercado.

No caso das *puts*, no entanto, esta situação se inverte. Uma posição *long* em *put* torna o investidor *short* no mercado, se beneficiando de quedas no preço do ativo base.

O Gráfico 3 facilita a compreensão desta lógica, de elevada importância no *trading* de opções, principalmente devido à possibilidade de construção de estratégias complexas pela combinação de diferentes opções, que serão apresentadas no item 2.2.4.

Até o presente momento foram apresentados os resultados de operações com derivativos na data de vencimento dos mesmos. Mas o *trader* de opções não está preocupado com este valor, mas sim com a marcação à mercado de sua carteira e com a necessidade de ajuste diário da mesma. Para tal é importante compreender como são formados os preços das opções, o que será tratado nos itens 2.2.1 e 2.2.2, que abordam as propriedades das opções de futuros e o modelo de apreçamento de Black.

---

6 NYMEX – New York Mercatile Exchange, parte do grupo CME.

### 2.2.1 Propriedade das opções de futuros

Cinco são os fatores que afetam o preço de opções de futuro:

1. Valor do contrato futuro;
2. Valor do *strike*;
3. Tempo para expiração;
4. Volatilidade do preço futuro;
5. Taxa livre de risco.

A seguir será apresentado o impacto de cada um destes fatores no valor da opção, considerando todos os demais fixos.

- **Valor do contrato futuro vs. Valor do *Strike***

Se uma *call* é exercida em algum momento no futuro, seu *payoff* será a diferença entre o valor do futuro no momento do exercício e o *strike*. Assim, uma *call* tem seu valor aumentado conforme aumenta o valor do futuro. Para uma *put* o raciocínio é inverso, já que seu *payoff* corresponde ao que o *strike* excede o preço do futuro, de forma que *puts* se valorizam com o decréscimo do valor do futuro.

Outro fator importante é a relação entre o valor do contrato futuro e o valor de *strike*, o que é denominado *moneyness*.

Uma *call* com *strike* inferior ao preço atual do mercado é chamada uma *call dentro do dinheiro* ou, utilizando o termo em inglês *in-the-money* (ITM). Se o valor do *strike* é igual ao preço do ativo base será chamada de uma opção no dinheiro ou *at-the-money* (ATM) e se for superior será denominada *call* fora do dinheiro ou *out-of-the-money* (OTM).

O oposto ocorre com as *puts*. Se o *strike* for superior ao preço atual do contrato futuro, a *put* será chamada ITM e se for inferior OTM. No caso de *strike* igual ao futuro será, assim como a *call*, chamada ATM.

- **Tempo para expiração**

O valor da opção pode ser dividido em valor intrínseco e extrínseco. O valor intrínseco refere-se à diferença entre o *strike* e o preço do ativo base. Se a opção for OTM, o valor intrínseco será zero.

Já o valor extrínseco, também chamado de *time value* ou valor no tempo, representa o potencial de valorização das opções ao longo do tempo em virtude das expectativas de valorização dos investidores.

Tanto *calls* quanto *puts* se tornam mais caras quanto maior o tempo para a expiração, dado que um maior o tempo para o exercício da opção representa maiores incertezas e, em consequência, mais oportunidades de ganho para os detentores das opções.

- **Volatilidade**

Hull (2003) define a volatilidade como uma medida de incerteza sobre os movimentos futuros do preço do ativo. Com o aumento da volatilidade, maiores são as chances de que o preço do ativo suba muito ou caia muito. O detentor de uma *call* se beneficia de um aumento de preços de seu ativo objeto, mas tem risco limitado no caso da queda do mesmo, pois sua máxima perda corresponde ao valor do prêmio. De forma similar, o detentor de uma *put* se beneficia de quedas de preço e possui risco limitado no caso de alta dos mesmos. Assim, tanto *puts* quanto *calls* se tornam mais caras com o aumento da volatilidade.

A volatilidade pode ser categorizada em dois tipos: volatilidade histórica e volatilidade implícita.

A histórica corresponde à volatilidade calculada com base na série histórica de preços do ativo base, enquanto a implícita é derivada do valor de mercado da opção com base no modelo de apreçamento, ou seja, é a volatilidade que, ao ser utilizada em um modelo de apreçamento, gera um valor teórico para a opção equivalente àquele observado no mercado.

Diz-se que a volatilidade implícita apresenta a expectativa de mercado para a volatilidade, enquanto a volatilidade histórica, como o próprio nome indica, apenas mostra a foto de um passado já conhecido.

- **Taxa livre de risco**

O principal efeito dos juros sobre o preço das opções está relacionado à taxa de carregamento. A elevação na taxa livre de risco reduz o valor de opções, tanto *calls* quanto *puts,* ao reduzir o valor presente dos fluxos de caixa a serem recebidos pelos detentores das opções.

Dentre os fatores que afetam o preço das opções, a taxa de juros é o de menor impacto sobre o preço das opções lançadas sobre futuros, o que será detalhado na seção 4.2.1.3.

### 2.2.2 Modelo de Black

O modelo de Black, apresentado em 1976 por Fisher Black, é um modelo de apreçamento de opções de futuro muito semelhante ao famoso modelo de Black-Scholes de apreçamento de opções européias de ações. Este último foi desenvolvido no início dos anos 73 e é o modelo de referência no mercado. Ele chegou a render, em 1997, premio Nobel aos seus criadores.

O modelo Black-Scholes assume que os retornos dos preços de ações são normalmente distribuídos com média $\mu$ e desvio-padrão $\sigma$.

Da mesma forma, o modelo de Black assume que o retorno do preço dos contratos futuros possui distribuição normal e, portanto, o preço segue uma distribuição lognormal.

As fórmulas de apreçamento para *calls* e *puts* do tipo europeia são dadas pelas equações 7 a 10.

$$c = e^{-rT}[F_0 N(d_1) - KN(d_2)] \tag{7}$$

$$p = e^{-rT}[KN(-d_2) - F_0 N(-d_1)] \tag{8}$$

$$d_1 = \frac{\ln\left({F_0}/{K}\right) + \sigma^2\, {T}/{2}}{\sigma\sqrt{T}} \tag{9}$$

$$d_2 = d_1 - \sigma\sqrt{T} \tag{10}$$

onde $c$ é o preço de uma *call* européia, $p$ o preço de uma *put* européia, $F_0$ o valor do contrato futuro, $K$ o *strike* da opção, $\sigma$ a volatilidade do preço do futuro e $T$ é o tempo até a expiração da opção.

Já é sabido que as opções alvo desta dissertação são as opções americanas. No entanto, não se incorre em erro ao utilizar as fórmulas de Black para precificá-las. Isto decorre do fato de que nunca é ótimo exercer uma *call* americana antes de seu exercício.

Este fato pode ser comprovado pelo uso de um exemplo. Considerando uma *call* com um mês para a data de vencimento com *strike* 90 e valor do ativo base 100. Esta opção é ITM. Se o investidor pretende manter o ativo base em seu portfólio por mais de um mês é mais interessante exercer seu direito ao final do período, pois desta forma ganhará os juros referentes a um mês. Outra vantagem de aguardar até o vencimento é que há chance, mesmo que remota, de que o preço do ativo base caia abaixo do valor do *strike* e, neste caso, não será interessante exercer a opção e haverá ganho por ter ocorrido o exercício antecipado.

Como todo modelo teórico, as fórmulas de apreçamento de Black partem de premissas e simplificações do mundo real. Uma crítica ao modelo de Black, assim como ao modelo de Black-Scholes, é sobre a suposição pelo modelo de que a volatilidade é constante. As implicações desta simplificação serão discutidas de forma mais ampla no item 4.2.1.2, que trata da previsão da volatilidade.



### 2.2.3 Gregas

As gregas representam a sensibilidade do preço das opções em relação aos parâmetros dos quais dependem o valor destes derivativos. As gregas estão diretamente relacionadas aos fatores apresentados no tópico 2.2.1. As fórmulas e gráficos apresentados a seguir se referem às opções de futuros, modeladas segundo a fórmula de Black.

As gregas serão muito importantes nas análises de sensibilidade e na aplicação de outros modelos de mensuração de risco de opções levantados.

- **Delta ($\Delta$)**

O delta é definido como a taxa de variação do prêmio da opção em relação às alterações no preço do ativo base, como apresentado nas equações 11 e 12.

$$\Delta_c = \frac{\partial c}{\partial F} = e^{-rT} N(d_1) \qquad (11)$$

$$\Delta_p = \frac{\partial p}{\partial F} = e^{-rT} [N(d_1) - 1] \qquad (12)$$

Graficamente pode-se pensar no delta como a tangente da curva que relaciona estas duas variáveis: prêmio e valor do ativo base.

Em relação ao *hedge*, o delta define qual posição deve ser tomada no contrato do ativo base para que seja possível construir um *portfolio* livre de risco no curto prazo. Isto é, para opções de WTI, um delta de +0.5 indica que se o valor do contrato futuro de WTI subir 1 dólar, a opção deverá ter seu prêmio acrescido de 50 centavos.

As gregas podem apresentar variação de acordo com seu *moneyness* e com o tempo para expiração das opções. O Gráfico 4 apresenta a sensibilidade do delta de acordo com o primeiro fator, onde se pode perceber que o delta das opções OTM é baixo e que este vai aumentando conforme a posição se torna mais ITM. Já o Gráfico 5 e o Gráfico 6 apresentam a variação do delta de acordo com o prazo para expiração da *call* e da *put*, respectivamente.

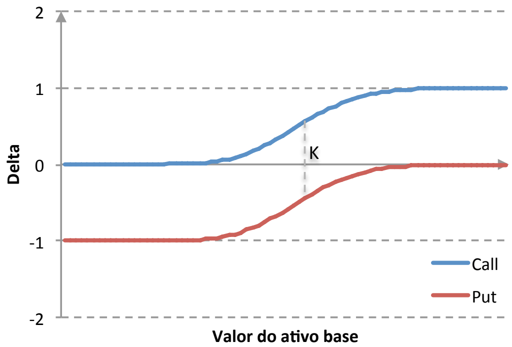


**Gráfico 4 - Variação de delta em relação ao valor do contrato futuro**

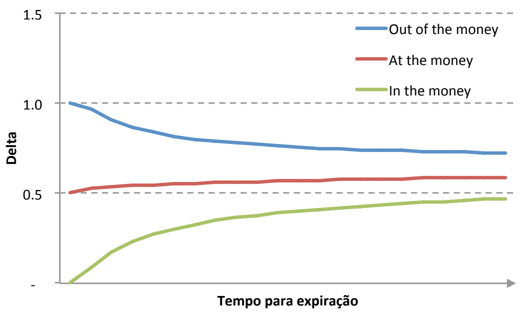


**Gráfico 5 - Variação de delta em relação à data de vencimento (*call*)**

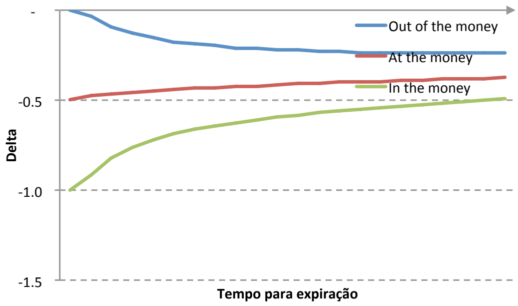


**Gráfico 6 - Variação de delta em relação à data de expiração (*put*)**

- **Theta (Θ)**

O theta é definido como a taxa de variação do prêmio da opção em relação à passagem do tempo, tudo o mais constante. O theta é também conhecido como *time decay*.

Com a passagem do tempo a opção tende a ter seu preço reduzido em função da redução da incerteza associada e, por esta razão, comumente o theta das opções é negativo. A equação 13 apresenta o theta:

$$\theta = \frac{\partial p}{\partial T} = \frac{\partial c}{\partial T} = \frac{\partial O}{\partial T} = \frac{e^{-rT}F}{2\sqrt{T}} N(d_1) - rO \qquad (13)$$

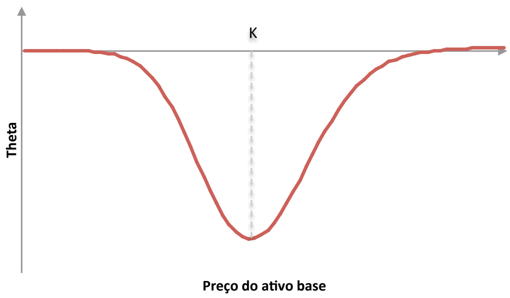


**Gráfico 7 - Variação de theta em relação ao valor do contrato futuro**

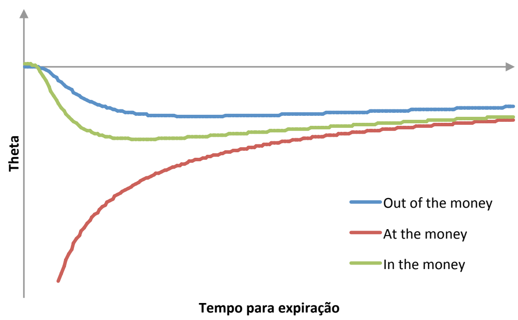


**Gráfico 8 - Variação do theta em relação ao prazo de expiração**

O theta não deve receber o mesmo tratamento do delta ou do gamma no momento da realização de *hedge*. E isto se deve ao fato de que enquanto a variação no valor do ativo base é desconhecida, a passagem do tempo é certa.

- **Gamma (Γ)**

O gamma é a taxa de variação do delta do *portfolio* em relação à mudança de preço do ativo base. Isto é, corresponde à segunda derivada do valor do *portfolio* em relação ao ativo base.

O prêmio é pouco sensível a variações no preço do ativo caso o gamma seja pequeno. Neste caso, é razoável trabalhar com *portfolios* delta-neutros sem que seja necessário reajustá-los a todo momento. No entanto, em casos de gammas elevados, torna-se arriscado manter um *portfolio* delta-neutro sem modificações por qualquer que seja o intervalo de tempo.

Este ponto fica claro através da análise do Gráfico 9. Se o contrato futuro variar de $F_0$ para $F_1$, o valor da *call* irá variar de $C_0$ para $C_1$. Porém, se o cálculo for baseado no delta, será considerado erroneamente que o prêmio será $C_2$ quando o ativo tiver valor $F_1$. Com isto, evidencia-se o erro causado pelo uso de delta-*hedge* em casos de curvatura (gamma) elevada. A equação 14 apresenta o gamma:

$$\Gamma = \frac{\partial^2 p}{\partial F^2} = \frac{\partial^2 c}{\partial F^2} = \frac{\partial^2 O}{\partial F^2} = \frac{e^{-rT} F}{F\sigma\sqrt{T}} N(d_1) \qquad (14)$$

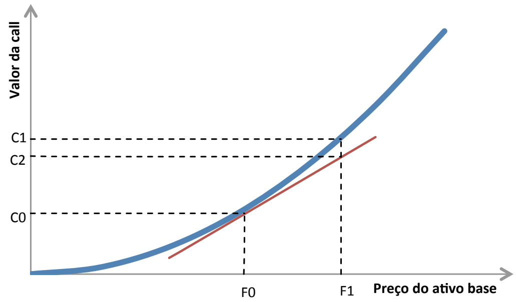


**Gráfico 9 - Gamma**

- **Vega (ν)**

O vega de um *portfolio* de derivativos corresponde à variação do valor do *portfolio* em relação à volatilidade de ativo base. Quanto mais elevado o vega mais sensível é o *portfolio* a pequenas variações na volatilidade. A equação 15 apresenta o vega:

$$\nu = \frac{\partial p}{\partial \sigma} = \frac{\partial c}{\partial \sigma} = \frac{\partial O}{\partial \sigma} = Fe^{-rT}\sqrt{T}N(d_1) \qquad (15)$$


**Gráfico 10 - Variação do vega em relação ao valor do contrato futuro**

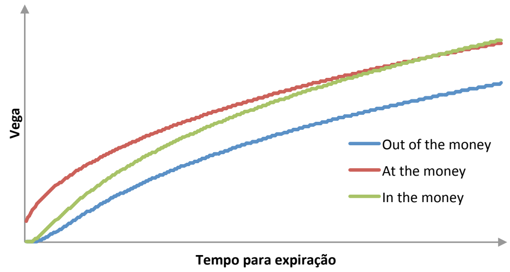


**Gráfico 11 - Variação do vega em relação ao prazo para expiração**

- **Rho (ρ)**

O rho corresponde à variação no valor de um *portfolio* de ações com relação a variações na taxa de juros. A equação 16 apresenta o rho.

$$\rho = \frac{\partial p}{\partial r} = \frac{\partial c}{\partial r} = \frac{\partial O}{\partial r} = -TO \qquad (16)$$

### 2.2.4 Estratégias mais famosas

A seguir serão apresentadas as principais estratégias utilizadas no mercado, resultantes da combinação de duas ou mais opções, todas com a mesma data de expiração.

- ***Bull spread***

Pode ser definido como uma aposta na alta do mercado, razão pela qual é denominada *bull*[7], através da compra de uma *call* de certo *strike* e da venda de outra *call* de *strike* superior[8], como apresentado no Gráfico 12. Desta forma, o investidor limita seu ganho e também sua perda na data de expiração dos contratos. O investimento inicial, no entanto, é inferior à simples compra da *call*.

Os *bull spreads* mais comuns são os seguintes:

1) ambas OTM
2) compra ITM e venda OTM
3) ambas ITM



[7] O Mercado financeiro utiliza os termos *bulish* e *bearish* para se referir a expectativas de mercados de alta ou de baixa. Estes termos estão relacionados à forma de ataque do touro (em ingles, *bull*) e do urso (*bear*). O touro ataca suas vítimas num movimento ascendente, enquanto o urso golpeia suas presas ou inimigos atacando-os de cima para baixo.

[8] O *bull spread* pode também ser construído pela compra de uma *put* em determinado *strike* e venda de uma *put* de *strike* superior.

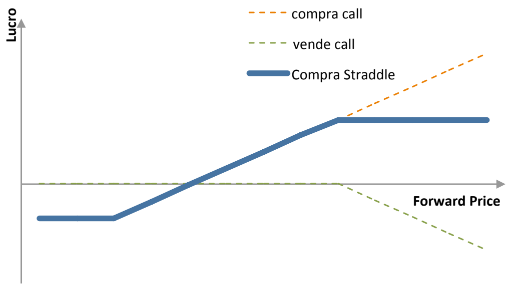


**Gráfico 12 - *Bull Spread***

- **Bear spread**

O *bear spread* consiste numa aposta contrária a do *bull spread.* Neste caso, o investidor aposta numa queda no mercado, com oportunidades de ganho e perdas limitadas através da compra de uma *call* em determinado *strike* e da venda de outra *call* com *strike* inferior[9], como ilustrado no Gráfico 13.

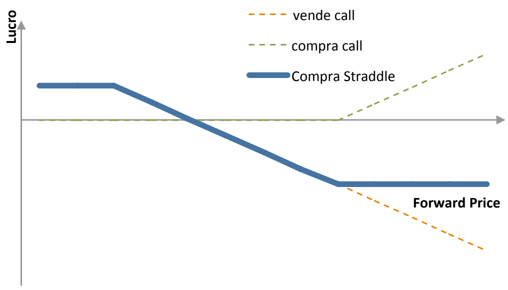


**Gráfico 13 - Bear Spread**

- ***Butterfly***

Enquanto os spreads apresentados anteriormente são utilizados quando há expectativa de tendência no movimento do preço do contrato futuro, a *butterfly* é uma estratégia adequada para quando não há uma visão clara de tendência, isto é, ou espera-se que os contratos futuros não vão sofrer grande alteração de preços, ou então espera-se grandes movimentos, mas não há definição do sentido.

O *butterfly* envolve a tomada de posição em opções com três *strikes* diferentes, e tem como uma de suas características ganhos e perdas limitadas.

[9] Alternativa: compra de *put* com alto *strike* e venda de *put* com *strike* mais baixo.

Se a expectativa for de que o contrato futuro não terá seu preço muito alterado, compra-se uma *call* com *strike* $K_1$, uma *call* com *strike* $K_3$ e vende-se 2 *calls* com *strike* $K_2$ (entre $K_1$ e $K_3$), como representado no Gráfico 14. Geralmente $K_2$ é um valor próximo ao valor do contrato futuro no momento da entrada na posição.

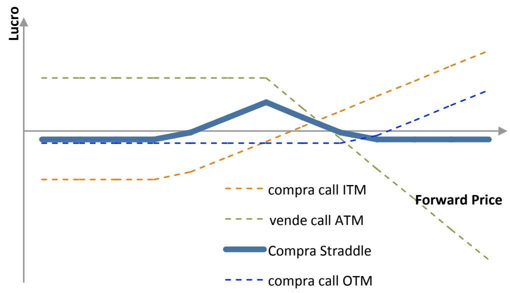


**Gráfico 14 - *Butterfly***

No caso contrário, em que se espera grande movimentação de preços sem que haja uma definição clara do sentido em que isto irá ocorrer, pode-se vender uma *call in-the-money*, vender uma *call out-of-the-money* e comprar duas *calls at-the-money*.

- **Straddle**

O *straddle* se aplica a situações semelhantes a de *butterflies.* Sua principal diferença é a limitação de ganhos e perdas.

Se a expectativa for de que o preço *forward* apresentará uma grande variação, mas não há definição do sentido deste movimento, compra-se uma *call* e uma *put* no mesmo *strike*. Esta estratégia é chamada de *compra de straddle* ou *bottom straddle*. Ela apresenta perda limitada e ganho ilimitado, como apresentado no Gráfico 15.

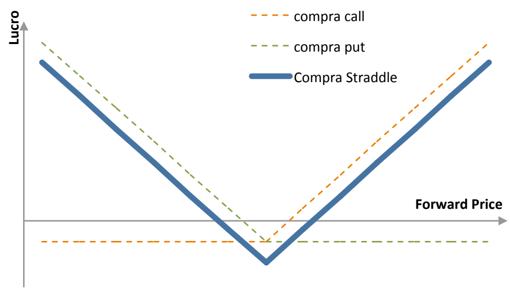


**Gráfico 15 - Compra de *Straddle***

A estratégia oposta consiste, denominada venda de *straddle*, consiste na venda de uma *call* e de uma *put* no mesmo *strike*. Neste caso, há ganho limitado e perda ilimitada caso o ativo sofra uma grande variação de preço, como apresentado no Gráfico 16.

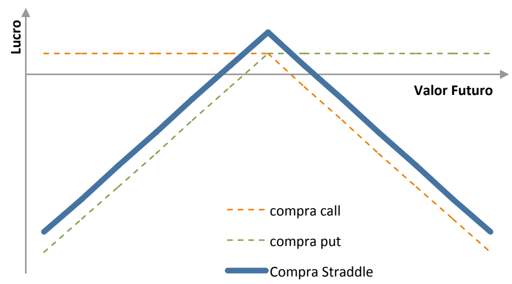


**Gráfico 16 - Venda de *straddle***

- **Strangle**

O *strangle* é muito semelhante ao *straddle*, porém, no caso da venda de um *strangle*, é necessário que o mercado sofra uma variação de amplitude superior à exigida na venda de *straddle* para que o investidor possa lucrar. Já em caso de compra do *strangle*, há lucro numa faixa central mais extensa, porém com ganho máximo inferior ao do *straddle*, como apresentado no Gráfico 17.

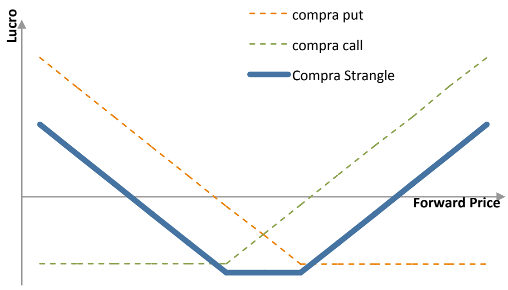


**Gráfico 17 – *Strangle***

### 2.2.5 Trading de opções de futuros de *commodities*: decisões e impacto das gregas

No item 2.2.4 foram apresentadas as principais estratégias compostas por opções utilizadas no mercado e seus respectivos *payoffs* na data de vencimento.

Os investidores, no entanto, não estão preocupados somente com o valor na data do vencimento, mas especialmente na marcação a mercado em tempo real de seu *portfolio*. Neste processo o investidor está sujeito não somente à passagem do tempo, mas também às variações no preço do ativo objeto, à volatilidade e à taxa de juros. Como será discutido no tópico 4.2.1.3, a relevância da taxa de juros nas opções de futuro é muito baixa. Assim, foram construídos, nesta dissertação, cenários de variação destes três fatores relevantes para cada uma das estratégias apresentadas na seção 2.2.4 assim como para compras simples de opções.

Para cada estratégia são apresentados 4 gráficos, que distam entre si pela volatilidade: 10%, 20%, 30% ou 40%. Em cada gráfico é apresentado o valor esperado ao longo do tempo de maturação da opção em função do valor esperado do contrato futuro.

Todas as opções consideradas possuem o mesmo prazo até o vencimento (22 dias úteis), mesmos preços do ativo base (100) e mesmas taxas de juros (1%a.a.). A diferença elas está no *strike* e no tipo de opção (*call* ou *put*).

Como pode-se observar pelo Gráfico 14, Gráfico 15 e Gráfico 17, alguns *portfolios* pode sofrer uma grande variação em seu valor mesmo que o valor do contrato de referência não sofra grande alteração. Por esta razão, muitas vezes estratégias de compra de *straddle* são chamadas de estratégias de compra de volatilidade, pois se beneficiam da alta desta variável. Da mesma forma, a venda de *strangle* pode ser considerada uma estratégia de aposta na queda da volatilidade.Esta é uma demonstração de que nem sempre o preço do ativo objeto é o grande fator de risco do *portfolio*.

A seguir são analisadas as diferentes estratégias.

## 1. Long em call ATM (strike =100)

- Compra *call strike* = 100

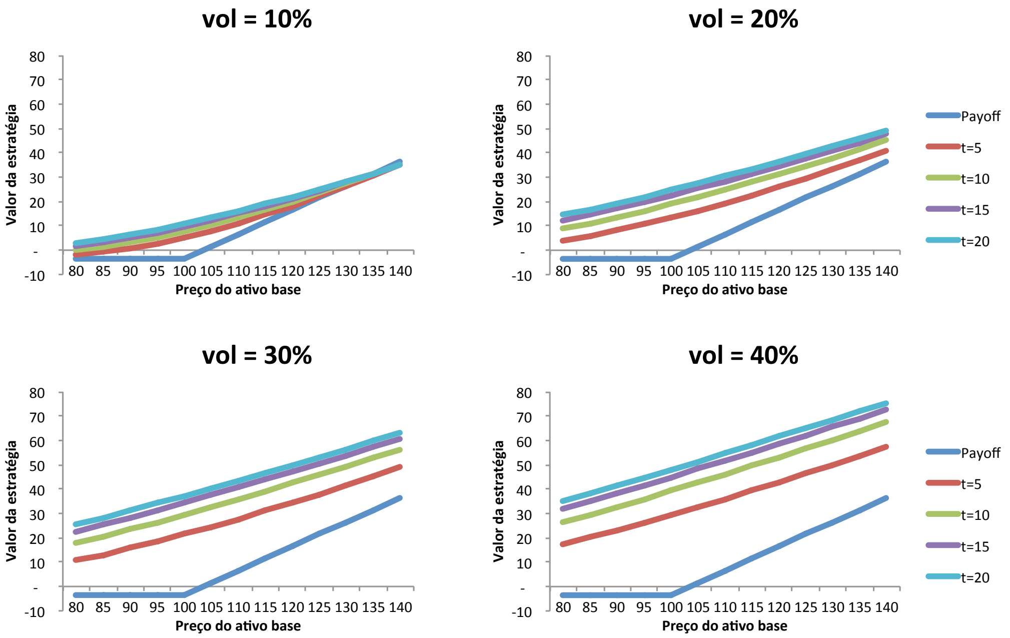


**Gráfico 18 - Sensibilidade aos fatores de risco - *Long* em *call***

## 2. *Bull spread*

- Compra *call* ITM *strike* = 90
- Vende *call* OTM *strike* = 120

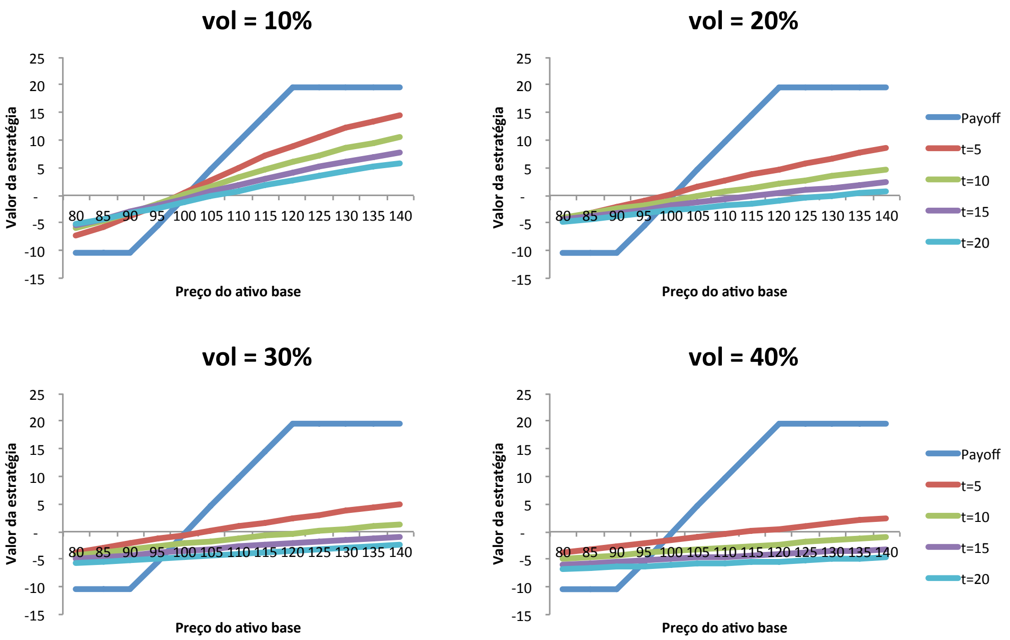


**Gráfico 19 - Sensibilidade aos fatores de risco - *Long* em *bull spread***

## 3. Bear Spread

- Vende *call* ITM *strike* = 90
- Compra *call* OTM *strike* = 120

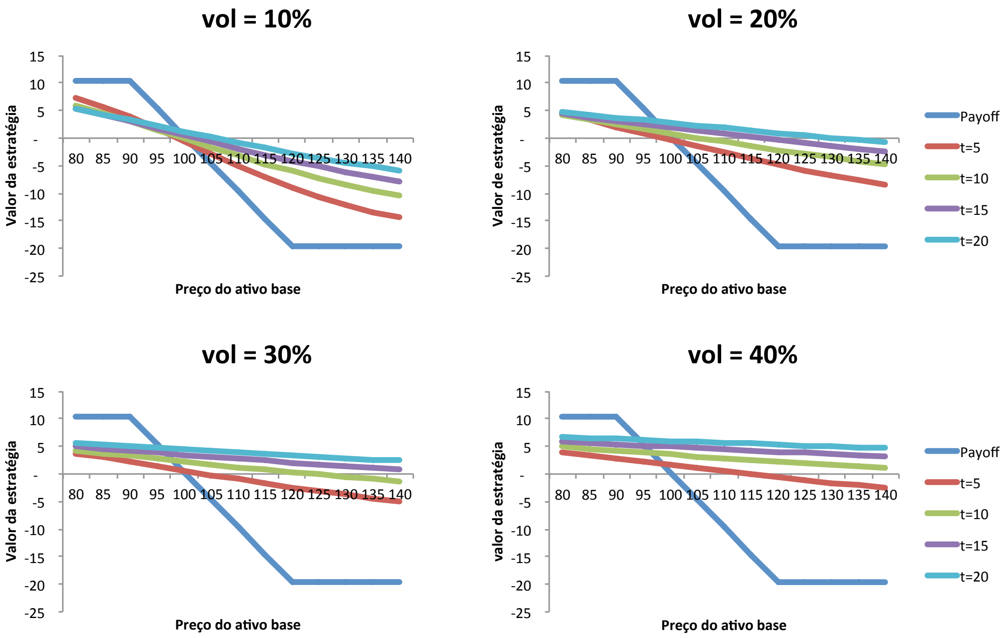


**Gráfico 20 - Sensibilidade aos fatores de risco - *Long* Bear Spread**

## 4. Butterfly

- Compra *call* ITM *strike* = 95
- Vende 2 x *call* ATM *strike* = 100
- Compra *call* OTM *strike* = 105

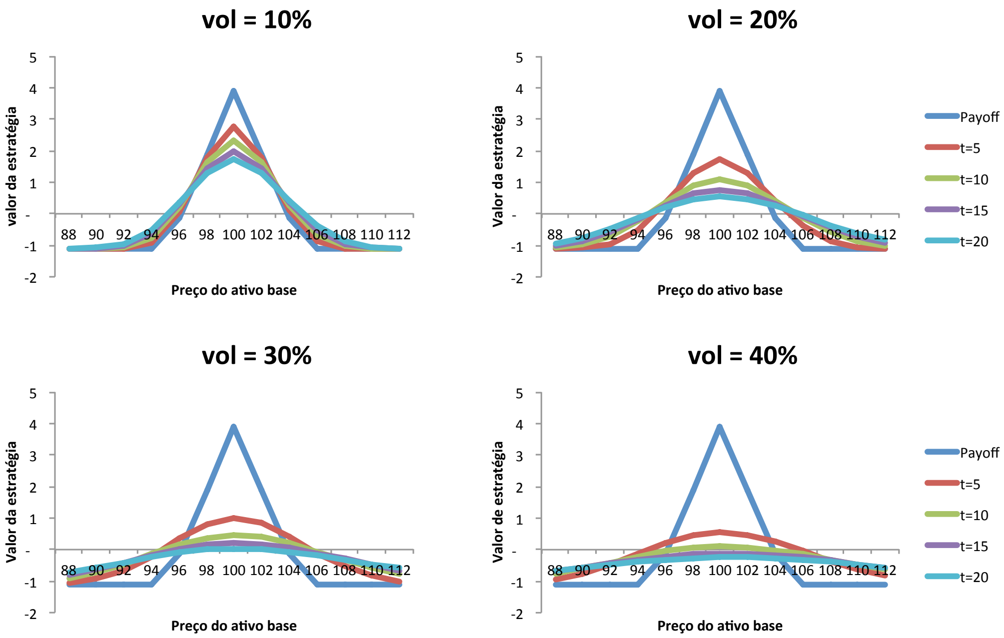


**Gráfico 21 - Sensibilidade aos fatores de risco – *butterfly***

## 5. Compra de *Straddle*

- Compra *call* ATM *strike* = 100
- Compra *put* ATM *strike* = 100

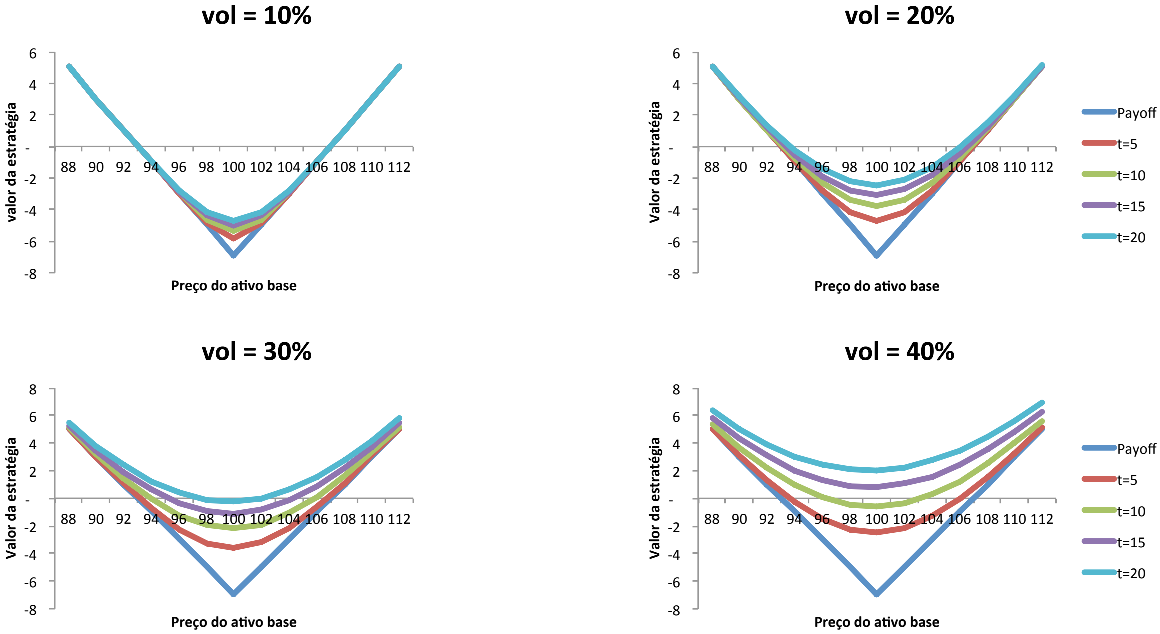


**Gráfico 22 - Sensibilidade aos fatores de risco - *Long* em *straddle***

## 6. Venda de *Straddle*

- Venda *call* ATM *strike* = 100
- Venda *put* ATM *strike* = 100

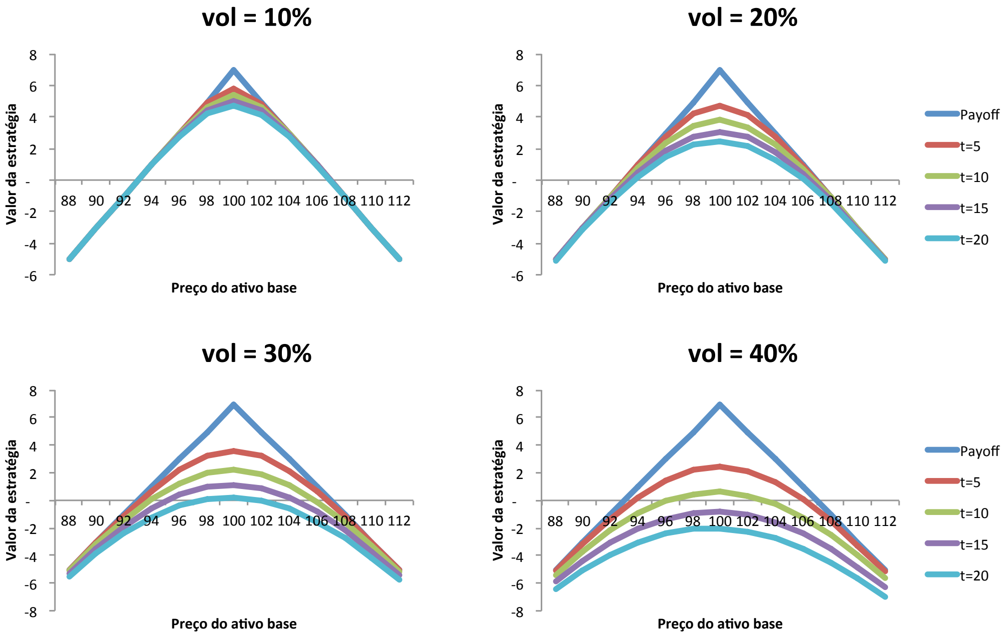


**Gráfico 23 - Sensibilidade aos fatores de risco - Venda de *straddle***

## 7. Strangle

- Compra *call* ITM *strike* = 98
- Compra *put* ITM *strike* = 102

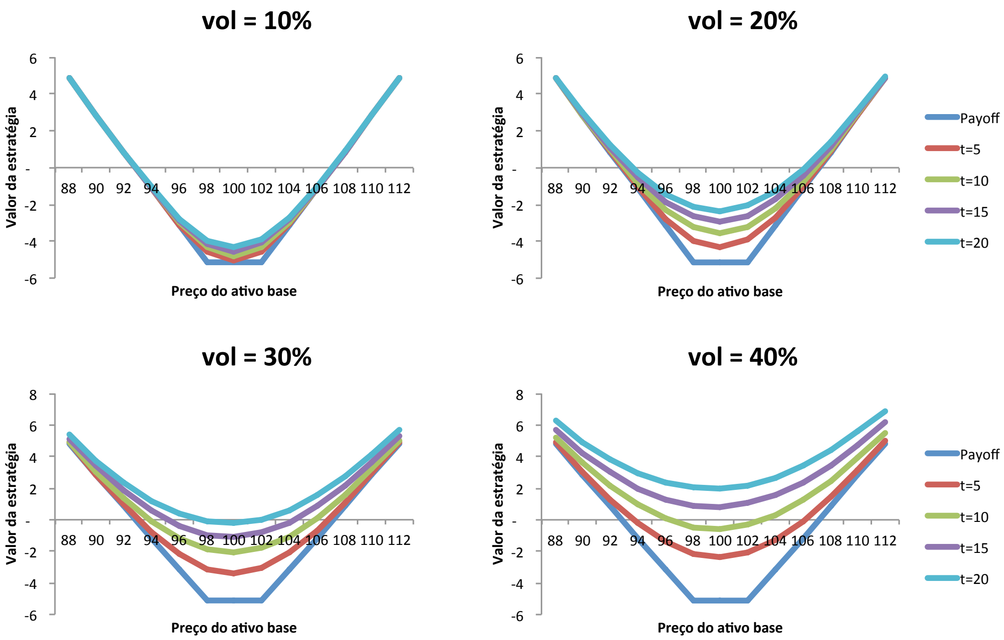


**Gráfico 24 - Sensibilidade aos fatores de risco - *strangle***