

ANÁLISE HARMÔNICA APLICADA ÀS VARIAÇÕES DE PREÇO DO BOI NO PANTANAL MATO-GROSSENSE¹

EDUARDO ALFONSO CADAVID GARCIA²

RESUMO - O Pantanal mato-grossense encontra-se nos Estados de Mato Grosso (38%) e Mato Grosso do Sul (62% da área) e é constituído por uma planície, parcialmente inundável, de aproximadamente 139.110 km². Nesta planície desenvolve-se um dos maiores criatórios naturais de bovinos do País, com uma população de aproximadamente 4,12 milhões. A análise de preço real do boi magro durante o período 1950/81 permite concluir: a) observou-se uma tendência crescente em torno de Cr\$ 66,67 por cabeça, por ano (cruzeiros de 1977); b) a trajetória de tendência permite identificar ciclos pecuários em torno de oito anos; c) os preços reais do boi magro seguem "pari passu" as mudanças dos preços reais do boi gordo que, segundo as estimativas dos coeficientes de elasticidade preço, são de iguais intensidades e sentido; d) mediante a análise harmônica estimaram-se os ciclos sazonais do preço do boi magro (Campo Grande, MS) e do boi gordo (Araçatuba, SP), verificando-se que a frequência de maior intensidade (doze meses) era significativamente reduzida na sua amplitude, no caso do boi magro, pela sobreposição de outros harmônicos.

Termos para indexação: bovinos, sazonalidade, análise de preço, Pantanal mato-grossense.

HARMONIC ANALYSIS APPLIED TO THE VARIATION OF LIVESTOCK PRICES IN THE PANTANAL REGION OF MATO GROSSO

ABSTRACT - The Pantanal region, Brazil, is located in the states of Mato Grosso (38%) and Mato Grosso do Sul (62% of the area) and is formed by a plain of approximately 139,110 km² of partially flood prone land. One of the largest cattle breeding areas of Brazil has developed on this plain, with a herd of 4.12 million heads of cattle. The real price analysis of the lean steer during the 1950/81 period allows to conclude that: a) An increasing trend was observed around Cr\$ 66.67 per head, per year (cruzeiros of 1977); b) the trend trajectory allows to identify beef cycles of ca. eight years; c) the real prices of the lean steer follow the price changes of the fat steer "pari passu", being of equal level and directions, according to elasticity estimates; d) the seasonal cycles of the lean steer price (Campo Grande) and of the fat steer price (Araçatuba) were estimated by harmonic analysis, being observed that the frequency of higher intensity (12 months) was significantly reduced in its span, in the case of the lean steer, by overimposing other harmonics.

Index terms: cattle, seasonality, price analysis, Pantanal region.

¹ Recebido em 18 de julho de 1982
Aceito para publicação em 1 de outubro de 1982

² Eng^o-Agr^o, D.Sc. Pesquisador da Unidade de Pesquisa de Âmbito Estadual de Corumbá (UEPAE/Corumbá-EMBRAPA), Caixa Postal 109 - CEP 79300 Corumbá, MS.

INTRODUÇÃO

O Pantanal mato-grossense corresponde a uma extensa planície do Centro-Oeste do Brasil, nos Estados de Mato Grosso (38%) e Mato Grosso do Sul (62% da área), entre os paralelos de 16° e 22° de latitude Sul e os meridianos de 55° e 58° de longitude Oeste (Brasil 1979).

Contrariamente à primeira impressão, o Pantanal não é uma planície permanentemente alagada, mesmo durante o período das chuvas. As áreas sujeitas a inundações periódicas e cíclicas poderão variar de ano para ano quanto à ocorrência, intensidade e duração da inundação. O Pantanal faz parte da bacia hidrográfica do rio Paraguai, com uma superfície de 13,9 milhões de hectares (Brasil 1979), apresentando características fluviométricas e geomorfológicas muito especiais; constitui uma planície deprimida com muito má drenagem, conseqüência do baixo gradiente, em torno de 3 cm.km⁻¹; nessa planície, desenvolveu-se um dos maiores criatórios naturais de bovinos do País.

A atividade pecuária é extensiva, com um mínimo de aplicações de práticas modernas, ajustadas a um regime de alternância de períodos de excesso e escassez de água. Pastagens naturais típicas de aluvião, utilizadas em pastejo extensivo com subdivisões de grandes áreas, constituem a base da alimentação do gado (Cadavid García 1981a).

Na Tabela 1, observa-se a evolução do rebanho bovino do Brasil em diferentes áreas geográficas, podendo-se constatar, durante o período de 1970/75, decréscimos na população bovina, no Pantanal e no seu principal centro pecuário (município de Corumbá, MS), de aproximadamente 0,7 e 4,5%, respectivamente, no período de 1975/80, devido, principalmente, a fatores climáticos ocorridos após 1974, que comprometeram o futuro imediato da pecuária.

Cadavid García (1981b), estudando a estrutura fundiária do Pantanal, com base em informações obtidas pelo Departamento de Inspeção e Defesa Agropecuária (IAGRO) em 1980, concluiu que o valor modal da área está em torno de 13.835 ha, verificando-se um decréscimo do índice de lotação (cab/ha). À medida que aumenta o tamanho da propriedade, passa de 0,44 cabeças por hectare, no estrato com área média de 2.744 ha, para 0,32, 0,31 e 0,28, nos estratos com área média de 6.819 e 29.710 ha, respectivamente.

Em geral, o horizonte de planejamento da empresa pecuária é determinado não só por índices zootécnicos e por condições ecológicas da região, mas também por variáveis econômicas, as quais poderão agir na duração e amplitude do ciclo pecuário.

TABELA 1. População bovina do Brasil, do Estado de Mato Grosso, do Pantanal mato-grossense e do município de Corumbá, MS, durante o período de 1950/80.

	População bovina (1.000 cab) ^a					Taxa de crescimento (Média anual)			
	1950	1960	1970	1975	1980	1950/ 60	1960/ 70	1970/ 75	1975/ 80
Brasil	44.600	56.041	78.856	100.834	106.943	2,56	4,07	5,57	1,21
Estado de Mato Grosso ^b	3.443	5.654	9.429	11.981	17.074	6,42	6,67	5,41	8,50
Pantanal mato-grossense ^c	1.696	3.152	4.985	4.272	4.124	8,58	5,81	-2,86	-0,39
Município de Corumbá (MS)	569	1.076	2.559	1.999	1.544	8,91	13,79	-4,38	-4,55

^a Fonte: IBGE (1956, 1960, 1970, 1975, 1980b).

^b Compreende os Estados de Mato Grosso e Mato Grosso do Sul.

^c Compreende os municípios de Anastácio, MS; Aquidauana, MS; Barão de Melgaço, MT; Cáceres, MT; Itiquira, MT; Miranda, MS; Nossa Senhora do Livramento, MT; Poconé, MT; Porto Murtinho, MS; Rio Verde, MS e Santo Antônio do Leverger, MT.

A análise de preço constitui, para o pecuarista, uma das principais fontes de informações econômicas no processo de tomada de decisões. Para o Governo, a análise de preço permite a formulação e aplicação de políticas convenientemente direcionadas. Para os órgãos de Pesquisa e Extensão, a análise de preço constitui o elemento chave para estimar a viabilidade econômica das novas tecnologias no processo de difusão e adoção.

Ao contrário do que se observa regularmente nos preços dos bens industriais, os preços dos produtos agrícolas estão sujeitos a movimentações de intensidade e freqüências variáveis. Este fenômeno de altas e baixas se deve, principalmente, à sazonalidade da produção. No caso da pecuária parece que o mercado do boi determina o aumento de abate de matrizes quando se verifica uma resposta mais ou menos prolongada de queda na rentabilidade econômica da pecuária; esta tendência de queda na rentabilidade segue a fase decrescente do ciclo de preço, o que, em certa forma, determina que a descapitalização da pecuária com índices de descarte além de 25% seja essencialmente cíclica.

OBJETIVOS

Mediante a análise de preços, utilizando séries harmônicas, pretende-se estimar as variações cíclicas e estacionais do preço do boi magro no Pantanal, confrontando-as com as variações experimentadas em outros centros pecuários, além de determinar a amplitude das ondas cíclicas (variância) e sua participação relativa na explicação do fenômeno.

Estimar coeficientes de preço da função de preços e as variações defasadas dos preços de outras categorias de gado que determinam o preço do boi magro foi outro objetivo deste trabalho.

METODOLOGIA

As informações de preços recebidas pelos pecuaristas foram obtidas de registros de fazendeiros do Pantanal, do Instituto Brasileiro de Economia da Fundação Getúlio Vargas (IBÉ/FGV) e dos boletins do Serviço de Informação de Mercado Agrícola (SIMA).

Os preços foram deflacionados pelo índice 2 da Fundação Getúlio Vargas (IBGE 1977).

Na série de preços do boi magro do Pantanal, espera-se identificar vários componentes entre os quais se destacam:

- a. **Tendência** - mostra o comportamento padronizado da série de preços reais durante o período de 1950/82. Esta tendência é apresentada mediante um gráfico e duas equações, visando exprimir a tendência global e as principais oscilações da série. A média poderá apresentar uma tendência global crescente, estável ou decrescente.
- b. **Variações cíclicas** - correspondem às flutuações do preço que se repetem sistematicamente a intervalos de vários anos. Geralmente, aceita-se que as flutuações sejam recorrentes, mas admite-se que a periodicidade rígida e teórica é, às vezes, afastada da realidade. Neste sentido, o intervalo de recorrência, bem como as características desse intervalo não se poderão comportar sempre segundo um mesmo padrão com a mesma duração e amplitude. Isto se reveste de singular importância na pecuária pantaneira, significativamente influenciada por fatores aleatórios e que dispõe de uma baixa intensidade de aplicação de capital em insumos modernos.
- c. **Variações estacionais** - são devidas a fatores naturais próprios de cada região, os quais determinam período de safra e entressafra: a. Na época de safra e pico da comercialização, os preços tendem a cair, enquanto que, durante a entressafra, espera-se uma recuperação. Pela variação estacional do preço é possível ter uma referência quanto à dependência da pecuária dos fatores naturais, tendo em vista que, à medida que se acentua o descompasso entre a oferta natural de pastagens e a quantidade procurada de boi, deverão ocorrer reflexos de instabilidade nos preços.

As variações estacionais e cíclicas apresentam padrões de comportamento mais ou menos regulares, nos quais os valores médios se reproduzem a intervalos de tempo relativamente definidos. Quando isto ocorre, as séries temporais podem ser expressas mediante uma função periódica.

Uma função $Y = Y(t)$, onde t não representa necessariamente tempo, diz-se periódica de período T se $Y(t) = Y(t + T)$, qualquer que seja o valor t . Essa função periódica pode ser decomposta nos seguintes elementos:

- a. valor médio ($a_0/2$), em torno do qual oscilam os valores observados da série, expresso nas mesmas unidades da variável;

Pelo teste de Doran & Quilkey (1972) (DQ) pode-se concluir que a especificação do período de safra de doze meses explica 78,36% a sazonalidade do mercado do boi magro, enquanto a sobreposição de uma frequência de menor intensidade, seis meses, corresponde a um subperíodo característico de uma subsafra que ocorre na transição das épocas enchente-seca, quando se verifica a comercialização de vacas descartadas, para fins de abate ou engorda.

A variância do ciclo fundamental, estimada com base na amplitude, foi de 11,50 unidades; a análise foi feita considerando unidades monetárias reais de Cr\$ 10,00, o que permite, desta forma, comparações diretas dos parâmetros ajustados das funções periódicas do boi gordo.

O Anexo 2 apresenta o preço mensal, em cruzeiros de 1977, do boi gordo, recebido pelo pecuarista em Araçatuba, SP, durante o lapso de 1966/81, verificando-se, mediante a análise de variância, diferenças significativas ao nível de 1% no comportamento dos preços de ano para ano. A análise das variações de preço mensal no ano foram significativas a níveis de significância relativamente baixos.

A análise harmônica aplicada aos preços reais mensais do boi gordo no mercado de Araçatuba, SP, baseada na mesma caracterização de períodos e durante o mesmo lapso, foi realizada a partir da seguinte expressão:

$$\hat{P}(t) = 235,31 + 5,20 \cos \frac{2\pi t}{12} - 25,77 \sin \frac{2\pi t}{12}$$

(4,76*) (-23,61*)

$$- 6,93 \cos \frac{2\pi t}{6} + 2,02 \sin \frac{2\pi t}{6}$$

(-6,25*) (1,86**)

$$+ 0,66 \cos \frac{2\pi t}{3} + 1,75 \sin \frac{2\pi t}{3}$$

(0,61^{NS}) (1,34^{NS})

$R^2 = 0,99$ $F = 106,33$

Os números entre parênteses referem-se às estatísticas t de Student; um asterisco indica níveis de significância de 1% e dois asteriscos referem-se ao nível de significância de 5%.

A partir da expressão (3), estimada pelo método dos mínimos quadrados ordinários (MQO), obter-se-ão a amplitude (A_i) e a fase (θ_i) do i -ésimo harmônico, mediante as seguintes relações:

$$A_i = \sqrt{a_i^2 + b_i^2} \quad (4a)$$

$$\theta_i = \arctg (-b_i/a_i) \quad (4b)$$

A expressão (3) é definida não-estacionária, mediante a especificação da tendência linear (Cadavid García 1982) em torno da qual se espera ocorram as oscilações cíclicas e sazonais.

A importância relativa de cada harmônico será estimada pela relação de Doran & Quilkey (1972) (DQ), que resulta da decomposição do coeficiente de determinação múltipla (R^2) da estimativa da função periódica.

Para testar o comportamento dos preços reais mensais utilizar-se-á a análise de variância, enquanto que as características sazonais serão determinadas pela análise harmônica aplicada às séries de preços reais.

A tendência do preço real do boi magro foi estimada mediante um modelo de regressão linear simples, visando mostrar o comportamento global dos preços; a equação ajustada pelo MQO foi:

$$\hat{P} \text{ (REAL)} = 1.039,76 + 66,67 (t) \quad (5)$$

$$R^2 = 0,56 \quad F = 40,20$$

onde \hat{P} (REAL) é o preço real do boi magro recebido pelo pecuarista pantaneiro em cruzeiros de 1977, por ano; t é um índice de tempo (1950 = 1, 1951 = 2 ... 1981 = 32); R^2 e F são as estatísticas do coeficiente de regressão múltipla e da análise de variância (o valor da estatística t de Student foi de 6,34, significativo ao nível de 1%).

Da equação de tendência global pode-se concluir que, em média, e para 56% das vezes, observou-se um aumento anual de Cr\$ 66,67 por cabeça, durante o período de 1950/82.

Procurando exprimir a tendência de preço com vista a prognóstico, foi estimada pelo MQO a seguinte equação polinomial:

$$\hat{P}(\text{REAL}) = 229,83 + 504,19t - 61,22t^2 + 3,03t^3 - 0,05t^5 \quad (6)$$

$$(2,45^*) \quad (-254^*) \quad (2,86^*) \quad (-3,11^*)$$

$$R^2 = 0,71 \quad F = 17,18$$

onde os números entre parênteses correspondem às estimativas do teste de Student; o asterisco indica que os coeficientes de regressão parcial são significativamente diferentes de zero, ao nível de 5%.

A identificação dos ciclos de preço na Fig. 1, especialmente nos últimos doze anos, não é claramente definida; a tendência para o mesmo subperíodo também se apresenta difusa, possivelmente devido à complexidade de fatores que caracterizam o mercado do boi, o processo de produção e as políticas que incidiram no setor pecuário. Alguns destes fatores são endógenos ao ciclo, o que poderá gerar tendenciosidade na identificação e análise das flutuações cíclicas, quando se tenta introduzir fatores retificadores da série, com base nas estimativas dos coeficientes de regressão parcial e/ou qualquer método de médias móveis ponderadas.

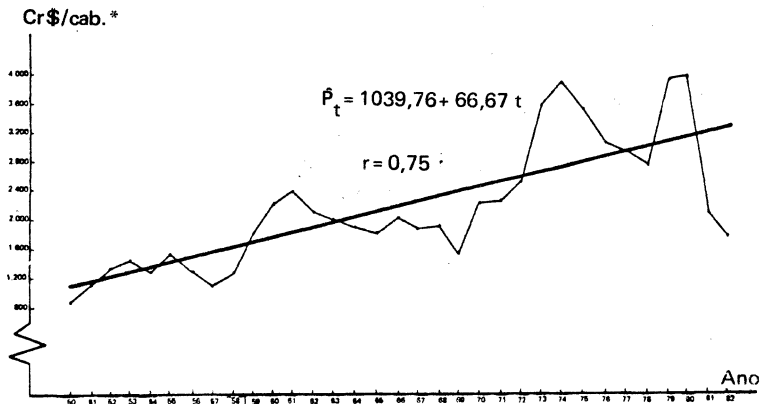


FIG. 1. Evolução do preço real do boi magro no Pantanal mato-grossense no período de 1950/82.

*Cruzeiros de 1977 (Índice deflator 2 FGV).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Tendência do preço real do boi magro. A Tabela 2 apresenta a série de preços do boi magro recebidos pelo pecuarista pantaneiro durante o período de 1950/82, em cruzeiros nominais e cruzeiros de 1977, por cabeça. O coeficiente de variação (CV), estimado a partir de 1967, quando o preço médio foi calculado com base em um número de informantes maior ou igual a três, pretende mostrar, de ano para ano, o comportamento das variações relativas do preço nominal, refletindo os fenômenos de estacionalidade, diferenciação do produto comercializado (bois de diferentes idades e pesos) e as oscilações aleatórias próprias da série, bem como mudanças do mercado de gado.

Mediante a análise dos preços reais (Tabela 2), verifica-se a existência de ciclos de duração em torno de oito anos. O primeiro ciclo, relativo ao período de 1950/57, mostra um valor médio simétrico em torno de Cr\$ 1.251,00 por cabeça, observando-se, inicialmente, uma elevação do preço até o pico (no ciclo) de Cr\$ 1.542,00 por cabeça, em 1955, seguida da fase decrescente até o valor de Cr\$ 1.126,00/cabeça. O segundo ciclo apresenta certa assimetria em torno de um valor médio de Cr\$ 1.996,00/cabeça, verificando-se, nos três primeiros anos (1958/60), significativos aumentos do preço; a partir de 1961, observou-se aviltamento no preço, até 1965, quando o nível atingido esteve em torno de Cr\$ 1.799,00/cabeça. O terceiro ciclo inicia com uma fase de notada recuperação, acompanhando a evolução eufórica do preço do boi gordo no mercado nacional e internacional até o ano de 1974, quando se constatou o maior nível de preço, em torno de Cr\$ 3.832,00/cabeça; a fase ascendente dos preços durante um longo período estimulou certa tendência ao excessivo endividamento do pecuarista, induzido e até favorecido pelas várias opções de crédito subsidiado do Governo (PROTERRA, PRONAPE, CONDEPE). O aumento de liquidez, decorrente dos preços de mercado e da fartura de crédito, capitalizou o setor através do aumento do capital reprodutivo e algumas melhoras na infraestrutura produtiva da pecuária, nem sempre feita de acordo com critérios técnicos e econômicos. A fase depressiva dos preços no mercado nacional inicia em 1975 e, nessa data, coincidentemente, inicia um ciclo de enchente no Pantanal, que surpreendeu o pecuarista um tanto desprevenido, após treze anos de relativa estabilidade climática (Cadavid García 1981b). As políticas anticíclicas verificadas no período 1975/1977 (IBGE 1980), aliadas aos fatores climáticos da região, só poderiam provocar desestímulo à pecuária, atividade que para muitos pecuaristas passou a ser semi-extrativa, sem estímulo para investir em modernas tecnologias para a pecuária. A série de fatores que caracterizaram a in-

tervenção no mercado do boi não permitiram delimitar o ciclo do preço. Por outro lado, segundo Cadavid Garcia (1981b), verificaram-se reversões da tendência na comercialização do gado e o aparecimento mais significativo de vários períodos de safra de acordo com as condições climáticas da região em cada ano.

TABELA 2. Preço do boi magro recebido pelo pecuarista do Pantanal mato-grossense durante o período de 1950/82.

Ano	Preço médio (Cr\$/cabeça) ^a	Coefficiente de variação (%)	Preço real (Cr\$/cabeça) ^b
1950	0,75		852,27
1951	1,15		1.121,53
1952	1,55		1.351,95
1953	1,90		1.443,72
1954	2,15		1.286,42
1955	3,00		1.541,77
1956	3,00		1.285,58
1957	3,00		1.125,96
1958	3,90		1.295,01
1959	7,50		1.807,23
1960	13,00		2.424,89
1961	17,50		2.381,84
1962	26,00		2.333,51
1963	40,00		2.047,20
1964	70,00		1.880,67
1965	105,00		1.798,73
1966	160,00		1.980,79
1967	191,43	19,18	1.852,32
1968	242,50	21,49	1.888,99
1969	232,90	6,80	1.502,40
1970	443,00	20,90	2.382,32
1971	542,00	20,07	2.422,11
1972	661,15	11,57	2.518,85
1973	1.075,12	23,39	3.564,59
1974	1.487,17	16,34	3.831,57
1975	1.731,57	12,45	3.488,73
1976	2.118,43	12,45	3.021,99
1977	2.918,20	28,92	2.918,20
1978	3.765,00	30,39	2.714,85
1979	8.288,12	32,69	3.882,02
1980	16.876,75	16,90	3.947,78
1981	18.592,59	8,47	2.072,06
1982	23.000,00 ^c	-	1.743,88 ^d

^a Refere-se ao preço nominal médio de onze pecuaristas do Pantanal mato-grossense.

^b O preço real foi obtido do preço nominal deflacionado pelo Índice geral de preço 2 da FGV, ano base 1977.

^c Preço médio de janeiro a março de 1982.

^d O deflator utilizado foi o Índice geral de preço 2 da FGV de fevereiro de 1982.

A aplicação da análise harmônica aos dados de preços reais do boi magro foi realizada excluindo subséries de relativa instabilidade nos preços. A estimativa da função foi ajustada considerando dois períodos (oito e sete anos) que permitem fazer comparações com outras séries de preço; a equação estimada foi:

$$\hat{P}(t) = 619,33 + 105,27t + 470,24 \cos\left(\frac{2\pi t}{8} - \theta\right) + 193,29 \cos\left(\frac{2\pi t}{7} - \theta\right)$$

(5,97*) (14,38*) (3,89*) (2,16**) (7)

F = 46,67 R² = 0,92

Os números entre parênteses referem-se às estatísticas t de Student; um asterisco indica níveis de significância de 1% enquanto dois asteriscos indicam 5%.

Os dois primeiros termos da equação ajustada definem a tendência de uma série de preços reais do boi magro pantaneiro bem comportada, verificando-se que a majoração dos preços reais foi diferente da estimada na equação 5.

Pelo teste de Doran & Quilkey (1972) (DQ) é possível concluir que a especificação do período em oito anos explica, aproximadamente 86%, a variação cíclica dos preços. Cadavid García (1982) estimou que o período fundamental da variação cíclica do preço do boi gordo em São Paulo era de sete anos, estimando uma defasagem, entre os dois picos das frequências fundamentais de 0,46 radiano, correspondente a 6,6 meses. Este valor corresponde ao espaço de tempo que separa as duas safras (seus pontos médios), relativo ao tempo médio requerido para que um boi magro complete seu ciclo de acabamento e seja comercializado como boi gordo.

Análise do componente sazonal do preço real do boi magro. O componente sazonal representa as oscilações ocorridas durante o ano, como conseqüência das variações da oferta do boi; por sua vez, estas variações da oferta geralmente seguem "pari passu" as variações de disponibilidade de alimentos constituída pela oferta de pastagens naturais; neste sentido, o ciclo de preço é definido pelo ciclo produtivo. Expectativas em torno dos movimentos do mercado de gado eventualmente configuram subperíodos de safras.

As informações de preços mensais nominais e reais do mercado do boi magro em Campo Grande (MS) são apresentadas no Anexo 1; a análise de variância mostrou diferenças significativas, ao nível de 1%, entre anos, enquanto que as diferenças ocorridas entre meses, ao longo do ano, só foram significativas ao nível de probabilidade de 23%. Isto reflete maior importância das variações de tendências e das variações cíclicas do que propriamente das oscilações de sazonalidade.

Cadavid García (1982) estimou a sazonalidade do preço real do boi magro pantaneiro para subséries, com certa regularidade comportamental na estacionalidade, verificando-se, mediante a análise de variância, diferenças significativas, ao nível de 5% entre meses.

Mesmo com variações estacionais reduzidas pelo aplainamento introduzido com a estimativa da média, convém destacar a persistência sistemática das oscilações mensais nos mesmos lapsos, o que, em parte, justifica a aplicação da análise harmônica neste componente da série. Tendo em vista que as variações sazonais do preço mensal real do boi magro pantaneiro experimentaram mudanças em suas freqüências e intensidades, testaram-se vários períodos dos quais foram significativos os de doze, seis e três meses. A equação mostrando os efeitos das diferentes freqüências, ajustada pelo MQO, apresenta a seguinte forma:

$$\hat{P}(t) = 253,84 + 1,10 \cos \frac{2\pi t}{12} - 11,45 \sin \frac{2\pi t}{12}$$

(1,1**) (-17,00*)

$$- 5,73 \cos \frac{2\pi t}{12} - 1,36 \sin \frac{2\pi t}{6}$$

(-8,36*) (-2,03**)

$$+ 0,31 \cos \frac{2\pi t}{3} + 1,32 \sin \frac{2\pi t}{3}$$

(0,47^{NS}) (1,65**)

$R^2 = 0,98$ $F = 63,52$

onde * = significativo ao nível de 1%; ** = significativo ao nível de 10%,
NS = não-significativo.

Pelo teste de Doran & Quilkey (1972) (DQ) pode-se inferir que a especificação do período de safra de doze meses explica 92,75% a sazonalidade do mercado do boi gordo. Isto, aliado à melhor caracterização da safra, expressa pela amplitude da frequência fundamental (26,29), permite concluir que o componente estacional dos preços reais mensais do boi gordo se apresenta em forma definida no tempo.

A Tabela 3 resume o comportamento das variações sazonais do preço real mensal do boi magro pantaneiro e do boi gordo em São Paulo, observando-se, nas amplitudes das frequências fundamentais do ciclo do boi magro, os efeitos amortecidos provocados pelas subsafras de produtos concorrentes (comercialização de vacas descartadas, bezerros de sobreano) realizadas em outros períodos do ano; os períodos fundamentais, definidos pelas relações $11,5 \cos(2\pi/12-\theta)$, (Pantanal) e $26,29 \cos(2\pi/12-\theta)$, (SP), permitem estimar a distância senoidal em relação à origem. O ponto máximo das relações definidas para os períodos básicos permite estimar as diferenças horizontais correspondentes às defasagens entre as duas variações sazonais. Esta diferença de aproximadamente 0,1 radiano (uma semana) estará subestimando a verdadeira defasagem, tendo em vista que o ciclo estacional do boi magro foi ligeiramente amortecido pela sobreposição de harmônicos secundários visando exprimir as safras dos produtos concorrentes. Concomitantemente, observa-se, na Tabela 3, maior importância relativa, para o boi magro, do período de seis meses (teste de DQ).

TABELA 3. Componentes cíclicos da análise harmônica dos preços reais recebidos pelos pecuaristas em Campo Grande, MS, e Araçatuba, SP, durante o período de 1968/81.

	Período de 12 meses		Período de 6 meses	
	Campo Grande	Araçatuba	Campo Grande	Araçatuba
DQ	78,36	92,75	20,50	6,90
θ_i	-10,41	-4,96	0,24	0,29
\hat{A}_i	11,50	26,29	5,88	7,22

- b. período (T) definido como a distância entre dois picos ou duas cavas, expresso em unidades de tempo por ciclo;
- c. frequência (f) definida como o recíproco do período, expressa em termos de ciclos por unidade de tempo;
- d. amplitude (A) definida como o maior desvio de uma oscilação de seu centro, expressa nas mesmas unidades da variável; e
- e. fase (S) é a distância entre a origem e o pico mais próximo.

A função periódica pode ser expressa como segue:

$$Y(t) = a_0/2 + \sum_{i=1}^n a_i \cos \frac{2\pi i}{N} t \quad (1)$$

onde t é tempo; N é o número de observações; n é o número máximo de repetições do período T, $n < N/2$; T é o período igual a N/i ; a_0, a_i são os parâmetros a serem estimados.

A função periódica também pode ser definida (Chatfield 1978) em termos da frequência angular e do ângulo fase, na seguinte forma equivalente:

$$Y(t) = a_0/2 + \sum_{i=1}^n c_i \cos (\alpha_i t - \theta_i) \quad (2)$$

onde α_i é a frequência angular do i-ésimo harmônico considerado como um fator de escala na abscissa e é definida pela expressão $2\pi i/N$ (radianos) ou $360^\circ/T$ (graus); θ_i é o ângulo fase do i-ésimo harmônico que, em radianos, define-se como $2\pi S_i/f$.

Para o caso de $i = 1$, a frequência angular básica relativa ao primeiro harmônico de período T é igual a N ; o segundo harmônico terá período igual a $N/2$ e o j-ésimo harmônico igual a N/J .

Mediante transformações trigonométricas (Bloomfield 1976), a função periódica pode ser expressa pela seguinte forma estatística:

$$Y(t) = a_0/2 + \sum_{i=1}^n (a_i \cos w_i t + b_i \sin w_i t) + \epsilon(t) \quad (3)$$

onde a_i e b_i são os parâmetros a serem estimados; $a_0/2$ é o valor médio;

$\epsilon(t)$ é o t-ésimo resíduo que se pressupõe satisfaz as seguintes condições: $E(\epsilon(t)) = 0$ e $E(\epsilon(t) \cdot \epsilon(t')) = \sigma^2$ quando $t = t'$ e $E(\epsilon(t) \cdot \epsilon(t')) = 0$ para $t \neq t'$.

REFERÊNCIAS

- BLOOMFIELD, P. *Fourier analysis of time series; an introduction*. New York, John Wiley & Sons, 1976. 258p.
- BRASIL. Ministério do Interior. *Estudo de desenvolvimento integrado da Bacia do Alto Paraguai (EDIBAP)*. Brasília, SUDECO, 1979. 2v. 235p.
- CADAVID GARCIA, E.A. *Análise de preço do boi no Pantanal mato-grossense*. Corumbá, EMBRAPA-UEPAE Corumbá, 1982. No prelo.
- CADAVID GARCIA, E.A. *Estimativa dos custos de produção da pecuária de corte do Pantanal mato-grossense*. Corumbá, EMBRAPA-UEPAE Corumbá, 1981a. 77p. (Circular Técnica, 6).
- CADAVID GARCIA, E.A. *Índices técnico-econômicos da região do Pantanal mato-grossense*. Corumbá, EMBRAPA-UEPAE Corumbá, 1981b. 81p. (Circular Técnica, 7).
- CARNE; um mercado em crise. *Agroanalysis*. Rio de Janeiro, 4(4):3-18, abr., 1980.
- CHATFIELD, C. *The analysis of time series: theory and practice*. London, Chapman and Hall, 1975, 263p.
- CONJUNTURA ECONÔMICA, Rio de Janeiro, v.31, n.4, abr. 1977.
- CONJUNTURA ECONÔMICA, Rio de Janeiro, v.35, n.12, dez. 1981.
- DORAN, H.E. & QUILKEY, J.J. Harmonic analysis of seasonal data: some important properties. *Am. J. Agric. Econ. Menasha*, 54(4):646-51, Nov. 1972.
- FUNDAÇÃO IBGE, Rio de Janeiro, RJ. *Preços recebidos pelos agricultores. Médias anuais 1966/1972, médias mensais 1972*. Rio de Janeiro, 1973 (jun.). 95p.
- FUNDAÇÃO IBGE, Rio de Janeiro, RJ. *Anuário estatístico do Brasil 1980*. Rio de Janeiro, (41), 1980b. 840p.

ANEXO 1. Preços mensais recebidos pelos pecuaristas em Campo Grande, MS, pelo boi magro acima de três anos (Cr\$/cabeça)¹.

Ano	Mês												Média anual
	Jan.	Fev.	Mar.	Abr.	Mai	Jun.	Jul.	Ago.	Set.	Out.	Nov.	Dez.	
1968	190 (1.638)	200 (1.695)	200 (1.661)	200 (1.614)	200 (1.593)	200 (1.552)	200 (1.537)	200 (1.517)	205 (1.524)	205 (1.493)	205 (1.476)	205 (1.463)	201
1969	205 (1.436)	205 (1.416)	210 (1.444)	210 (1.425)	215 (1.443)	220 (1.444)	220 (1.411)	220 (1.387)	230 (1.418)	235 (1.419)	240 (1.428)	240 (1.424)	221
1970	230 (1.348)	235 (1.358)	290 (1.645)	300 (1.695)	320 (1.780)	330 (1.796)	350 (1.873)	400 (2.093)	400 (2.052)	400 (2.022)	400 (2.006)	410 (2.040)	339
1971	450 (2.204)	450 (2.170)	450 (2.123)	460 (2.138)	470 (2.145)	500 (2.231)	500 (2.198)	500 (2.178)	500 (2.147)	520 (2.206)	550 (2.310)	550 (2.291)	492
1972	570 (2.335)	580 (2.331)	600 (2.373)	600 (2.347)	600 (2.327)	600 (2.303)	600 (2.272)	640 (2.388)	660 (2.436)	670 (2.450)	700 (2.537)	710 (2.555)	627
1973	710 (2.514)	700 (2.450)	720 (2.485)	750 (2.551)	780 (2.624)	800 (2.667)	800 (2.641)	1.000 (3.267)	1.300 (4.204)	1.400 (4.463)	1.400 (4.408)	1.100 (3.427)	955
1974	1.100 (3.329)	1.200 (3.538)	1.200 (3.385)	1.350 (3.622)	1.300 (3.369)	1.300 (3.304)	1.300 (3.266)	1.300 (3.224)	1.250 (3.049)	1.300 (3.125)	1.300 (3.076)	1.300 (3.010)	1.266

ANEXO 1. Continuação.

Ano	Mês												Média anual
	Jan.	Fev.	Mar.	Abr.	Mai	Jun.	Jul.	Ago.	Set.	Out.	Nov.	Dez.	
1975	1.300 (2.944)	1.200 (2.658)	1.200 (2.616)	1.250 (2.677)	1200 (2.517)	1.200 (2.462)	1.200 (2.411)	1.200 (2.346)	1.300 (2.484)	1.370 (2.559)	1.380 (2.524)	1.380 (2.470)	1.265
1976	1.400 (2.431)	1.400 (2.334)	1.410 (2.267)	1.450 (2.247)	1.450 (2.173)	1.500 (2.189)	1.500 (2.109)	1.570 (2.121)	1600 (2.089)	1.600 (2.041)	1.600 (2.003)	1.600 (1.958)	1.506
1977	1.600 (1.888)	1.650 (1.888)	1.700 (1.866)	1.700 (1.794)	1.800 (1.833)	1.800 (1.798)	1900 (1.859)	2.000 (1.932)	2.300 (2.184)	2.500 (2.310)	2.600 (2.342)	2.700 (2.380)	2.020
1978	2.800 (2.405)	3.050 (2.534)	3.100 (2.494)	3.250 (2.529)	3.500 (2.639)	3.500 (2.547)	4.000 (2.831)	4.500 (3.101)	4.700 (3.158)	5.000 (3.266)	5.500 (3.496)	5.500 (3.443)	4.033
1979	6.000 (3.625)	6.500 (3.785)	6.500 (3.579)	7.500 (3.978)	8.000 (4.147)	8.500 (4.258)	9.000 (4.321)	9.500 (4.311)	12.000 (5.054)	13.000 (5.204)	13.000 (4.929)	13.000 (4.594)	9.375
1980	13.000 (4.325)	13.000 (4.149)	13.000 (3.894)	13.500 (3.824)	15.000 (3.995)	15.000 (3.774)	16.000 (3.711)	16.000 (3.471)	17.000 (3.503)	18.000 (3.446)	17.000 (3.026)	18.000 (3.025)	15.375
1981	16.000 (2.524)	16.000 (2.326)	17.000 (2.302)	18.000 (2.311)	18.000 (2.176)	18.000 (2.083)	18.500 (2.037)	19.000 (1.961)	20.000 (1.964)	22.000 (2.070)	22.000 (1.965)	22.000 (1.894)	18.875
1982	22.000 (1.782)	22.000 (1.668)	22.500										

¹ Fonte: Dados obtidos de registros de pecuaristas em Campo Grande, MS.

O número na parte superior refere-se ao preço nominal; o número entre parênteses corresponde ao preço em cruzeiros 1977 (ajustado pelo índice geral de preços 2 da FGV).

ANEXO 2. Preços mensais reais recebidos pelos pecuaristas de Araçatuba, SP, durante o período de 1968/81. Valores expressos em cruzeiros por arroba^a.

Ano	Jan.	Fev.	Mar.	Abr.	Mai	Jun.	Jul.	Ago.	Set.	Out.	Nov.	Dez.
1968	157,4	152,5	145,4	145,3	146,2	143,5	146,1	151,7	153,9	167,5	161,9	148,8
1969	140,1	139,6	135,5	132,3	129,6	133,2	137,9	152,6	154,2	157,0	163,7	154,3
1970	146,5	149,1	155,9	163,9	161,4	163,3	181,9	193,6	197,5	214,8	233,2	223,9
1971	204,7	204,9	195,8	190,6	191,7	191,9	193,5	196,0	193,3	207,9	207,9	207,4
1972	208,9	208,9	203,7	199,5	195,9	192,8	200,6	212,8	239,9	252,3	250,1	244,8
1973	240,8	227,5	217,4	227,9	228,8	230,1	247,5	310,4	388,1	388,8	384,1	296,8
1974	281,8	324,5	304,7	295,1	267,0	274,5	288,9	290,2	280,6	293,2	295,8	266,3
1975	267,3	250,2	228,9	235,6	226,5	211,3	221,0	224,8	225,4	270,9	259,7	250,6
1976	243,1	225,1	220,3	210,7	202,3	204,3	217,9	216,1	215,5	223,3	200,3	193,3
1977	200,6	195,6	187,8	179,4	175,2	177,8	194,1	205,8	233,6	254,1	247,7	238,1
1978	234,5	228,4	221,2	215,5	209,6	240,2	267,5	275,7	315,8	346,2	333,7	325,6
1979	326,3	314,5	319,4	326,2	321,4	313,1	348,0	408,3	421,2	420,3	409,5	385,2
1980	349,3	335,1	314,5	311,6	306,2	296,8	301,5	308,1	319,4	344,6	293,7	277,3
1981	252,4	232,6	223,4	211,8	199,5	192,1	198,2	221,8	245,5	263,5	241,3	219,6

^a Fonte: Registros de pecuaristas, SIMA e IBGE.