AgEcon SEARCH
RESEARCH IN AGRICULTURAL & APPLIED ECONOMICS

The World's Largest Open Access Agricultural & Applied Economics Digital Library

This document is discoverable and free to researchers across the globe due to the work of AgEcon Search.

Help ensure our sustainability.

Give to AgEcon Search

AgEcon Search
http://ageconsearch.umn.edu
aesearch@umn.edu

*Papers downloaded from **AgEcon Search** may be used for non-commercial purposes and personal study only. No other use, including posting to another Internet site, is permitted without permission from the copyright owner (not AgEcon Search), or as allowed under the provisions of Fair Use, U.S. Copyright Act, Title 17 U.S.C.*

ESTRATÉGIAS COM CONTRATOS FUTUROS E PREVISÃO DOS PREÇOS DE CAFÉ ARÁBICA: UMA ABORDAGEM DE CO-INTEGRAÇÃO

CARLOS ANDRÉ DA SILVA MÜLLER; FRANCISCO CARLOS CUNHA CASSUCE; ALTAIR DIAS DE MOURA;

UNIVERSIDADE FEDERAL DE VIÇOSA

VIÇOSA - MG - BRASIL

carlos.andre@universidade.net

APRESENTAÇÃO SEM PRESENÇA DE DEBATEDOR

COMERCIALIZAÇÃO, MERCADOS E PREÇOS AGRÍCOLAS

Estratégias com contratos futuros e previsão dos preços de café arábica: uma abordagem de co-integração

GRUPO DE PESQUISA 1 (Comercialização, Mercados e Preços Agrícolas)

1. Introdução

O comportamento dos preços de *commodities* agrícolas sempre foi alvo de estudo entre os agentes envolvidos no agronegócio. Isso porque em um sistema de livre mercado, são os preços que carregam as informações entre os elos de uma cadeia produtiva quanto à oferta e demanda de seus produtos.

Contudo, quando se considera o mercado aberto, os preços dos produtos tender a ser também atrelados aos mercados internacionais, embora os preços internos e externos não se igualem, pois há fontes permanentes na diferença de preços, tais quais custos de transportes (frete, custos portuários e seguros), bem como políticas comerciais entre outros (ABREU et. al, 2003).

Especificamente, o café brasileiro é um produto importante no mercado mundial, uma vez que o Brasil é o maior exportador, cujos preços, historicamente, têm sido bastante voláteis. De acordo com TEWELS e JONES (1998), a demanda por café é consideravelmente estável, sendo a oferta, a principal determinante de mudanças de preços do produto no curto prazo. Segundo os autores, o período de entressafra brasileiro é responsável pela principal fonte de incerteza mundial dos preços do produto no mercado internacional.

MESQUITA et. al (1998) estudaram o processo de formação de preços do café pago ao produtor brasileiro a partir da estimação da oferta e demanda mundiais do produto para a década de 80, quando concluíram que o encontro dessas curvas explica sobremaneira os preços pagos aos produtores brasileiros.

Nos mercados futuros, por sua vez, tem-se observado aderência na variação dos preços entre a Bolsa de Mercadorias de São Paulo (BM&F) e na *New York Board of Trade* (NYBOT), o que pode ser explicado pelo mercado físico ser fonte primária do mercado futuro que, conforme já dito, são correlacionados em economias abertas (LAMOUNIER, 2001).

Agentes envolvidos no mercado físico agrícola têm o mercado futuro como forma de gerenciar seus riscos no que se refere aos preços dos produtos, em que vários instrumentos de previsão foram desenvolvidos como, por exemplo, modelo de Black *and* Sholes ou *Value at Risk*[1].

Contudo, pelo que foi exposto, parece ser importante formulação de previsões que internalizasse informações relevantes sobre integração de mercados futuros e a vista para determinação de estratégias, pois é possível que informações dessa natureza sejam também capaz de auxiliar a tomada de decisão nesses mercados.

Por exemplo, ARBEX e FONTES (1998) mediram a co-integração dos mercados futuros de café na BM&F e NYBOT no período entre 1991 e 1996, quando concluíram que existe uma relação de equilíbrio de longo prazo, embora haja um desequilíbrio no curto prazo explicado pelas incertezas do mercado físico.

Assim, a pergunta a qual se quer responder é: a internalização da co-integração desses mercados é relevante para gerar informação no que tange a previsão de preços no mercado futuro e à vista?

Com vistas em responder esta pergunta, pretendeu-se neste trabalho: a) identificar se ocorre co-integração em pelo menos dois mercados entre o a vista brasileiro de café, mercados futuros da BM&F e da NYBOT; b) prever preços, a partir da co-integração entre mercados; e c) simular estratégias em mercados futuros de acordo com a previsão.

2. Mercados futuros

De acordo com AGUIAR (2003), as variáveis que influenciam a incerteza nos preços agrícolas são de difícil controle, assim sendo os agentes que compõem esse mercado (produtores e industriais, por exemplo) buscam meios pelos quais evitar preços indesejáveis. Entre as alternativas estão os mercados futuros que são, essencialmente, a comercialização de contratos que podem ser a termo, futuro, ou de opções.

Defini-se contrato a termo como “um contrato de promessa de compra e venda de um determinado produto, com preço preestabelecido, em que o comprador assume a responsabilidade de pagar o valor previamente ajustado e contratado ao vendedor na data de entrega do bem” (SILVA NETO, 1998, p.27).

Os contratos futuros, por sua vez, são contratos padronizados no que se refere à quantidade, qualidade, data de vencimento e local de entrega, entre outras cláusulas. Assim, o único item a ser negociado é o preço do contrato, conferindo ao mercado mais agilidade e transparência de preços dos produtos negociados (SILVA NETO, 1998).

[1] Para maiores detalhes teóricos ver HULL (1996) e SILVA NETO (1998).

Por fim o mercado de opções difere dos contratos futuros por estes serem um direito mas não uma obrigação. Isto é, quem compra uma "opção de compra", tem o direito de realizá-la, caso tenha interesse, do contrario, não exerce tal direito.

A literatura aponta três principais agentes que realizam estratégias nos mercados futuros: *hedgeres*, especuladores e arbitradores. *Hedgeres* têm como intuito reduzir riscos de preços no mercado físico, transferindo-os para outros agentes no mercado futuro, os quais tomam posição contrária à do *hedger* enquanto que os especuladores buscam oportunidades para realizaram lucros. Os arbitradores, por sua vez, são aqueles que realizam operações em mais de um mercado, com vistas em "travar" posições, e assim obter lucros sem risco algum (TEWELES e JONES, 1998; HILL, 1996).

Um dos temas de maior discussão sobre mercados futuros está relacionado à decisão de *hedging* em bolsa de mercadorias e o comportamento dos preços no mercado local, na qual o *hedger* está operando. Isso porque o uso de derivativos não isenta o agente de riscos de oscilações de preços, sendo incorreto afirmar que esta é uma operação de "seguro". Tal risco, na qual o agente está incorrendo, é denominado de risco de base (MARQUES e MELLO, 1999).

Conforme HULL (1996), a base pode ser dada pela Equação 1:

$$b_t = pav_t - pcf_t \qquad (01)$$

em que b_t é a base no período *t*; pav_t, o preço a vista do produto no período *t*; pcf_t, o preço do contrato futuro do produto. A elevação do valor de b_t é conhecido como fortalecimento da base, na medida que a sua redução, enfraquecimento.

Para melhor entender o risco de base, considere um *hedger* que opera em dois períodos: o presente (t_1) e o futuro (t_2). Em t_1, o agente realiza uma operação de mercado futuro por acreditar em uma situação desfavorável, no momento da realização de comércio[2]. O resultado de tal operação chama-se preço efetivo, que representa o quanto se pagará pela realização do *hedging*, isto é, a soma entre a realização do negócio físico em t_2 e o resultado no mercado futuro (HULL, 1996).

As Equações 02 e 03 mostram a relação:

$$pev = pav_2 + (pcf_1 - pcf_2) \qquad (02)$$

$$pec = pav_2 - (pcf_1 - pcf_2) \qquad (03)$$

em que *pev* é o preço efetivo na venda de contrato futuro; e *pec*, na compra[3].

As equações, na forma como estão, não apresentam explicitamente o risco de base. Sabe-se que quando se perde no mercado físico, ganha-se no futuro, motivo pela qual realiza-se operação de *hedging*. Caso as variações fossem iguais, o preço efetivo seria zero, isto é o *hedging* seria perfeito.

Contudo, as variações não têm necessariamente a mesma magnitude, pelo contrário, este é apenas um caso especial. Pode-se mostrar, a partir da Equação (02) que:

$$pev = pav_2 + (pcf_1 - pcf_2) = pcf_1 + b_2 \qquad (04)$$

Na Equação (04), fica explícita a base em t_2. Subtraindo a base em t_1 nos dois lados da Equação e realizando manipulações algébricas, tem-se:

---

[2] Para simplificar, considere que o fechamento no mercado futuro e o comércio do ativo ocorram no mesmo período t_2.

[3] A diferença nos sinais indica que os ganhos com contrato futuro de venda advêm da diferença positiva entre os preços presente e futuro, enquanto que para compra, o contrário.

$$pev - b_1 = pcf_1 + b_2 - b_1$$
$$pev - (pav_1 - pcf_1) = pcf_1 + \Delta b \qquad (05)$$
$$pev - pav_1 = \Delta b$$

Analogamente para a Equação 03:

$$pec - pav_1 = \Delta b \qquad (06)$$

Considerando, portanto, que $\Delta b = 0$, *hedging* seria perfeito, pois não se pagaria nem mais, nem menos que o valor do preço a vista em t_1. Caso um produtor estivesse com medo de baixa nos preços em t_2, a operação seria responsável pela sustentação dos preços ao nível de pav_1, o mesmo raciocínio serve para um industrial, entretanto, a incerteza seria a respeito da elevação nos preços em t_2.

Em caso de fortalecimento na base ($\Delta b > 0$), o preço efetivo é maior que a vista. Para quem tomou a posição de venda (*pev*) ganha; de compra (*pec*), perde. Por outro lado, em caso de enfraquecimento ($\Delta b < 0$), o contrário é verdadeiro.

Contudo, conforme salienta MARQUES e MELLO (1999), o *hedger*, no sentido estrito da palavra, é aquele que consegue fazer um *hedging* perfeito. Na presença de risco de base, há possibilidades de lucro, bem como prejuízos, o que faz com que o *hedger* atue também como um especulador.

3. Metodologia

3.1. Modelo vetorial de correção de erro (VEC)

Sabe-se que, via de regra, variáveis econômicas são I(1), isto é, são não-estacionárias em nível, mas estacionárias em suas primeiras diferenças. Ocorre que, a regressão em primeira diferença resulta em perdas importantes de informações sobre o comportamento de longo prazo das variáveis.

Contudo, ENGLE e GRANGER (1987) introduziram o conceito de co-integração, a qual estabelece que duas ou mais variáveis não-estacionárias, caso sejam co-integradas em mesma ordem, poderiam ser regredidas em nível sem o problema de regressão espúria, e, assim sendo, não se perderiam informações de longo prazo.

Isto posto, a primeira etapa do trabalho consistiu em testar a ocorrência de integração de mesma ordem para as variáveis do modelo, feito através do teste de raiz unitária. Para tanto, foi realizado o teste de Dickey-Fuller-Aumentado (ADF), cuja H_0 é a presença de raiz unitária; e H_1, as variáveis são estacionárias (DICKEY e FULLER, 1979).

Em seguida, foi utilizada a metodologia de JOHANSEN (1988) e JOHANSEN e JUSELIUS (1990), para identificar as possíveis relações de longo prazo dos preços do café, bem como foi utilizado o modelo vetorial de correção erro (VEC). Segundo LÜTKEPOHL (2004), trata-se da reparametrização do modelo vetorial autorregressivo (VAR) com vistas a estabelecer o relacionamento entre o curto e o longo prazo em uma estrutura co-integrada.

O modelo pode ser assim representado:

$$\Delta y_t = \alpha\beta' y_{t-1} + \sum_{i=1}^{p} \Gamma_i \Delta y_{t-i} + A_0 + A_t + \varepsilon_t \qquad (08)$$

em que Δy_t é o vetor (nx1) da primeira diferença das variáveis no período *t*; α, o vetor (nx1) de coeficiente de ajustamento entre o curto e o longo prazo do modelo; β' o vetor (nx1) de parâmetros de co-integração; Γ_i, a matriz (nxn) de parâmetros da primeira diferença das variáveis defasadas; A_0 *e* A_t, os vetores (nx1) de intercepto e tendência,

respectivamente; e, ε_t o vetor (nx1) de erros aleatórios, sendo $\sim IN(0,\Omega)$, em que Ω é a matriz de variância e covariância dos erros.

Considerando que

$$\Pi = \alpha\beta' \qquad (09)$$

pode-se provar que $\Pi = -(I - \Theta_1 - \Theta_2 ... - \Theta_p)$, sendo *I* uma matriz identidade (nxn) e os Θ_i's, as matrizes (nxn) do VAR(p) em nível. Sendo o VAR(p) não-estacionário, o det(Π)=0, portanto a matriz é singular.

Entretanto, a matriz Π pode apresentar combinações lineares independentes e, caso existam, as variáveis terão relações de co-integração no longo prazo; logo, pode-se detectá-las a partir da determinação do posto (*rank*) desta matriz, r(Π).

LÜTKEPOHL (2004) apresenta alguns casos especiais quanto ao *rank* da matriz: caso r(Π)=n, o processo é estacionário, trabalha-se com o VAR em nível; caso 0< r(Π)<n, haverá n-1 vetores de co-integração, que podem ser captados pelo modelo VEC. Por fim, caso r(Π)=0, não há co-integração, estima-se o VAR em diferenças.

Para a identificação de r(Π) foi procedido o teste de raiz máxima de JOHANSEN e JUSELIUS (1990), em que H_0: $r \leq r_0$, e H_1: $r < r_0+1$.

No entanto, antes da estimação do modelo, foi definida a ordem das variáveis a serem estimadas, pois a ordenação interfere nos resultados finais. De acordo com ENDERS (1995), a teoria poderia responder por essa ordenação.

Acontece que causalidade entre preços, muitas vezes não pode ser explicada pela teoria. Assim, para este trabalho, foi, também feito o uso do teste de exogeneidade de Granger que experimenta se uma variável endógena pode ser tratada como exógena. Para tal, testa-se a estatística de Wald com distribuição χ^2.

3.2. Fonte de dados e operacionalização das variáveis

Os ajustes diários dos contratos futuros de café arábica negociados na BM&F (PFI_t) e NYBOT (PFE_t) foram obtidos, respectivamente, no sistema de recuperação de informações (www.bmf.com.br) e *hitorical data files* (www.nybot.com.br), sendo US$ por saca de 60Kg para o ajuste brasileiro e *cents* por libra para o ajuste americano.

O preço diário a vista do café arábica (PAV_t) foi obtido na *homepage* do Centro de Estudos Avançados em Economia Aplicada (CEPEA) da Escola Superior Luiz de Queirós (ESALQ) da Universidade de São Paulo (www.cepea.esalq.usp.br).

A série diária da taxa de câmbio comercial (R$/US$) foi obtido na *homepage* do IPEA em www.ipeadata.gov.br.

As séries diárias foram ajustadas a quatro meses do vencimento de cada contrato futuro[4], considerando dias em que tenha sido realizado pregão nas bolsas BM&F e NYBOT.

4. Resultados e Discussões

O conceito de co-integração de variáveis está diretamente relacionado a variáveis que não são estacionárias em nível, porém são integrados de mesma ordem, especificamente I(1), para variáveis econômicas. Assim sendo, realizou-se o teste ADF para testar a estacionariedade das séries e, como conseqüência, suas ordens de integração.

A Tabela 1 apresenta os resultados dos testes de raiz unitária.

[4] Os contratos futuros de café arábica vencem nos meses de março, maio, julho, setembro e dezembro.

Tabela 1 – Testes de Raiz Unitária nas variáveis PAV_t, PFI_t, PFE_t e CAM_t em nível e na primeira diferença.

Séries (em nível)	Defasagens*	Estatística τ	p-valor
PAV_t	7	-2,194062	0,2086
PFI_t	7	-2,309698	0,1690
PFE_t	7	-2,232109	0,1950
CAM_t	2	-1,739391	0.4112
Variáveis (1ª diferença)	**Defasagens***	**Estatística τ**	**p-valor**
ΔPAV_t	6	-21,29101	0,0000
ΔPFI_t	6	-21,15549	0,0000
ΔPFE_t	6	-21,15549	0,0000
ΔCAM_t	1	-33,03005	0,0000

Fonte: Dados de pesquisa

* Foi utilizado o critério de minimização do Schwarz para a definição do número de *lags*.

Pelos resultados na Tabela 1, percebe-se que se aceita a hipótese nula de todas as variáveis possuírem raiz unitária, sendo, portanto, não-estacionárias em nível. Contudo, em suas primeiras diferenças, rejeita-se, a 1% de significância a não-estacionariedade, donde se conclui que, estatisticamente, as variáveis podem ser consideradas como I(1).

Após, algumas simulações, implementou-se o modelo VEC considerando as variáveis PAV_t e PFI_t como endógenas e CAM_t e PFE_t, exógenas. O critério para tal decisão foi baseado na previsão das variáveis, objetivo deste trabalho.

Ocorre que em simulações, nas quais o PFE_t foi classificado como endógeno, o processo de formação de seus preços com base nas defasagens de PAV_t E PFI_t, estava gerando um forte viés na predição no modelo como um todo. Quanto a CAM_t, é intuitivo considerá-la como exógena, uma vez que ela afeta a decisão dos agentes que opera nos mercados a vista e futuros, mas não é afetada por eles. Assim, as relações de co-integração que foram testadas para um modelo de previsão foram baseadas nas relações entre PAV_t e PFI_t.

Contudo, antes foi implementado um VAR irrestrito visando obter o número de defasagens do sistema, assim como testar a co-integração entre as variáveis. A Tabela 2 mostra os critérios de defasagens do modelo.

Tabela 2 – Determinação do numero de defasagens do modelo

Lag	Erro de Predição Final	Crittério de Akaike	Critério de Schwarz	Teste de Wald (p-valor)
0	116,6170	10,43465	10,45159	0,0000000
1	5,524330	7,384916	7,413153	0,0102000
2	5,393580	7,360963	7,400495	0,0000311*
3	5,293711	7,342274	7,393100*	0,1807130
4	5,295817	7,342671	7,404792	0,0358870
5	5,296786	7,342854	7,416269	0,0865070
6	5,245112	7,333050	7,417760	0,0003770
7	5,238005	7,331694	7,427699	0,0000014
8	5,172879*	7,319182*	7,426481	0,0102000

Fonte: Dados de pesquisa

* Indica o número de defasagens para cada um dos critérios.

De acordo com a Tabela 2, o teste de Wald, aponta para dois *lags* como suficientes à estimação do modelo. Por sua vez, a minimização dos Critérios de Schwarz (SBC), de Akaike (AIC) e do Erro de Predição Final (EPF) apontam para, respectivamente, três e oito e oito *lags*.

Dessa forma, optou-se por oito defasagens, principalmente, porque este foi o que minimizou o critério EPF, posto que se pretende atender ao problema de pesquisa que é testar a incorporação da co-integração de preços à previsão nos mercados a vista e futuro brasileiros.

Quanto a ordem das variáveis no modelo, acreditou-se, *a priori*, a ocorrência de bicausalidade entre PFI_t e PAV_t; contudo, PFI_t é mais afetado por PAV_t, do que o contrário. A Tabela 3 apresenta o teste de causalidade de Granger.

Tabela 3 – Teste de causalidade de Granger para oito defasagens.

Teste χ^2 de exclusão	Variáveis Dependentes			
	PFI_t		PAV_t	
	Calculado	p-valor	Calculado	p-valor
PFI_t	-	-	21,59614	0,0057
PAV_t	30,17316	0,0002	-	-

Fonte: Dados de Pesquisa

Conforme pode ser observado, há forte causalidade entre ambas as variáveis. Pelo teste, ao nível de 1% de significância estatística, não se pode aceitar a hipótese nula de que PFI_t não é causado por PAV_t, bem como o contrário. Como o resultado não rejeitou o que se supunha *a priori*, optou-se por manter a ordem das variáveis como previamente definidas, isto é, PFI_t é mais afetada por PAV_t do que o contrário.

Dada ordem das séries do modelo, foi testada a sua co-integração. A Tabela 4 expõe os resultados.

Tabela 4 – Teste de máximo auto-valor de Johansen para co-integração.

H_0	H_1	Raiz Característica	Estatística	Valores Críticos	
				5%	1%
r=0	r=1	0,023952	48,00231*	11,44	15,69
$r \leq 1$	r=2	0,000464	0,91914	3,84	6,51

Fonte: Dados de pesquisa
* Indica a rejeição da hipótese nula a 1% de significância estatística

De acordo com o resultado, rejeita-se a hipótese nula de que a maior raiz característica seja zero (r=0), portanto, há um vetor de co-integração que correlacionam os preços a vista e os preço de ajuste diários dos contratos futuros negociados na BM&F no longo prazo. Em complemento ao primeiro teste, tem-se que a não rejeição da hipótese nula de que a maior raiz característica seja $r \leq 1$. A relação de longo prazo é representada pela Equação 10:

$$PFI_t = 1{,}149337 PAV_t + \varepsilon_t \qquad (10)$$

A Equação 10 mostra que, na relação de longo prazo, a variação de 1US$ do preço a vista afeta em US$ 1,15 o ajuste diário do preço futuro do contrato de café arábica. Para relacionar o longo prazo expresso pela Equação 10 com o curto prazo, a Equação foi manipulada algebricamente tendo-se:

$$VC_t \varepsilon_{t-1} = PFI_t - 1{,}149337 PAV_t \qquad (10)$$

em que VC_t é o vetor co-integrante, que relaciona o curto com o longo.

Uma vez obtida a relação, foi implementado um VEC, cuja finalidade foi obter as relações de curto prazo do modelo e definir como tais relações são afetadas pelas relações de longo prazo. O resultado está na Tabela 5.

Tabela 5 – Modelo VEC estimado

Variáveis defasadas	Variáveis dependentes		Variáveis defasadas	Variáveis dependentes	
	ΔPFI_t	ΔPAV_t		ΔPFI_t	ΔPAV_t
VC_t	-0.006370 [-0.98358]	0.050554* [7.16671]	ΔPAV_{t-2}	0.095894* [5.21012]	-0.034029* [-1.69752]
ΔPFI_{t-1}	-0.092680* [-5.69466]	0.054858* [3.09479]	ΔPAV_{t-3}	0.032197* [1.75265]	0.026291* [1.31400]
ΔPFI_{t-2}	-0.053772* [-3.27318]	0.017326 [0.96833]	ΔPAV_{t-4}	0.020744* [1.13250]	-0.024593* [-1.23273]
ΔPFI_{t-3}	-0.018224* [-1.11521]	-0.029723* [-1.66999]	ΔPAV_{t-5}	0.056725* [3.11146]	-0.032519* [-1.63773]
ΔPFI_{t-4}	-0.023334* [-1.43454]	0.014315 [0.80800]	ΔPAV_{t-6}	0.019643* [1.09099]	-0.000294 [-0.01497]
ΔPFI_{t-5}	-0.020846* [-1.28742]	0.003667 [0.20793]	ΔPAV_{t-7}	-0.000240 [-0.01374]	-0.017292 [-0.90681]
ΔPFI_{t-6}	0.001328 [0.08318]	-0.014825 [-0.85288]	ΔCAM_t	-3.337115* [-5.39968]	-11.68043* [-17.3526]
ΔPFI_{t-7}	-0.000268 [-0.01728]	0.008337 [0.49352]	ΔPFE_t	1.005370* [105.967]	0.836344* [80.9357]
ΔPAV_{t-1}	0.117717* [6.51094]	-0.108564* [-5.51316]			

	ΔPFI_t	ΔPAV_t
R^2	0.859422	0.791865
Critério de Akaike	2.630318	2.801125
Critério de Schwarz	2.678320	2.849128
Média da Variável dependente	-0.014444	-0.013207
Desvio da Variável dependente	2.384243	2.134166

Fonte: Dados de Pesquisa
Nota$_1$: * representam variáveis significativas
Nota$_2$: [ ] representam testes *t*.

Considerando t>1 como significativo, dentre os 34 parâmetros apresentados na Tabela 5, 23 foram estatisticamente significativos, isto é, 82,35% do total. O modelo incluiu 1988 observações que representam quatro meses que antecedem o fechamento dos contratos futuros de café arábica de março, maio, julho, setembro e dezembro entre os anos de 2000 e 2004 e os contratos de março, maio e julho de 2005. A série que representa os

quatro meses para o fechamento do contrato de setembro de 2005 não foi incluída no modelo porque a partir dela fez-se análise de sua previsibilidade.

Quanto as variáveis exógenas, além de estatisticamente ser correto trabalhá-las em diferenças uma vez que apresentam raízes unitárias, elas também têm significado econômico. Isto é, os agentes que atuam nos mercados futuro e a vista do café arábica observam a variação entre um dia anterior e o dia atual da taxa de câmbio e do preço futuro da NYBOT para a tomada de decisão.

Antes de realizar as previsões, testou-se a adequabilidade de previsão do modelo com as observações incluídas no modelo VEC. Os resultados dos critérios de análise de ajuste de previsão estão na Tabela 6.

Tabela 6 – Ajustamento de previsão dos preços a vista (PAV_t) e dos contratos futuros diários da BM&F (PFI_t) no período entre janeiro de 2000 e julho de 2005.

Critérios de Análise de Ajustamento de Previsão	PFI_t	PAV_t
Média Absoluta do Erro	0,558058	0,628840
Coeficiente de Desigualdade de Theil	0,004638	0,006314
Proporção de Tendenciosidade	0,000000	0,000042
Proporção de Variância	0,000096	0,000998
Proporção de Covariância	0,999904	0,998961

Fonte: Dados de pesquisa

Em média, os preços observados dos contratos futuros e a vista da série estimada foram, respectivamente, US$ 80,34 e 69,83. Os resultados da Tabela 6 mostram um bom ajustamento da previsão de preços, posto que a média absoluta do erro de previsão foi 0,56 e 0,63, o que significa dizer que, na média, o erro foi de 0,6970% do preço observado do contrato futuro, enquanto que para o preço a vista, 0,9022%.

Quanto ao coeficiente de Theil, os resultados foram 0,004638 para os preços do contrato futuro e 0,006314 para os preços a vista. O interessante deste coeficiente é a sua decomposição em proporções de tendenciosidade, de variância e covariância, cuja soma é um. Os dois primeiros componentes representam erros sistemáticos, enquanto que a proporção de covariância é não-sistemático. O ideal é os erros não-sistemáticos (erros de covariância) serem iguais a um, enquanto que e os não-sistemáticos, zero (PINDICK e RUBINFELD, 2004).

Neste sentido, a decomposição do coeficiente de Theil corrobora a aderência de ajustamento de previsão para ambas a variáveis uma vez que os preços do contrato futuro de café tiveram 99,99% dos erros de covariância, na medida que para os preços a vista, 99,90%.

Uma vez confirmada a aderência de previsão do modelo, a etapa seguinte foi realizar a previsão para a série que antecede o fechamento do contrato de setembro de 2005, que não foi incluída estimação do modelo VEC. Para isso, fez-se necessário a inclusão de 7 observações de ΔPAV_t e ΔPFI_t deste período, uma vez que o modelo necessita de sete defasagens das variáveis em suas diferenças para a previsão de valores futuros, conforme pode ser observado na Tabela 5.

Além delas, foram incluídas as variáveis exógenas e a relação de co-integração de longo prazo entre os preços a vista e de contratos futuros. Os resultados estão apresentados nas Figura 1 e 2.

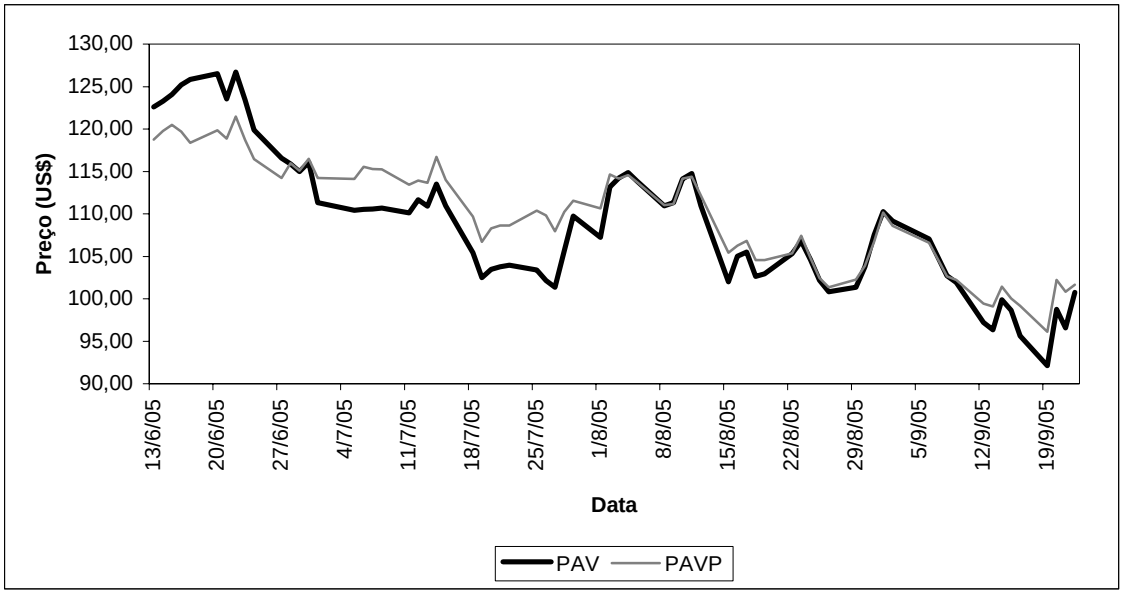

Figura 1 – Preços a vista observado (PAV) e previstos (PAVP) no período entre 13/06/2005 e 22/09/2005, não considerando a ocorrência fins de semana e feriados.
Fonte: ESALQ e Dados de pesquisa

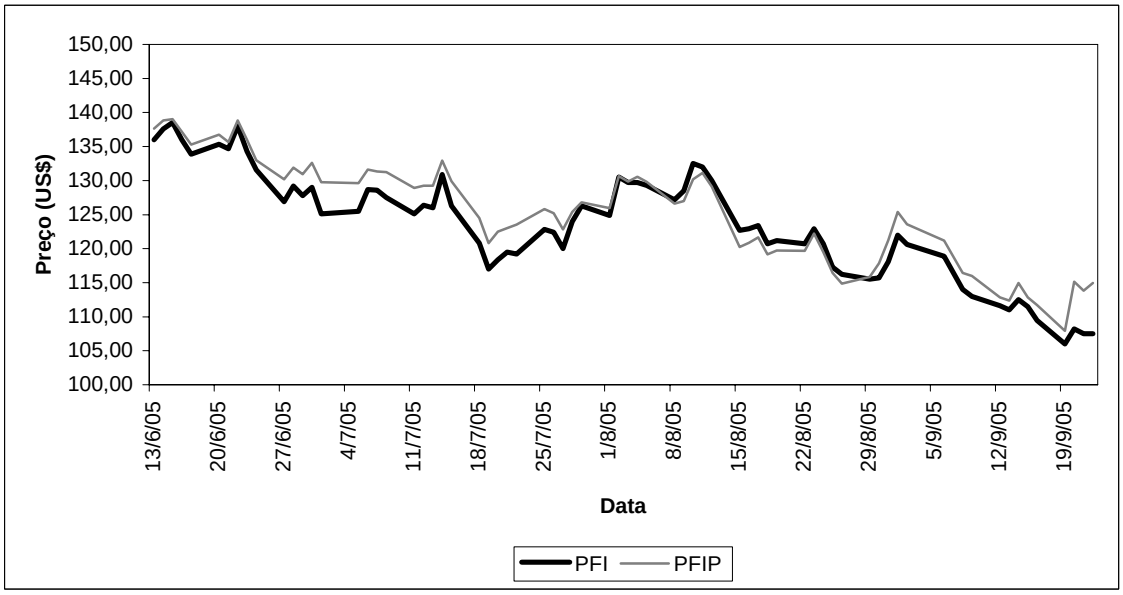

Figura 2 – Preços de contratos futuros observado (PFI) e previstos (PFIP) no período entre 13/06/2005 e 22/09/2005, não considerando a ocorrência fins de semana e feriados.
Fonte: BM&F e Dados de pesquisa

De acordo com as Figuras 1 e 2, percebe-se que o modelo VEC que leva em consideração a integração entre os mercados a vista e futuro foi capaz de prever os

movimentos de baixa e elevação dos preços em quase todo o período tanto nos mercados a vista como nos ajustes diários dos contratos futuros de café arábica, embora suas magnitudes não tenham sido bem aderentes.

Para o mercado a vista de café arábica, o modelo inicia o mês de junho com uma previsão inferior aos valores realmente apresentados, passando para uma previsão acima do realizado no mês de julho. No período entre agosto e início de setembro de 2005, o modelo se mostrou bastante aderente, perdendo, novamente, o ajustamento no fim do período.

Em contratos futuros, por sua vez, em geral, os valores previstos estão acima do efetivamente realizado, tendo a sua melhor aderência no mês de agosto.

Conforme referencial teórico, no que tange à tomada de decisão como *hedeger*, deve-se observar a base para que a posição seja efetiva. Assim a Figura 3 mostra a comparação entre a base prevista e a efetivamente realizada.

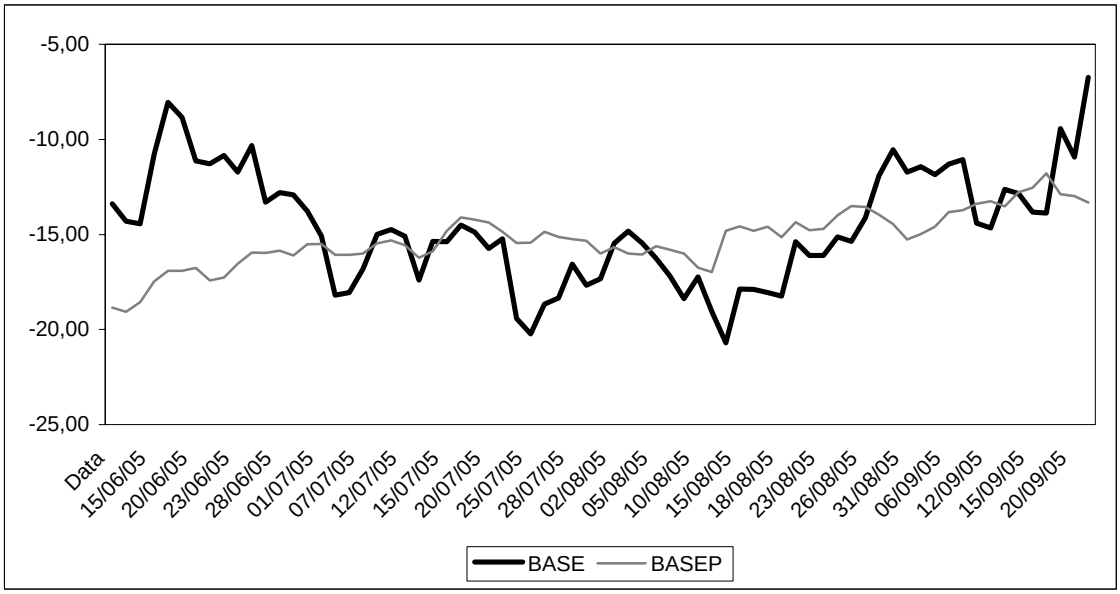

Figura 3 – Evolução da base realizada (BASE) e prevista (BASEP) no período entre 13/06/2005 e 22/09/2005, não considerando a ocorrência fins de semana e feriados.

Fonte: Dados de pesquisa

De acordo com o observado na Figura 3, o modelo não foi capaz de ajustar bem a previsão da base, o que compromete significativamente as estratégias de *hedger*, caso o mercado físico, na qual o agente esteja envolvido seja semelhante ao que representa os preços à vista utilizados neste trabalho. Por exemplo, no período referente ao mês de junho de 2005, o modelo prevê um fortalecimento da base, enquanto que o que ocorre é um enfraquecimento, esse problema na previsão acarretaria em prejuízos na posição tomada no mercado futuro de acordo com o modelo.

Contudo, não significa que o modelo não tenha validade para *hedger*. Isso depende das especificidades de cada mercado na qual o agente está operando. Por exemplo, caso um produtor que opere em um determinado mercado tenha segurança de que seus preços vão ser estáveis entre a segunda quinzena de julho e a primeira de agosto de 2006, ele pode

assumir uma posição de compra no mercado futuro, uma vez que o enfraquecimento na base o favorece, o que de fato o modelo foi capaz de prever com elevada segurança.

Outra questão se refere a agentes que operam em mercados físicos diferentes do café arábica que podem tomar a posição de especulador nesse mercado com a finalidade de realizar *hedging* em seu mercado físico. Caso o agente tenha segurança do comportamento dos preços em seu próprio mercado, pode, perfeitamente, tomar posição no mercado futuro de café arábica e fazer uso das variações de base para tomada de posição[5].

Entre os agentes, o autentico especulador, isto é, aquele que entre no mercado com exclusiva finalidade de obter lucros, é o potencialmente mais favorecido pelo modelo. Observando a Figura 2, pode-se inferir que o especulador é capaz de realizar lucros com baixas possibilidades de perda.

5. Conclusões

O mercado futuro é um instrumento na qual agentes que operam no mercado físico procuram reduzir os riscos de preços, bem como especuladores atuam para obtenção de lucros. Sabe-se que o mercado físico em uma economia aberta tem seus preços atrelados ao mercado mundial, o mesmo ocorrendo com os seus preços futuros. Logo, a pergunta na qual pretendeu-se responder foi se a integração de mercados é capaz de ajudar na previsão desses preços?

Para tal foi estimado um modelo VEC. Entretanto, fez-se necessário retirar os preços futuros cotados na NYBOT como variável endógena do modelo original porque gerava-se forte viés de previsão, pois como endógena a previsão de seus preços eram baseados nos preços a vista e futuro brasileiros.

Uma vez ajustado o modelo, com os preços da NYBOT tratada como exógena, os resultados mostraram que a previsão de preços gera resultados positivos tanto para o mercado a vista como futuro; contudo, as estratégias não puderam ser bem definidas uma vez que a previsão da base não esteve aderente à base efetivamente realizada.

Mesmo assim, caso agentes tenham segurança na direção em que os preços do mercado físico irão ter, eles podem tomar estratégias bastante seguras nos mercados futuros, uma vez que suas previsões foram satisfatórias.

Assim, conclui-se que a co-integração dos mercados a vista e futuro considerando a variação dos preços externos como exógena foi muito significativa para previsão do mercado de café arábica a vista e futuro.

6. Bibliografia

ABREU, M. P.; MEDEIROS, M. C.; WERNECK, R. L. F. Formação de preços de commodities: padrão de vinculação de preços internos aos externos. **Texto para discussão n.º 474**. Rio de Janeiro: Pontífice Universidade Católica, 2003. 53p.

AGUIAR, D. R.D. **Mercados agroindustriais e de futuros**. Apostila ERU 564 – MBA Gestão do Agronegócio. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 2003. 91p.

[5] Nesse caso, a base é referente a diferença entre o mercado a vista do produto na qual o agente atua e o preço do mercado futuro do café arábica.

ARBEX, M, A.; ROSA, F. Preços futuros do café: uma análise de cointegração entre o preço interno e externo. **Nova Economia**. Belo Horizonte: Universidade Federal de Minas Gerais. v.8, n.1, julho, 1998. p.117-129.

ENDERS, W. **Applied econometric time series**. New York, John Wiley & Sons, Inc., 1995, 433p.

DICKEY, D. A.; FULLER, W. A. A distribution of the estimation for autoregressive time series with a unit root. **Journal of the American Statistical Association**. Washington, v.74, n.366, p.427-431, 1979.

ENGLE, R. F.; GRANGER, C. W. Co-integration and error-correction: representation, estimation and testing. **Econometrica**. v.55, p.251-276, 1987.

HULL, J. **Introdução aos mercados futuros e de opções**. 2ª ed. São Paulo: BM&F, 1996. 448p.

LAMOUNIER, W. M. **Comportamento dos preços no mercado "spot" de café do Brasil**: análise nos domínios do tempo e da freqüência. Tese (doutorado em economia aplicada). Programa de Pós-graduação em economia aplicada. Viçosa: UFV, 2001

LÜTKEPOHL, H. Vector autoregressive and vector error correction models. In: _____; KRÄTZIG, M. **Applied time series econometrics**. New York: Cambridge University Press. Cap.3, p.86-158, 2004,

MARQUES, P.V.; MELLO, P. C. **Mercados futuros de commodities agropecuárias**: exemplos e aplicações para os mercados brasileiros. São Paulo: BM&F, 1999. 208p.

MESQUITA, J. M. C.; REIS, A. J.; REIS, R. P.; VEIGA, R. D.; GUMARÃES, J. M. P. Mercado do Café: variáveis que influenciam o preço pago ao produtor. In: Congresso Brasileiro de Economia e Sociologia Rural, 36º, Poços de Caldas. **Anais...** Poços de Caldas: SOBER, 1991

PINDICK, R. S.; RUBINFELD, D. L. **Econometria**: modelos e previsões. São Paulo: Editora Campus, 2004. 726p.

SILVA NETO, L. A. **Derivativos**: definições, emprego e risco. 2ª ed. São Paulo: Atlas, 1998. 298p.

TEWELES, R. J.; JONES, F. J. **The futures game**: who wins, who loses, & why. 3th New York: McGraw-Hill, 1998. 676p.