



**ANÁLISE DO COMPORTAMENTO DOS PREÇOS DE MANGA EXPORTADA  
DO BRASIL: ANÁLISE NO DOMÍNIO DO TEMPO**

*Juliana de Sales Silva<sup>1</sup>*

*João Ricardo Ferreira de Lima<sup>2</sup>*

*Ramon Kieveer Barbosa Santos<sup>3</sup>*

*Alex Sales dos Santos<sup>4</sup>*

*Carlos Antônio Soares de Andrade<sup>5</sup>*

---

<sup>1</sup> Graduanda em Ciências Econômicas pela UFCG-PB e membro do LAPEA (julianasalesilva@live.com);

<sup>2</sup> Dr. em Economia Aplicada; Pesquisador A da Embrapa Semiárido; Prof. do Programa de Pós Graduação em Desenvolvimento Regional da UFT; Prof. Visitante da FACAPE-Petrolina (joao.ricardo@cpatsa.embrapa.br);

<sup>3</sup> Graduado em Ciências Econômicas pela UFCG-PB e membro do LAPEA (ramonkieveer@hotmail.com).

<sup>4</sup> Graduado em Ciências Econômicas pela UFCG-PB e membro do LAPEA (alexsales\_st@hotmail.com);

<sup>5</sup> Mestre em Ciências Econômicas, professor da UAECN-UFCG e coordenador do LAPEA (prf.cantonio@gmail.com);



**ANÁLISE DO COMPORTAMENTO DOS PREÇOS DA MANGA EXPORTADA DO BRASIL: ANÁLISE NO DOMÍNIO DO TEMPO**

**RESUMO**

Mais de 90% das exportações brasileiras de manga são provenientes do Submédio do Vale do São Francisco. Diversas pesquisas, produzidas principalmente pela Embrapa, proporcionaram uma produção irrigada escalonada para todos os meses do ano. O volume exportado pelo Brasil, no entanto, é pequeno em comparação com outros países produtores. A crise que passa as economias internacionais e a política cambial brasileira são fatores negativos para o setor exportador. Por outro lado, a fruta brasileira está valorizada no mercado internacional, como demonstra a relação entre volume exportado e valor das exportações. Por este motivo, este artigo visa analisar os componentes de tendência e sazonalidade da série histórica trimestral de preço de exportação de manga do Brasil, independente do mercado de destino. Com relação à tendência, se verifica um comportamento crescente e bastante significativo. Foi detectada sazonalidade determinística e sazonal. Assim, a série foi modelada por um SARIMA  $(4,1,2) \times (0,1,3)_2$  e foi observado o impacto negativo do efeito sazonal e as correlações negativas semestrais e anuais.

Palavras-chave: Exportações de Manga, Tendência e Sazonalidade, SARIMA.

**Grupo de Pesquisa: Comercialização e Mercado de produtos Agropecuários**

**1. INTRODUÇÃO**

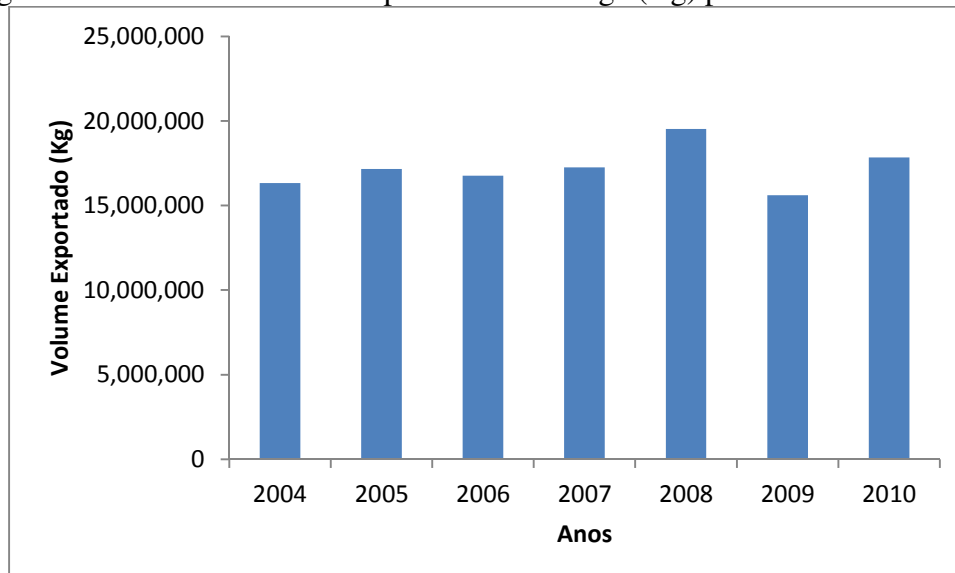
O Brasil é o terceiro maior produtor de frutas do mundo, atrás da China e da Índia, devido às condições ambientais adequadas para o seu desenvolvimento. O país, em 2010, aumentou a quantidade colhida em comparação ao ano de 2009, com uma safra de aproximadamente 43 milhões de toneladas, segundo informação do Anuário Brasileiro da Fruticultura (2011). Os principais destinos do produto brasileiro são os Países Baixos, Reino Unido, Argentina, Espanha, Estados Unidos, Uruguai, Portugal, Emirados Árabes, Alemanha e Canadá. A manga destaca-se dentre as principais frutas produzidas e comercializadas no país. Segundo Souza *et al* (2002) a mangueira é uma fruta nativa da Índia, que se espalhou pelo mundo no século XVI, através da abertura do comércio marítimo entre a Europa e a Ásia, chegando ao Brasil, por volta de 1700, através de mudas nativas da Índia, e seu cultivo, devido às excelentes condições climáticas, alcançaram todas as regiões brasileiras, especialmente, Sudeste e Nordeste a partir da década de 80 do século XX.



Internacionalmente, os maiores países produtores são a Índia, a China e o México. No Brasil, o estado de São Paulo possui a maior área colhida com manga. Na região Nordeste, entretanto, estão os mais tecnificados sistemas de cultivo desta fruta, principalmente no Vale do Submédio do São Francisco. As condições climáticas favoráveis, alta luminosidade, baixa precipitação anual e umidade relativa do ar são benéficas com relação às condições fitossanitárias e permitem uma produção planejada durante o ano (SOUZA *et al*, 2002). Entre 90 e 95% das exportações brasileiras do fruto são provenientes do Vale do Submédio São Francisco. Um percentual elevado da produção nacional, mas pequeno em comparação ao volume comercializado internacionalmente pelo México, que lidera o ranking de países exportadores. A maior parte da produção é destinada ao mercado interno (LIMA *et al*, 2009).

O que tem chamado atenção com relação às exportações de manga brasileiras é que apesar do real valorizado e a crise que passa as principais economias da Europa e também os Estados Unidos, a média do volume anual exportado não apresenta tendência definida, como observado na Figura 1. Na atual conjuntura do mercado internacional, não se pode considerar como um sinal ruim. Se a média do volume exportado anual não aumenta, também não apresenta redução, sendo o caso contrário de outras frutas, como a uva de mesa, por exemplo.

Figura 1: Média dos volumes exportados de Manga (Kg) pelo Brasil: 2004-2010.



Fonte: Aliceweb, 2011.

Além dos fatores relacionados à natureza, o desempenho do setor agropecuário é afetado pela política agrícola e por políticas macroeconômicas (fiscal, monetária,



comercial, cambial). A partir de 1999, ocorrem algumas mudanças na condução da política econômica, onde a política monetária (elevação da taxa de juros) passa a ser o instrumento principal de controle da inflação. A política de câmbio flutuante trouxe mudanças que se refletiram nos anos posteriores sobre as exportações e importações. Nos últimos anos (pós 2003), servindo como opção para o controle da inflação, que voltava a dar sinais de aquecimento, a política cambial permitiu uma nova valorização do real frente ao dólar. O impacto sobre o comércio internacional não é imediato, ou seja, o Brasil continua com saldos positivos da balança comercial. Contudo, é certeza de que a atual política cambial impacta negativamente no setor, reduzindo competitividade e, conseqüentemente, o volume exportado.

Com esta consideração, o presente artigo busca analisar o comportamento dos preços da manga exportada pelo Brasil, independente do mercado de destino. Basicamente são analisados os componentes de tendência e sazonalidade da série temporal, com o objetivo de identificar seus respectivos comportamentos. O modelo não será usado para previsão, pois o número de observações não é ideal. Outros componentes de uma série temporal, como ciclos ou variações irregulares não são objetos de análise deste artigo. O bom entendimento do comportamento da série de preços é de grande valia por ser uma fonte de informações para, por exemplo, auxiliar os produtores no planejamento de longo prazo de seus negócios; melhor alocar os recursos produtivos, ou ainda, pelos órgãos governamentais, para definir mercados e produtos a serem enfatizados por políticas agrícolas (LAMOUNIER, 2001).

## **2. REFERENCIAL TEÓRICO E METODOLÓGICO**

### **2.1. ANÁLISE DE PREÇOS AGROPECUÁRIOS**

O marco teórico desta pesquisa se refere à análise técnica de preços, a qual considera que as séries históricas exibem comportamentos padronizados repetitivos e, então, seu comportamento passado seria a fonte para elaboração das inferências e previsões (LAMOUNIER, 2001). O enfoque tradicional para análise de séries temporais busca decompor a série em quatro componentes, que podem ser assim definidos de acordo com Fava (2000):



- a) Tendência (T): movimento contínuo dos dados numa certa direção, com duração de um período longo de tempo;
- b) Ciclo (C): movimento oscilatório em torno da tendência, que se verifica durante um período de tempo maior que um ano e não é obrigatoriamente regular;
- c) Sazonalidade (S): também é um movimento oscilatório, porém ocorre com regularidade em subperíodos de tempo fixo (um ano);
- d) Volatilidade (I): decorre de fatores estritamente aleatórios.

Uma série de tempo pode resultar da combinação de todos os quatro componentes ou de um subconjunto deles. Com relação à tendência, que pode ser aumento ou redução sistemática dos preços ao longo do tempo, seu movimento está relacionado aos deslocamentos nas curvas de oferta e demanda dos bens (mudanças nos gostos e preferências dos consumidores, crescimento da população e renda, mudança tecnológica, por exemplo). A sazonalidade é considerada um componente que representa movimentos de período menor do que um ano. Normalmente é provocada por mudanças diversas, climáticas, gostos, período de safra ou entressafra, datas específicas durante o ano (Páscoa, Festas Juninas, Natal, etc.). No Vale do São Francisco, diversas pesquisas relacionadas à produção de manga irrigada proporcionam uma produção durante todo o ano. No primeiro semestre, os preços estão mais altos do que a média. A maior oferta do produto, no segundo semestre, dada a produção pelo ciclo natural da planta, contribuirá para redução do preço do mesmo. Tem-se, então, uma questão sazonal de alta produção e de baixa no preço. Sobre os ciclos de preços, geralmente possuem correlação negativa com os ciclos de produção. A oferta da maior parte dos produtos agropecuários, como a manga, por exemplo, não consegue se ajustar rapidamente às mudanças na demanda, afetando os preços, mas são movimentos mais longos, com períodos maiores do que um ano. Além destes fatores supracitados, os preços ainda podem oscilar em prazos bem curtos de tempo devido à volatilidade ou variações irregulares (LIMA, 2009).

## 2.2. TESTES DE RAIZ UNITÁRIA

Em estudos com séries de dados temporais, uma questão central é averiguar se a série é ou não estacionária. Se as séries são não-estacionárias, os resultados da regressão podem ser espúrios e as previsões realizadas não confiáveis. Um processo estocástico é



dito estacionário quando sua média e variância são constantes ao longo do tempo e o valor da covariância entre dois períodos de tempo depende apenas do *lag* ( $k$ ). Assim, se  $Y_t$  é uma série temporal estocástica, ela possui as seguintes propriedades:

$$\text{Média: } E(Y_t) = \mu \quad (1)$$

$$\text{Variância: } \text{var}(Y_t) = E(Y_t - \mu)^2 = \sigma^2 \quad (2)$$

$$\text{Covariância: } \gamma_k = E[(Y_t - \mu)(Y_{t+k} - \mu)] \quad (3)$$

onde  $\gamma_k$ , a covariância ou autocovariância na defasagem  $k$ , é a covariância entre os valores de  $Y_t$  e  $Y_{t+k}$ . Se  $k = 0$ , obtém-se  $\gamma_0$ , que é simplesmente a variância de  $Y$  ( $=\sigma^2$ ), se  $k = 1$ ,  $\gamma_1$  é a covariância entre dois valores adjacentes de  $Y$  (GUJARATI, 2009).

A estacionaridade de uma série pode ser analisada partindo da visualização do correlograma, definido como o gráfico dos valores calculados das funções de autocorrelação (FAC) e autocorrelação parcial (FACP) para diferentes defasagens. Se a série diminui rapidamente, ela pode ser estacionária. Entretanto, existem testes formais para se analisar a estacionariedade de uma série, denominados de teste de raiz unitária. Existem testes de raiz unitária ditos de primeira geração, como o Dickey-Fuller (DF) e Dickey-Fuller Aumentado (ADF). Nesta pesquisa serão utilizados dois testes de raiz unitária, o Dickey-Fuller por Mínimos Quadrados Generalizados (DF-GLS), uma variante do ADF, que é bem mais potente, além do teste HEGY de raízes sazonais.

## 2.2.1 TESTE DF – GLS

O teste DF-GLS é uma versão modificada do teste ADF. A diferença é devido a uma alteração na série por meio de uma regressão por Mínimos Quadrados Generalizados (MQG) antes de executar o teste ADF. Esse teste foi desenvolvido por Elliot *et al.* (1996), sugerindo uma mudança no ADF, onde retira as variáveis explicativas relativas a tendência determinística (constante e coeficientes de tendência), por meio de uma diferenciação na série. Existem duas possíveis hipóteses alternativas: a série é estacionária em torno de uma tendência linear ou é estacionária sem uma tendência linear.

Com relação a primeira alternativa, o teste DF-GLS é realizado inicialmente estimando o intercepto e a tendência via MQG, incluindo novas variáveis  $\tilde{y}_t$ ,  $x_t$  e  $z_t$ , em que



$$\tilde{y}_t = \begin{cases} y_t & \text{se } t = 1 \\ y_t - ay_{t-1} & \text{se } t > 1 \end{cases}$$
$$x_t = \begin{cases} 1 & \text{se } t = 1 \\ 1 - a & \text{se } t > 1 \end{cases}$$
$$z_t = \begin{cases} 1 & \text{se } t = 1 \\ t - a(t - 1) & \text{se } t > 1 \end{cases}$$

e  $a=1-(13,5/T)$

estima-se, então, uma regressão por Mínimos Quadrados Ordinários (MQO):

$$\tilde{y}_t = \delta_0 x_t + \delta_1 z_t + \epsilon_t \quad (4)$$

os estimadores  $\hat{\delta}_0$ ,  $\hat{\delta}_1$ , são usados para se retirar a tendência dos dados, gerando uma nova série  $y_t^*$ .

O passo seguinte é estimar um ADF na variável transformada

$$\Delta y_t^* = a + \beta y_{t-1}^* + \sum_{j=1}^k \xi_j \Delta y_{t-j}^* + \epsilon_t \quad (5)$$

e verificar se  $\beta = 0$

No caso da segunda hipótese alternativa  $a=1-(7/T)$ , se elimina  $z$  da regressão (4) e estima (5) sobre a variável transformada, verificando se  $\beta = 0$ .

Os *lags* são escolhidos por um critério poderoso, o AIC modificado (MAIC) proposto por Ng e Perron (2000) (STATA CORP, 2009).

## 2.2.2 TESTE HEGY DE RAIZ SAZONAL

É possível que mesmo eliminando a sazonalidade estocástica, a ser discutida em tópico posterior, ainda sejam encontrados *lags* sazonais. Isto ocorrendo, há a necessidade de se considerar uma sazonalidade estocástica e a necessidade de se efetuar diferenciações sazonais para tornar a série estacionária (MORETTIN e TOLOI, 2006).

Para se testar a presença de raízes unitárias sazonais e não-sazonais, deve-se ser empregado o teste de HEGY, que foi desenvolvido por Hylleberg *et al* (1990), a partir da seguinte fórmula para dados trimestrais:

$$(1 - L^4)y_t = \gamma_1 y_{1,t-1} - \gamma_2 y_{2,t-1} - \gamma_3 y_{3,t-2} - \gamma_4 y_{3,t-1} + \epsilon_t \quad (6)$$

em que:



$$y_{1t-1} = (1 + L + L^2 + L^3)y_{t-1}$$

$$y_{2t-1} = (1 - L + L^2 - L^3)y_{t-1}$$

$$y_{3t-1} = (1 - L^2)y_{t-1}$$

seguindo distribuição  $t$ , se a hipótese de  $\gamma_1 = 0$  não é rejeitada, conclui-se que há uma raiz unitária regular (não-sazonal). Caso a hipótese nula para  $\gamma_2 = 0$  não seja rejeitada, conclui-se a presença de uma raiz unitária com frequência semianual. E, a hipótese nula para  $\gamma_3 = \gamma_4 = 0$ , com base na distribuição  $F$ , sugere a presença de uma raiz unitária sazonal anual. É importante lembrar que estas hipóteses não são reciprocamente excludentes, ou seja, a presença de uma raiz unitária sazonal não exclui a possibilidade da presença de outra raiz unitária não sazonal.

## 2.3 ANÁLISE DOS COMPONENTES TENDÊNCIA E SAZONALIDADE

A característica essencial de uma tendência determinística se refere ao fato de que a variação no nível médio de uma dada variável se dará, de forma previsível, como uma função do tempo, de acordo com a equação

$$Y_t = \beta_0 + \beta_1 t + \varepsilon_t \quad (7)$$

em que  $t$  é o componente de tendência determinística do modelo e  $\varepsilon_t$  é um termo de erro com média zero e variância igual a  $\sigma^2$ .

O valor de  $Y_t$  poderá ser previsto de acordo com a equação de regressão (7) e o componente de tendência ( $t$ ) poderá assumir várias formas, linear, quadrática/polinomial, ou mesmo exponencial. Para se retirar a tendência no caso determinístico, basta obter os resíduos de (7).

A tendência pode, por outro lado, estar mudando aleatoriamente ao longo do tempo, caracterizando-se do tipo estocástica. A distinção importante entre as duas é que existindo tendência estocástica, em cada período a mudança provocada pela tendência em relação ao seu nível médio será um montante aleatório e imprevisível, em vez de constante. Para retirar a tendência estocástica, a série deve ser diferenciada.

Diversos métodos podem ser empregados para a análise do componente sazonal em uma série de tempo. Assim como o componente de tendência pode ser classificado, de acordo com a sua natureza, do tipo *determinístico* ou do tipo *estocástico*, o componente sazonal também poderá ser conceituado como *sazonalidade determinística* e *sazonalidade*





estocástica. Por isto, é importante determinar o tipo de sazonalidade para diminuir a possibilidade de inferências imprecisas.

Para a sazonalidade determinística, como o padrão sazonal não varia de ano para ano, os impactos que os diferentes trimestres do ano exercem sobre a série podem ser estimados por índices de sazonalidade, representados por 4 variáveis binárias, haja visto estarmos trabalhando com uma série trimestral,

$$y_t = \sum_{j=1}^4 \alpha_j D_{jt} + \varepsilon_t \quad (8)$$

em que  $D_{jt}$  ( $j = 1, 2, \dots, 4$  e  $t = 1, 2, 3, \dots, n$ ) são variáveis *dummy*;  $\varepsilon_t$  é um termo de erro estocástico; e  $\alpha_j$  representa o efeito sazonal (constantes sazonais) no  $j$ -ésimo período. Dado que a estimação da equação (8) levará a armadilha da variável *dummy*, um forma conveniente de estimar (8) é inserindo 3 *dummies* mais o intercepto. Ao incorporar a restrição  $\sum_{j=1}^4 \alpha_j = 0$ , facilita a interpretação dos resultados, dado que as constantes sazonais representam o efeito sazonal do período em relação a um nível médio. O modelo a ser estimado passa a ser,

$$y_t = \alpha_0 + \sum_{j=1}^3 \alpha_j D_{jt} + \varepsilon_t \quad (9)$$

onde os coeficientes de  $\alpha_j$  são as constantes sazonais e  $\alpha_4 = -(\alpha_1 + \alpha_2 + \alpha_3)$ . Os resíduos de (9) representarão a série sem sazonalidade determinística.

O teste de raiz unitária sazonal indicará a existência de sazonalidade estocástica. O principal método para eliminá-la é a diferenciação sazonal, com o emprego do operador,

$$\Delta_4^D y_t = y_t - y_{t-4} \quad (10)$$

em que  $\Delta_4^D$  é denominado operador de diferença sazonal no caso de séries trimestrais com sazonalidade anual e possibilitará obter uma série dessazonalizada.

### 2.3.1 O MODELO SARIMA



Existem diversos modelos usados para descrever o processo gerador de uma série temporal econômica, denominados AR (autoregressivos), MA (médias móveis), ARMA (autoregressivos-médias móveis), ARIMA (autoregressivos-integrado-médias móveis) e suas variantes sazonais (SARIMA). Estes visam captar a autocorrelação entre os valores da série temporal e, com base esse comportamento, realizar previsões futuras.

Conforme Gujarati (2009) tem-se as seguintes classes de modelos:

- Processo autoregressivo (AR): este modelo será usado quando o valor de  $Y$  no período  $t$  for simplesmente uma proporção de seu valor no período  $(t-1)$  mais choque no período  $t$ . Assim, um  $AR(p)$  pode ser escrito da seguinte forma

$$y_t = \alpha_1 y_{t-1} + \dots + \alpha_p y_{t-p} + u_t \quad (11)$$

em que  $u_t$  é um ruído branco com média zero, variância constante  $E(u_t^2) = \sigma_u^2$  e  $\alpha_i$  são coeficientes fixos. Utilizando o operador de lag ( $L$ ) pode-se reescrever (11) como

$$(1 - \alpha_1 L - \dots - \alpha_p L^p) y_t = u_t \text{ ou } \alpha(L) y_t = u_t \quad (12)$$

- Processo de média móvel (MA): este possível mecanismo de geração da variável  $Y$  no período  $t$  é igual a uma constante ( $\mu$ ) mais as médias móveis dos termos de erro presente ( $u_t$ ) e passado ( $u_{t-q}$ ). Um  $MA(q)$  pode ser representado da seguinte maneira:

$$y_t = \mu + u_t + m_1 u_{t-1} + \dots + m_q u_{t-q} \quad (13)$$

em que  $u_t$  é um ruído branco. De forma mais compacta, a equação (13) pode ser escrita da seguinte maneira:

$$y_t = \mu + (1 + m_1 L + \dots + m_q L^q) u_t \text{ ou } y_t = m(L) u_t \quad (14)$$

- Processo autoregressivo e de médias móveis (ARMA): quando  $Y$  tem características tanto de  $AR(p)$  quanto de  $MA(q)$ , o processo é chamado de  $ARMA(p, q)$  e tem a seguinte representação:

$$\alpha(L) y_t = m(L) u_t \quad (15)$$

Quanto ao modelo ARIMA, Lutkepohl (2004) expõe que este modelo é usado quando se têm que diferenciar uma série temporal  $d$  vezes para torná-la estacionária e então aplicar o modelo ARMA  $(p, q)$ . Uma série temporal é denominada ARIMA  $(p, d, q)$  se é  $I(d)$ , ou



seja, um processo ARMA (p,q),  $d$  vezes diferenciado ( $\Delta^d y_t$ ), até se tornar estacionário .

Diferenciando (15), este pode ser descrito da seguinte maneira,

$$\begin{aligned}\Delta^d y_t &= y_{t-1}(\alpha_1 - 1) + \dots + \alpha_p y_{t-p} + u_t + m_1 u_{t-1} + \dots + m_q u_{t-q} \\ (1 - \alpha_1 L - \dots - \alpha_p L^p) \Delta^d y_t &= m(L) u_t\end{aligned}$$

ou simplifcadamente,

$$\alpha(L) \Delta^d y_t = m(L) u_t \quad (16)$$

Tendo em vista que muitas séries temporais apresentam componentes sazonais, estes devem ser incluídos no modelo. No caso de modelos estacionários puramente sazonais, que apresentam componentes sazonais autoregressivos (SAR) e de média móvel (SMA), tem-se a seguinte estrutura:

$$\begin{aligned}y_t - A_1 y_{t-s} - \dots - A_p y_{t-ps} &= u_t + M_1 u_{t-s} + \dots + M_Q u_{t-Qs} \\ (1 - A_1 L^s - \dots - A_p L^{ps}) y_t &= (1 - M_1 L^s - \dots - M_Q L^{Qs}) u_t\end{aligned}$$

que pode ser escrito resumidamente como,

$$A(L^s) Y_t = M(L^s) u_t \quad (17)$$

onde  $A$  e  $M$  representam, respectivamente, os parâmetros SAR e SMA;  $P$  e  $Q$  referem-se, respectivamente, às ordens autoregressiva e de média móvel sazonais; e  $s$  é o período sazonal ( $s = 4$ , para dados trimestrais).

Caso a série não seja estacionária, precise ser diferenciada sazonalmente para se tornar ausente de raízes unitárias

$$\begin{aligned}\Delta_s^D y_t &= y_{t-s} (A_1 - 1) + \dots + A_p y_{t-ps} + u_t + M_1 u_{t-s} + \dots + M_Q u_{t-Qs} \\ (1 - A_1 L^s - \dots - A_p L^{ps}) \Delta_s^D y_t &= (1 - M_1 L^s - \dots - M_Q L^{Qs}) u_t\end{aligned}$$

ou

$$A(L^s) \Delta_s^D y_t = M(L^s) u_t \quad (18)$$

Para Lutkepohl (2004), um modelo sazonal multiplicativo geral, denominado SARIMA (p,d,q)x(P,D,Q)<sub>s</sub>, pode ser, finalmente, definido por,

$$\begin{aligned}(1 - \alpha_1 L - \dots - \alpha_p L^p) (1 - A_1 L^s - \dots - A_p L^{ps}) \Delta_s^D \Delta^d Y_t &= (1 - m_1 L - \dots - m_q L^q) (1 - M_1 L^s - \dots - M_Q L^{Qs}) u_t \\ \alpha(L) A(L^s) \Delta_s^D \Delta^d y_t &= m(L) M(L^s) u_t\end{aligned} \quad (19)$$



O método de Box & Jenkins é uma maneira para se descobrir qual o comportamento segue a série temporal. Diante disto, Morettin (2008) divide a metodologia de Box & Jenkins em quatro etapas:

- Identificação: esta etapa consiste em descobrir quais versões preliminares dos modelos – sazonais ou não - delineiam o comportamento da série. O objetivo desta etapa é determinar os valores de  $p$ ,  $d$  e  $q$  no modelo  $ARIMA(p,d,q)$ . Isso é feito com base no comportamento das funções de autocorrelação e autocorrelação parcial estimada, assim como outros critérios auxiliares. Podem-se identificar diferentes modelos visando escolher o melhor segundo o objetivo proposto.

- Estimativa: esta etapa vem após a identificação e consiste em estimar os parâmetros – autoregressivos e de médias móveis. Verifica-se a significância estatística dos parâmetros sugeridos para o modelo.

- Diagnóstico ou Verificação: nesta etapa que vem em seguida da estimativa, é avaliada a adequação do modelo proposto para o fim desejado, através da análise dos resíduos. Aqui, qualquer carência revelada pode sugerir um modelo alternativo como sendo ajustado. Se o modelo é ajustado, os resíduos alcançados após a sua adequação devem ser não correlacionados estatisticamente (ruído branco). Essa avaliação pode ser realizada nas funções de autocorrelação e autocorrelação parcial dos resíduos, assim como pela utilização da estatística  $Q$  de Lyung-Box. O teste  $Q$  é usado para testar se um conjunto de autocorrelações de resíduos é ou não estatisticamente diferente de zero. A estatística  $Q$  conterá aproximadamente uma distribuição  $X^2$  com  $K-p-q$  graus de liberdade.

- Previsão: após a definição do modelo adequado passa-se para a próxima etapa, a previsão. A escolha do modelo que gera as melhores previsões pode ser feita pelo menor erro quadrático médio de previsão.

## 2.4 FONTE DE DADOS

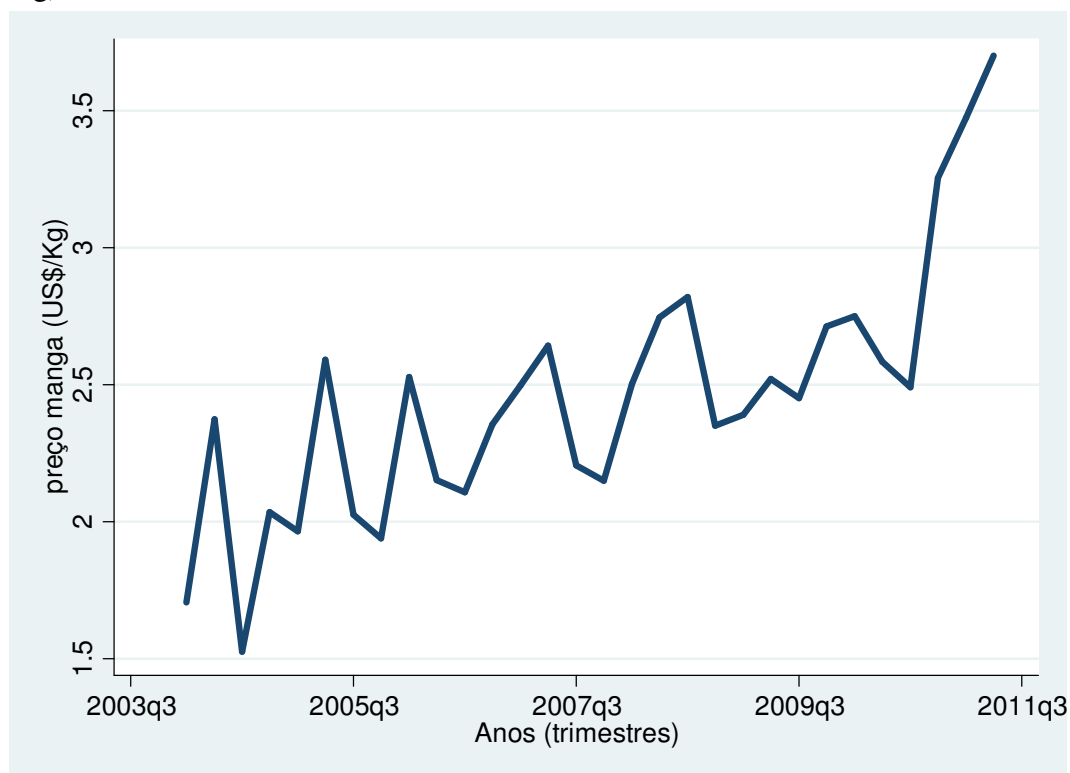
Os dados de quantidade exportada (em kg) e de valor das exportações de manga, independente do destino das exportações, utilizados no cálculo do preço externo (US\$/Kg), de janeiro de 2004 a julho de 2011, foram obtidos no *site* AliceWeb do Ministério do Desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior. Os *softwares* utilizados foram Stata 11.2 e o Eviews 7.



## 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A Figura 2 apresenta a série trimestral de preços de manga exportada pelo Brasil, no período do primeiro trimestre de 2004 até o segundo trimestre de 2011. Fica evidente uma tendência definida e positiva na série histórica, com crescimento exponencial após 2010, indicando que o produto brasileiro está valorizado no exterior. É claro também que existem picos de preços e vales (sazonalidade), devido a questão da safra/entressafra.

Figura 2: Evolução do preço da manga exportada pelo Brasil – 2004t1 a 2011t2 (em US\$/kg).



Fonte: Aliceweb, 2011.

A Tabela 1 demonstra os resultados dos testes de raiz unitária realizados (DG-GLS e HEGY). Os resultados indicam que a série possui raiz unitária regular, dado que não se rejeita a hipótese nula tanto no caso do DF-GLS quanto do HEGY em  $\pi_1$ . Além disto, na frequência  $\pi_2$ , ou seja, a que testa a presença de raiz unitária semestral, também não se rejeita  $H_0$ . Outra consideração é que não existe raiz unitária sazonal anual.



Tabela 1 - Teste DF-GLS e HEGY para raiz unitária dos preços trimestrais de exportação de Manga.

	Estatística de Teste do DF-GLS/HEGY	Valor Crítico 5%	Valor Crítico 10%
<i>lags</i>			
1*	-2.632	-3.443	-3.084
$\pi$			
$\pi_1$	-1.866	-3.710	-3.370
$\pi_2$	-2.025	-3.080	-2.730
$\pi_3 = \pi_4$	6.628	6.550	5.370

Fonte: Dados de pesquisa.

\* *lag* escolhido de acordo com o critério MAIC.

Assim, a etapa seguinte é identificar se a série é estacionária em torno de uma tendência, buscando analisar se a retirada da tendência determinística torna a série livre de raiz unitária. Para isto, foram estimadas regressões considerando a possibilidade de a tendência ser linear, quadrática ou exponencial. Os resultados estão mostrados na Tabela 2. Percebe-se que apenas os coeficientes estimados para tendências linear e exponencial são significativas estatisticamente. Com isto, a possibilidade de uma tendência quadrática é descartada. A escolha entre os dois modelos, dado que as variáveis dependentes são diferentes, é feita pelos critérios de Akaike e Schwarz. O modelo de tendência linear é escolhido, por apresentar menores valores para os dois critérios.

Tabela 2 - Análise da tendência de preços de exportação de manga através das regressões linear, quadrática e exponencial.

	Coefficiente	Desvio padrão	Estatística t	Probabilidade
Tendência Linear				
trend	0.04125	0.00637	6.47	0.000
Tendência Quadrática				
trend	0.00404	0.02579	0.16	0.877
trend <sup>2</sup>	0.00120	0.00081	1.49	0.149
Tendência Exponencial				
trend	0.60058	0.11800	5.09	0.000

Fonte: Dados de Pesquisa.

Usando os resíduos da regressão de tendência linear, novos testes de raiz unitária foram realizados e os resultados indicaram que a série ainda não era estacionária. Desta forma, foi feita uma diferenciação na série, para analisar se o processo era estacionário em diferenças. Os resultados estão expostos na Tabela 3. Pelos dois testes, pode-se verificar a



rejeição da hipótese nula de raiz unitária regular e sazonal anual. Entretanto, a série mantém uma raiz sazonal semestral (frequência  $\pi_2$ ).

Tabela 3 - Teste DF-GLS e HEGY para raiz unitária dos preços trimestrais de exportação de Manga, sem tendência determinística e estocástica.

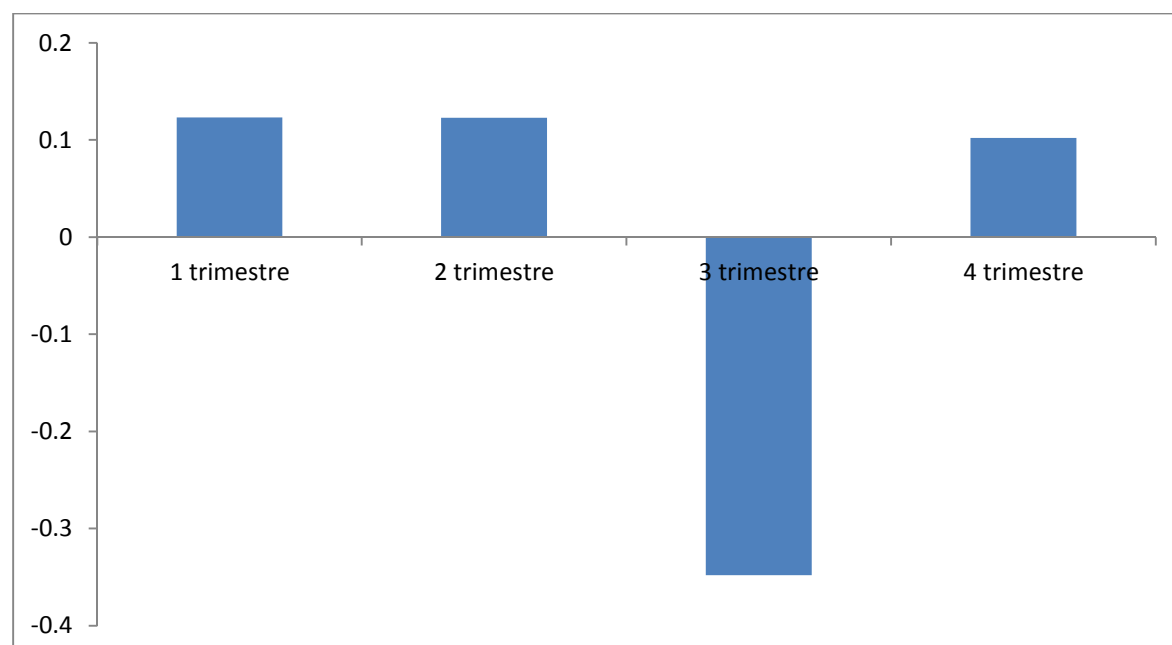
Estatística de Teste do DF-GLS/HEGY	Valor Crítico 5%	Valor Crítico 10%
<i>lags</i>		
1*	-2.797	-2.183
$\pi$		
$\pi_1$	-4.083	-2.720
$\pi_2$	-2.546	-2.690
$\pi_3 = \pi_4$	7.113	5.500

Fonte: Dados de pesquisa.

\* lag escolhido de acordo com o critério SC, considerando o princípio da parcimônia.

Retirado o componente tendência da série temporal, pode ser analisada a sazonalidade determinística. Os valores dos coeficientes estimados pelo modelo de regressão definido em (9) estão plotados na Figura 3. Apenas a *dummy* relativa ao terceiro trimestre se mostrou estatisticamente significativa. Entretanto, pelo teste de significância global, se pode considerar que conjuntamente todos os coeficientes sazonais são significativos, com 5% de probabilidade.

Figura 3 – Gráfico dos coeficientes das *dummies* sazonais trimestrais.



Fonte: Dados de Pesquisa.



Observa-se que devido a sazonalidade, o preço da manga tende a estar acima da média nos 1º, 2º e 4º trimestres e abaixo da média no 3º trimestre, que é justamente o período de grande oferta de manga na região do Submédio do Vale do São Francisco, devido a floração natural das mangueiras da região, causando forte redução dos preços da fruta.

Os resíduos da regressão (9) são livres de sazonalidade determinística. Uma defasagem sazonal de *lag 2* foi realizada para tornar a série ausente de raiz unitária sazonal. Os resultados estão na Tabela 4 e indicam que todas as hipóteses nulas em questão são rejeitadas.

Tabela 4 - Teste HEGY para raiz unitária dos preços trimestrais de exportação de Manga do Brasil, sem tendência e sazonalidade.

	Estatística do teste HEGY	Valor Crítico 5%	Valor Crítico 10%
$\pi$			
$\pi_1$	-5.939	-3.080	-2.720
$\pi_2$	-3.297	-3.040	-2.690
$\pi_3 = \pi_4$	7.424	6.600	5.500

Fonte: Dados de pesquisa.

Com a série estacionária, é utilizada a metodologia de Box-Jenkins para definir os componentes autoregressivos e de médias móveis. A identificação é feita com base no correlograma, demonstrado na Figura 4. Da observação da função de autocorrelação parcial, percebe-se picos mais acentuados nos *lags 2* e 4. Apesar de estar no intervalo de confiança, pode ser incluído também o *lag 2* da função de autocorrelação.

Figura 4 – Correlograma da série de preços trimestrais de exportação de Manga do Brasil, sem tendência e sazonalidade.

Autocorrelação	Autocorrelação Parcial	AC	ACP	Q-Estat	Prob
		1 -0.094	-0.094	0.2664	0.606
		2 -0.358	-0.370	4.2772	0.118
		3 -0.101	-0.213	4.6095	0.203
		4 -0.112	-0.361	5.0334	0.284
		5 0.161	-0.087	5.9559	0.311
		6 0.081	-0.158	6.2005	0.401
		7 0.053	0.037	6.3105	0.504
		8 -0.069	-0.078	6.5059	0.591
		9 -0.062	0.032	6.6727	0.671
		10 0.023	0.002	6.6974	0.754
		11 -0.031	-0.021	6.7442	0.819
		12 0.030	-0.020	6.7915	0.871

Fonte: Dados de Pesquisa.





Assim, para modelar a série, os componentes AR(2) e AR(4), além do MA(2) são considerados. É inserindo um efeito sazonal identificado na regressão da sazonalidade determinística, a qual obteve um coeficiente sazonal significativo no terceiro trimestre, estimando-se um modelo SARIMA (4,1,2)x(0,1,3)<sub>2</sub>. O resultado da estimação do modelo são apresentados na Tabela 5 e indicam a existência de autocorrelações negativas no tanto com o semestre seguinte quanto com o ano posterior. Indicam ainda um efeito de médias móveis positivo semestral e um impacto sazonal negativo no período de 3 trimestres subsequentes sobre os preços atuais de exportação de manga.

Tabela 5 - Resultados do principal modelo estimado para os preços de exportação da manga do Brasil no período do primeiro trimestre de 2004 ao segundo trimestre de 2011.

Variável	Coefficiente	Erro-padrão	Estatística-t	Probabilidade
C	0.011738	0.017990	0.652502	0.5223
AR(2)	-1.172367	0.148791	-7.879293	0.0000
AR(4)	-0.733565	0.122085	-6.008655	0.0000
MA(2)	0.870607	0.091235	9.542490	0.0000
SMA(3)	-0.884520	0.106840	-8.278902	0.0000

Fonte: Dados de pesquisa.

A análise do correlograma indica ausência de autocorrelações nos resíduos. Foi realizado, então, um teste t cuja hipótese nula é que a média dos resíduos é igual a zero. Dado que a hipótese não foi rejeitada, conclui-se que o modelo SARIMA estimado é relevante, com boa qualidade do ajustamento.

## 4. CONCLUSÕES

O artigo busca decompor a série de preços de exportação de Manga brasileira nos componentes de tendência e sazonalidade. Com relação à tendência, a série ficou melhor ajustada com o modelo linear. Verifica-se os preços no mercado internacional tem crescido consistentemente entre o primeiro trimestre de 2004 e 2011. O teste de raiz unitária sazonal indicou a presença de raiz sazonal semestral, retirada com diferenciação sazonal da série sem tendência. A regressão das constantes sazonais demonstra uma forte redução, abaixo da média histórica da série, nos terceiros trimestres. Dada a existência de sazonalidade, é



estimado um modelo SARIMA  $(4,1,2) \times (0,1,3)_2$  que demonstra correlações negativas entre períodos semestrais e anuais, além de impactos sazonais negativos. Mostra ainda um efeito de média móvel semestral positivo. Como sugestão de trabalhos futuros, é a observação de outros componentes, como ciclos e sazonalidade, além da estimação de um modelo de previsão, considerando uma série histórica maior do que a utilizada nesta pesquisa.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ANUÁRIO Brasileiro da Fruticultura 2011. Santa Cruz do Sul: Editora Gazeta, 2011. 128p.
- ELLIOT, G. ROTHENBERG, T. J. STOCK, J. H. **Efficient test for an Autoregressive Unit Root**, *Econometrica*, 64, jul. 1996, pp. 813-836.
- FAVA. V.L. Metodologia de Box-Jenkins para modelos univariados. In: VASCONCELOS. M.A.S.; ALVES. D. **Manual de Econometria**. São Paulo: Atlas, 2000. p. 233-243.
- GUJARATI, D.; PORTER D. C.. **Basic Econometrics**. 5th ed. New York: McGraw-Hill, 2009. 922 p.
- HYLLEBERG, S.; ENGLE, R.; GRANGER, C.; YOO, B. **Seasonal Integration and Cointegration**. *Journal of Econometrics*, 44, 215-38, 1990.
- LAMOUNIER, Wagner Moura. **Comportamento dos preços no mercado "spot" de café do Brasil: análise nos domínios do tempo e da frequência**. 2001. 207p. Tese (Doutorado em Economia Aplicada) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG, 2001.
- LIMA, J. R. F. . Crise no setor cafeeiro: análise a partir dos componentes do preço do café no mercado Spot. In: RUFINO, J.L dos S., AREDES, A.F.. (Org.). **Mercados Interno e Externo do Café Brasileiro**. 1 ed. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2009, v. 1, p. 117-140.
- LIMA, M .A. C de *et. al.* **Subsídios técnicos para a indicação geográfica de procedência do Vale do Submédio São Francisco: Uva de Mesa e Manga**. Petrolina: Embrapa Semiárido, 2009. (Sérios Documentos, 222). 54p.
- LÜTKEPOHL. H.; KRÄTZIG. M. **Applied time series econometrics**. New York: Cambridge University Press, 2004. 323p.
- MORETTIN, P. A. **Econometria Financeira: um curso em Séries Temporais Financeiras**. 1 ed. São Paulo: Blucher, 2008. 319 p.
- MORETTIN, P.A.; TOLOI, C.M.C. **Análise de séries temporais**. 2 ed. São Paulo: Editora Edgard Blucher, 2006. 538p.
- SOUZA, J. da S., ALMEIDA, C. O. de, ARAÚJO, J. L. P., CARDOSO, C. E. L.. Aspectos socioeconômicos. In: GENÚ, P. J. de C., PINTO, A. C. de. Q.. **A cultura da mangueira**. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2002. p. 21-29.
- STATA CORP. **Stata: Release 11**. Statistical Software. College Station, TX: StataCorp LP, 2009. 544p.