

# Metodologia de Arbitragem de Preços de Ajuste de Contratos Futuros de Boi Gordo

Neste documento é descrita a metodologia de arbitragem adotada para determinar os preços de ajuste de contratos futuros de Boi Gordo que não apresentarem negócios no CALL de fechamento. Na seção 1 é apresentada uma introdução conceitual, para os participantes que não estão familiarizados com o produto; na seção 2 a metodologia é apresentada de forma generalizada, para quem deseja realizar uma consulta rápida e objetiva; na seção 3 é apresentado um exemplo prático de aplicação da metodologia com dados de fechamento.

## 1 Introdução

Os preços de ajuste dos contratos que não apresentarem negócios no CALL de fechamento são obtidos por meio dos contratos mais líquidos e de contratos considerados chave na estrutura a termo. Para isso é levada em consideração uma divisão da estrutura a termo dos futuros em dois tipos de blocos: vencimentos de safra – de novembro a maio; vencimentos de entressafra – de maio a novembro. Os contratos considerados líquidos são aqueles cujos preços de ajuste são apurados pela média, segundo critério publicado no website da bolsa, no caminho: Mercados > Mercadorias e Futuros > Boletim Diário > Indicadores > Metodologia > Critérios para a Apuração dos Preços de Ajuste. Os contratos considerados chave são os de vencimento em maio (K) para safra e em outubro (V) para entressafra.

Os preços de ajuste dos contratos ilíquidos são obtidos por meio de uma interpolação entre os preços dos contratos de referência, líquidos e chave, através do uso dos coeficientes indicados na Figura 1. Nela o contrato líquido é o de vencimento em novembro (X). Os vencimentos K e V em azul são contratos que apresentam negócios no CALL, enquanto os em vermelho ainda não apresentam negócios com frequência, sendo usados neste caso, coeficientes históricos. Assim, os contratos com vencimentos de Z a J são determinados usando o coeficiente  $c_{XK}$  e aqueles com vencimentos de M a U e o de vencimento X, por meio do coeficiente  $c_{KV}$ .

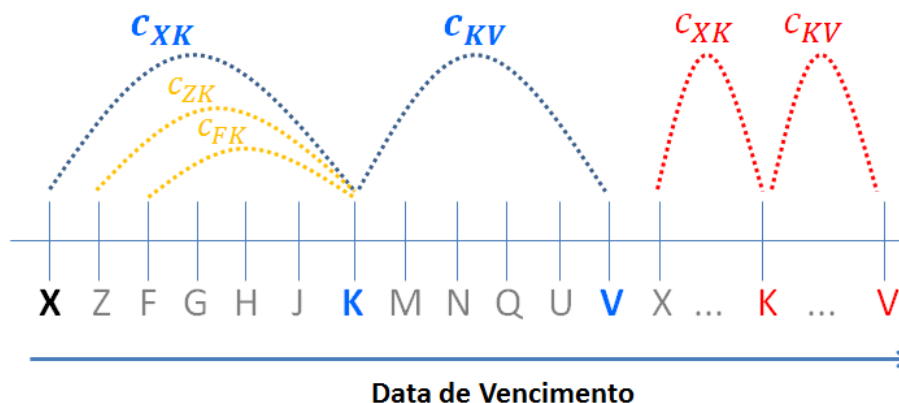


Figura 1: esquema para a obtenção do coeficiente entre vencimentos chave da estrutura a termo dos contratos futuros de Boi Gordo.

As linhas em laranja indicam o efeito de rolagem. Na medida em que o contrato mais curto vence, o seguinte ganha liquidez passando a ser a referência obtida pela média. Ou seja, durante o mês de dezembro o contrato com vencimento em novembro já venceu e o de vencimento Z passa a ser apurado pela média. Neste caso os contratos de vencimentos de F a J passam a ser obtidos por meio do coeficiente  $c_{ZK}$ . Durante o mês de fevereiro, G a J passam a ser obtidos por meio de  $c_{FK}$  e assim por diante. Há uma exceção neste processo de rolagem: quando o primeiro vencimento é apurado pela média e o segundo não, este é tomado como referência para interpolação no dia de liquidação do primeiro.

Quando o primeiro vencimento não é apurado pela média e também não é um dos vencimentos chave, toma-se o próximo vencimento chave do bloco como referência. Por exemplo, se o vencimento Z na Figura 1 não atinge liquidez suficiente para ser apurado por meio de média, quando não há negócio no CALL para este contrato utiliza-se o preço do vencimento K seguinte e o coeficiente  $c_{ZK}$  mais recente.

Na prática, os cálculos dos preços de ajuste dos contratos ilíquidos são obtidos por meio das equações 1 e 2 da seção 2. Por exemplo, o coeficiente  $c_{KV}$  (Figura 1) é obtido por meio da equação 2 tomando o índice  $k$  para os parâmetros referentes ao vencimento  $V$  e o índice  $i$ , para os parâmetros referentes ao vencimento  $K$ . Assim, o preço do contrato de vencimento  $Q$ , por exemplo, é obtido por meio da equação 1 com  $j$  referente aos parâmetros do vencimento  $Q$ ,  $i$  referente aos parâmetros do vencimento  $K$  e adotando a associação  $c_{ik} \rightarrow c_{KV}$ .

## 2 Generalização

Seja  $j$  a data de vencimento de um contrato para o qual não houve negócio no CALL de fechamento e sejam as datas de vencimento  $i$  e  $k$  referentes a dois contratos de referência, com  $i < j$  e  $i < k$ . O preço de ajuste do contrato com vencimento  $j$  é dado por:

$$F_j = F_i e^{r_j T_j - r_i T_i + c_{ik}(T_j - T_i)} \quad 1$$

Onde  $r$  é a taxa de juros pré, referente ao contrato futuro de DI, interpolada entre a data de negociação e a data de vencimento do contrato e capitalizada continuamente;  $T$  é o prazo anualizado, em dias úteis, entre a data de negociação e a data de vencimento;  $c_{ik}$  é dado por:

$$c_{ik} = \frac{\ln\left(\frac{F_k}{F_i}\right) - r_k T_k + r_i T_i}{T_k - T_i}, \text{ com } k > i \quad 2$$

Se não houver negociação dos contratos com vencimentos maio e/ou outubro será adotado a última informação disponível do coeficiente  $c_{ik}$ .

A sequência de construção da estrutura a termo dos contratos ocorre dos vencimentos mais curtos para os mais longos, sempre tomando os vencimentos de referência aos pares.

Ofertas válidas durante o CALL de fechamento serão confrontadas com o resultado obtido por meio da equação 1: serão acatadas apenas as ofertas de compra com preços maiores (ou as ofertas de venda com preços menores) do que o obtido pela metodologia acima.

Será adotado um tratamento específico para o vencimento N: após ser autorizado à negociação seu preço é determinado sempre por interpolação entre K e V enquanto não houver negócio no CALL; após haver negócio no CALL, passa ser adotado como referência e, nos dias subsequentes para os quais não houver negócio serão adotados os últimos coeficientes  $c_{ik}$  entre K e N (para obter o preço do vencimento M) e entre N e V (para obter os preços dos vencimentos Q, U e X). O vencimento X terá tratamento similar ao vencimento N. Ou seja, seu preço será arbitrado a partir do coeficiente entre K (ou a próxima referência de liquidez do bloco) e V enquanto não apresentar negociação no leilão de encerramento. A partir do momento em que apresentar negociação, será tomado como referência para determinar o coeficiente do próximo bloco de safra.

### 3 Exemplo prático

A seguir é apresentado um exemplo numérico (Tabela 1) com dados de fechamento, para o qual a data de negociação ocorre no mês de janeiro de 2014. Neste caso não há informações para os vencimentos G14, V14 e X14. Por não haver informação do vencimento V14 e este ser considerado um vencimento chave, foi tomado o coeficiente  $c_{5,7}$  (entre os vencimentos K14 e V14) do dia anterior. A notação deste coeficiente pode ser acompanhada na coluna “Índice” da Tabela 1, usada como referência para os índices (subscritos) das equações 1 e 2 da seção 2. A sequência para determinar os preços de ajuste, tomando-se o exemplo da Tabela 1 como guia, é a seguinte:

- 1 - Os preços acatados diretamente são os referentes a F14 (média), H14 e K14 (negócio no CALL de fechamento);
- 2 - Calcula-se o coeficiente entre F14 e K14 ( $c_{1,5}$ ) por meio da equação 2;
- 3 - A partir de  $c_{1,5}$  é obtido o preço de G14 por meio da equação 1, com  $j = 2$ ;
- 4 - Da mesma forma que no caso anterior, calcula-se um preço, via equação 1, para o vencimento J14 ( $j = 4$ ) que é confrontado com os valores das ofertas de compra e venda da Tabela 1. Dado que a oferta de venda é menor do que o preço calculado, esta é acatada como preço de ajuste;
- 5 - Para o bloco que vai de K14 a X14 é tomado o coeficiente  $c_{5,7}$  (referente aos vencimentos K14 e V14) do dia anterior (última informação disponível);
- 6 - Calcula-se o preço de N14 por meio da equação 1 (com  $i = 5$  e  $j = 6$  mais o coeficiente  $c_{5,7}$ ) e compara-se o resultado com as ofertas na Tabela 1. Neste caso o resultado da interpolação está contido no intervalo das ofertas de compra e venda, sendo tomado como resultado final.

7 - O preço de V14 é obtido aplicando-se  $c_{5,7}$  à equação 1, onde  $i = 5$  e  $j = 7$ ;

8 - O preço de X14 é obtido aplicando-se  $c_{5,7}$  à equação 1, onde  $i = 7$  e  $j = 8$ ;

Tabela 1: exemplo de cálculo dos preços de ajuste de contratos de futuro de Boi Gordo. As ofertas para J14 são 109,00 e 109,20 para compra e venda, respectivamente. Neste caso a oferta de venda foi acatada. O coeficiente  $c_{5,10}$  (entre os vencimentos K14 e V14) usado é o obtido no dia anterior.

Índice	Contrato	CALL	Preço (R\$)	$r$ (%)	$T$	$c$	Ajuste (R\$)
1	F14	Média	112,79	9,79	0,0357		112,79
2	G14			9,80	0,1151	-0,2103 ( $c_{1,5}$ )	111,79
3	H14	Negócio	109,35	9,91	0,1905		109,35
4	J14	Oferta	109,00/109,20	10,00	0,2698	-0,2103 ( $c_{1,5}$ )	109,20
5	K14	Negócio	108,95	10,09	0,3532		108,95
6	N14	Oferta	111,42/111,60	10,19	0,5238	0,0318 ( $c_{5,10}$ )	111,50
7	V14			10,30	0,7857	0,0318 ( $c_{5,10}$ )	115,58
8	X14			10,33	0,8651	0,0318 ( $c_{5,10}$ )	116,85