



## **Análise da relação dos preços no mercado à vista, da Região de Campinas/SP, e no mercado de futuros da *commodity* milho**

Fábio de Oliveira Chagas <sup>1</sup> (DEPA/UNEMAT) - fabiochagas03@hotmail.com

Carla Cristina Rosa de Almeida <sup>2</sup> (DEPA/UNEMAT) – carlabbg@unemat.br

*Resumo: Esse trabalho trata da comercialização da commodity milho, mediante a análise da correlação e regressão linear das séries temporais dos preços médios mensais do milho, praticados nos Mercados à Vista da região de Campinas/SP e no Mercado de Futuros. Os dados foram obtidos junto ao Centro de Estudos Avançados em Economia Aplicada (CEPEA) e junto a Bolsa de Mercadorias & Futuros (BM&F), referentes ao período de janeiro de 2005 a dezembro de 2006. As análises demonstram que a formação de preço desses mercados estão correlacionadas.*

*Palavras-chave: Comercialização de Produtos Agrícolas; Mercado do Milho; Correlação e Regressão Linear.*

### **1. Introdução**

As diversas formas de comercialização dos insumos das agroindústrias fazem com que seja necessário, em cada elo da cadeia, um método de comercialização, com o intuito de reduzir as incertezas dos preços, especificar a qualidade e obter regularidade do suprimento de insumos. Portanto, o participante do mercado deve ser capaz de entender as estratégias de comercialização que uma empresa possa optar e, por isso, é preciso compreender como será realizada a transmissão dos produtos pelos elos da cadeia produtiva. Os métodos de comercialização ganharam destaque no cenário mundial, pois tornaram-se importantes para obtenção de vantagens competitivas, no caso de produtos agroindustriais, como é o caso da *commodity* milho.

Contudo, muitos produtores não utilizam das ferramentas da comercialização como meio de redução de risco decorrente das oscilações do preço. Dentre estas, tem-se o mercado de futuros como um importante meio para auxiliar na obtenção de vantagens competitivas. Nesse sentido, o objetivo deste trabalho é analisar a formação de preço no mercado à vista, relacionando dois importantes mercados de comercialização do milho, o Mercado à Vista da região de Campinas/SP e o Mercado de Futuros, no período de janeiro de 2005 à dezembro de 2006. Tal análise é realizada através da aplicação dos métodos de correlação e regressão linear.

### **2. Revisão teórica**

Apesar da demanda dos produtos agroindustriais terem relativa estabilidade, o mesmo não se pode afirmar em relação à oferta de seus insumos. Além disso, é preciso considerar o

---

<sup>1</sup> Graduado em Engenharia de Produção Agroindustrial pela Universidade do Estado de Mato Grosso – UNEMAT. Áreas de atuação: Engenharia de Produção e Comercialização de Produtos Agrícolas.

<sup>2</sup> Graduada em Ciências Econômicas pela Universidade Federal de Santa Catarina. Mestre em Economia Industrial pela Universidade Federal de Santa Catarina. Professora do Departamento de Engenharia de Produção Agroindustrial da Universidade do Estado de Mato Grosso – UNEMAT. Áreas de atuação: Economia Industrial, Economia da Inovação e da Tecnologia.



período de maturação do investimento da produção agrícola e o fato da mesma ser influenciada pelas condições climáticas. Devido a essas características, o principal desafio de comercializar produtos agroindustriais é conciliar a demanda, que pode ser considerada estável, com a oferta de seus insumos, produtos agrícolas, que é sazonal. Essa sazonalidade na produção influencia na formação de preço e, por este motivo, o produtor rural pode optar por armazenar o seu produto, no período da safra, para comercializar no período da entressafra, buscando aumentar sua receita devido a tendência de elevação de preço nesse período. Cabe considerar, também, os custos de armazenamento dos produtos agrícolas, bem como seu grau de perecibilidade. Dessa forma, apresenta-se uma breve revisão dos principais mecanismos de comercialização de produtos agroindustriais, seguida dos principais aspectos que influenciam a formação de preço do milho no mercado de futuros.

## **2.1. Mecanismos de comercialização de produtos agrícolas**

A escolha do mecanismo de comercialização é de importância crucial para adquirir eficiência e para garantir a sobrevivência dos atores que compõem a cadeia agroindustrial. Além disso, conforme Mendes e Padilha Junior (2007), é preciso minimizar os efeitos das oscilações da demanda e da produção, bem como as diferentes especificações produtivas existentes no mercado interno ou externo.

Para Farina (2005), as transações entre os elos da cadeia são modeladas de acordo com as especificidades da concorrência, bem como pelo clima competitivo atuante dentro de cada um dos segmentos. Azevedo (2001) afirma que o principal motivo para coordenar os meios de comercialização é o de “elaborar e negociar os contratos; fiscalizar e mensurar a informação; monitorar o desempenho e organizar as atividades (custos de transação) ou estruturas de governança”. Sabe-se que a eficiência ampara-se na adequação de um mecanismo de comercialização e as características da transação na qual o mecanismo será vinculado. Para tanto, o autor considera como estruturas de governança ou mecanismos de comercialização: “integração vertical; certificação por auditoria externa de elevada reputação; mercado *spot*; mercado a termo; mercado de futuros; mercado de opções e entre outros”.

A integração vertical ocorre quando diferentes processos de produção que podem ser produzidos separadamente, por várias firmas, passam a ser produzidos por uma única firma. Dessa forma, a integração vertical pode ocorrer entre dois ou mais processos contínuos de produção, no qual o produto de um processo é o insumo para o processo subsequente. Esse mecanismo de comercialização é muito utilizado quando a agroindústria necessita de insumos com muita especificidade. A integração vertical pode assumir dois tipos: integração vertical a montante - controle do setor que produz os insumos de produção utilizados pela empresa – e integração vertical a jusante - controle da frente da cadeia produtiva, isto é, controlar o setor de distribuição ou a transformação dos produtos e serviços produzidos pela empresa.

A certificação por auditoria externa é realizada, necessariamente, por auditores independentes externos à organização, cuja avaliação é determinante para a obtenção de certificação, enquanto seu uso deve respeitar a legislação vigente. Normalmente, esse mecanismo é utilizado pelas empresas que procuram se destacar no mercado através de certificados, sendo que, no setor agroindustrial, a maior necessidade de auditoria externa para certificação é em relação a gestão da qualidade.

Por sua vez, Mercado *Spot* é o termo usado para denominar um mercado no qual as transações ocorrem em um único instante do tempo. Esse tipo de comercialização ocorre, geralmente, em feiras livres, sendo adotado esporadicamente entre as empresas, com a vantagem da compra futura não ser obrigatória, ao mesmo tempo em que possui um alto



índice de incerteza com relação ao comportamento do preço. Por esse motivo, o mercado *spot* não é indicado quando se necessita de estabilidade do suprimento e dos preços e quando a qualidade dos insumos é essencial e de difícil observação (AZEVEDO, 2001).

Diferentemente, o Mercado a Termo é flexível e aceita os interesses das partes, comprador e vendedor, que são capazes de detalhar, no contrato, qualquer elemento que eles desejem incorporar. A principal desvantagem deste contrato é por ele não obrigar negociações futuras e, por isso, há possibilidade de rompimento do mesmo. A quebra pode ser ocasionada por diversos fatores e, assim, os compradores tendem a reduzir o preço do produto negociado, prejudicando os vendedores que honraram com as suas responsabilidades.

Outro mecanismo de comercialização é o Mercado de Futuros<sup>3</sup>, no qual ocorrem transações padronizadas e simplificadas. Nos contratos são especificados apenas a data da entrega, o lugar de entrega e o produto comercializado. Essas três características são pré-estabelecidas e só podem ocorrer em datas e locais definidos pela instituição onde ocorreu a negociação do produto. Nesse mercado, somente *commodities* são negociadas e a quantidade negociada é múltipla de um lote padrão (AZEVEDO, 2001)<sup>4</sup>. Relacionado ao Mercado de Futuros existe o Mercado de Opções, no qual é negociado os direitos, e não as obrigações, de um contrato de futuros qualquer.

Cabe ressaltar que o mercado internacional tem o papel de ser o formador de preços e da qualidade dos produtos comercializados no país, principalmente das *commodities*, sendo que os preços são estabelecidos através de transações feitas abertamente no Mercado de Futuros. Além disso, Azevedo (2001) informa que é preciso estar ciente do fato da comercialização dos produtos agroindustriais estarem sujeito as políticas públicas, isso ocorre por causa do consumo dos produtos e por causa dos problemas de produção. Dessa forma, o governo se preocupa com a produção para disponibilização de alimentos. Por isso, o Estado tem o papel de regulamentador dos aspectos sanitários dos produtos agroindustriais e no fornecimento de infra-estrutura.

A interferência do Estado na comercialização de produtos agroindustriais justifica-se, principalmente, pelo fato destes serem produtos alimentícios e por haver algumas características dos produtos que não podem ser observadas pelo consumidor no ato da compra. Sendo as regras sanitárias feitas para disciplinar à comercialização, impondo restrições que a empresa tem que se sujeitar, essas regras sanitárias também podem ser, e são, utilizadas como barreiras de entrada de produtos que não cumprem com as normas de produção.

Por fim, vale enfatizar que a infra-estrutura dos transportes também influencia na comercialização e formação do preço dos produtos agrícolas. A importância dos transportes para a comercialização dos produtos agrícolas se dá por causa da precibilidade e da relação peso-valor. No que se refere ao sistema de transporte, Azevedo (2001) afirma que é caracterizado por todos os serviços que se desenvolvem relacionados a levar o produto da área de produção até o local do seu consumo. Em vista da importância do transporte, o Estado é o responsável por fornecer a infra-estrutura necessária para este setor e, no que se refere à

---

<sup>3</sup> O Mercado de Futuros - *Futures Market*, em inglês - tem sido muitas vezes também denominado por Mercado Futuro. No entanto, o termo *future* não tem papel de adjetivo e a tradução correta é Mercado de Futuros (AZEVEDO, 2001).

<sup>4</sup> É preciso que a mercadoria atenda ao menos três requisitos mínimos, são estes: “(a) padronização em um contexto de comércio internacional; (b) possibilidade de entrega nas datas acordadas entre comprador e vendedor e (c) possibilidade de armazenagem ou de venda em unidades padronizadas”.



comercialização com o mercado internacional, o transporte é uma ferramenta estratégica que pode possibilitar ou não que os produtos nacionais ganhem competitividade.

## 2.2. Formação de Preços no Mercado de Milho

A BM&F (2007) declara que a formação de preço do milho para o mercado de futuros no país ocorre em Campinas, São Paulo. A importância de se saber o local formador de preço é para se fazer a observação da diferença de preço entre o local formador e as demais regiões onde a *commodity* é comercializada, verificando a possibilidade do preço estar acima ou abaixo do preço do local formador. As características do contrato de futuros da *commodity* milho são especificadas na Figura 01.

Item	Descrição
Objeto de Negociação	Milho em grão a granel, amarelo, de odor e aspectos normais, da última safra e de produção brasileira, em condições adequadas de comercialização e próprio para o consumo animal. O grão é comercializado na condição “posto Campinas/SP”.
Ambiente de Negociação	As negociações, normalmente, ocorrem no ambiente eletrônico - GTS.
Unidade de Negociação	450 unidades de 60 quilos líquidos cada, correspondentes a 27 toneladas métricas de milho em grão a granel.
Cotação	R\$/ 60 kg
Meses de Vencimento	Janeiro, março, maio, julho, setembro e novembro.
Último dia de negociação e Data de vencimento	7º dia útil anterior ao último dia do mês de vencimento
Liquidação no vencimento	A liquidação por entrega processar-se-á mediante a entrega física da mercadoria. O processo de entrega inicia com a apresentação do Aviso de entrega à BM&F, pelo cliente titular de posições vendedoras ou seu substituto, e termina no dia da assinatura do “Termo de Transferência” pelos clientes, vendedor e comprador. Quem não tiver interesse pela entrega deverá encerrar sua posição por reversão.

FIGURA 1 - Resumo do Contrato de Milho. Fonte: BM&F; BOVESPA, 2007.

Existem também especificações físicas e granulométricas dos contratos futuros do Milho em Grão negociados. Para o Milho a granel, as características são: (a) Umidade máxima de 14%; (b) Impureza máxima de 2% na peneira 5 mm; (c) Ardidos de até 6%; e (d) Presença de grãos avariados de até 12%.

A negociação de contratos da *commodity* milho ocorre todos os dias, portanto, os preços futuros sofrem alterações diárias, oscilando em comparação ao preço do dia anterior. Cabe ressaltar que no processo de análise da formação de preço futuro existem diferenças entre o método utilizado para um ativo de investimento, títulos ou ações, e o utilizado para um investimento de consumo, *commodities* agropecuárias, como o milho. Normalmente, o preço futuro é calculado ao se capitalizar o preço a vista, do ativo, a uma taxa de juros qualquer. Contudo, essa consideração não é válida ao se tratar de bens como *commodities* agrícolas que permitem ser armazenadas.

Por sua vez, a arbitragem precisa ser considerada para explicar a formação de preço, contudo, no caso das *commodities* agrícolas não é possível fazer essa relação direta, fazendo-se necessário algumas considerações. Primeiramente, tem-se que os agentes responsáveis pela arbitragem tomam as suas decisões, de compra ou venda em ambos os mercados, baseados na comparação do preço à vista, com o preço futuro da *commodity*, adicionando o custo de carregamento<sup>5</sup> para o transporte, com o intuito de entregá-la no vencimento do contrato futuro, reduzindo o valor do benefício da posse da mesma<sup>6</sup>.

<sup>5</sup> Custo de carregamento é o custo total para transportar uma mercadoria até uma data futura qualquer. O custo de carregamento leva em consideração os custos de armazenamento, dos seguros, de transporte, com comissões e com o financiamento.

<sup>6</sup> *Convenience yield* (BM&F; BOVESPA, 2007).

### 3. Procedimentos metodológicos

Para estudar a correlação do preço da *commodity* milho nos mercados de futuros e à vista, no intuito de compreender a formação de preço nesses mercados a partir da influência que recebem um do outro, foram realizadas as aplicações dos métodos estatísticos de regressão linear e de correlação entre as duas variáveis. Utilizou-se a série temporal das médias dos preços da *commodity* praticada nos mercados à vista, da região de Campinas/SP<sup>7</sup>, e mercado de futuros no período entre janeiro de 2005 à dezembro de 2006.

A fonte de dados para a série histórica da oscilação do preço da *commodity* milho do mercado à vista foi o site do Centro de Estudos Avançados em Economia Aplicada (CEPEA) e do preço no mercado de futuros foi a Bolsa de Mercadorias & Futuros (BM&F). Considerou-se, para o desenvolvimento deste trabalho, o valor das médias mensais dos preços diários da *commodity* milho, conforme apresentado na Figura 2.

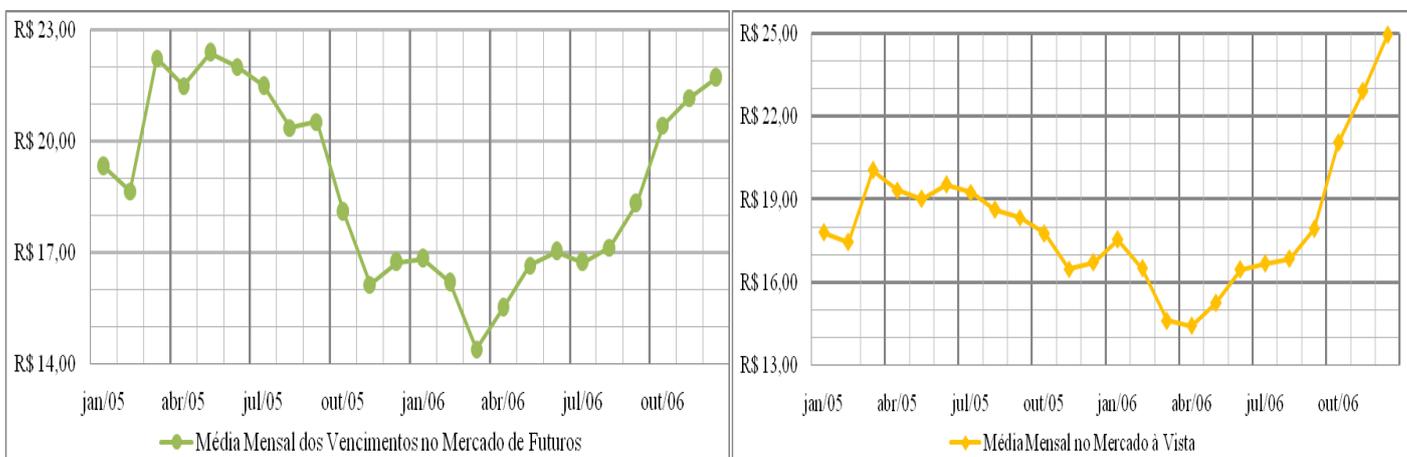


FIGURA 2 – Média Mensal dos Preços Diários no Mercado de Futuros e Mercado à Vista da região de Campinas/SP, janeiro de 2005 à dezembro de 2006. Fonte: Adaptação do CEPEA (2008) e BM&F (2009).

De acordo com o Centro de Estudos Avançados em Economia Aplicada (CEPEA, 2008), as fontes de informação dos preços praticados no mercado à vista são os vendedores da *commodity* milho (produtores rurais, cooperativas e cerealistas), os compradores (agroindústrias alimentícia, avicultura/suínocultura, agroindústria de ração e entre outros) e, também, os corretores de cereais. É importante informar que os valores coletados referem-se às operações de compra e venda ocorridos no mercado à vista, em lotes e entre empresas. Como as especificações referem-se ao mercado a vista, os preços são efetivados com a entrega da *commodity* milho ao comprador, no nível de atacado.

O cálculo do indicador do preço do milho no mercado à vista disponibilizado pelo CEPEA é realizado através da utilização de média aritmética de todos os valores praticados na região e, no conjunto de preços, é feito o tratamento estatístico de dispersão de valores, não considerando as informações discrepantes, especificamente aquelas que ultrapassam dois desvios-padrões em relação ao valor da média. Contudo, permanece para a divulgação da média aritmética os valores pertencentes a amostra.

O CEPEA utiliza como taxa de desconto dos valores a prazo o Certificado de Depósito Interbancário (CDI) e a operação de desconto é feita por haver negociações

<sup>7</sup> Abrange as cidades de Campinas, Amparo, Jaguariúna, Moji-Mirim, Pirassununga, Jundiá, Americana, Piracicaba, Limeira, Tietê, Indaiatuba, Itu, e regiões intermediárias. Os preços praticados no mercado a vista de importantes regiões produtoras de milho fora do estado de São Paulo são monitorados, mas não são considerados para a formação do indicador do CEPEA.



realizadas com prazo de pagamento, portanto, os valores a serem pagos no futuro são transformados em valores presente. As CDI são consultadas pelos pesquisadores do CEPEA diariamente em diversos bancos. Por fim, o CEPEA (2008) informa que a tributação fiscal, como o Imposto sobre Circulação de Mercadorias e Serviços (ICMS), não é considerada para a formação do indicador. Com base nessas informações, realizou-se a análise dos preços do milho, através dos métodos estatísticos correlação e regressão linear, utilizando a série temporal dos preços trabalhadas no programa Minitab.

#### 4. Resultados e discussões da relação do preço entre os mercados à vista e de futuros

Nesta seção, apresenta-se a relação dos preços da *commodity* milho, entre o mercado de futuros e o mercado à vista, a partir da análise da relação dos preços nos dois mercados, mediante correlação e regressão das séries temporais.

##### 4.1. Análise da Correlação

A correlação é o estudo estatístico específico para analisar o relacionamento entre duas variáveis. Segundo a definição de Triola (1999a), a correlação entre duas variáveis ocorre quando uma delas está de alguma maneira relacionada a outra. A correlação consiste em analisar os dados emparelhados, algumas vezes também denominados de dados bivariados, por isso, a correlação procura entender a relação entre as variáveis  $x$  e  $y$ . Caso haja a correlação entre as variáveis, é possível encontrar uma maneira de estimar os valores de  $y$  com os valores de  $x$ . Logo, o coeficiente de correlação linear,  $r$ , é capaz de medir o nível do relacionamento linear entre as variáveis emparelhadas de uma amostra. Esse coeficiente de correlação também é chamado de coeficiente de correlação momento-produto de *Pearson*.

A fórmula a seguir demonstra como ocorre o cálculo desse coeficiente.

$$r = \frac{n\Sigma xy - (\Sigma x)(\Sigma y)}{\sqrt{n(\Sigma x^2) - (\Sigma x)^2} \sqrt{n(\Sigma y^2) - (\Sigma y)^2}} \quad (1)$$

Onde:

- $n$ : é o número de pares dos dados presentes;
- $\Sigma$ : a somatória dos itens indicados;
- $\Sigma x$ : é a somatória de todos os valores de  $x$ ;
- $\Sigma x^2$ : que é preciso elevar ao quadrado cada valor de  $x$  e depois somá-los;
- $(\Sigma x)^2$ : é a somatória de todos os valores de  $x$  com a elevação ao quadrado do resultado da somatória;
- $\Sigma xy$ : é a multiplicação dos valores correspondentes de  $x$  e  $y$ , com a somatória dos resultados da multiplicação;
- $r$ : é o coeficiente linear de uma amostra;
- $\rho$ : é o coeficiente de correlação linear para uma população qualquer.

Como pode ser observado, o  $r$  é calculado com os dados da amostra, portanto, o resultado será uma estatística amostral usada para medir o grau de correlação linear entre  $x$  e  $y$ . Segundo Triola (1999a), de acordo com a equação do  $r$  estabelecida, o resultado deverá estar, sempre, entre  $-1$  e  $+1$ . Se caso o  $r$  estiver próximo do  $0$ , conclui-se que não existe correlação linear significativa entre  $x$  e  $y$ .

Além disso, é preciso seguir o critério de decisão de tal forma que o valor calculado de  $r$ , em módulo, deve ser maior que o 'Valor Crítico do Coeficiente de Correlação  $r$



*Pearson* e caso a reposta seja afirmativa, pode-se concluir que a correlação é linear. Caso contrário, não existe resultado que apóie a existência de correlação linear significativa.

É preciso, também, aplicar o teste da hipótese com o objetivo de validar a correlação linear significativa entre as duas variáveis, havendo duas formas de fazer essa verificação. O primeiro método é o da estatística de teste  $t$  e o segundo método é o da estatística de teste  $r$ , sendo que o método utilizado neste trabalho é o teste de  $t$ .

Para o desenvolvimento do método da estatística de teste  $t$ , calcula-se o valor da distribuição  $t$  de *Student*. Durante o processo de cálculo desse teste, considera-se o valor da média e o desvio-padrão amostral dos valores de  $r$ . O critério de decisão baseia-se em rejeitar a hipótese nula,  $\rho = 0$ , no caso do valor absoluto da estatística de teste for maior que os valores críticos. Mas caso o valor absoluto do teste não ultrapasse os valores críticos, ocorre a não rejeição do  $\rho = 0$ . Conforme Silveira (apud OLIVEIRA e FEDORAVA, 2009), o coeficiente de correlação ( $\rho$ ) é uma medida de associação linear entre as duas variáveis,  $x$  e  $y$ , quando observada a população. De acordo com Opazo (2008), esse coeficiente quantifica a linearidade entre as variáveis e pode ser estimado a partir do valor de  $r$ , que é o coeficiente linear de uma amostra.

A fórmula utilizada para o cálculo do teste de  $t$  de *Student* é a Equação 2.

$$t = \frac{r}{\sqrt{\frac{1-r^2}{n-2}}} \quad (2)$$

Para verificação do resultado do teste, compara-se o resultado encontrado pela equação com os valores da Distribuição  $t$ , mantendo o grau de liberdade de  $n - 2$ .

O processo de análise da hipótese nula ocorre da seguinte maneira:

- 1º Passo - A determinação da hipótese nula. Exemplo:  $H_0: \rho = 0$ ; e  $H_1: \rho \neq 0$ ;
- 2º Passo - Definição do nível de significância ( $\alpha$ );
- 3º Passo - Cálculo do  $r$ , a partir da Equação 1;
- 4º Passo - Definição do método estatístico utilizado. Para este trabalho, é o método estatístico do teste  $t$  de *Student*. Encontrar os valores críticos de  $t$  conforme tabela de Distribuição  $t$ ;
- 5º Passo - Caso o valor absoluto da estatística de teste exceder os valores críticos, rejeitar a hipótese nula. Em caso contrário, não rejeitar a hipótese nula;
- 6º Passo - Se houver a rejeição da hipótese nula, conclui-se que existe a correlação linear. Se a hipótese nula não for rejeitada, então há evidência suficiente para concluir pela não- existência de uma correlação linear.

Acerca do teste de hipótese nula, tem-se que tal hipótese é a afirmação do valor relacionado ao parâmetro populacional, também como a média. Considera-se que a hipótese nula é  $H_0: \rho = 0$ ; e a hipótese alternativa é  $H_1: \rho \neq 0$ . Triola (1999b) alerta que, apesar de se fazer os testes de hipótese nula de forma correta, é preciso ter cuidado ao tomar a decisão de rejeitar ou não rejeitar a hipótese nula, existindo possibilidade de dois erros muito comuns, são eles:

- Erro tipo I: é a ação de rejeitar uma hipótese nula quando ela for verdadeira. Este erro acontece, normalmente, por consequência de um evento raro. Este tipo de erro é chamado, também, de nível de significância e é denominado pelo  $\alpha$  (alfa).

O valor do nível de significância é tipicamente predeterminado, sendo comuns as escolhas:  $\alpha = 0,05$  ou  $\alpha = 0,01$ ;

- Erro tipo II: ocorre quando não se rejeita uma hipótese nula falsa. E para este tipo de erro é utilizado o  $\beta$  (beta), com a finalidade de representar tal probabilidade.

Com base na teoria acerca do desenvolvimento da análise de correlação, a seguir demonstra-se o desenvolvimento do teste com a finalidade de verificar a correlação entre os preços dos mercados. Os testes para a verificação da correlação entre os preços iniciou-se com a utilização das séries históricas para a formulação do diagrama de dispersão. As médias mensais dos preços diários do milho do mercado de futuros estão representadas no eixo x, enquanto as médias mensais dos preços do mercado à vista da região de Campinas/SP estão representadas no eixo y, conforme Figura 3.

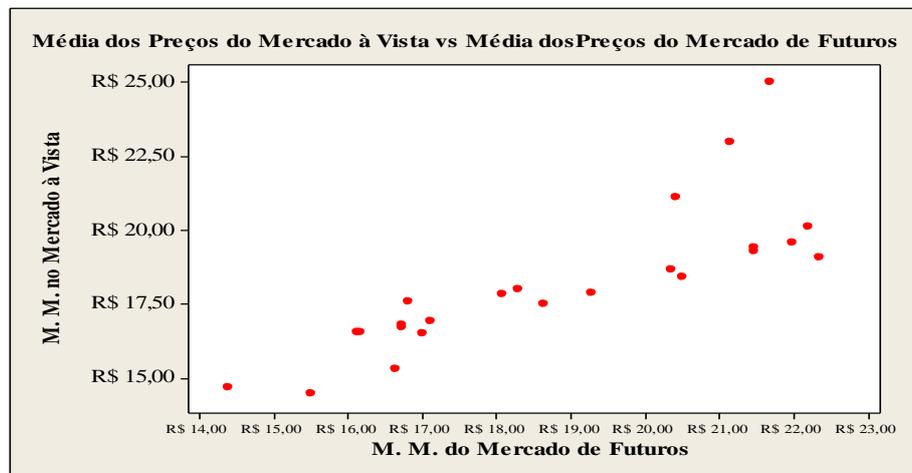


FIGURA 3 - Diagrama de Dispersão dos Preços do Milho no Mercado de Futuros e do Mercado à Vista da Região de Campinas/SP, janeiro de 2005 à dezembro de 2006. Fonte: Elaboração própria a partir dos preços do CEPEA (2008) e BM&F (2008).

De acordo com o diagrama de dispersão, pode haver a correlação entre os preços praticados nos dois mercados. Contudo, faz-se necessário utilizar o teste de hipótese com o intuito de validar a correlação dos preços. Utilizando a Equação 1, obtém-se que o coeficiente de correlação momento-produto de *Pearson*,  $r$ , é igual a **0,814**. Adotando o nível de significância ( $\alpha$ ) igual a 0,01 e sabendo que  $n$  é igual a 24 observações, obteve-se, a partir da verificação dos Valores Críticos do Coeficiente de Correlação, a comprovação de que o valor encontrado do  $r$  é capaz de comprovar a existência de correlação linear entre os preços praticados nas duas regiões.

Em relação ao teste  $t$  de *Student*, mediante aplicação da equação 2 para encontrar o **valor de  $t$** , obteve-se resultado igual a **6,573**. Tendo como valores críticos de  $t = 2,819$  e  $t = -2,819$  para  $n$  de 24 observações e grau de liberdade bilateral com  $\alpha = 0,01$ , é possível afirmar que a hipótese nula é rejeitada, pois o valor de  $t$  está fora do intervalo dos valores críticos. Com isso, pode-se afirmar que existe correlação linear positiva entre os preços dos dois mercados, ou seja, aumento dos preços em um dos mercados influencia a elevação de preços no outro.

#### 4.2. Análise da Regressão

A função da equação de regressão linear é descrever a relação entre duas variáveis,  $x$  e  $y$ , conforme demonstrado na Equação 3.

$$\hat{y} = b_0 + b_1x \quad (3)$$

Na Equação 3, considera-se a relação entre as variáveis  $x$ , denominada de variável independente ou preditora, e  $\hat{y}$ , denominada variável dependente ou variável resposta. Estipula-se que  $b_0$  é o interceptor de  $y$ , enquanto  $b_1$  é o coeficiente angular. Os valores de  $b_0$  e  $b_1$  são as estatísticas obtidas através da amostra. Segundo Triola (1999a), em alguns estudos de regressão é necessário que seja suposto que:

- A investigação é sobre relações lineares;
- Para cada  $x$  existe um  $y$  e  $y$  é uma variável aleatória com distribuição normal.

Em conformidade com Triola (1999a), existe a possibilidade de empregar os dados amostrais emparelhados para estimar a equação de regressão e, assim, é possível conseguir a estimativa dos parâmetros populacionais,  $b_0$  e  $b_1$ , através das Equações 4 e 5.

$$b_0 = \frac{(\Sigma y)(\Sigma x^2) - (\Sigma x)(\Sigma xy)}{n(\Sigma x^2) - (\Sigma x)^2} \quad (4)$$

$$b_1 = \frac{n(\Sigma xy) - (\Sigma x)(\Sigma y)}{n(\Sigma x^2) - (\Sigma x)^2} \quad (5)$$

A Equação 4 estima qual é o valor do  $b_0$ , que é o valor que intercepta o eixo  $y$ , enquanto a Equação 5 leva ao resultado que do coeficiente angular da reta de regressão, que explica a inclinação da reta. Ainda é preciso considerar que o valor do  $b_1$ , o coeficiente angular, é a variação marginal, ou seja, para cada unidade que  $x$  variar, o valor de  $y$  varia em proporção igual  $b_1$ .

Cabe ressaltar que, em uma análise de regressão, é preciso considerar os pontos extremos (*outliers*), que são aqueles muito distantes dos outros pontos da reta, enquanto os pontos de influência são aqueles pontos que influenciam na formação da reta de regressão mostrada no gráfico.

Triola (1999a) afirma que as equações de regressão também podem ser utilizadas para fazer a predição de uma variável, conforme um valor qualquer da outra variável. Porém, o autor enfatiza que só é possível utilizar essa ferramenta da equação de regressão linear se o  $r$ , coeficiente linear da amostra, comprovar a existência da correlação linear. Caso exista a correlação e a equação de regressão já tenha sido desenvolvida, para predizer o valor do  $y$  basta substituir o valor de  $x$  na equação da regressão.

No entanto, durante o processo de definição da reta de regressão que melhor ajusta uma série histórica, é preciso considerar as distâncias verticais entre os pontos dos dados da amostra e a reta de regressão, essas distâncias são denominadas de resíduos. Segundo a definição de resíduo de Triola (1999a), ele é a diferença entre um valor amostral observado e o valor predito na equação de regressão. Por isso, a reta de regressão é aquele com o melhor ajuste relacionado aos valores da amostra, sendo essa uma característica das propriedades do Método dos Mínimos Quadrados. A propriedade dos mínimos quadrados define-se por ser a soma dos quadrados dos resíduos, com o intuito de que a soma seja a menor possível.

De acordo com Bussad (2002), quando os resíduos forem pequenos significa que os resultados produzidos pelo modelo são bons. Para saber se os resíduos são pequenos ou não,

os mesmos devem ser comparados com o resultado de um modelo alternativo, dado por  $y - \hat{y}$ , ou seja, a diferença entre o valor observado e o estimado. Em casos de regressão linear, deve-se calcular os resíduos a partir da seguinte equação:

$$\sigma^2 = \frac{\sum_{n-1}^n (y - \hat{y})^2}{n - 2} \quad (6)$$

Por sua vez, tem-se que o coeficiente de determinação ( $R^2$ ) explica o grau de influência da variação de  $y$  na reta de regressão linear. O coeficiente de determinação é dado por:

$$R^2 = \frac{\text{variação explicada}}{\text{variação total}} \quad (7)$$

O  $R^2$  pode ser calculado, também, elevando ao quadrado o coeficiente de correlação linear.

Na sequência, apresenta-se a aplicação da regressão e, na Figura 5, é apresentado o gráfico com a demonstração da reta de regressão obtida.

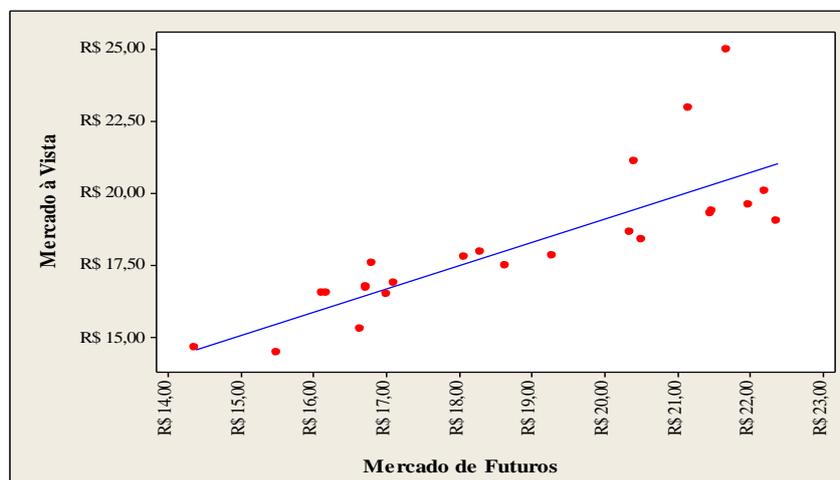


Figura 06 - Regressão Linear da Regressão da Médias dos Preços Diários do Milho no Mercado à Vista com o Mercado de Futuros, janeiro de 2005 e dezembro de 2006. Fonte: Elaboração própria a partir dos preços do CEPEA (2008) e BM&F (2009).

Com a aplicação das equações, foi possível encontrar a equação estimada da regressão linear que melhor representa a reta de regressão. A equação da reta que se refere a regressão linear das médias dos preços do dois mercado está representada pela equação (8).

$$\text{Preço do Mercado à Vista} = 2,98 + 0,807 \text{ Preço do Mercado de Futuros} \quad (8)$$

Os resultados para fazer a reta de regressão linear são apresentados no Anexo 1. A partir dos resultados encontrados, é preciso fazer o teste de hipótese nula. Com uma amostra ( $n$ ) de 24 observações e o grau de significância ( $\alpha$ ) de 1%, obtém-se, conforme a Distribuição  $t$ , o **valor crítico de 2,797**. Comparando com o  $t$  encontrado na equação, conforme Anexo 1, sabe-se que o valor de  $a$  não é estatisticamente significativo, pois o **valor  $t$  da constante (1,28)** é menor que o valor de  $t$  dado pela tabela (2,797). Contudo, o **valor de  $t$  do coeficiente angular ( $b$ ), igual a 6,58**, é maior que o valor da tabela de  $t$ .

No Anexo 1, os valores da coluna dos coeficientes (*Coef.*) são os valores apresentados na Equação 8, enquanto os valores da coluna denominada *Se Coef* representam os erros de cada um dos estimadores dos parâmetros e os valores da coluna  $P$  representam os



níveis de significância global de cada variável. A partir do cálculo do coeficiente de determinação, de acordo com equação (7), obteve-se como o valor igual a **0,663 para o  $R^2$** , que significa que 66,3% dos valores da variação total de  $y$  podem ser explicados pela reta de regressão linear.

## 5. Considerações Finais

O mercado do milho nacional tem sofrido forte influência do mercado internacional na formação de preços, em virtude do aumento da demanda norte-americana por milho para a produção de biocombustível. Além disso, o país tem aumentado o seu consumo interno para satisfazer as necessidades das fábricas de ração e dos derivados do milho, relacionado às mudanças de hábitos de consumo da população que, com o aumento da renda familiar, aumentou o consumo de proteína animal.

Os métodos estatísticos, correlação e regressão linear, aplicados para analisar o processo de formação do preço dessa *commodity* revelaram que os preços praticados nos dois mercados, o mercado à vista e o mercado de futuros, são correlacionados. Além disso, demonstrou-se que a influência na formação de preço nos mercados pode ser de ambas as partes. Por sua vez, os resultados da regressão linear comprovaram a possibilidade de estimar os preços do mercado à vista a partir dos preços praticados do mercado de futuros. Dessa forma, verificou-se que o mercado de futuros influencia na formação de preço do mercado à vista, assim como o mercado à vista influencia na formação do preço no mercado de futuros. Portanto, sugere-se estudos sobre a relação desses preços utilizando a série histórica, como forma de estimar preços futuros e considerar essas informações na comercialização dessa *commodity* como uma das formas de proteção aos riscos presentes no mercado.

## Referências

- AZEVEDO, P. F. de. Comercialização de Produtos Agroindustriais. In: BATALHA, M. O. (Org.). *Gestão Agroindustrial*. Vol. 01. 2ª ed. São Paulo: Editora Atlas S.A., 2001.
- BOLSA DE MERCADORIAS & FUTUROS - BM&F. *Futuros de soja e milho*. São Paulo. 20 f. Disponível: <[http://lojavirtual.bmf.com.br/LojaE/Portal/Pages/Publicacoes/SerieMercados/arquivos/soja\\_milho.pdf](http://lojavirtual.bmf.com.br/LojaE/Portal/Pages/Publicacoes/SerieMercados/arquivos/soja_milho.pdf)>. Acesso: 02/02/2009.
- BOLSA DE MERCADORIAS & FUTUROS - BM&F. *Milho estatística dos mercados físico e futuro BM&F*. 2007.
- BOLSA DE VALORES, MERCADORIAS E FUTUROS - BM&F BOVESPA. *Mercado futuro agropecuário*. 1ª ed. São Paulo, 2007. 25 p.
- BUSSAB, W. de O. *Estatística Básica*. 5ª edição, São Paulo: Editora Saraiva, 2002.
- CENTRO DE ESTUDOS AVANÇADOS EM ECONOMIA APLICADA - CEPEA. *Armazenar foi um ótimo negócio*. Piracicaba: CEPEA, dez. 2008. 1-2 p. Elaboração do arquivo nov. 2008. Disponível: <<http://www.cepea.esalq.usp.br/agromensal/>>. Acesso: 17/09/2008.
- FARINA, E. M. M. Q. Organização industrial no *agribusiness*. In: ZYLBERSZTAJN, D. e NEVES, M. F. (Org.). *Economia e Gestão dos Negócios Agroalimentares*. 1ª ed. São Paulo: Editora Pioneira Thomson Learning, 2005. p. 39-60.
- MENDES, J. T. G.; PADILHA JUNIOR, J. B. Conceitos básicos da comercialização e visão sistêmica do agronegócio. In: \_\_\_\_\_. *Agronegócio uma abordagem econômica*. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2007. p. 1-22.
- OLIVEIRA, V. M.; FEDORAVA, N. *Condições para formação de nevoeiro em Pelotas. Parte II - análise estatística das correlações*. Universidade Federal de Pelotas, Centro de Pesquisa Meteorológicas - Faculdade de Meteorologia. Pelotas: RS. Disponível: <<http://www.criatividadecoletiva.net/cbm-files/13-7f66388b2a34d1e4c93c3943e3d90d06.pdf>>. Acesso: 17/06/09.
- OPAZO, M. A. U. *Ligações entre dois caracteres*. 2008. Disponível:



<<http://www.fag.edu.br/professores/pos/MATERIAIS/Tecnologia%20de%20Alimentos%20para%20Agroind%FAstria/Aula%20-%2015%20e%2016%20de%20agosto/Cap-4-Regressao-2008.pdf>>. Acesso: 17/06/09.

TRIOLA, M. F. Correlação e Regressão. In: \_\_\_\_\_. *Introdução à Estatística*. 7 ed. Rio de Janeiro/RJ: Editora LTC, 1999a. p. 234-253.

\_\_\_\_\_. Teste de hipóteses. In: \_\_\_\_\_. *Introdução à Estatística*. 7 ed. Rio de Janeiro/RJ: Editora LTC, 1999b. p. 170-203.

## Anexos

Anexo 1 - Resultados da análise da regressão											
<b>Análise da Regressão</b>					<b>Erros da Regressão</b>						
Preditor	Coef.	SE Coef	t	P							
Constante	2,979	2,325	1,28	0,213	S = 1,44686						
Mercado de Futuros	0,8072	0,1226	6,58	0,000	R <sup>2</sup> = 66,3%						
					R <sup>2</sup> (adj) = 64,8						
<b>Análise da Variância</b>					<b>Observações Incomum</b>						
Fonte	DF	SS	MS	F	P						
Regressão	1	90,707	90,707	43,33	0,000	Mercado de Futuros	Mercado à Vista	Fit	SE Fit	Residual	St Resid
					23 0	21,2	22,930	20,060	0,413	2,870	2,07R
					24 0	21,7	24,960	20,487	0,461	4,473	3,26R
Erro Residual	22	46,055	2,093		R denota uma observação com um grande padrão residual.						
Total	23	136,762									