

Metodologia de Arbitragem de Preços de Ajuste de Contratos Futuros de Etanol Hidratado

Neste documento é descrita a metodologia de arbitragem adotada para determinar os preços de ajuste de contratos futuros de Etanol Hidratado 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 são tratados os cenários para cálculo dos ajustes; na Seção 3 a metodologia é abordada de forma generalizada, para quem deseja realizar uma consulta rápida e objetiva; na Seção 4 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. Para isso é levada em consideração uma divisão da estrutura a termo dos futuros em quatro blocos: transição de entressafra para safra – de março a maio; vencimentos de safra – de junho a novembro; vencimentos de entressafra – de dezembro a fevereiro, conforme demonstra a Figura 1. Os contratos considerados líquidos são aqueles que apresentam negócios no CALL, 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 ilíquidos têm seus preços de ajuste obtidos por meio de interpolação ou extrapolação entre os preços dos contratos líquidos de seus respectivos blocos. Cada bloco representa um cenário distinto, em função da quantidade de contratos líquidos e ilíquidos presentes. Cada cenário possui seu próprio procedimento para determinar os parâmetros utilizados na interpolação e/ou extrapolação. Além disso, alguns vencimentos podem ser classificados como fronteira (Figura 1), podendo estender o comportamento do bloco vizinho.

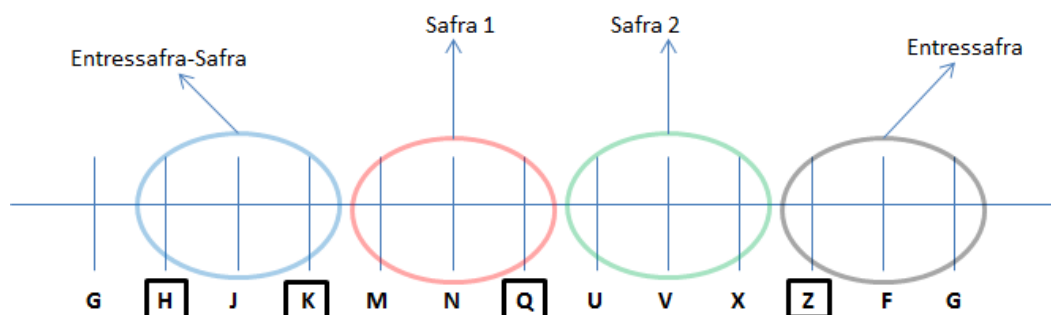


Figura 1: Vencimentos e blocos de safra e entressafra. Os vencimentos de fronteira estão marcados com quadrados.

2 Cenários

Para se determinar o cenário a ser utilizado no cálculo dos preços de ajuste de cada bloco de vencimentos, avalia-se a quantidade de contratos líquidos e ilíquidos presentes em cada grupo. Os blocos são compostos por três contratos cada, com exceção do primeiro bloco (vencimentos mais próximos) que, devido à rolagem dos vencimentos, pode apresentar dois ou apenas um contrato. Para o último bloco (vencimentos mais distantes) usam-se, além dos vencimentos com posições em aberto, vencimentos autorizados e teóricos (ainda não autorizados), com o objetivo de completar o bloco com três contratos.

Quando o prazo do primeiro contrato (mais próximo) é igual ou menor do que cinco dias úteis e não apresenta negociação, seu preço de ajuste passa a seguir a variação do indicador de referência para garantir convergência de preços na liquidação. Para o caso em que não há negociação em nenhum dos contratos autorizados, obtém-se o preço de ajuste do primeiro contrato utilizando a última informação disponível da curva de ajustes, atualizam-se os valores de dias úteis e taxas de juros e o restante da curva é obtido por meio de informações históricas.

Os vencimentos de fronteira são usados para estender blocos apenas quando o bloco ao qual eles pertencem não possui contratos negociados no CALL. São utilizados coeficientes comuns aos contratos de cada bloco, ilustrados nas Figuras 2 a 6, cujos cálculos são detalhados na próxima seção.

Os possíveis cenários para arbitragem do preço de ajuste são:

- **Dois vencimentos líquidos no bloco**

Neste cenário, um bloco de safra ou entressafra possui dois contratos que foram negociados no CALL de fechamento, sendo preciso então arbitrar o preço de ajuste para um contrato apenas. O vencimento faltante (círculo vazio) é interpolado ou extrapolado utilizando o coeficiente c encontrado entre os vencimentos líquidos (círculos cheios), como se observa na Figura 2.

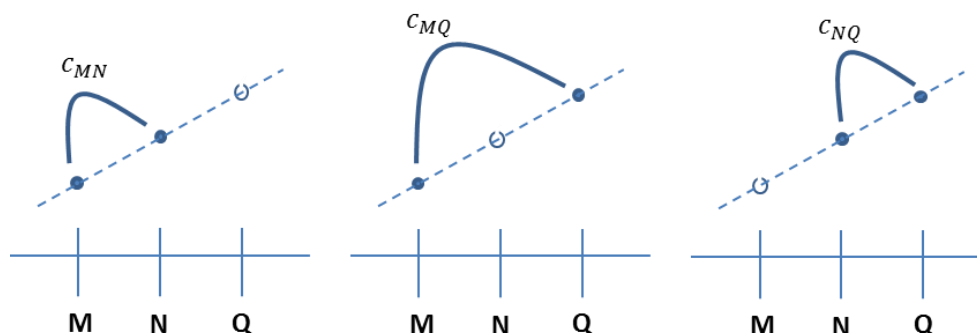


Figura 2: Interpolação e extrapolação no cenário de dois vencimentos líquidos.

- **Um vencimento líquido no bloco**

Quando existe apenas um vencimento líquido no bloco, não é possível atualizar a dinâmica observada no mercado para os contratos envolvidos. Assim, utiliza-se o coeficiente histórico do bloco para reproduzir a última informação do mercado e o vencimento líquido para ajustar o nível da curva. Desta maneira, o bloco reproduzirá a dinâmica anterior do mercado, ajustada pelo vencimento líquido, exibido na Figura 3.

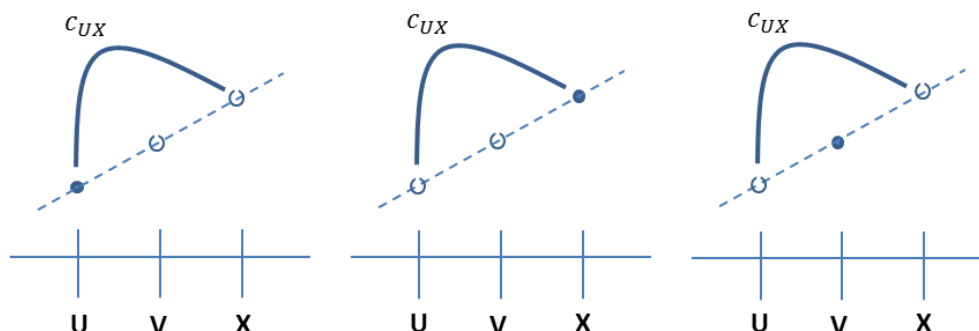


Figura 3: Exemplo de interpolação no cenário de um vencimento líquido. O coeficiente c_{UX} é histórico.

- **Nenhum vencimento líquido no bloco**

Se nenhum vencimento for líquido no bloco, é necessário arbitrar os preços de ajuste de todos os contratos do bloco. Nesta situação os vencimentos de fronteira são usados para estender o comportamento dos blocos vizinhos, com o intuito de se determinar o nível de preços do bloco. Se o vencimento for de fronteira, ele é extrapolado seguindo a curva do bloco anterior (caso o vencimento esteja no início do bloco) ou posterior (caso o vencimento esteja no final do bloco). Para os demais contratos do bloco utiliza-se o coeficiente histórico.

A Figura 4 mostra os casos onde existem vencimentos de fronteira. Pode-se observar o efeito da extrapolação, onde o vencimento de fronteira segue o comportamento do bloco já calculado e os demais contratos são obtidos pelo coeficiente histórico do bloco.

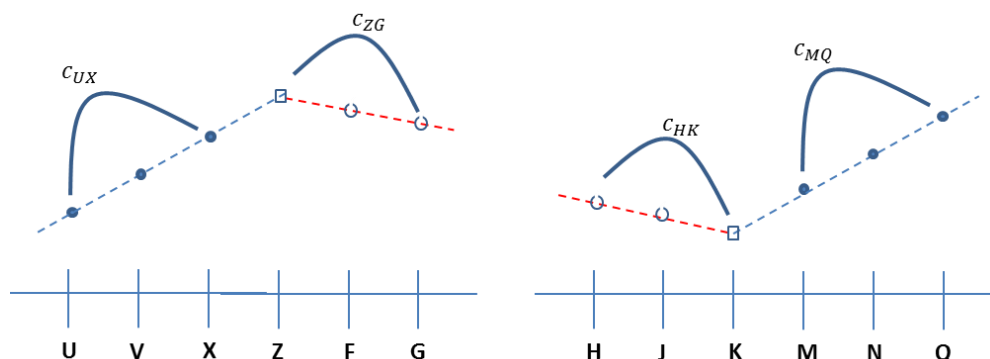


Figura 4: Exemplo de extrapolação dos vencimentos de fronteira (representados por quadrados). Os coeficientes c_{ZG} e c_{HK} são históricos.

Quando nenhum dos vencimentos do bloco for de fronteira, eles terão seus preços de ajuste calculados utilizando o coeficiente histórico do bloco, conforme exibido na Figura 5. Desta maneira, a dinâmica do bloco é mantida por meio do coeficiente histórico e seu nível é determinado pelo bloco anterior ou posterior (conforme as informações diárias).

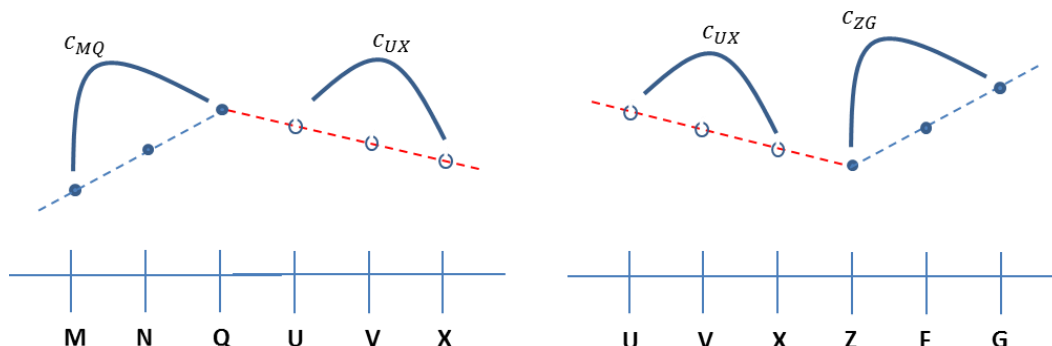


Figura 5: Cálculo dos preços de ajuste dos vencimentos ilíquidos. O coeficiente c_{UX} é histórico.

• **Exceções**

Devido à rolagem dos vencimentos, o primeiro bloco pode ter dois contratos ou um apenas. Desta maneira, utilizam-se coeficientes históricos para determinar a dinâmica do bloco e, se houver apenas um contrato no bloco, seu preço de ajuste é calculado utilizando a última informação histórica da curva de ajuste. Se houver algum vencimento de fronteira (para bloco com dois contratos), ele será extrapolado, conforme explicado na Figura 4. Alguns possíveis cenários são mostrados na Figura 6.

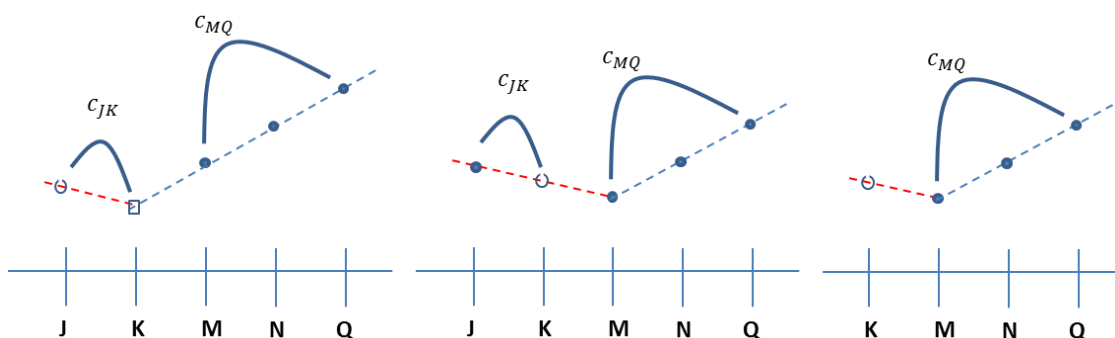


Figura 6: Possíveis cenários que são exceções. O coeficiente c_{JK} nos dois cenários é histórico.

O cálculo do coeficiente de cada bloco depende de preços provenientes de informações do CALL de encerramento. Quando estas informações são insuficientes para atualizar os coeficientes, são tomados dados históricos, como já mencionado anteriormente. Se a última informação disponível for do período equivalente do ano anterior, será tomada uma média. Caso contrário será usada a última informação disponível.

3 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 líquidos de um determinado bloco de safra ou entressafra, com $i < k$ e $i < j$. O preço de ajuste do contrato com vencimento j é dado pela Equação 1:

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

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 pela Equação 2, onde $k > i$:

$$c_{ik} = \frac{\ln\left(\frac{F_k}{F_i}\right) - r_k T_k + r_i T_i}{T_k - T_i} \quad 2$$

Se não houver negociação dos contratos com vencimentos i e k , será adotado a última informação disponível do coeficiente c_{ik} . Caso a configuração do bloco seja diferente, ou seja, a ordem dos contratos líquidos e ilíquidos seja diferente, os métodos de extrapolação e interpolação devem ser utilizados conforme o cenário em que o bloco se encontra, descritos na Seção 2.

A sequência de construção da estrutura a termo dos contratos ocorre dos blocos com contratos mais líquidos para os menos líquidos e em seguida dos mais curtos para os mais longos.

As ofertas válidas durante o CALL de fechamento serão confrontadas com o resultado obtido por meio da Equação 1, podendo ser acatadas as ofertas de compra com preços maiores (ou as ofertas de venda com preços menores) do que o obtido pela metodologia acima.

4 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 julho de 2014. Neste caso não há informações para os vencimentos Q14, V14, F15 e G15. O vencimento H15 está autorizado, mas não possui contratos em aberto e os vencimentos J15 e K15 são teóricos, criados para que a metodologia de arbitragem possa ser utilizada. A notação dos coeficientes 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 aos contratos N14, U14, X14 e Z14.
- 2 – Calcula-se o vencimento Q14 por meio da Equação 1, com o coeficiente histórico $c_{1,2}$, $i=1$, $j=2$ e $k=2$.

- 3 – Obtém-se o coeficiente entre U14 e X14 ($c_{3:5}$) por meio da Equação 2.
- 4 – O contrato V14 tem seu preço calculado via Equação 1, com o coeficiente calculado $c_{3:5}$, $i=3, j=4$ e $k=5$.
- 5 – Para o bloco que tem os contratos entre Z14 e G15, obtém-se o coeficiente $c_{6:8}$ via informações históricas.
- 6 – O vencimento F15 é calculado por meio da Equação 1, com o coeficiente histórico $c_{6:8}$, $i=6, j=7$ e $k=8$.
- 7 – O contrato G15 tem seu preço de ajuste calculado via Equação 1, com o coeficiente histórico $c_{6:8}$, $i=6, j=8$ e $k=8$.
- 8 – Por ainda não existir negociação para o vencimento H15, ele deve ser extrapolado, tendo seu preço de ajuste calculado via Equação 1, com o coeficiente do bloco anterior $c_{6:8}$, $i=6, j=9$ e $k=8$.
- 9 – Os contratos J15 e K15 são modelos utilizados para determinar a dinâmica do bloco a que eles pertencem, não possuindo preço de ajuste até se tornarem contratos autorizados.

Tabela 1: Exemplo de cálculo dos preços de ajuste de contratos de futuro de Etanol Hidratado. As ofertas para V14 e G15 são de compra/venda, respectivamente. Para o contrato V14, é acatada a oferta de venda.

Índice	Contrato	CALL	Preço (R\$)	r (%)	T	c	Ajuste (R\$)
1	N14	Negócio	1158,00	10,80	0,043651	-	1158,00
2	Q14			10,80	0,126984	-0,1909 ($c_{1:2}$)	1149,50
3	U14	Negócio	1172,50	10,78	0,214286	-	1172,50
4	V14	Oferta	1180,00/1200,00	10,77	0,305556	0,1784 ($c_{3:5}$)	1200,00
5	X14	Negócio	1230,00	10,77	0,384921	-	1230,00
6	Z14	Negócio	1285,00	10,77	0,468254	-	1285,00
7	F15			10,77	0,555556	0,1180 ($c_{6:8}$)	1310,00
8	G15	Oferta	1310,00/1340,00	10,78	0,626984	0,1180 ($c_{6:8}$)	1331,00
9	H15	Autorizado		10,78	0,714286	0,1180 ($c_{6:8}$)	1357,00
10	J15	Modelo	-	10,82	0,793651	-	-
11	K15	Modelo	-	10,85	0,873016	-	-