

METODOLOGIA DOS TÚNEIS DE NEGOCIAÇÃO DE OPÇÕES

SUMÁRIO

METODOLOGIA DOS TÚNEIS DE NEGOCIAÇÃO	1
INSUMOS:.....	2
a) Volatilidade	2
b) Preço do ativo objeto	2
METODOLOGIA DE APURAÇÃO DE PREÇO DOS ATIVOS OBJETOS:.....	3
a) Opções sobre ações, ETF e BDR's	3
b) Opções sobre futuros.....	3
c) Opções sobre IDI e ITC	3
d) Opções sobre índice	3
CHOQUE DE VOLATILIDADE	4
CHOQUE NO PREÇO DO ATIVO OBJETO	5
DETERMINAÇÃO DOS TÚNEIS DE LEILÃO E REJEIÇÃO.....	6
a) Opções sobre ações, ETF e BDR's	6
b) Opções sobre futuros e índice	6
c) Opções sobre IDI e ITC	6
AMPLITUDE MÍNIMA DE BANDA	7
OPÇÕES SOBRE D11, D12, D13 E D14	8
OPÇÕES SOBRE COPOM.....	9
TUNEIS DE OPÇÕES NO DIA DO VENCIMENTO.....	10

METODOLOGIA DOS TÚNEIS DE NEGOCIAÇÃO

Na metodologia dos túneis de negociação de opções sobre ações, ETF, futuros e índice, para determinar o os limites do túnel de leilão e de rejeição, é utilizado a fórmula do Black&Scholes, conforme as informações a seguir.

Limite inferior do túnel de leilão, será inserido na fórmula de precificação de opções do tipo **calls** o **valor mínimo** de seu **ativo objeto** apurado em uma janela de tempo, e para opções do tipo **put** será inserido o **valor máximo do seu ativo objeto** apurado em uma janela de tempo. A **volatilidade** inserida na fórmula de precificação tanto para opções do tipo call quanto para opções do tipo put sofrerá um **choque para baixo**. O mesmo método se aplica para determinar limite inferior do túnel de rejeição, utilizando um choque de volatilidade diferente do utilizado para o túnel de leilão.

Limite superior do túnel de leilão, será inserido na fórmula de precificação de opções do tipo **calls** o **valor máximo** de seu ativo objeto apurado em uma janela de tempo, e para opções do tipo **put** será inserido o **valor mínimo** do seu ativo objeto apurado em uma janela de tempo. A **volatilidade** inserida na fórmula de precificação tanto para opções do tipo call quanto para opções do tipo put sofrerá um **choque para cima**. O mesmo método se aplica para determinar limite superior do túnel de rejeição, utilizando um choque de volatilidade diferente do utilizado para o túnel de leilão.

INSUMOS:

a) Volatilidade

Para o cálculo dos túneis de negociação (leilão e rejeição) das opções sobre ações, ETF, futuros e índice são necessárias superfícies de volatilidade. As volatilidades são calculadas pela Gerência de apreçamento. As volatilidades poderão ser atualizadas durante a sessão de negociação.

b) Preço do ativo objeto

Na metodologia, são apurados, o valor mínimo e o valor máximo em que o ativo objeto negociou, em um intervalo de tempo. Esses valores mínimos e máximos serão utilizados na determinação dos túneis de negociação (leilão e rejeição). Assim como as volatilidades, o preço do ativo objeto também pode sofrer um choque no preço máximo e mínimo do ativo objeto.

A apuração do preço dos ativos objetos possui diferentes metodologias para diferentes tipos de instrumentos. As descrições das metodologias a serem utilizadas seguem abaixo.

METODOLOGIA DE APURAÇÃO DE PREÇO DOS ATIVOS OBJETOS:

a) Opções sobre ações, ETF e BDR's

Opções sobre ações, ETF e BDR's utilizarão o preço negociado do seu respectivo ativo objeto durante a sessão de negociação.

b) Opções sobre futuros

Para apuração do preço do ativo objeto para opções sobre futuros será utilizada a seguinte metodologia: para cada contrato será definido um “**mês pivô**”, isto é, o mês de vencimento mais líquido. Será então apurado o **preço de ajuste de cada vencimento** e calculado as diferenças entre os preços de ajuste com o preço de ajuste do mês pivô. Por fim, para os **meses que são pivôs** serão utilizados como valor do ativo objeto os seus respectivos preços negociados durante a sessão de negociação, e para os **outros meses** do contrato serão somadas as diferenças calculadas anteriormente ao preço que foi negociado o mês pivô.

Segue abaixo um exemplo dos cálculos do ativo objeto com os futuros de dólar onde o vencimento DOLK22 é o pivô:

Tabela – Preço dos ativos objetos para opções sobre dólar				
Dólar Futuro	Preço do ativo objeto	Ajuste	Diferença entre ajustes	Comentários
DOLK22	4.919,50	4.919,10	-	O preço do ativo objeto é o preço do último negócio de DOLK22
DOLM22	4.729,30	4.728,90	-190,20	O preço do ativo objeto é a diferença dos ajustes adicionada ao preço do último negócio de DOLK22 (4.919,50 + -190,20)
DOLN22	4.931,48	4.931,08	11,98	O preço do ativo objeto é a diferença dos ajustes adicionada ao preço do último negócio de DOLK22 (4.919,50 + 11,98)
DOLQ22	4.972,17	4.971,77	52,67	O preço do ativo objeto é a diferença dos ajustes adicionada ao preço do último negócio de DOLK22 (4.919,50 + 52,67)
DOLU22	5.018,17	5.017,77	98,67	O preço do ativo objeto é a diferença dos ajustes adicionada ao preço do último negócio de DOLK22 (4.919,50 + 98,67)
DOLV22	5.058,41	5.058,01	138,91	O preço do ativo objeto é a diferença dos ajustes adicionada ao preço do último negócio de DOLK22 (4.919,50 + 138,91)
DOLX22	5.095,80	5.095,40	176,30	O preço do ativo objeto é a diferença dos ajustes adicionada ao preço do último negócio de DOLK22 (4.919,50 + 176,30)

c) Opções sobre IDI e ITC

Para o cálculo do ativo objeto de opções sobre IDI e ITC será adotada a fórmula descrita abaixo, utilizando as **taxas DI1** (para opções sobre IDI) e **OC1** (para opções sobre ITC) negociadas na sessão corrente e **utilizando o índice Spot**:

$$IDI/ITC_f = IDI/ITC_s \times (1 + r_{DI/OC 1})^{DU/252}$$

Onde IDI/ITC_f corresponde ao **Índice Forward** de referência (ativo objeto das opções), IDI/ITC_s corresponde ao **Índice Spot**, $r_{DI/OC 1}$ a taxa considerada e DU o número de dias úteis até a data do vencimento.

Segue abaixo um exemplo do cálculo do ativo objeto para opções sobre IDI com vencimento em setembro de 2022:

$$IDI_{f\ SET/22} = IDI_s \times (1 + r_{DI1\ SET/17})^{DU/252}$$

$$IDI_{f\ SET/22} = 233.669,55 \times (1 + 0,10165)^{102/252}$$

$$IDI_{f\ SET/22} = 243.194,341$$

d) Opções sobre índice

A metodologia para o cálculo do preço do ativo objeto das opções sobre índice é similar à metodologia do cálculo do preço do ativo objeto para opções sobre futuros: calculamos a diferença entre os ajustes dos índices futuros com o índice pivô (mês de maior liquidez) e somamos essa diferença ao preço do último negócio do índice pivô.

Para calcular o preço do ativo objeto de um índice com vencimento em um mês ímpar, devemos interpolar os ajustes entre os dois índices com vencimentos mais próximos a este e realizar a metodologia descrita acima.

Exemplo:

METODOLOGIA DOS TÚNEIS DE NEGOCIAÇÃO DE OPÇÕES

Tabela – Preço dos ativos objetos para opções sobre índice						
Vencimento	Índice futuro	Preço do ativo objeto	Ajustes	Diferença entre os ajustes	Dias úteis (DS)	Comentários
15/06/2022	INDM22	107.690,00	107.418,00	-	3	Preço do ativo objeto é o preço de último negócio do INDM22
13/07/2022	INDN22	108.604,24	108.332,24	914,24	23	Preço do ativo objeto é a soma da diferença entre os ajustes e o preço do último negócio de INDM22 (914,24 + 107.690)
17/08/2022	INDQ22	109.758,00	109.486,00	2.068,00	48	Preço do ativo objeto é a soma da diferença entre os ajustes e o preço do último negócio de INDM22 (2.068 + 107.690)
14/09/2022	INDU22	110.680,52	110.408,52	2.990,52	67	Preço do ativo objeto é a soma da diferença entre os ajustes e o preço do último negócio de INDM22 (2990,52 + 107.690)
13/10/2022	INDV22	111.660,00	111.388,00	3.970,00	87	Preço do ativo objeto é a soma da diferença entre os ajustes e o preço do último negócio de INDM22 (3.970 + 107.690)
16/11/2022	INDX22	112.756,15	112.484,15	5.066,15	109	Preço do ativo objeto é a soma da diferença entre os ajustes e o preço do último negócio de INDM22 (5.066,15 + 107.690)
14/12/2022	INDZ22	113.762,00	113.490,00	6.072,00	129	Preço do ativo objeto é a soma da diferença entre os ajustes e o preço do último negócio de INDM22 (6.072 + 107.690)

O índice INDM22 é pivô e os índices INDN22, INDU22 e INDX22 são índices ímpares sintéticos. Para encontrar os preços de INDN22, INDU22 e INDX22 foi realizada interpolação log-linear entre os ajustes e dias para o saque mais próximos, por exemplo, para encontrar o preço do INDN22 foi realizada interpolação log-linear entre os ajustes e dias para o saque (DS) de INDM22 e INDQ22.

A coluna “Diferença entre os Ajustes” é a diferença de ajuste entre o vencimento desejado e o vencimento pivô, por exemplo, a diferença entre ajustes de INDN22 é igual ao seu ajuste subtraído do ajuste do mês pivô INDM22 ($108.332,24 - 107.418 = 914,24$).

As diferenças entre ajustes encontradas devem ser somadas ao preço do último negócio do índice pivô e ser utilizado na precificação das opções como o ativo objeto. Por exemplo, para obter o ativo objeto de uma opção de IBOV11 que vence no mês de setembro de 2022, deve-se somar 1336,90 ao preço do último negócio de INDM22 e utilizar esse valor ($2.990,52 + 107.690 = 110.618,52$).

Observações:

- Fórmula da interpolação log-linear utilizada:

$$p(x, y) = y_0 * \left(\frac{y_1}{y_0}\right)^{\frac{x-x_0}{x_1-x_0}}$$

- Onde:
 - y_0 representa o ajuste do índice anterior
 - y_1 representa o ajuste do índice posterior
 - x representa os dias para o saque do índice que desejamos encontrar o ajuste
 - x_0 representa os dias para o saque do índice anterior
 - x_1 representa os dias para o saque do índice posterior
- Caso exista um vencimento ímpar anterior ao vencimento pivô, utilizamos o negativo da diferença entre os ajustes do próximo vencimento par como a diferença entre os ajustes para o mesmo.

Tabela – Preço dos ativos objetos para opções sobre índice						
Vencimento	Índice futuro	Preço do ativo objeto	Ajustes	Diferença entre os ajustes	Dias úteis (DS)	Comentários
18/05/2022	INDK22	106.775,76	-	-914,24	0	Preço do ativo objeto é a soma da diferença entre os ajustes e o preço do último negócio de INDM22 (-914,24 + 107.690)
15/06/2022	INDM22	107.690,00	107.418,00	-	3	Preço do ativo objeto é o preço de último negócio do INDM22
13/07/2022	INDN22	108.604,24	108.332,24	914,24	23	Preço do ativo objeto é a soma da diferença entre os ajustes e o preço do último negócio de INDM22 (914,24 + 107.690)
17/08/2022	INDQ22	109.758,00	109.486,00	2.068,00	48	Preço do ativo objeto é a soma da diferença entre os ajustes e o preço do último negócio de INDM22 (2.068 + 107.690)

CHOQUE DE VOLATILIDADE

Define-se por choque de volatilidade a adição ou subtração de um valor à volatilidade de uma opção. Caso o choque seja percentual, deve-se calcular esse percentual em relação à volatilidade da opção e somar e/ou subtrair esse valor à volatilidade. Os valores de choque de volatilidade para leilão inferior e superior e para rejeição inferior e superior podem ser diferentes entre si.

Exemplo do cálculo de choque de volatilidade:

- Choques parametrizados para determinada opção:

Opção	Volatilidade	Choque de leilão inferior	Choque de leilão superior	Choque de rejeição inferior	Choque de rejeição superior
IBOVJ38	39,36	10%	20%	40%	50%

- Valores da volatilidade utilizada para determinar os túneis de leilão e rejeição com os choques parametrizados conforme tabela acima:

Volatilidade Leilão Inferior	Volatilidade Leilão Superior	Volatilidade Rejeição Inferior	Volatilidade Rejeição Superior
35,42 (39,36 - 39,36*10%)	47,23 (39,36 + 39,36*20%)	23,62 (39,36 - 39,36*40%)	59,04 (39,36 + 39,36*50%)

CHOQUE NO PREÇO DO ATIVO OBJETO

Define-se por choque no ativo-objeto a adição ou subtração de um valor ao preço do ativo objeto de uma opção. Caso o choque seja percentual, deve-se calcular esse percentual em relação ao preço máximo e mínimo do ativo objeto da opção e somar e/ou subtrair esse valor aos preços na fórmula de cálculo. Os valores de choque no ativo objeto para leilão inferior e superior e para rejeição inferior e superior podem ser diferentes entre si. A B3 pode, quando achar necessário, alterar o choque no preço do ativo objeto, com objetivo de garantir a integridade das negociações e do mercado.

DETERMINAÇÃO DOS TÚNEIS DE LEILÃO E REJEIÇÃO

- a) Opções sobre ações, ETF e BDR's

A fórmula utilizada para determinar dos tuneis de leilão e rejeição das opções sobre ações, ETF e BDR's é o Black-Scholes:

$$d_1 = \frac{\ln\left(\frac{S}{K}\right) + \left(r + \frac{\sigma^2}{2}\right) * (t)}{\sigma * \sqrt{t}}$$

$$d_2 = d_1 - \sigma * \sqrt{t}$$

Preço de opção do tipo call:

$$C(S, t) = SN(d_1) - Ke^{-rt}N(d_2)$$

Preço de opção do tipo put:

$$P(S, t) = Ke^{-rt}N(-d_2) - SN(-d_1)$$

Onde:

- S representa o preço do ativo objeto
- K representa o preço de exercício da opção
- r representa a taxa de juros
- σ representa a volatilidade da opção
- t representa o tempo de expiração da opção
- $N(d_1)$ e $N(d_2)$ representam distribuição normal padrão acumulada

b) Opções sobre futuros e índice

A fórmula utilizada para determinar dos tuneis de leilão e rejeição das opções sobre futuros e índice é o Black-76:

$$d_1 = \frac{\log\left(\frac{S}{K}\right) + \left(\frac{\sigma^2}{2}\right) * (t)}{\sigma * \sqrt{t}}$$

$$d_2 = d_1 - \sigma * \sqrt{t}$$

Preço de opção do tipo call:

$$C(S, t) = e^{-rt}(SN(d_1) - KN(d_2))$$

Preço de opção do tipo put:

$$C(S, t) = e^{-rt}(KN(-d_2) - SN(-d_1))$$

Onde:

- S representa o preço do ativo objeto
- K representa o preço de exercício da opção
- r representa a taxa de juros
- σ representa a volatilidade da opção
- t representa o tempo até a expiração da opção
- $N(d_1)$ e $N(d_2)$ representam distribuição normal padrão acumulada

c) Opções sobre IDI e ITC

Para determinar os túneis de leilão e rejeição de opções sobre IDI e ITC é utilizada a fórmula do Black-76 como descrito acima e é aplicada no valor encontrado a seguinte fórmula:

$$\frac{1}{(1 + r)^{\frac{DU}{252}}}$$

Onde r é a taxa de juros e DU são os dias úteis até o vencimento da opção.

AMPLITUDE MÍNIMA DE BANDA

São determinados dois valores absolutos (denominados AMB): um para o túnel de leilão e outro para o túnel de rejeição. Estes valores são somados ao preço de referência da opção (média aritmética do túnel de leilão inferior e do túnel de leilão superior obtidos com o choque de volatilidade e preço mínimo e máximo do ativo objeto) para obter os túneis de leilão e rejeição superiores e subtraídos ao preço de referência da opção para obter os túneis de leilão e rejeição inferiores.

Após o cálculo dos túneis pelo AMB, deve-se compará-los com os túneis obtidos com o choque de volatilidade e preço máximo e mínimo do ativo objeto (metodologia descrita neste documento) e considerar os túneis com maior amplitude. São comparados os túneis de leilão pelo choque de volatilidade e mínimo e máximo do ativo objeto e pelo AMB, e são comparados os túneis de rejeição pelo choque de volatilidade e mínimo e máximo do ativo objeto e pelo AMB, ou seja, podemos ter um túnel de leilão obtido pelo choque de volatilidade e mínimo e máximo do ativo objeto e um túnel de rejeição obtido pelo AMB por exemplo.

Exemplo:

- Túneis calculados com o choque de volatilidade e preço mínimo e máximo do ativo objeto para determinada opção:

Túnel de rejeição inferior	Túnel de leilão inferior	Preço de referência*	Túnel de leilão superior	Túnel de rejeição superior
0,01	0,10	0,20	0,30	0,40

* Preço de referência: média aritmética do túnel de leilão inferior e do túnel de leilão superior:

$$\text{Preço de referencia da opção: } \frac{0,10 + 0,30}{2} = 0,20$$

- AMB's parametrizados para a mesma opção:

AMB de rejeição	AMB de leilão
0,25	0,05

- Túneis calculados com o AMB:

Túnel de rejeição inferior com AMB	Túnel de leilão inferior com AMB	Túnel de leilão superior com AMB	Túnel de rejeição superior com AMB
0,01 (0,20-0,25)	0,15 (0,20-0,05)	0,25 (0,20+0,05)	0,45 (0,20+0,25)

Neste exemplo, serão utilizados os túneis de leilão obtidos com o choque de volatilidade e preço mínimo e máximo do ativo objeto e serão utilizados os túneis de rejeição com o AMB, pois possuem maiores amplitudes quando comparados.

OPÇÕES SOBRE D11, D12, D13 E D14

Para opções sobre futuros de DI será aplicada uma metodologia diferente da mencionada neste documento. Utilizaremos os prêmios das opções do arquivo de prêmios calculado pela gerência de apreçamento.

Esses prêmios serão nossos preços de referência das opções. Serão aplicadas porcentagens nestes preços de referência que quando somadas e subtraídas dos mesmos, serão obtidos os túneis de leilão e rejeição dessas opções.

OPÇÕES SOBRE COPOM

A metodologia para os túneis de leilão e de rejeição para as opções de COPOM, é de acordo com os seguintes critérios: A primeira operação do dia, será via leilão. Após a realização da primeira operação, o valor absoluto a adicionar e subtrair será com base no preço da última operação ou pela oferta com melhor preço de compra ou de venda, se esta for melhor que o preço da última operação.

Exemplo:

- Valores para o cálculo dos túneis de leilão e de rejeição:

Túnel de rejeição inferior	Túnel de leilão inferior	Túnel de leilão superior	Túnel de rejeição superior
-14	-8	+ 8	+ 14

Túnel de rejeição inferior	Túnel de leilão inferior	Centro do túnel	Túnel de leilão superior	Túnel de rejeição superior
0,01	2	10	18	24

TUNEIS DE OPÇÕES NO DIA DO VENCIMENTO.

No dia do vencimento, o túnel de opções sobre ações, ETF, BDR's e índices, não é calculado pela volatilidade para as séries vencidas. O túnel passa a ser calculado pelo intrínseco da opção, adicionado um valor absoluto para o túnel de leilão superior, e subtraído para o túnel de leilão inferior. O valor absoluto para o túnel de rejeição é o dobro do valor calculado para o túnel de leilão. O preço de fechamento referência para o cálculo do valor absoluto é o preço de fechamento durante a semana do vencimento de exercício.

Call Vincenda		Valor Absoluto	Tipo	Túnel Inf.	Túnel Sup.
PETRXXX	R\$ 26,00	0,5	Leilão	6,5	7,5
PETRX	R\$ 33,00	1	Rejeição	6	8
INTRINSICO	R\$ 7,00				

