

3

A Formação de Preços dos Futuros Agropecuários

Para avaliar a formação de preços nos mercados futuros agropecuários é necessária uma base de comparação. Para tal base, esta dissertação usa os preços que, em um mercado sem fricções, impedem oportunidades de arbitragem. Desvios dos preços de mercado dessa base são explicados por uma ou mais das seguintes possibilidades: prêmio de risco por crises nos mercados das *commodities*, custos de transação nas negociações da BM&F ou custos de carregamento associados ao armazenamento das mercadorias.

3.1.

Mercado sem Fricções

Em um mercado sem fricções, o preço futuro pode ser facilmente obtido replicando o payoff do contrato. Seja S_T o preço do ativo subjacente, T a data de maturidade do contrato futuro, e K o preço de entrega da mercadoria subjacente em T. O ganho do contrato futuro em T para o investidor na posição comprada é:

$$S_T - K. \quad (1)$$

Esse payoff pode ser replicado comprando o ativo subjacente, que terá valor S_T em T, e pegando um empréstimo sem risco que gere uma obrigação de pagar K, também em T. Seja r a taxa de juros livre de risco, para empréstimos vencendo em T. Para que não exista arbitragem, o custo em t de tal estratégia deve ser idêntico ao do preço do contrato futuro, f_t , na mesma data, ou seja:

$$f_t = S_t - \frac{K}{(1+r)^{T-t}}. \quad (2)$$

Como a prática do mercado é que o preço de exercício seja escolhido de forma a tornar o preço do contrato futuro igual a zero, o preço futuro em t é

definido com o valor de K que faz com que $f_t = 0$. Em um mercado sem fricções, tal preço na data t , F_t , é definido como:

$$F_t = S_t(1+r)^{T-t}. \quad (3)$$

3.2. Erro de Apreçamento

Como explicado na Introdução, o preço futuro de mercado pode desviar da equação (3) por duas razões. A primeira é a *convenience yield*. A segunda razão são os custos de transação, tais como os custos de carregamento (frete, estocagem, armazenamento e seguro) e os custos da BM&F (impostos e demais tarifas cobradas).

O erro de apreçamento, EP , é definido como a diferença entre o preço futuro de mercado, F_t , e o preço teórico, PT , construído como $S_t(1+r)^{T-t}$, isto é

$$EP = F_t - S_t(1+r)^{T-t}. \quad (4)$$

Se não existirem fricções no mercado, o erro de apreçamento é igual a zero. Porém, ao se analisar os dados, o que se observa é um valor ora negativo, ora positivo. Um objetivo desse trabalho é documentar o erro de apreçamento e explicar como as duas razões citadas anteriormente, a *convenience yield* e o custo de transação, se relacionam com ele.

3.2.1. Custos de Transação

Os custos de transação dividem-se entre os custos da BM&F e os custos de carregamento. Os primeiros são derivados de operações na bolsa. Tanto ao abrir quanto ao fechar posições, os agentes econômicos incorrem em vários custos operacionais. Essas obrigações devem ser pagas no dia útil subsequente a abertura de posição e ao longo da sua vigência. Os principais custos são a taxa operacional básica (TOB), de emolumentos, de registro e de permanência.⁶

⁶ A taxa operacional básica é uma taxa de corretagem da operação. Na prática, muitas vezes o cliente acaba por negociar a devolução de parte do valor devido com a sua respectiva corretora. Em operações que são encerradas com a entrega física do ativo subjacente, como nas *commodities* agropecuárias, a TOB é substituída pela taxa de liquidação (TL). A taxa de emolumentos

Os custos de carregamento incluem os gastos com armazenamento, frete, estocagem e seguros (ver Brennan (1958)). Em geral, tais custos são fixos no curto prazo, não dependendo da situação da economia em um determinado momento. Porém, eles afetam a formação dos preços futuros por afetarem os custos de replicar o payoff do derivativo.⁷ Para avaliar o impacto dos custos de transação nos preços futuros, seja u o custo de transação por período. Então, o preço futuro que evita oportunidades de arbitragem é dado por:

$$F_t = S_t(1+r+u)^{T-t} > S_t(1+r)^{T-t}. \quad (5)$$

Portanto, os custos de transação implicam um erro de apreçamento positivo, quando comparado com o preço futuro teórico de um mercado sem fricções, isto é:

$$EP = F_t - S_t(1+r)^{T-t} = S_t(1+r+u)^{T-t} - S_t(1+r)^{T-t} > 0. \quad (6)$$

3.2.2. Convenience Yield

As *commodities* agropecuárias são consideradas como ativos de consumo. Eles se caracterizam pelo fato do seu principal objetivo ser primeiramente o consumo. Para esses ativos, é sabido que os preços futuros podem se desviar substancialmente da equação (3), se houver risco de colapso no mercado da *commodity*. Nesse caso, a propriedade física da *commodity* fornece benefícios que não são obtidos por proprietários de contratos futuros, caso haja

corresponde à receita da BM&F com os negócios realizados nos mercados futuros. A taxa de registro é cobrada sempre que um contrato futuro é negociado em função do registro na Câmara dos Derivativos. A taxa de permanência, por sua vez, incide sobre o número de contratos mantidos em aberto no dia anterior.

⁷ Caso não seja especificado o local da entrega da *commodity* subjacente, o agente na posição longa pode incorrer em custos extras pelo seu recebimento em áreas distantes dos grandes centros produtores ou financeiros. A indefinição prévia do local de entrega pode ser incluída na precificação dos contratos futuros por parte dos compradores, que terão que retirar os custos de frete e de seguros do preço futuro da *commodity*. O erro de apreçamento pode ser causado pela existência de opções de entrega quando o contrato futuro não especifica uma localidade para o recebimento do produto. Já quando uma ou mais localidades de entrega são especificadas em um determinado contrato, o preço recebido pelo indivíduo na posição curta já incorpora as variações possíveis do local escolhido para a entrega. Sem afetar o erro de apreçamento. Na presente dissertação, essas opções não representam um fator significativo para a análise do erro de apreçamento. Primeiramente, a maioria dos contratos futuros de *commodities* agropecuárias

desabastecimentos locais temporários. O benefício garantido pela posse do ativo de consumo recebe o nome de *convenience yield*. Tal benefício reduz o custo de replicar o payoff do contrato futuro, o que, conseqüentemente, reduz o preço futuro que evita oportunidades de arbitragem.

Definindo como y a taxa anual correspondente à *convenience yield*, o preço de não arbitragem que a incorpora é dado por:

$$F_t = S_t(1 + r - y)^{T-t} < S_t(1 + r)^{T-t} \quad (7)$$

Quanto maior a possibilidade de crises de abastecimento, maior será a *convenience yield* y e menor o preço futuro que evita oportunidades de arbitragem. Portanto, a *convenience yield* implica um erro de apreçamento negativo, quando se toma o preço de não arbitragem em concorrência perfeita como base de comparação com o preço futuro de mercado:

$$EP = F_t - S_t(1 + r)^{T-t} = S_t(1 + r - y)^{T-t} - S_t(1 + r)^{T-t} < 0. \quad (8)$$

3.3.

Erro de Apreçamento: Custo de Transação ou Erro de Apreçamento

Considere agora que tanto os custos de transação como a *convenience yield* são relevantes para a formação dos preços futuros. Nesse caso, o preço futuro que evita arbitragem é dado por:

$$F_t = S_t(1 + r + u - y)^{T-t} \quad (9)$$

Por sua vez, o erro de apreçamento é dado pela seguinte expressão:

$$EP = F_t - S_t(1 + r)^{T-t} = S_t(1 + r + u - y)^{T-t} - S_t(1 + r)^{T-t} \quad (10)$$

Nesse cenário, o sinal do erro de apreçamento é indeterminado. Será positivo caso o custo de transação for mais relevante do que o risco de desabastecimento (*convenience yield*), sendo negativo em caso contrário.

negociados na BM&F é liquidada em um momento anterior ao da entrega do produto físico. Além disso, os contratos futuros especificam os locais de recebimento de forma precisa.

Entretanto, independentemente de seu sinal, alguém poderia questionar a relevância da definição de erro de apreçamento. Afinal, para que serve uma medida de erro sobre uma base – o preço de não arbitragem sob hipótese de concorrência perfeita – que é sabidamente irrealista?

Em primeiro lugar, o erro de apreçamento definido na equação (10) permite usar uma variável observável, preços futuros, para determinar qual das duas fricções de mercado é a mais relevante. Erros de apreçamento positivos estariam associados a custos de transação maiores do que a *convenience yield*, enquanto que erros negativos estariam associados a uma maior relevância da *convenience yield*. Adicionalmente, a equação (10) prevê que os erros de apreçamento caem em épocas de crise, quando a *convenience yield* deve subir. Portanto, as variações podem ser usadas como previsores de crise, sob a hipótese de que os custos de transação não variam significativamente com mudanças nas probabilidades de crise.

Mas, o interesse principal deste trabalho não é prever crises. Aqui, o interesse é estimar a relevância de custos de transação e da *convenience yield* para os preços futuros de *commodities* agropecuárias negociadas no Brasil. A equação (10) permite atingir esse objetivo, considerando que, contrariamente à *convenience yield*, os custos de transação não variam com um significativo aumento de probabilidade de crise.

Sob essa hipótese de identificação, a variação do erro de apreçamento antes e depois da crise é inteiramente determinada pelo aumento da *convenience yield*. Tal acréscimo é um limite inferior para a *convenience yield*, enquanto que o montante do erro de apreçamento que não varia com a probabilidade de crise é um limite superior para o custo de transação. Como será mostrado na seção 5, tanto o limite inferior da *convenience yield* como o limite superior do custo de transação podem ser estimados a partir de dados de preços futuros, taxas de juros e preços à vista das *commodities* agropecuárias, para o período amostral de dezembro de 1999 a dezembro de 2003.