Nº 276 **ISSN 0104-8910**

FUNDAMENTOS DA TEORIA DAS OPÇÕES

Carlos Ivan Simonsen Leal

Fevereiro de 1996

Fundamentos da Teoria das Opções

por Carlos Ivan Simonsen Leal

Versão sujeita a ser modificada

Fundamentos da Teoria das Opções

Neste capítulo, são introduzidas as idéias básicas referentes aos contratos de opções, as quais servirão de base para a primeira parte deste livro. Em primeiro lugar, dão-se exemplos de diferentes tipos de opções. Depois, analisa-se o tamanho, a estrutura e características dos principais mercados para estes ativos financeiros no Brasil. Finalmente , a rentabilidade e o risco no uso de opções e combinações de opções são estudados de um ponto de vista elementar, obtendo-se, contudo, algumas relações fundamentais.

1.1 Opções: O que São e Para O que Servem

Entre os mecanismos de divisão de risco freqüentemente usados em transações comerciais, os contratos contendo cláusulas de opções de compra ou de venda destacam-se pela sua antiguidade e pela variedade de uso. Nos primórdios do Direito Romano já se pode encontrar citações e regulamentações referentes a este assunto que cobrem desde aspectos do direito de propriedade até o Comércio Marítimo.

Para ser claro, uma **opção de compra** é um contrato entre duas partes, dando o direito a uma delas, se esta assim o desejar, a comprar da outra uma certa quantidade de um ativo sob condições préviamente combinadas. Da mesma forma uma **opção de venda**, dá o direito a uma das partes de vender a outra uma certa quantidade de um ativo, também sob condições pré-determinadas.

No jargão do mercado financeiro, diz-se que a parte detentora do direito está **comprada** na opção, enquanto que a outra está **vendida**. Assim, sem que haja possibilidade de confusão, pode-se usar expressões do tipo: estar comprado ou vendido numa opção de compra e comprado ou vendido numa opção de venda.

Opções são, geralmente, caracterizadas pelos seguintes quesitos:

1) A sua data de expiração ou de **vencimento**;

2) Se podem ser exercidas a qualquer momento até o seu vencimento (**tipo americano**) ou, então, se só podem ser exercidas no seu vencimento (**tipo europeu**);

3) Pelo seu preço de exercício, isto é, o preço pelo qual se pode realizar a operação de compra e venda em questão:

   a) caso comum: o preço de exercício é um dado estabelecido quando a opção é criada;

b) casos especiais:

- o preço de exercício depende da história do preço do ativo subjacente (opções do **tipo asiático**);
- o preço de exercício está indexado a um índice econômico[1] qualquer;

4) Se são negociáveis ou não e, no primeiro caso, se o são:

a) particularmente, também chamada de opções de balcão[2];

b) em bolsas de valores.

Aqui estão alguns exemplos de situações práticas envolvendo opções que podem surgir naturalmente:

EXEMPLO 1: O exemplo clássico de opção de compra, datado da época dos romanos e até antes, é o dos contratos de aluguel ou arrendamento contendo cláusula que permite ao inquilino/arrendatário adqüirir, se assim o desejar, a propriedade que explora após decorridos alguns anos.

Este tipo de cláusula dava a quem explorava diretamente a propriedade a oportunidade de ter uma melhor avaliação do seu negócio, evitando um empate imediato de capital.

O proprietário do terreno ficava vendido numa opção de compra sobre a sua propriedade, enquanto o arrendatário ficava comprado.

Se a opção só pudesse ser exercida numa determinada data, então ela era do tipo europeu.

Os casos mais comuns eram aqueles em que a opção só podia ser exercida numa certa época do ano e apenas durante alguns anos após o início da exploração da propriedade. Estavam estas restrições relacionadas, respectivamente, a alternância das safras e entresafras agrícolas e a incerteza sobre a evolução do valor das propriedades ao longo do tempo, não desejando o arrendatário ter de exercer a opção quando o seu caixa estivesse baixo, nem o proprietário ficar exposto durante um longo período de tempo. Estas opções não eram, obviamente, nem do tipo americano nem do tipo europeu.

Em contratos contendo cláusulas de opção de compra ou de venda de unidades imobiliárias, a regra geral é que o preço seja pré-estabelecido, sendo combinado, conforme o costume, a existência ou não de correção monetária deste valor.

---

1 Um índice de correção monetária espelhando a inflação, um índice setorial, um índice de correção cambial ou, ainda, o preço de uma cesta de bens.

2 A expressão em inglês é ***over-the-counter*** (OTC).

Além disso tudo, são raros os casos em que uma opção imobiliária é negociável[3].

♦

EXEMPLO 2: Um investidor possui ouro e acha que o preço do ouro pode cair, então ele decide vender uma opção de compra. Na verdade, do seu ponto de vista, ele reduz o seu risco, pois se o preço do ouro cair abaixo do preço de exercício da opção até o dia do seu vencimento, então ela não será exercida e pelo menos parte do seu prejuízo com a queda do preço do ouro terá sido compensada pelo que foi apurado com a venda da opção.

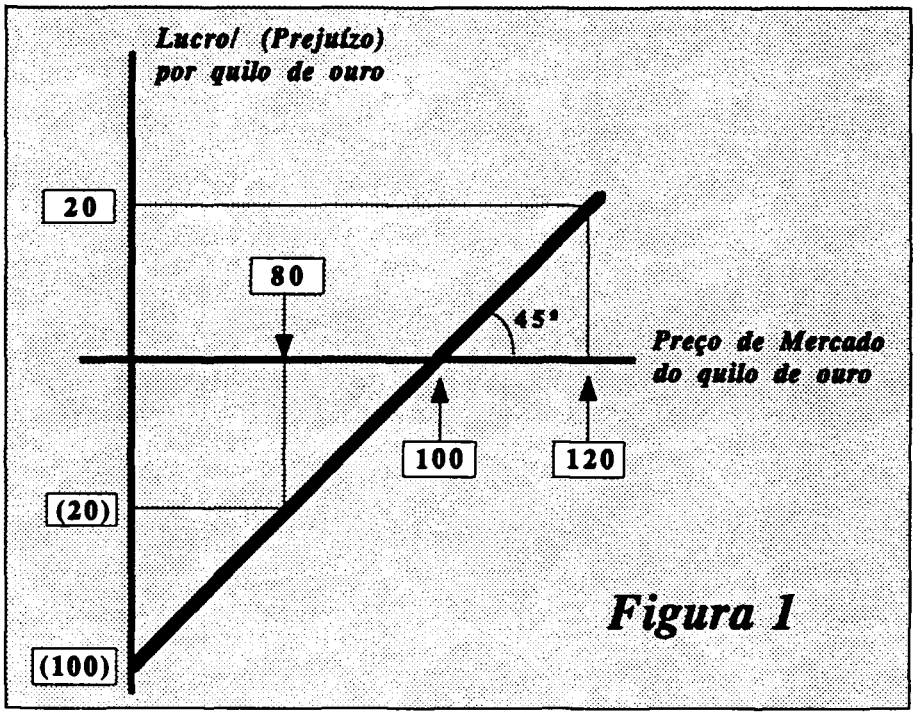
De fato, suponha que o preço do ouro seja 100 unidades monetárias (u.m.)[4] por quilo num determinado instante. Para cada u.m. de queda (respectivamente: de subida) a posição do investidor perderá (respectivamente: ganhará) uma u.m.:

Preço do Ouro	Lucro (Prejuízo)
120	20
115	15
110	10
105	5
100	**0**
95	(5)
90	(10)
85	(15)
80	(20)
0	(100)

O que permite que se trace o seguinte gráfico:

3 Em imóveis comerciais, exceto para negócios entre pessoas físicas, a concessão de opções de compra a pessoas jurídicas termina sempre por ser, de certa forma, negociável: o proprietário da pessoa jurídica pode fazer uma cisão isolando o direito da opção e negociar a empresa cindida. Garantindo-se que a nova empresa tenha como manter os compromissos herdados da antiga, o proprietário do imóvel dificilmente encontrará respaldo jurídico para se opor a este procedimento.

4 Durante o período em que este livros estava sendo escrito o Brasil teve tres moedas: o cruzeiro, o cruzeiro real e o real. Para maior facilidade será usada a expressão unidade monetária, só se referindo a uma determinada moeda dentro do contexto de exemplos específicos, atrelados a um determinado instante no tempo.



Se existir uma opção de compra de ouro, cujo preço de exercício seja igual a 110 u.m. por quilo e cujo preço de mercado no instante em que o quilo de ouro vale 100 é 10 u.m./kg., então se o investidor vender a opção, o seu investimento iniacial será igual a 90 u.m. por quilo, sendo que se o quilo de ouro custar mais que 110 u.m. ele terá um lucro máximo de u.m.. Nesta situação, o lucro/(prejuízo) por quilo no dia do exercício passará a ser dado por:

Preço do Ouro	Lucro (Prejuízo)
120	20
110	20
100	**10**
95	5
90	0
85	(5)
80	(10)
0	(90)

O que, por sua vez, enseja o seguinte gráfico para o lucro/(prejuízo):

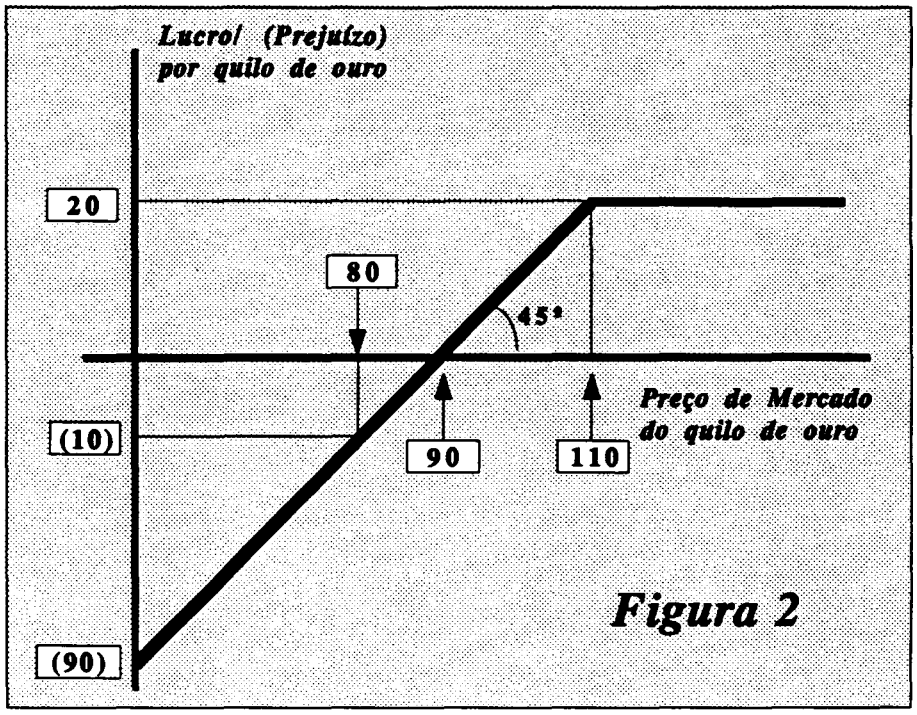


Figura 2

O investidor limitou o seu ganho, contudo, só passou a ter prejuízo se o preço do ouro cair abaixo de 90 u.m. por quilo. Ele diminuiu a sua exposição, trocando a chance de alavancar no preço do ouro por uma maior segurança.

♦

EXEMPLO 3: É um artifício comum as empresas lançarem debêntures[5] com cláusula de recompra. Isto é feito para que a empresa possa se aproveitar de flutuações na taxa de juros de longo prazo, sem que as suas decisões precisem ser sancionadas pelos detentores desses papéis.

Suponha, por exemplo, que a taxa de juros de longo prazo (títulos públicos) seja igual a 8% ao ano. Isto faz com que uma empresa lance debêntures de dez anos pagando 10% ao ano. O pagamento de juros é feito uma vez por ano, no último dia, enquanto o principal é pago no final. O fluxo de caixa de uma debênture com valor de face igual a 1000 é o seguinte:

5 Uma debênture é um título de dívida de longo prazo emitido por uma empresa.

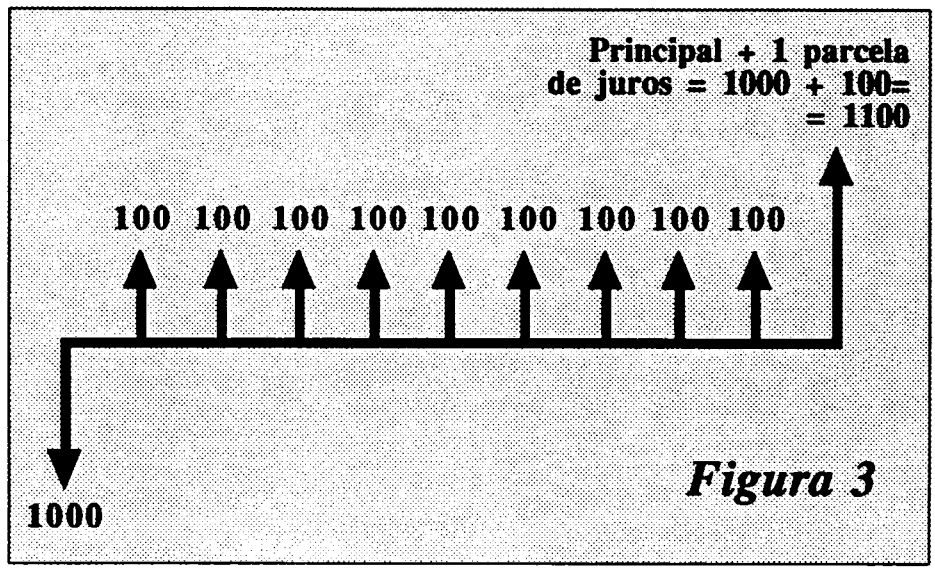


Figura 3

Se, no terceiro ano, as taxas de juros dos títulos públicos de curto prazo caissem para a faixa 3 a 4% ao ano, seria vantajoso recomprar esta dívida, substituindo o endividamento de longo prazo por um de curto prazo, desde que o custo de recompra fosse próximo do valor do principal.

Num mercado eficiente, contudo, os credores perceberiam isto e só estariam dispostos a revender as debêntures em troca de um ágio. O que, talvez, tornasse inviável esta operação.

Neste caso, as cláusulas de recompra permitem à empresa resgatar compulsoriamente a sua dívida. Elas são, de fato, opções de compra dadas à empresa pelos seus credores no momento em que estes compraram as debêntures[6].

♦

6 O preço dessas opções está embutido junto com o deságio e os juros negociados com a debênture.

Estudos empíricos feitos nos E.U.A. e Inglaterra mostram que as debêntures com cláusula de recompra, geralmente, pagam um prêmio maior sobre as taxas de juros dos títulos públicos que as debêntures comuns. Em outras palavras o seu preço de colocação tende a ser menor, implicando que o seu rendimento caso não aconteça recompra será maior. Isto era de se esperar, pois a cláusula de recompra é uma opção que o comprador da debênture dá a empresa e que, portanto, deve ser paga, reduzindo o preço de venda da debênture. O prêmio será tanto maior quanto maior for a volatilidade ou variabilidade da taxa de juros de longo prazo, o que quer dizer que o preço da opção embutido na debênture é tanto maior quanto maior for a incerteza quanto ao perfil futuro dessas taxas de juros.

Por outro lado, os mesmos estudos mostram que o acréscimo de rentabilidade que a empresa tem de pagar é menor que o custo de comprar uma opção de compra sobre a taxa de juros. Esta discrepância se explica pelo fato que a opção embutida na debênture não é negociável em separado.

Nos E.U.A., cláusulas de recompra de dívida são muito comuns em títulos municipais e estaduais, sendo, de certa forma, melhor aceitas que em títulos privados por causa de um problema de credibilidade da informação.

EXEMPLO 4: No mercado de títulos dos Estados Unidos são comuns os casos de debêntures com cláusulas de conversibilidade em ações. Isto, geralmente, acontece da seguinte forma e por alguma(s) das razões abaixo:

a) Uma empresa deseja arranjar financiamento para um novo projeto ou para a continuação de suas atividades. Ela percebe que não existe mercado para o lançamento de ações a um preço conveniente, mas que o custo do endividamento puro e simples também não lhe é conveniente. Ela opta por fazer uma sinalização[7] ao mercado, ao mesmo tempo em que oferece trocar juros por um potencial de alavancagem. Assim, ela oferece uma debênture com cláusula de conversibilidade em ações suas.

b) Conforme se verá mais adiante, a regra de conversão determina o potencial de alavancagem da opção. Empresas que acreditam ter bons projetos a financiar, isto é, aqueles que possuem um potencial de aumentar a sua rentabilidade patrimonial, tendem a oferecer opções com baixo potencial de alavancagem, geralmente com cláusula de conversibilidade cujo preço de exercício é maior que o valor patrimonial das ações.

c) Por outro lado, este tipo de debênture também pode ser usada por empresas em situação difícil como uma garantia aos credores de que, caso a administração da empresa não aja com a competência suficiente, será possível, após algum tempo, forçar a sua substituição.

No Brasil, é comum que as debêntures com cláusula de conversibilidade contenham um quesito não só atrelando o preço de conversão ao valor patrimonial, mas também a uma média ponderada do preço da ação em bolsa nos dias ou meses anteriores à conversão. Em outras palavras: são opções do tipo asiático.

♦

EXEMPLO 5: É interessante citar também o caso da Companhia Vale do Rio Doce que, há poucos anos, ofereceu uma debênture com cláusula de conversibilidade em ouro, pois esta empresa começava a explorar minas de ouro no Pará. Este tipo de operação corresponde, de fato, a vender um título de dívida e uma opção de compra de ouro de longo prazo, exercível em datas pré-fixadas (o que significa que se trata de uma opção híbrida: nem do tipo americano, nem do tipo europeu). Esta forma de **securitização** da dívida trouxe uma brutal redução nos juros reais pagos pela empresa e foi uma operação financeira extremamente bem sucedida.

♦

---

7 O uso de debêntures com cláusula de conversibilidade como uma forma de sinalização para o mercado ainda não está satisfatoriamente entendido, pois envolve aspectos complexos da Teoria dos Jogos como o **Problema do Principal e Agente**, onde um indivíduo, chamado de Principal, conduz as ações dos demais agentes, garantindo-lhes um mínimo de satisfação e maximizando o seu ganho a partir disto.

EXEMPLO 6: Uma indústria brasileira fatura em dólares e deseja comprar uma máquina que é faturada a prazo em iens. Sabe-se que se a taxa de câmbio entre as três moedas fosse perfeitamente estável, então a operação poderia ser feita sem problema. Contudo, existe o risco do ien se valorizar frente ao dólar. Isto sugere que se deva comprar uma opção cambial garantindo o custo do financiamento da máquina em dólares.

É claro que pode não existir uma opção cuja existência coincida exatamente com o período do financiamento, mas a empresa estará faturando em dólares, enquanto o prazo da opção estiver correndo e terá amarrado uma taxa de câmbio mínima para converter o que já tiver faturado.

♦

EXEMPLO 7: Também, há alguns anos, a TELEBRÁS lançou debêntures com cláusula de conversibilidade em ações. A opção implícita era do tipo asiático quanto ao preço de exercício, pois estipulava que o preço de conversão seria a cotação média das cotações médias da ação nos vinte pregões anteriores ao dia da conversão. Por outro lado, quanto ao momento do exercício, era uma opção do tipo americano, podendo ser exercida a qualquer instante.

Esta debênture foi extremamente interessante para os investidores que as detinham devido não só ao seu grande potencial de alavancagem, como também porque permitiu que eles escapassem do congelamento de ativos monetários imposto pelo Plano Collor I.

As maciças conversões destas debêntures em ações preferenciais fizeram com que a proporção de preferenciais em relação às ordinárias aproximasse duas para uma e, para não violar a Lei das S.A., a regra de conversão em novas debêntures foi alterada, passando a dizer que esta não poderia ser feita a um valor menor que o valor patrimonial da ação.

♦

Estas são apenas algumas das situações onde contratos de opções podem e acabam por ser usados com uma certa freqüência. Em especial, os exemplos 3, 4, 5 e 6 são exclusivamente relacionados aos problemas de administração da Tesouraria e financiamento das atividades das empresas.

Em todos esses exemplos as opções são usadas sempre como uma forma de seguro. E, da mesma forma que uma companhia de seguros nunca é acusada de ser uma especuladora, a existência de pontas opostas nesses contratos pode ser justificada a partir do fato que percepções diferentes das distribuições de risco, bem como pelas características diversas dos indivíduos, fazem com que diferentes agentes econômicos possam, racionalmente, tomar atitudes diferentes.

1.2 Opções em Bolsas

Apesar da sua antiguidade, a popularização das opções como instrumento de proteção, ou *hedge* [8] financeiro só começou a se desenvolver sobretudo a partir do final da década de 1960 na bolsa de Nova York, quando, pela primeira vez, os contratos de opção passaram a ser negociados em bolsas, tornando-se verdadeiros ativos financeiros.

Antes disso, suponha que João vendesse a Mário uma opção de compra sobre um determinado ativo. Então, era comum que João só pudesse **zerar** a sua posição, isto é recomprar a opção em que estava vendido se Mário concordasse. Já na negociação de opções em bolsas, a presença de uma Câmara de Liquidação, agindo como intermediária, faz com que ao invés de João ficar vendido em uma opção para Mário, ele fique vendido para o mercado e possa zerar a sua posição recomprando a sua posição vendida de um ou mais terceiros que desejem vender aquele tipo de opção.

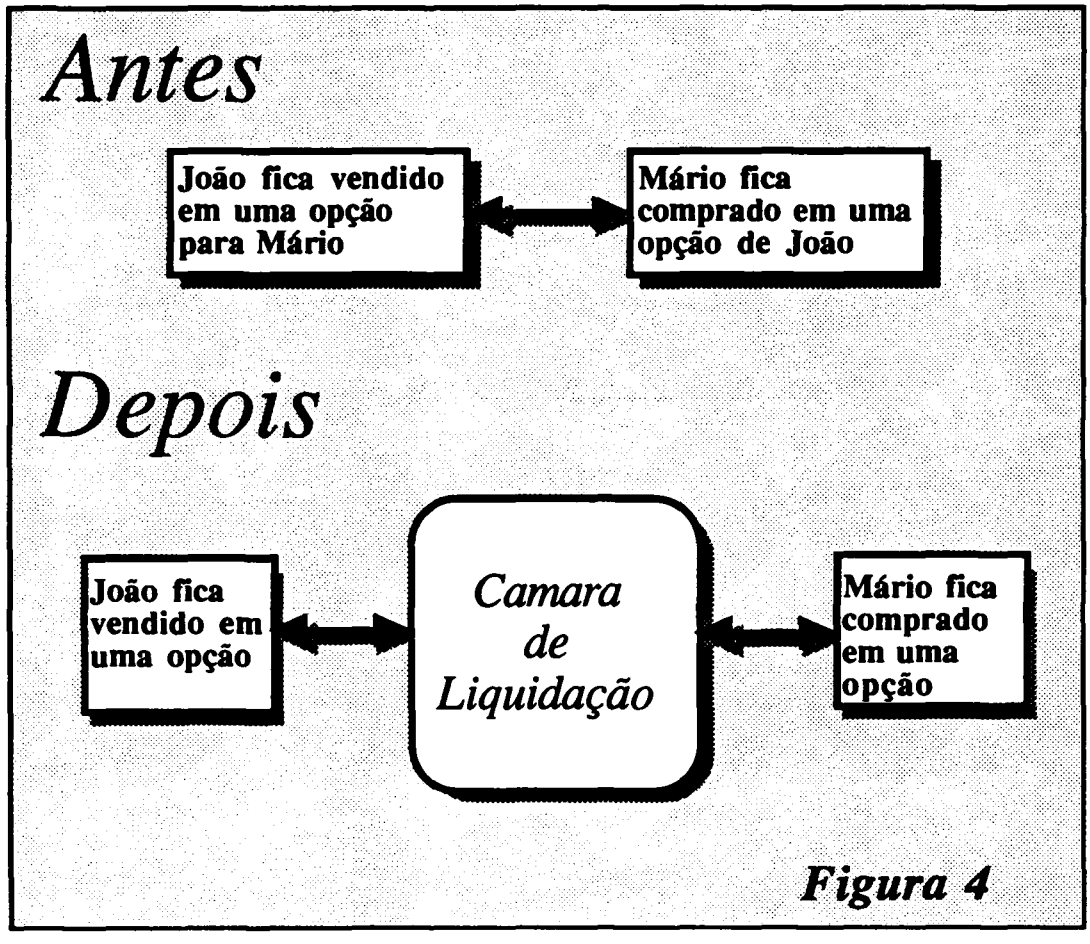


Figura 4

Para facilitar as transações as Camaras de Liquidação homogenizam os contratos de opções. Por exemplo, pode-se encontrar opções de compra ou de venda sobre um mesmo ativo

8 A palavra *hedge* em inglês significa cerca, proteção, etc. Montar um *hedge* é construir uma proteção ao investimento financeiro. Usar-se-á livremente o anglicísmo hedgear, isto é fazer um *hedge*.

com diferentes preços e datas de exercício, mas a quantidade e as características explicitadas do ativo são sempre as mesmas.

Por outro lado, além de facilitarem as transações ao desvincularem comprados e vendidos, as Câmaras de Liquidação também agem como garantidoras da liquidação das operações. Em outras palavras, elas supervisionam se os vendidos tem ou não as condições para cumprir suas promessas, podendo exigir garantias tais como o depósito de títulos, fiança bancária, etc. E até, em caso de alguém não poder atender a todas as exigências necessárias, poderá zerar compulsoriamente as posições vendidas desse indivíduo.

Pelo mundo afora, existem opções sobre centenas de tipos de ações, câmbio, ouro, prata e outras commodities, produtos agrícolas, etc. No Brasil, os mercados de opções em bolsas restringem-se à Bolsa de Mercadorias & Futuros (BM&F), à Bolsa de Valores de São Paulo (BOVESPA), à Bolsa de Valores do Rio de Janeiro (BVRJ) e à Bolsa Brasileira de Futuros (BBF).

Na BM&F estão as opções de ouro e sobre o dólar comercial.

Individualmente, o ouro tem a característica de possuir um dos maiores, senão o maior, dentre os mercados para ativos financeiros, excetuando-se, é claro, o mercado de dinheiro. A sua liquidez transmite-se às suas opções, existindo tanto opções de compra do tipo americano como opções de venda do tipo europeu[9]. O exercício das opções tem sido geralmente uma vez a cada dois meses, meses ímpares, geralmente na terceira sexta-feira do mês. A guisa de exemplo, no dia 18/02/93 foram as seguintes as cotações em cruzeiros do ouro e das opções sobre o ouro:

---

9 Em uma economia como a brasileira, onde as taxas de juros para aplicações de liquidez diária são extremamente altas, não podem existir opções de venda do tipo americano com um preço de exercício fixo porque de duas uma: ou (a) o preço de exercício é menor que o preço do ativo no mercado à vista; ou (b) a opção deverá ser exercida imediatamente. Porém, a evolução nominal do preço do ouro tende a acompanhar a inflação, o que, exceto em casos excepcionais, sugere que o lançamento de opções de venda do tipo americano cujo preço de exercício é menor que o preço *spot* no instante da sua criação seja altamente improvável.

Ouro: Mercado de Disponível

1 contrato = 250 grs. de ouro 999

Abertura	Mínima	Máxima	Média	Fech.	Oscilação
217,500	216,100	217,500	216,621	216,900	1.0%

número de negócios = 445 contratos negociados = 19.460

Opções de Compra Sobre o Disponível

Série	Preço de Exercício	Contratos em Aberto	Preço Médio	Preço de Fechamento	Oscilação
MR01	230,000	57,040	32,549	32,500	1.4%
MR02	240,000	300	s/cot.	s/cot.	–
MR03	250,000	11,100	14,286	14,300	(5.5%)
MR04	260,000	8,908	7,083	7,500	(3.8%)
MR05	270,000	61,451	2,673	2,750	(5.1%)
MR06	280,000	18,470	674	800	14.2%
MR07	290,000	66,424	315	300	(14.2%)

Opções de Venda Sobre o Disponível

Série	Preço de Exercício	Contratos em Aberto	Preço Médio	Preço de Fechamento	Oscilação
MR26	230,000	55,701	10	10	–
MR28	250,000	2,440	289	150	(50.0%)
MR29	260,000	6,254	801	750	7.1%
MR30	270,000	19,960	4,790	4,600	12.2%
MR31	280,000	8,330	10,300	10,300	11.9%
MR32	290,000	61,610	16,263	16,260	0.3%

Já para as ações, embora a BOVESPA e a BVRJ ofereçam a possibilidade de se lançar opções tanto de compra como de venda para os títulos de um grande número de empresas, geralmente apenas as ações mais líquidas têm opções[10]. É conveniente lembrar, que no momento em que este livro está sendo escrito a maior parte do giro de papéis nessas bolsas envolve papéis da Telebrás PN, Eletrobrás BN e de forma bem mais secundária Cemig PN, Light ON, Banco do Brasil PN.

10 Toda regra tem suas exceções: por vezes, são montadas operações de financiamento eqüivalentes a aplicações pré-fixadas com ações menos líquidas. As razões para fazer isso são as mais diversas. Uma das principais sendo que essas montagens financeiras têm implicações fiscais, permitindo transferir lucro de um período para outro, o que fica mais fácil com ativos menos líquidos, para os quais não existe um preço de mercado bem definido.

1.3 Características Financeiras e Risco das Opções

Uma leitura atenta do exemplo 2 acima sugere que comprar uma determinada quantidade de ouro e vender opções de compra sobre esse ouro eqüivaleria, de certa forma, a realizar uma aplicação pré-fixada de renda fixa. Esta operação é conhecida como **financiamento do ativo contra uma opção de compra**.

Se se coloca:

S = preço *spot* do ativo;

E = preço de exercício da opção;

C = preço de mercado da opção.

Então, pode-se definir a **taxa de financiamento**[11] da opção como sendo o número dado por:

$$\boxed{Taxa\ de\ Financiamento = 100 \times \left(\frac{E}{S-C} - 1 \right) \%.}$$

EXEMPLO 8: No exemplo 2, a taxa de financiamento da opção apresentada era igual a:

$$Taxa\ de\ Financiamento = 100 \times \left(\frac{110}{100-10} - 1 \right) \% = 22{,}22\%.$$

♦

Para efeito de comparação com as taxas de juros das aplicações de renda fixa, dir-se-á que uam opção de compra está:

i) Sobre a curva de juros quando a sua taxa de financiamento for igual ao juro que se obteria investindo o dinheiro daquele instante até o dia do vencimento[12];

ii) Acima da curva de juros se a sua taxa de financiamento for maior que o custo alternativo do dinheiro;

---

11 Dever-se-ia empregar a expressão taxa de financiamento bruta, já que não se está levando em consideração as possíveis comissões de corretagem. Todavia, vai-se adiar este problema até o capítulo 3.

12 Em paises de inflação muito baixa como os EUA, existem opções de longo prazo, isto é 1, 2 ou até 3 anos. Neste caso, é razoável que para se determinar o custo do dinheiro se use a taxa dos títulos públicos de 3 meses, 6 meses, 1 ano, etc. No Brasil, enquanto perdurar o processo inflacionário é mais razoável que se use o custo do dinheiro no mercado interbancário de aplicações por um dia.

iii) Abaixo da curva de juros se a sua taxa de financiamento for menor que custo alternativo do dinheiro no overnight.

Freqüentemente usado pelos profissionais do mercado como um critério de escolha positivo, o critério da taxa de financiamento, só deveria, ao contrário, ser usado como um critério negativo: não se deve financiar o ativo contra uma opção de compra se a taxa de financiamento estiver abaixo da curva de juros.

Neste sentido, note que não há garantia alguma de que, ao se fazer um financiamento, o preço do ativo vá estar acima do preço de exercício da opção no dia do exercício, não se podendo então afirmar com absoluta certeza que a taxa de retorno será igual a taxa de financiamento.

O seguinte exemplo mostra que o critério da taxa de financiamento informa realmente muito pouco:

EXEMPLO 9: Como no exemplo 2, tem-se que o preço spot do ouro é 100, que existe uma opção cujo preco de exercício é 110 e que custa 10.

Suponha também que:

1) para o intervalo em que se pode realizar esta operação a taxa de juros de uma aplicação de renda fixa seja 15%;

2) no dia do vencimento o preço do ouro possa tomar apenas um dos dois valores: 90 ou 120, cada um com probabilidade 50%.

Neste caso, uma aplicação cega da taxa de financiamento mandaria financiar o ativo contra a opção, porém, a rentabilidade esperada do ouro é igual a:

$$\textit{rentabilidade esperada} = \frac{0 \times 50\% + 20 \times 50\%}{90} = 11{,}11\%,$$

o que revela que esta aplicação, além de ser mais arriscada que a renda fixa, possui rentabilidade esperada menor.

♦

Um princípio elementar de racionalidade econômica diz que, sobre um mesmo ativo, só podem coexistir duas opções de compra com taxas de financiamento diferentes e mesma data de exercício se o risco implícito em ambas for diferente: a de maior taxa de financiamento sendo a mais arriscada. Neste caso, como o risco de uma opção de compra é tanto maior quanto maior for o seu preço de exercício, tem-se que:

PROPOSIÇÃO nº 1:

Dadas duas opções de compra sobre um mesmo ativo e com mesma data de vencimento, mas com preços de exercício diferentes $E_1 < E_2$, então o preço de mercado da primeira opção é maior que o da segunda, isto é $C_1 > C_2$.

Da mesma forma, pode-se chegar à conclusão de que um resultado análogo deve valer para as opções de venda:

PROPOSIÇÃO nº 2:

Dadas duas opções de venda sobre um mesmo ativo e com mesma data de expiração, mas com preços de exercício diferentes $E_1 < E_2$, então o preço de mercado da primeira opção é menor que o da segunda, isto é $P_1 < P_2$.

A realização prática de ambos esses fatos pode ser facilmente constatada na tabela da página 11.

Finalmente, taxas de financiamento também podem ser definidas, de modo óbvio, para diversas combinações entre o ativo, as opções de compra e as de venda. Por exemplo, para o financiamento de uma opção de compra de preço de exercício mais baixo contra uma de preço de exercício mais alto tem-se:

EXEMPLO 10: Com os dados da tabela da página 11, usando as cotações do fechamento, se para cada MR01 que se comprar se vender uma MR05, então tem-se um financiamento cuja taxa bruta[13] é igual:

$$taxa = \frac{270.000 - 230.000}{32.500 - 2.750} - 1 = 34,45\%.$$

♦

13 Em financiamentos de opções contra opções é preciso tomar especial cuidado com a possível perda de liquidez da opção de preço de exercício mais baixo. Assim, pode-se ter de levar a operação até o dia do vencimento, aumentando-se consideravelmente o risco de que para zerar todas as posições haja a necessidade de se deixar exercer e exercer as opções do financiamento, o que pode implicar em altos custos de corretagem, fazendo com que a taxa líquida seja substancialmente diferente da taxa bruta (*vide exercício nº 8*)

1.4 Relações Elementares de Arbitragem

No exemplo 2, o lucro/ prejuízo no financiamento do ouro contra a opção tinha o seu comportamento descrito pelo gráfico da figura 2. Lá, podia-se constatar que, a partir de um determinado preco para o ativo, o lucro tornava-se constante, não importando o quanto o preço do ativo subisse. Este tipo de comportamento e a análise de outras situações que serão apresentadas nesta seção são justificáveis a partir do seguinte resultado básico:

PROPOSIÇÃO nº 3:

No dia do exercício, o valor de uma opção de compra é igual ao maior dos dois números:

a) o preço spot do ativo menos o preço de exercício da opção;

b) zero.

A demonstração deste teorema depende de um fato que, geralmente, é aceito como um:

Axioma

Num mercado eficiente, onde não haja restrições de crédito, não pode existir oportunidade para arbitragem pura.

Em outras palavras, isto significa que não se deve poder obter lucro instantâneamente apenas trocando ativos.

DEMONSTRAÇÃO DA PROPOSIÇÃO nº3:

Se o preço spot do ativo é S e se o preço de exercício da opção é E, então, no dia do exercício, existem duas possibilidades:

i) S é menor que E;

ii) S é maior ou igual a E.

No primeiro caso, afirma-se que o preço C da opção é zero. Com efeito, se C fosse maior que zero, bastava vender a opção e, como ela não seria exercida já que $S < E$, se auferiria um lucro puro de arbitragem igual a $C > 0$. Logo, como C não pode ser menor que zero, tem-se que $C = 0$.

Já no segundo caso, tem-se que $S - E \geq 0$ e existem tres hipóteses:

a) $C > S - E$;

b) $C < S - E$;

c) $C = S - E$.

Vai-se mostrar que as duas primeiras são impossíveis, o que mostrará que $C = S - E$ quando este último número é maior ou igual a zero.

De fato, suponha que $C > S - E$, então se se vender a opção e se comprar o ativo, a opcão será exercida, pois $S > E$, e ter-se-á um lucro de arbitragem igual a $C - (S - E) > 0$. Donde C não pode ser maior que $S - E$.

Por outro lado, se $C < S - E$, então se compra a opção, se exerce a opção e vende-se o ativo, auferindo lucro igual a $S - E - C > 0$. Donde C também não pode ser menor que $S - E$.

Conclui-se que C é igual ao maior dos dois valores: zero; preço *spot* menos preço de exercício. Em outras palavras:

$$C = \max(0, S - E).$$

♦

EXEMPLO 11: Se alguém compra um ativo e vende uma opção sobre esse ativo, então no dia do exercício, a menos de comissões de corretagem, tem-se que o lucro da operação é:

Lucro = Retorno - Investimento =

= (Venda do Ativo - Recompra da Opção) - (Compra do Ativo - Preço de Venda da Opção) =

= Variação no Preço do Ativo - ($C_{exerc.}$ - $C_{inicial}$),

o que implica que o gráfico do lucro em função do preço do ativo no dia do vencimento é análogo ao da figura 2. Assim, em função do preço P do ativo, tem-se que:

a) Se o preço final do ativo é zero, então:

Lucro = $-P_{inicial} + C_{inicial}$,

ou seja, existe um prejuízo igual ao preço do ativo menos o que foi obtido na venda da opção de compra. No exemplo 2, isto correspondia a uma perda máxima igual a 90 cruzeiros por quilo de ouro.

b) Se o preço final está entre zero e o preço de exercício, então, de acordo com a proposição 3 acima, $C_{exerc.}$ = zero. Logo o lucro vai aumentando linearmente com o preço final do ativo até chegar ao valor:

Lucro máximo = preço de exercício $- P_{inicial} + C_{inicial}$,

o que, novamente no exemplo 2, dava que o lucro máximo é igual a:

Lucro máximo = 110 - 100 + 10 = 20.

A partir daí tem-se que $C_{final} = S - E$, o que implica que o lucro permanece constante e igual ao lucro máximo.

♦

PROPOSIÇÃO nº 4:

Em qualquer dia de sua existência o preço de uma opção de compra do tipo americano tem de ser maior ou igual ao máximo entre:

a) zero;

b) preço spot do ativo menos preço de exercício.

DEMONSTRAÇÃO DA PROPOSIÇÃO nº 4

O preço de uma opção é sempre maior ou igual a zero. Por outro lado, se C fosse menor que $S - E$, então bastava comprar a opção, exercê-la e vender o ativo para ter um lucro igual a $S - E - C$.

♦

Conseqüentemente, pode-se afirmar que o gráfico de uma opção de compra do tipo americano, em qualquer dia, estaria sempre por cima do seu gráfico no dia do exercício:

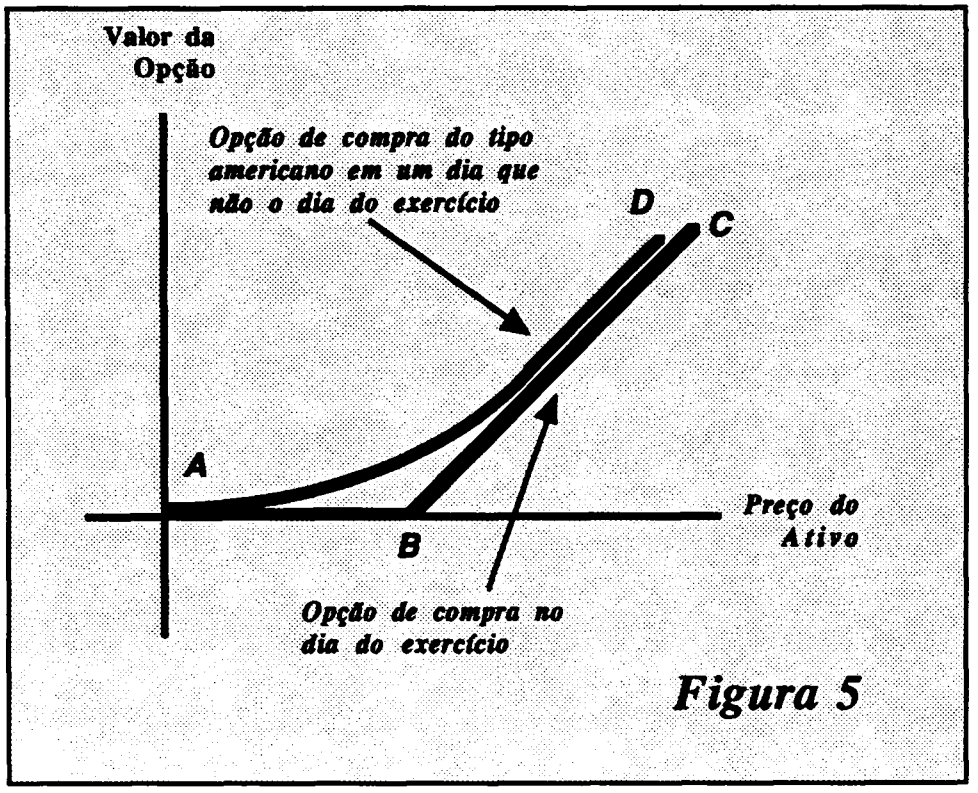


Figura 5

PROPOSIÇÃO nº 5:

No dia do exercício, o preço P de uma opção de venda é igual ao maior dos dois números:

a) o preço spot do ativo menos o preço de exercício da opção;

b) zero.

A demonstração desta proposição é análoga a da Proposição 1 acima e será omitida.

EXEMPLO 12: Suponha que alguém compre uma opção de venda de ouro, cujo preço de exercício é 110 cruzeiros por quilo, pagando por ela 10 cruzeiros/quilo. Neste caso, o gráfico do lucro/prejuízo, no dia do exercício, pode ser obtido com o auxílio da proposição imediatamente acima:

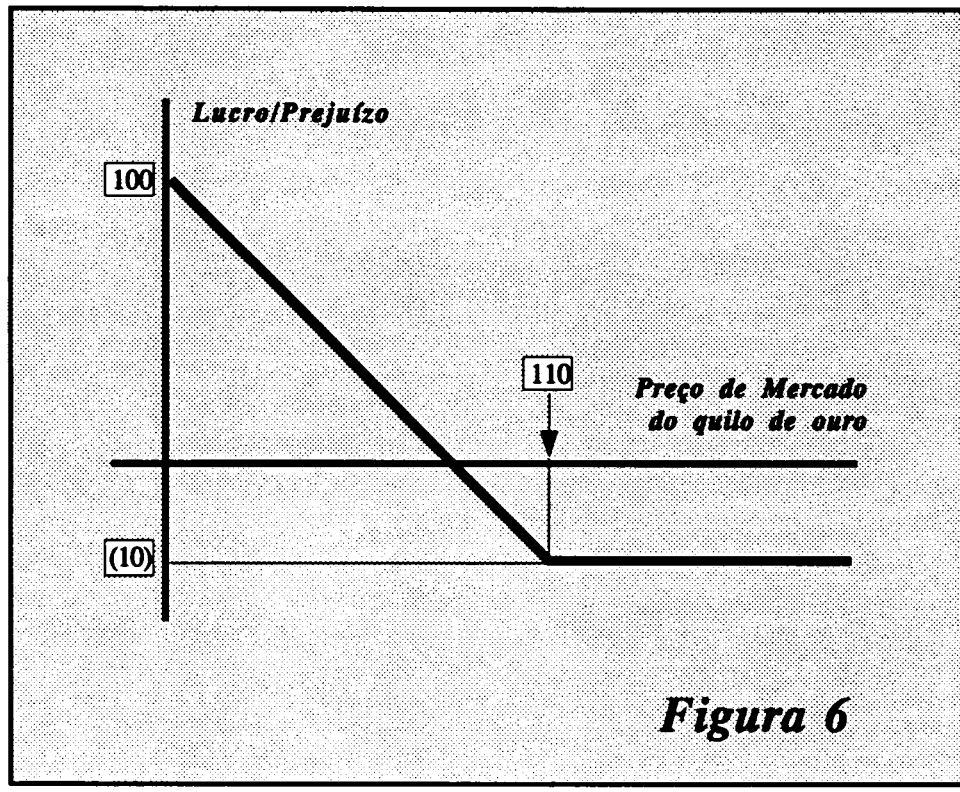


Figura 6

Para completar esta seção, oferece-se a mais interessante dentre essas relações elementares de arbitragem, conhecida como o **Teorema da Paridade**:

PROPOSIÇÃO nº 6:

Considere um ativo que não paga dividendos. Suponha que existam duas opções do tipo europeu sobre ele, uma de compra outra de venda, ambas com a mesma data de expiração e mesmo preço de exercício. Então, em qualquer instante, deve valer que:

$$C = P + S - \frac{E}{(1+r)},$$

onde r é a taxa de juros acumulada para o período que falta até o dia do vencimento das opções.

FUNDAÇÃO GETÚLIO VARGAS
Biblioteca Mário Henrique Simonsen

DEMONSTRAÇÃO DA PROPOSIÇÃO nº 6

Suponha que:

$$C < P + S - \frac{E}{1+r}.$$

Neste caso, considere a seguinte operação:

a) Vender a opção de compra e receber C;

b) Tomar emprestada uma soma igual a $P + S - C$ e comprar a opção de venda e o ativo.

Assim, no dia do exercício, existem duas hipóteses:

i) o preço *spot* é menor que o preço de exercício;

ii) o preço *spot* é maior ou igual ao preço de exercício.

No primeiro caso, a opção de compra não é exercida e nada vale. A opção de venda é exercida e vende-se o ativo por E.

No segundo, é a opção de venda que não será exercida e a opção de compra, que valerá $S - E$ (Proposição 1), terá de ser recomprada, implicando em que a recompra da opção mais a venda do ativo deixa um saldo positivo também igual a E.

Assim, efetivamente, dispõe-se de E para pagar uma dívida que evoluiu para $(1 + r)(P + S - C)$. Isto implica que a operação só será feita se:

$$E \geq (1 + r)(P + S - C),$$

mas isto eqüivale a:

$$C \geq P + S - \frac{E}{1+r},$$

contrariando a hipótese inicial.

Da mesma forma, pode-se provar que não é possível se ter:

$$C > P + S - \frac{E}{1+r}.$$

Assim, por exclusão, conclui-se que a proposição é verdadeira.

◆

Estas quatro proposições, juntamente com alguns refinamentos que serão apresentados como exercícios deste capítulo, são parte fundamental dos instrumentos comumente usados para a tomada de decisões na montagem de investimentos e hedges envolvendo o uso de opções.

Embora o resultado que assim se obtém seja, essencialmente, uma análise estática, que não leva em consideração aspectos fundamentais da Teoria das Opções[14], ele tem o seu lugar garantido pela sua simplicidade teórica e facilidade de uso.

De fato, conforme ver-se-á na seção a seguir e nos exercícios, a obtenção dos gráficos dando o retorno no dia do vencimento das operações popularmente conhecidas no mercado como **triângulo** ou **sela** (*straddle*), **triângulo invertido** ou **sela invertida** (*reversed straddle*), ***spread*** **altista** (*bullish vertical spread*), ***spread*** **baixista** (*bearish vertical spread*), **borboleta** (*butterfly spread*), etc. dependem exclusivamente desses teoremas.

1.5 Combinando Opções

A idéia básica por trás de se combinar opções é a de tentar, simultaneamente, controlar o tipo de risco e a alavancagem de uma carteira de investimentos face ao que se antecipa serão os movimentos de mercado nos preços dos ativos.

Assim, por exemplo, a expectativa de uma tendência altista a curto prazo no mercado do ouro sugeriria, em primeiro lugar, que se devesse comprar opções de compra e vender opções de venda. Contudo, dentro de uma mistura adequada, não se exclui a compra do próprio ativo, nem de opções de venda, nem que não seja conveniente vender opções de compra ou comprar opções de venda.

Por outro lado, uma tendência de baixa também não implica em que se deva exclusivamente vender opções de compra, comprar opções de venda ou vender ativos a descoberto.

O uso de opções permite a cada investidor, de acordo com o que ele pensa será o futuro, aproximar-se o máximo possível do seu *mix* ideal entre retorno esperado e risco.

EXEMPLO 14: Suponha que o preço *spot* do ouro seja 100, que existam duas opções de compra com preços de exercício 110 e 130 e custando 10 e 5 cruzeiros respectivamente.

Um investidor acha que no dia do exercício o preço do ouro vai estar entre 115 e 130 e, por isso, decide comprar a opção com o preço de exercício mais baixo e vender a outra. De forma a que, para um investimento inicial de 5, venha a ter um lucro nominal entre 5 e 15.

De fato, a sua atuação não é irracional. A linha ABC na figura abaixo corresponde ao retorno, no dia do exercício, de comprar a primeira opção, enquanto a linha DEFG corresponde ao retorno de se comprar a primeira opção e vender a segunda. Note que:

- para o preço do ouro entre 115 e 130, a linha DEFG está acima da linha

14 A importância da volatilidade do ativo como fator determinante do valor de uma opção é ignorada neste tipo de análise.

ABC;

• embora a posição representada pela linha DEFG tenha o ganho máximo limitado a perda é menor que para a posição representada pela linha ABC.

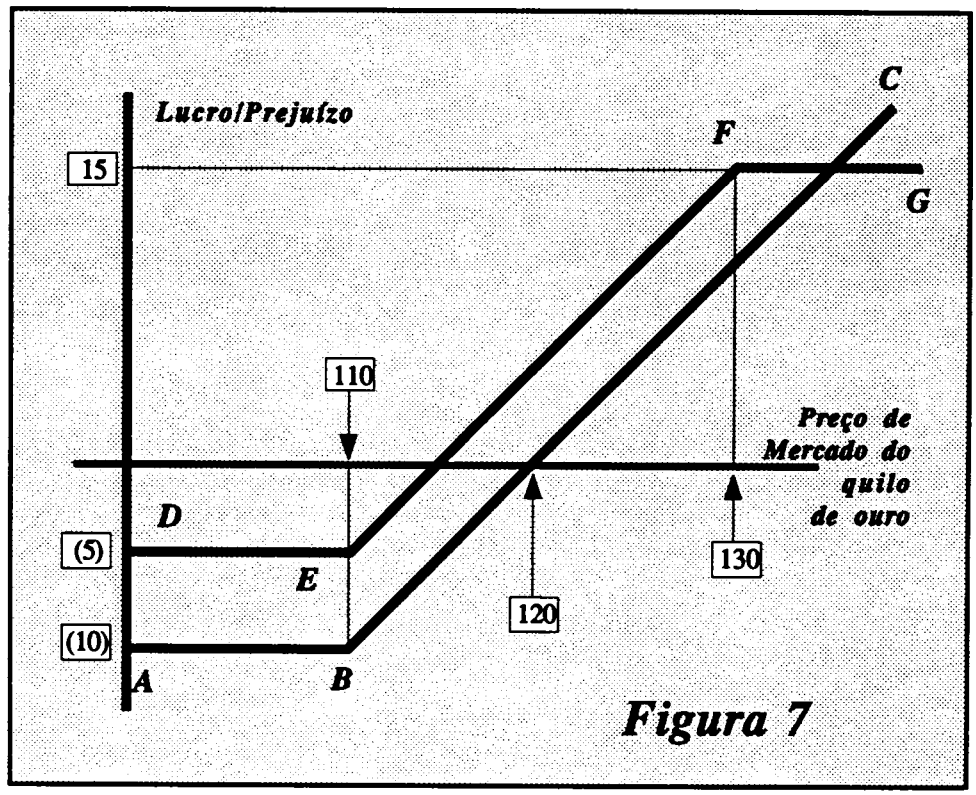


Figura 7

Em outras palavras, além de estar mais seguro, pois diminui a sua perda máxima, o investidor pode ter uma alavancagem maior se o preço final do ouro for menor que 130.

♦

O número de combinações possíveis entre ativo e opções é limitado apenas pela imaginação. Nas páginas a seguir, apresenta-se um sumário daquelas que o Mercado Financeiro elegeu, pelo uso, como sendo as mais populares. A notação usada é a seguinte:

C = preço de mercado de uma opção de compra;

P = preço de mercado de uma opção de venda;

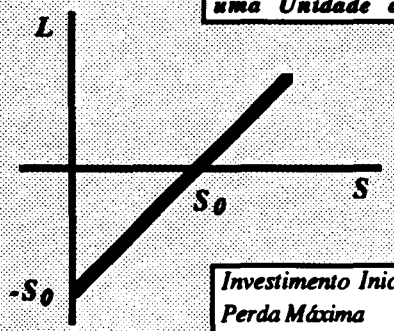
S = preço *spot* do ativo;

E = preço de exercício;

quando necessário serão usados subscritos.

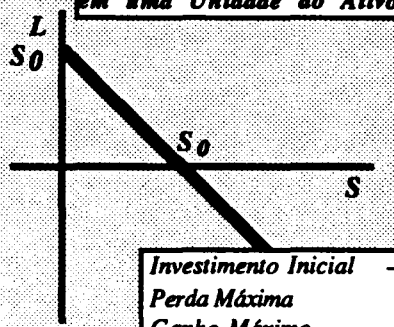
Posições Básicas

Posição Comprada em uma Unidade do Ativo



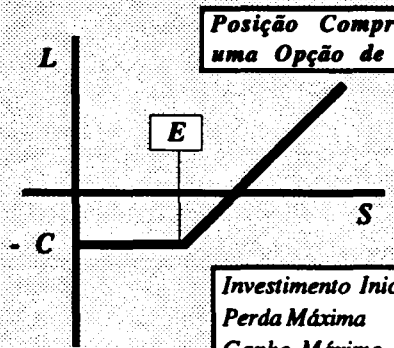
Investimento Inicial	S_0
Perda Máxima	$-S_0$
Ganho Máximo	∞
Lucro/Prejuízo =	$S - S_0$

Posição Vendida a Descoberto em uma Unidade do Ativo



Investimento Inicial	$-S_0$
Perda Máxima	∞
Ganho Máximo	S_0
Lucro/Prejuízo =	$S_0 - S$

Posição Comprada em uma Opção de Compra

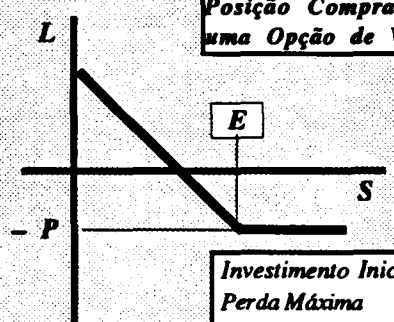


Investimento Inicial	C
Perda Máxima	$-C$
Ganho Máximo	∞
Lucro/Prejuízo =	$\max\{0, S - E\} - C$

Posição Vendida a Descoberto em uma Opção de Compra

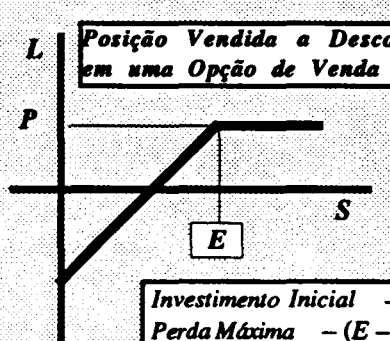
Investimento Inicial	$-C$
Perda Máxima	∞
Ganho Máximo	C
Lucro/Prejuízo =	$C - \max\{0, S - E\}$

Posição Comprada em uma Opção de Venda



Investimento Inicial	P
Perda Máxima	$-P$
Ganho Máximo	$E - P$
Lucro/Prejuízo =	$\max\{0, E - S\} - P$

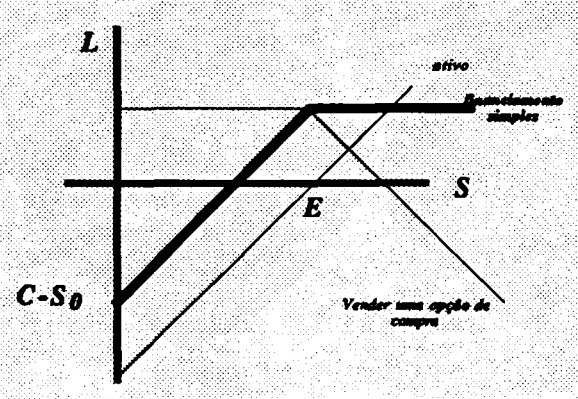
Posição Vendida a Descoberto em uma Opção de Venda



Investimento Inicial	$-P$
Perda Máxima	$-(E - P)$
Ganho Máximo	P
Lucro/Prejuízo =	$P - \max\{0, E - S\}$

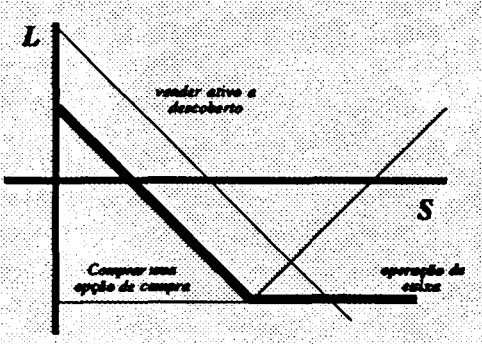
Posições Compostas 1

Financiamento Simples: *Comprar uma Unidade do Ativo e Vender uma Opção de Compra*



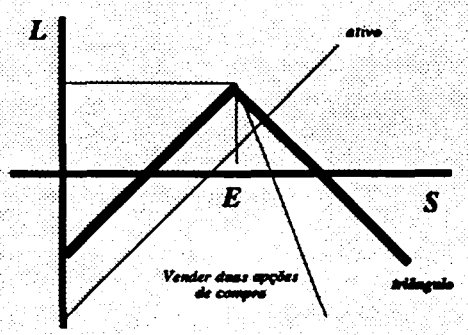
Invest. Inicial	$S_0 - C$
Perda Máxima	$-(C - S_0)$
Ganho MáximoE	$+ C - S_0$
Lucro/Prejuízo =	
$S - S_0 + C - max\{0, S - E\}$	

Operação de Caixa: *Vender a Descoberto uma Unidade do Ativo e Comprar uma Opção de Compra*



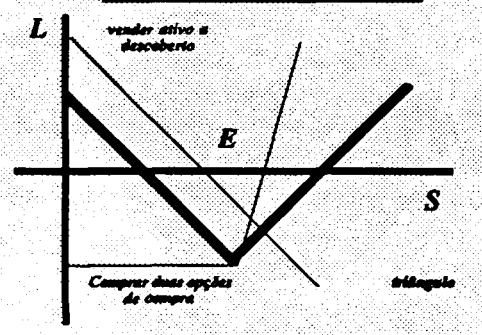
Invest. Inicial	$C - S_0$
Perda Máxima	$S_0 - E - C$
Ganho Máximo	$S_0 - C$
Lucro/Prejuízo =	
$S_0 - S - C + max\{0, S - E\}$	

Triângulo: *Comprar umaUnidade do Ativo e Vender Duas Unidades de Uma Opção de Compra*



Invest. Inicial	$S_0 - 2C$
Perda Máxima	∞
Ganho Máximo	$E - S_0 + 2C$
Lucro/Prejuízo =	
$S - S_0 + 2C - 2max\{0, S - E\}$	

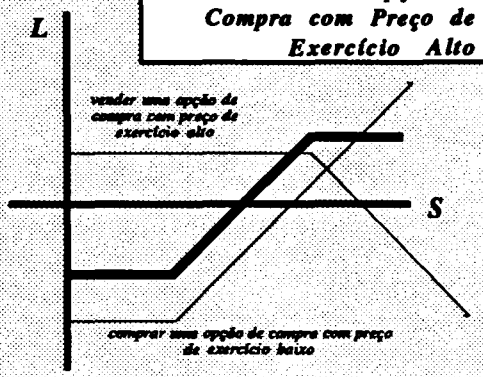
Triângulo Invertido: *Vender a Descoberto uma Unidade do Ativo e Comprar Duas Unidades de Uma Opção de Compra*



Invest. Inicial	$-(S_0 - 2C)$
Perda Máxima	$S_0 - E - 2C$
Ganho Máximo	$-\infty$
Lucro/Prejuízo =	
$2max\{0, S - E\} - 2C - S + S_0$	

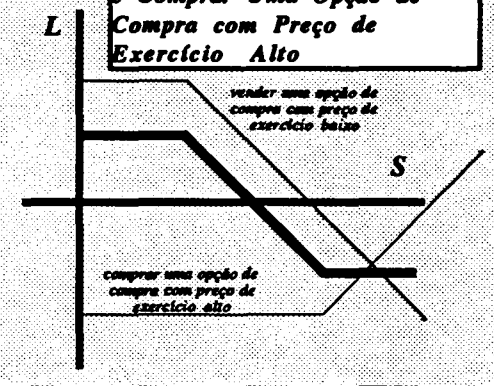
Posições Compostas 2

***Spread Altista**: Comprar uma Unidade de uma Opção de Compra com Preço de Exercício Baixo e Vender Uma Opção de Compra com Preço de Exercício Alto*



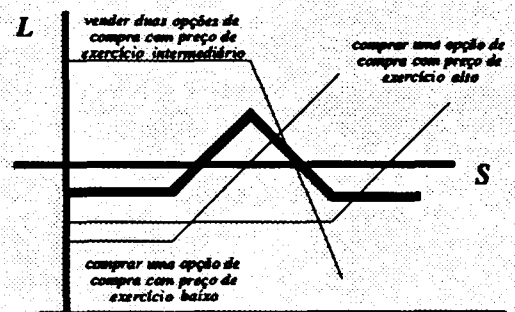
Invest. Inicial	$C_1 - C_2$
Perda Máxima	$C_2 - C_1$
Ganho Máximo	$E_2 - E_1 - (C_1 - C_2)$
Lucro/Prejuízo =	
$\max\{0, S - E_1\} - \max\{0, S - E_2\} - (C_1 - C_2)$	

***Spread Baixista**: Vender uma Unidade de uma Opção de Compra com Preço de Exercício Baixo e Comprar Uma Opção de Compra com Preço de Exercício Alto*



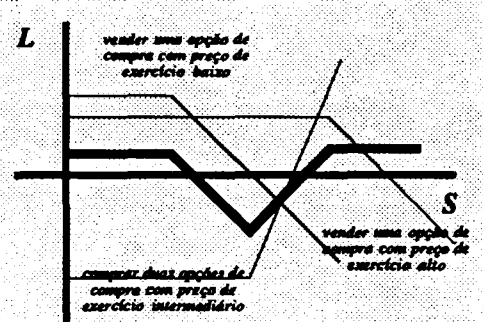
Invest. Inicial	$-(C_1 - C_2)$
Perda Máxima	$-(E_2 - E_1 - (C_1 - C_2))$
Ganho Máximo	$C_1 - C_2$
Lucro/Prejuízo =	
$\max\{0, S - E_1\} - \max\{0, S - E_2\} - (C_1 - C_2)$	

***Borboleta**: Comprar uma Opção de Compra com Preço de Exercício Baixo, outra com Alto e Vender Duas Unidades de Uma Opção de Compra com Preço de Exercício Intermediário*



Invest. Inicial	$C_1 - 2C_2 + C_3$
Perda Máxima	$-(C_1 - 2C_2 + C_3)$
Ganho Máximo	$E_2 - E_1 - (C_1 - 2C_2 + C_3)$
Lucro/Prejuízo =	
$\max\{0, S - E_1\} - 2\max\{0, S - E_2\} + \max\{0, S - E_3\} - (C_1 - 2C_2 + C_3)$	

***Borboleta Invertida**: Vender uma Opção de Compra com Preço de Exercício Baixo, outra com Alto e Comprar Duas Unidades de Uma Opção de Compra com Preço de Exercício Intermediário*



Invest. Inicial	$-(C_1 - 2C_2 + C_3)$
Perda Máxima	$(C_1 - 2C_2 + C_3) - E_2 + E_1$
Ganho Máximo	$(C_1 - 2C_2 + C_3)$
Lucro/Prejuízo =	
$-[\max\{0, S - E_1\} - 2\max\{0, S - E_2\} + \max\{0, S - E_3\} - (C_1 - 2C_2 + C_3)]$	

Exercícios

Seção 1.1

1) Uma companhia de capital aberto, privatizada em 1992 e procurando reestruturar o seu Passivo, lançou no início de 1993 debêntures de tres anos conversíveis em ações. Algumas das regras dessas debêntures eram as seguintes:

   a) Cada debênture podia ser convertida em 5.000 ações ordinárias mais 20.000 preferenciais;

   b) As debêntures seriam corrigidas monetáriamente de acordo com a variação do IGP-M;

   c) Os juros seriam pagos uma vez por ano, a razão de 12% ao ano;

   d) Haverá um prêmio de permanência de 4% ao ano, calculado pro-rata temporis e pago corrigido uma vez por ano juntamente com os juros;

   e) Qualquer ação resultante da conversão num semestre fará jus ao dividendo integral naquele semestre, mas o juro correspondente à debênture não será pago.

   Pede-se:

   i) Supondo que, no dia do lançamento dessas debêntures, o preço de uma ação ordinária fosse 1.000 cruzeiros e de uma preferencial fosse 500 cruzeiros, determine o valor de face mínimo de uma debênture para que não houvesse conversão imediata (ignore corretagens e pense que a conversão e venda são instantâneas).

   ii) Explicar porque o prêmio de 4% ao ano ao invés de pagar tudo como juros. Será que existe alguma sinalização sobre a taxa esperada de crescimento do preço real da ação ?

2) Uma indústria brasileira fatura em dólares e cruzeiros, tem de pagar uma dívida em iens e salários em cruzeiros. Esboce como ela poderia fazer o seu hedge com opções. Discuta o que ela deveria fazer se não existirem opções de iens em cruzeiros, apenas de iens em dólares e de dólares em cruzeiros.

3) Discuta a seguinte afirmacão:

   "É muito raro encontrar cláusulas de recompra em títulos públicos federais, seja na forma de uma opcão de compra dada ao Governo pelo mercado ou na forma de uma opção de venda dada ao mercado pelo Governo. Isto acontece porque em qualquer das duas situacões seria difícil o Tesouro fazer um gerenciamento adequado da sua dívida e, mais ainda, atrapalharia demais o Banco Central na execução de uma política monetária de longo prazo. Contudo, é importante notar que o perfil da dívida e a evolução do déficit público podem colocar o Banco Central numa situação em que opções implícitas são dadas."

Observação: No Brasil, um longo período de elevadas taxas de inflação, fez desaparecerem os títulos pré-fixados tradicionais, as LTNs, que foram substituídos, à medida que a inflação subia, por títulos pós-fixados, as OTN. Em determinado instante, diversas instituições financeiras aplicavam várias vezes o seu capital em OTNs de longo prazo, tomando dinheiro emprestado no curto prazo. Isto criou uma situação em que o Banco Central não podia elevar a taxa de juros de curto prazo sem comprometer a liquidez de todo o sistema financeiro. Por isso, o redesconto tornou-se inócuo, minimizando e até anulando o efeito da política monetária que desejava implantar.

Seção 1.2

4) É possível que as cotações de fechamento de duas opções de compra sobre um mesmo ativo, a primeira com preço de exercício mais baixo, sejam tais que a segunda opção custe mais que a primeira. (Atenção: Não aplique a proposição 1 sem pensar. Verifique a definição da cotação de fechamento).

5) Será que voce é capaz de dar um exemplo de uma situação onde mesmo com a taxa de financiamento acima da curva de juros não se deve financiar.

Seção 1.3

6) Admita que os custos de corretagem sejam descritos por:

   a) $a + bS$ na compra ou venda do ativo, onde a e b são números positivos;

   b) $c + dC$ na compra ou venda da opção, onde c e d também são números.

   Defina para o financiamento do ativo contra uma opção uma taxa de financiamento líquida de corretagens.

7) Faça o mesmo para o financiamento de uma opção contra outra.

8) Suponha que aconteça uma distorção e valha a pena, levando em conta as comissões de corretagem, para um investidor, "tomar um empréstimo" da seguinte forma:

   a) ele vende uma opção de ouro cujo preço de exercício é 1000 e comprar uma outra cujo preço de exercício é 1200;

   b) ele aplica o dinheiro recebido no overnight até o dia do vencimento das opções, quando ele desfará a operação recomprando a primeira opção e vendendo a segunda.

   Suponha também que o preço do ouro no dia do exercício seja 1300, que as comissões de corretagem possam ser descritas como no exercício 6. Mostre, que se o investidor for exercido antes de poder zerar a sua posição vendida, isto pode acarretar prejuízo ao invés de lucro, devido à diferença nas comissões de corretagem na compra e venda de opções e na compra e venda de ouro.

Seção 1.4

9) Modifique as Proposições 3,4,5,6 de forma a admitir a existência de custos de corretagem.

10) Considere o problema da existência de dividendos na Proposição 6.

11) Para as opções de ouro da tabela da página 12, a data de vencimento é o dia 19 de março de 1993. É interessante, usando as cotações de fechamento, analisar a validade prática da proposição nº 6 acima. Com este propósito, dadas:

- uma opção de compra cujo preço de exercício é E e cujo preço é C;
- uma opção de venda cujo preço de exercício é E e cujo preço é P;
- uma expectativa r^* para a taxa de juros r a vigorar até o dia do exercício;

vai-se definir um desvio Δ da seguinte forma:

$$\Delta = C - P - S + \frac{E}{1+r^*}.$$

Dado que a cotação de fechamento do ouro (OZ1) no dia 18/02 foi 216.900 cruzeiros por grama e que a taxa de overnight no CDI foi de 41,01% ao mês[15], obtem-se, usando os dados da tabela da página 11 que:

Opção de Compra	Opção de Venda	Preço de Exercício	Δ (r*=24,6%)	Δ (r*=29,43%)
MR01	MR26	230,000	180.69	(6,707.76)
MR03	MR28	250,000	(2,107.95)	(9,595.40)
MR04	MR29	260,000	(1,482.26)	(9,269.22)
MR05	MR30	270,000	(2,056.58)	(10,143.03)
MR06	MR31	280,000	(1,680.90)	(10,066.85)
MR07	MR32	290,000	(115.22)	(8,800.66)

onde também se calculou Δ para o caso em que a taxa r* fosse igual a 24,6%.

Discuta a discrepância desses resultados com a Proposição 6 analisando os seguintes aspectos:

15 Entre o dia 18/02 e o dia 19/03 pode-se contar 19 dias úteis. Assim, usando a taxa de CDI como base, pode-se projetar r^* igual a:

$$r^* = \left(1 + \frac{41,01}{3000}\right)^{19} - 1 = 0,2943 = 29,43\%.$$

i) Quanto mais ilíqüida as opções, mais Δ se afasta de zero;

ii) A medida que a taxa de juros cai, Δ diminui.

(Note que as taxas de juros diárias do mês de fevereiro são, geralmente, mais elevadas para compensar o menor número de dias úteis, havendo uma queda quando se entra em março.)

Seção 1.5

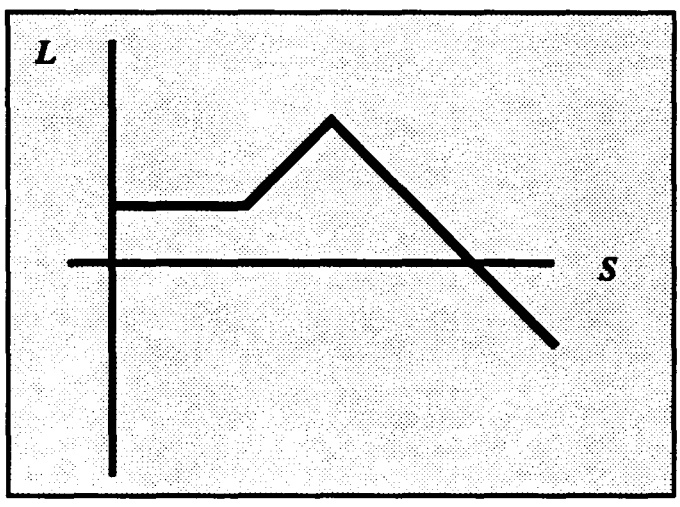
12) Discuta a afirmação:

" É eqüivalente comprar ouro ou comprar uma opção de compra e vender uma de venda".

13) Mostre que combinando opções de venda é possível obter posições compostas cujos gráficos de lucro/ prejuízo em função do preço do ativo são semelhantes aos apresentados nas figuras das páginas 24 e 25.

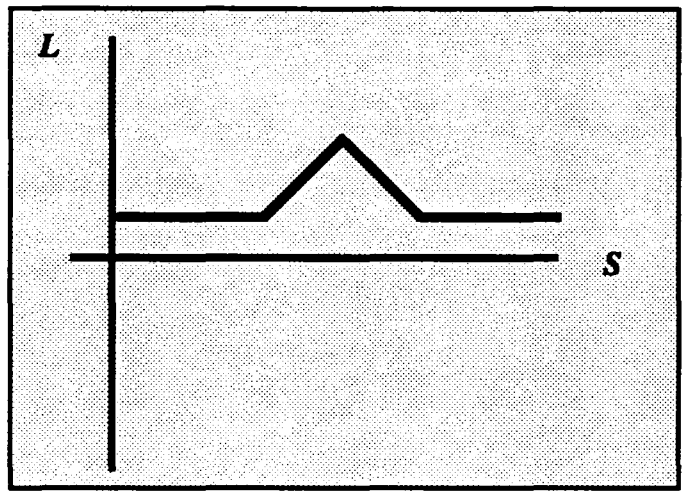
14) Desenhe o gráfico de Lucro/Prejuízo em função do preço do ativo da combinação de uma posição vendida em uma opção de compra com preço de exercício alto e uma posição comprada em uma opção de venda com preço de exercício baixo.

15) Considere a seguinte figura:



Mostre como ela pode ser obtida.

16) O que significa um gráfico como o da figura abaixo:

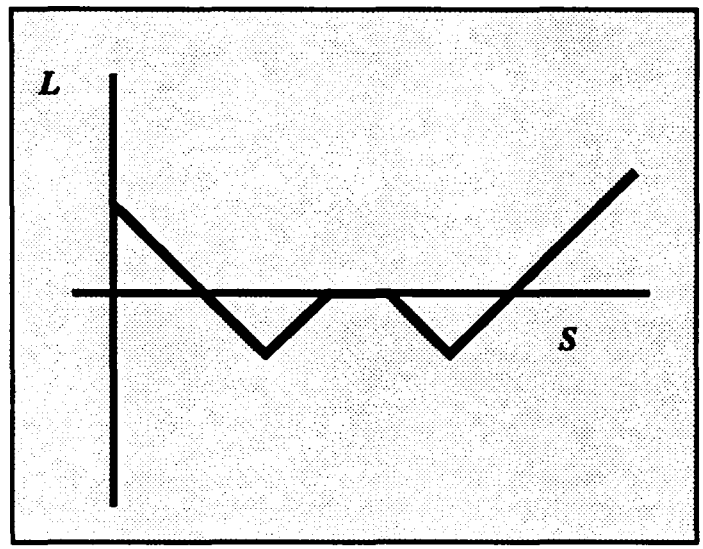


17) Desenhe o gráfico do Lucro/Prejuízo em função do preço *spot* do ativo para as seguintes combinações:

a) Estar vendido em 3 opções de compra cujo preço de exercício é 100 e cujo custo foi 10 e estar comprado em 4 opções de compra cujo preço de exercício é 120 e cujo custo foi 4;

b) Estar comprado numa opcão de venda cujo preço de exercício é 120 com custo de 10 e estar comprado em uma opção de compra cujo preço de exercício é 110 e custo 4.

18) Como é que voce construiria um gráfico de retorno como o da figura abaixo ?

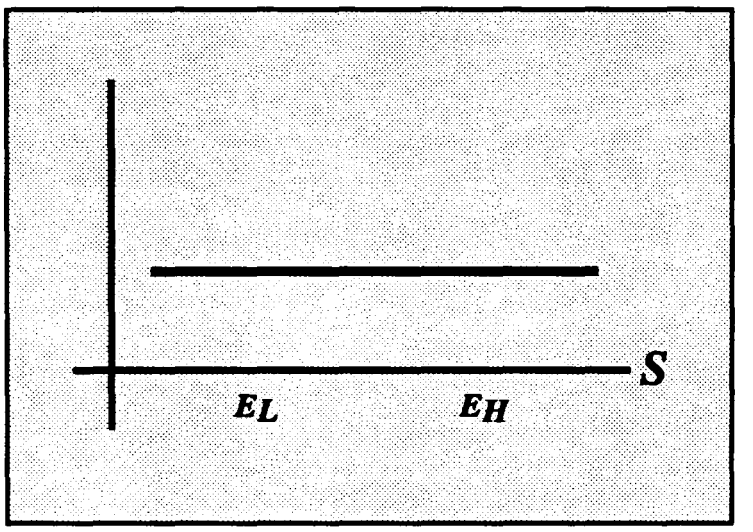


19) (**Boxes**) Considere as seguintes estratégias:

a) Comprar uma opção de compra com preço de exercício E_L, vender uma opção de venda com preço de exercício E_L, vender uma opção de compra com preço de exercício E_H, comprar uma opção de venda com preço de exercício E_H;

b) comprar uma opção de venda e vender uma de compra, ambas com preço de exercício E_L e comprar uma opção de compra e vender uma de venda com preço de exercício E_H.

Mostre que, no dia do exercício, o gráfico do retorno dessas operações em função do preço do ativo S é do tipo:



20) Para o dia do exercício, trace o gráfico do retorno em função do preço do ativo das seguintes combinações:

a) Comprar uma opção de venda e vender duas de compra com o mesmo preço de exercício;

b) Comprar duas opções de venda e vender uma de compra com o mesmo preço de exercício;

c) Comprar uma opção de venda com preço de exercício E_L e vender duas de compra com preço de exercício E_H ($E_L < E_H$);

d) Vender uma opção de venda com preço de exercício E_H e comprar tres de venda com preço de exercício E_L ($E_L < E_H$);

ENSAIOS ECONÔMICOS DA EPGE

200. A VISÃO TEÓRICA SOBRE MODELOS PREVIDENCIÁRIOS: O CASO BRASILEIRO - Luiz Guilherme Schymura de Oliveira - Outubro de 1992 - 23 pág. (esgotado)
201. HIPERINFLAÇÃO: CÂMBIO, MOEDA E ÂNCORAS NOMINAIS - Fernando de Holanda Barbosa - Novembro de 1992 - 10 pág. (esgotado)
202. PREVIDÊNCIA SOCIAL: CIDADANIA E PROVISÃO - Clovis de Faro - Novembro de 1992 - 31 pág. (esgotado)
203. OS BANCOS ESTADUAIS E O DESCONTROLE FISCAL: ALGUNS ASPECTOS - Sérgio Ribeiro da Costa Werlang e Armínio Fraga Neto - Novembro de 1992 - 24 pág. (esgotado)
204. TEORIAS ECONÔMICAS: A MEIA-VERDADE TEMPORÁRIA - Antonio Maria da Silveira - Dezembro de 1992 - 36 pág. (esgotado)
205. THE RICARDIAN VICE AND THE INDETERMINATION OF SENIOR - Antonio Maria da Silveira - Dezembro de 1992 - 35 pág. (esgotado)
206. HIPERINFLAÇÃO E A FORMA FUNCIONAL DA EQUAÇÃO DE DEMANDA DE MOEDA - Fernando de Holanda Barbosa - Janeiro de 1993 - 27 pág. (esgotado)
207. REFORMA FINANCEIRA - ASPECTOS GERAIS E ANÁLISE DO PROJETO DA LEI COMPLEMENTAR - Rubens Penha Cysne - fevereiro de 1993 - 37 pág. (esgotado)
208. ABUSO ECONÔMICO E O CASO DA LEI 8.002 - Luiz Guilherme Schymura de Oliveira e Sérgio Ribeiro da Costa Werlang - fevereiro de 1993 - 18 pág. (esgotado)
209. ELEMENTOS DE UMA ESTRATÉGIA PARA O DESENVOLVIMENTO DA AGRICULTURA BRASILEIRA - Antonio Salazar Pessoa Brandão e Eliseu Alves - Fevereiro de 1993 - 370pág.
210. PREVIDÊNCIA SOCIAL PÚBLICA: A EXPERIÊNCIA BRASILEIRA - Hélio Portocarrero de Castro, Luiz Guilherme Schymura de Oliveira, Renato Fragelli Cardoso e Uriel de Magalhães - Março de 1993 - 35 pág - (esgotado) .
211. OS SISTEMAS PREVIDENCIÁRIOS E UMA PROPOSTA PARA A REFORMULACAO DO MODELO BRASILEIRO - Helio Portocarrero de Castro, Luiz Guilherme Schymura de Oliveira, Renato Fragelli Cardoso e Uriel de Magalhães - Março de 1993 - 43 pág. - (esgotado)
212. THE INDETERMINATION OF SENIOR (OR THE INDETERMINATION OF WAGNER) AND SCHMOLLER AS A SOCIAL ECONOMIST - Antonio Maria da Silveira - Março de 1993 - 29 pág. (esgotado)
213. NASH EQUILIBRIUM UNDER KNIGHTIAN UNCERTAINTY: BREAKING DOWN BACKWARD INDUCTION (Extensively Revised Version) - James Dow e Sérgio Ribeiro da Costa Werlang - Abril de 1993 36 pág.
214. ON THE DIFFERENTIABILITY OF THE CONSUMER DEMAND FUNCTION - Paulo Klinger Monteiro, Mário Rui Páscoa e Sérgio Ribeiro da Costa Werlang - Maio de 1993 - 19 pág.

215. DETERMINAÇÃO DE PREÇOS DE ATIVOS, ARBITRAGEM, MERCADO A TERMO E MERCADO FUTURO - Sérgio Ribeiro da Costa Werlang e Flávio Auler - Agosto de 1993 - 69 pág. (esgotado).

216. SISTEMA MONETÁRIO VERSÃO REVISADA - Mario Henrique Simonsen e Rubens Penha Cysne - Agosto de 1993 - 69 pág. (esgotado).

217. CAIXAS DE CONVERSÃO - Fernando Antônio Hadba - Agosto de 1993 - 28 pág.

218. A ECONOMIA BRASILEIRA NO PERÍODO MILITAR - Rubens Penha Cysne - Agosto de 1993 - 50 pág. (esgotado).

219. IMPÔSTO INFLACIONÁRIO E TRANSFERÊNCIAS INFLACIONÁRIAS - Rubens Penha Cysne - Agosto de 1993 - 14 pág. (esgotado).

220. PREVISÕES DE M1 COM DADOS MENSAIS - Rubens Penha Cysne e João Victor Issler - Setembro de 1993 - 20 pág.

221. TOPOLOGIA E CÁLCULO NO Rn - Rubens Penha Cysne e Humberto Moreira - Setembro de 1993 - 106 pág. (esgotado)

222. EMPRÉSTIMOS DE MÉDIO E LONGO PRAZOS E INFLAÇÃO: A QUESTÃO DA INDEXAÇÃO - Clovis de Faro - Outubro de 1993 - 23 pág.

223. ESTUDOS SOBRE A INDETERMINAÇÃO DE SENIOR, vol. 1 - Nelson H. Barbosa, Fábio N.P. Freitas, Carlos F.L.R. Lopes, Marcos B. Monteiro, Antonio Maria da Silveira (Coordenador) e Matias Vernengo - Outubro de 1993 - 249 pág (esgotado)

224. A SUBSTITUIÇÃO DE MOEDA NO BRASIL: A MOEDA INDEXADA - Fernando de Holanda Barbosa e Pedro Luiz Valls Pereira - Novembro de 1993 - 23 pág.

225. FINANCIAL INTEGRATION AND PUBLIC FINANCIAL INSTITUTIONS - Walter Novaes e Sérgio Ribeiro da Costa Werlang - Novembro de 1993 - 29 pág

226. LAWS OF LARGE NUMBERS FOR NON-ADDITIVE PROBABILITIES - James Dow e Sérgio Ribeiro da Costa Werlang - Dezembro de 1993 - 26 pág.

227. A ECONOMIA BRASILEIRA NO PERÍODO MILITAR - VERSÃO REVISADA - Rubens Penha Cysne - Janeiro de 1994 - 45 pág. (esgotado)

228. THE IMPACT OF PUBLIC CAPITAL AND PUBLIC INVESTMENT ON ECONOMIC GROWTH: AN EMPIRICAL INVESTIGATION - Pedro Cavalcanti Ferreira - Fevereiro de 1994 - 37 pág. (esgotado)

229. FROM THE BRAZILIAN PAY AS YOU GO PENSION SYSTEM TO CAPITALIZATION: BAILING OUT THE GOVERNMENT - José Luiz de Carvalho e Clóvis de Faro - Fevereiro de 1994 - 24 pág.

230. ESTUDOS SOBRE A INDETERMINAÇÃO DE SENIOR - vol. II - Brena Paula Magno Fernandez, Maria Tereza Garcia Duarte, Sergio Grumbach, Antonio Maria da Silveira (Coordenador) - Fevereiro de 1994 - 51 pág.(esgotado)

231. ESTABILIZAÇÃO DE PREÇOS AGRÍCOLAS NO BRASIL: AVALIAÇÃO E PERSPECTIVAS - Clovis de Faro e José Luiz Carvalho - Março de 1994 - 33 pág. (esgotado)

232. ESTIMATING SECTORAL CYCLES USING COINTEGRATION AND COMMON FEATURES - Robert F. Engle e João Victor Issler - Março de 1994 - 55 pág

233. COMMON CYCLES IN MACROECONOMIC AGGREGATES - João Victor Issler e Farshid Vahid - Abril de 1994 - 60 pág.

234. BANDAS DE CÂMBIO: TEORIA, EVIDÊNCIA EMPÍRICA E SUA POSSÍVEL APLICAÇÃO NO BRASIL - Aloisio Pessoa de Araújo e Cypriano Lopes Feijó Filho - Abril de 1994 - 98 pág. (esgotado)

235. O HEDGE DA DÍVIDA EXTERNA BRASILEIRA - Aloisio Pessoa de Araújo, Túlio Luz Barbosa, Amélia de Fátima F. Semblano e Maria Haydée Morales - Abril de 1994 - 109 pág. (esgotado)

236. TESTING THE EXTERNALITIES HYPOTHESIS OF ENDOGENOUS GROWTH USING COINTEGRATION - Pedro Cavalcanti Ferreira e João Victor Issler - Abril de 1994 - 37 pág. (esgotado)

237. THE BRAZILIAN SOCIAL SECURITY PROGRAM: DIAGNOSIS AND PROPOSAL FOR REFORM - Renato Fragelli; Uriel de Magalhães; Helio Portocarrero e Luiz Guilherme Schymura - Maio de 1994 - 32 pág.

238. REGIMES COMPLEMENTARES DE PREVIDÊNCIA - Hélio de Oliveira Portocarrero de Castro, Luiz Guilherme Schymura de Oliveira, Renato Fragelli Cardoso, Sérgio Ribeiro da Costa Werlang e Uriel de Magalhães - Maio de 1994 - 106 pág.

239. PUBLIC EXPENDITURES, TAXATION AND WELFARE MEASUREMENT - Pedro Cavalcanti Ferreira - Maio de 1994 - 36 pág.

240. A NOTE ON POLICY, THE COMPOSITION OF PUBLIC EXPENDITURES AND ECONOMIC GROWTH - Pedro Cavalcanti Ferreira - Maio de 1994 - 40 pág.

241. INFLAÇÃO E O PLANO FHC - Rubens Penha Cysne - Maio de 1994 - 26 pág. (esgotado)

242. INFLATIONARY BIAS AND STATE OWNED FINANCIAL INSTITUTIONS - Walter Novaes Filho e Sérgio Ribeiro da Costa Werlang - Junho de 1994 -35 pág.

243. INTRODUÇÃO À INTEGRAÇÃO ESTOCÁSTICA - Paulo Klinger Monteiro - Junho de 1994 - 38 pág. (esgotado)

244. PURE ECONOMIC THEORIES: THE TEMPORARY HALF-TRUTH - Antonio M. Silveira - Junho de 1994 - 23 pág. (esgotado)

245. WELFARE COSTS OF INFLATION - THE CASE FOR INTEREST-BEARING MONEY AND EMPIRICAL ESTIMATES FOR BRAZIL - Mario Henrique Simonsen e Rubens Penha Cysne - Julho de 1994 - 25 pág. (esgotado)

246. INFRAESTRUTURA PÚBLICA, PRODUTIVIDADE E CRESCIMENTO - Pedro Cavalcanti Ferreira - Setembro de 1994 - 25 pág.

247. MACROECONOMIC POLICY AND CREDIBILITY: A COMPARATIVE STUDY OF THE FACTORS AFFECTING BRAZILIAN AND ITALIAN INFLATION AFTER 1970 - Giuseppe Tullio e Marcio Ronci - Outubro de 1994 - 61 pág. (esgotado)

248. INFLATION AND DEBT INDEXATION: THE EQUIVALENCE OF TWO ALTERNATIVE SCHEMES FOR THE CASE OF PERIODIC PAYMENTS - Clovis de Faro - Outubro de 1994 -18 pág.

249. CUSTOS DE BEM ESTAR DA INFLAÇÃO - O CASO COM MOEDA INDEXADA E ESTIMATIVAS EMPÍRICAS PARA O BRASIL - Mario Henrique Simonsen e Rubens Penha Cysne - Novembro de 1994 - 28 pág. (esgotado)

250. THE ECONOMIST MACHIAVELLI - Brena P. M. Fernandez e Antonio M Silveira - Novembro de 1994 - 15 pág.

251. INFRAESTRUTURA NO BRASIL: ALGUNS FATOS ESTILIZADOS - Pedro Cavalcanti Ferreira - Dezembro de 1994 - 33 pág.

252. ENTREPRENEURIAL RISK AND LABOUR'S SHARE IN OUTPUT - Renato Fragelli Cardoso - Janeiro de 1995 - 22 pág.

253. TRADE OR INVESTMENT ? LOCATION DECISIONS UNDER REGIONAL INTEGRATION - Marco Antonio F.de H. Cavalcanti e Renato G. Flôres Jr. - Janeiro de 1995 - 35 pág.

254. O SISTEMA FINANCEIRO OFICIAL E A QUEDA DAS TRANFERÊNCIAS INFLACIONÁRIAS - Rubens Penha Cysne - Janeiro de 1995 - 32 pág.

255. CONVERGÊNCIA ENTRE A RENDA PER-CAPITA DOS ESTADOS BRASILEIROS - Roberto G. Ellery Jr. e Pedro Cavalcanti G. Ferreira - Janeiro 1995 - 42 pág.

256. A COMMENT ON "RATIONAL LEARNING LEAD TO NASH EQUILIBRIUM" BY PROFESSORS EHUD KALAI EHUD EHUR - Alvaro Sandroni e Sergio Ribeiro da Costa Werlang - Fevereiro de 1995 - 10 pág.

257. COMMON CYCLES IN MACROECONOMIC AGGREGATES (revised version) - João Victor Issler e Farshid Vahid - Fevereiro de 1995 - 57 pág.

258. GROWTH, INCREASING RETURNS, AND PUBLIC INFRASTRUCTURE: TIMES SERIES EVIDENCE (revised version) - Pedro Cavalcanti Ferreira e João Victor Issler - Março de 1995 - 39 pág.(esgotado)

259. POLÍTICA CAMBIAL E O SALDO EM CONTA CORRENTE DO BALANÇO DE PAGAMENTOS - *Anais do Seminário realizado na Fundação Getulio Vargas no dia 08 de dezembro de 1994* - Rubens Penha Cysne (editor) - Março de 1995 - 47 pág. (esgotado)

260. ASPECTOS MACROECONÔMICOS DA ENTRADA DE CAPITAIS - *Anais do Seminário realizado na Fundação Getulio Vargas no dia 08 de dezembro de 1994* - Rubens Penha Cysne (editor) - Março de 1995 - 48 pág. (esgotado)

261. DIFICULDADES DO SISTEMA BANCÁRIO COM AS RESTRIÇÕES ATUAIS E COMPULSÓRIOS ELEVADOS - *Anais do Seminário realizado na Fundação Getulio Vargas no dia 09 de dezembro de 1994* - Rubens Penha Cysne (editor) - Março de 1995 - 47 pág. (esgotado)

262. POLÍTICA MONETÁRIA: A TRANSIÇÃO DO MODELO ATUAL PARA O MODELO CLÁSSICO - *Anais do Seminário realizado na Fundação Getulio Vargas no dia 09 de dezembro de 1994* - Rubens Penha Cysne (editor) - Março de 1995 - 54 pág. (esgotado)

263. CITY SIZES AND INDUSTRY CONCENTRATION - Afonso Arinos de Mello Franco Neto - Maio de 1995 - 38 pág.

264. WELFARE AND FISCAL POLICY WITH PUBLIC GOODS AND INFRASTRUCTURE (Revised Version) - Pedro Cavalcanti Ferreira - Maio de 1995 - 33 pág.

265. PROFIT SHARING WITH HETEROGENEOUS ENTREPRENEURIAL PROWESS - Renato Fragelli Cardoso - Julho de 1995 - 36 pág.

266. A DINÂMICA MONETÁRIA DA HIPERINFLAÇÃO: CAGAN REVISITADO - Fernando de Holanda Barbosa - Agosto de 1995 - 14 pág.

267. A SEDIÇÃO DA ESCOLHA PÚBLICA: VARIAÇÕES SOBRE O TEMA DE REVOLUÇÕES CIENTÍFICAS - Antonio Maria da Silveira - Agosto de 1995 - 24 pág.

268. A PERSPECTIVA DA ESCOLHA PÚBLICA E A TENDÊNCIA INSTITUCIONALISTA DE KNIGHT - Antonio Maria da Silveira - Setembro de 1995 - 28 pág.

269. ON LONG-RUN PRICE COMOVEMENTS BETWEEN PAINTINGS AND PRINTS - Renato Flôres - Setembro de 1995 - 29 pág.

270. CRESCIMENTO ECONÔMICO, RENDIMENTOS CRESCENTES E CONCORRÊNCIA MONOPOLISTA - Pedro Cavalcanti Ferreira e Roberto Ellery Junior - Outubro de 1995 - 32 pág.

271. POR UMA CIÊNCIA ECONÔMICA FILOSOFICAMENTE INFORMADA: A INDETERMINAÇÃO DE SENIOR - Antonio Maria da Silveira - Outubro de 1995 - 25 pág.

272. ESTIMATING THE TERM STRUCTURE OF VOLATILITY AND FIXED INCOME DERIVATIVE PRICING - Franklin de O. Gonçalves e João Victor Issler - Outubro de 1995 - 23 pág.

273. A MODEL TO ESTIMATE THE US TERM STRUCTURE OF INTEREST RATES - Antonio Marcos Duarte Júnior e Sérgio Ribeiro da Costa Werlang - Outubro de 1995 - 21 pág.

274. EDUCAÇÃO E INVESTIMENTOS EXTERNOS COMO DETERMINANTES DO CRESCIMENTO A LONGO PRAZO - Gustavo Gonzaga, João Victor Issler e Guilherme Cortella Marone - Novembro de 1995 - 34 pág.

275. DYMAMIC HEDONIC REGRESSIONS: COMPUTATION AND PROPERTIES - Renato Galvão Flôres Junior e Victor Ginsburgh - Janeiro de 1996 - 21 pág.

276. FUNDAMENTOS DA TEORIA DAS OPÇÕES - Carlos Ivan Simonsen Leal - Fevereiro de 1996 - 38 pág.

000064872