

Geração de subsídios para a tomada de decisão na cadeia produtiva da bovinocultura do Brasil

Data de recebimento: 16/01/2007
Data de aprovação: 16/04/2007

Lorena Vicini, M. Sc. (UFSM) – lorenavicini@pop.com.br

• Rua Catharina Signori Vicentin, 377, Bairro: Barão Geraldo – CEP: 13083790 – Campinas-SP

Adriano Mendonça Souza, Dr. (UFSM) – amsouza@ccne.ufsm.br

Resumo

Nesta pesquisa, buscou-se gerar subsídios estatísticos para uma política de incentivo à criação de bovinos no Brasil e, a partir desses, inserir a produção de bovinos num sistema de gerenciamento da qualidade, o ciclo PDCA. Para isso, utilizaram-se algumas técnicas da análise multivariada, tais como Análise de Agrupamentos, que possibilitou a reunião de categorias de bovinos similares, levando-se em consideração a sua produção e, ainda, a verificação das oscilações ocorridas no período de 1997 a 2000. A Análise Fatorial possibilitou identificar os Estados que se destacaram nacionalmente, no decorrer deste período, bem como as características regionais, ou seja, a categoria de bovino predominante em cada região. Tendo identificado os Estados que se destacaram nacionalmente, foi realizada a monitoração do preço do boi gordo nestes Estados, mediante a metodologia de séries temporais, realizando, assim, previsões de seus valores futuros. A partir da identificação dos Estados e da monitoração dos mesmos, inseriu-se a bovinocultura nacional no ciclo PDCA, sendo que as etapas utilizadas para desenvolver esta pesquisa compõem as etapas do ciclo.

Palavras-chave: *Bovinocultura; Técnicas multivariadas; Monitoração; Ciclo PDCA; Produção.*

Abstract

The main purpose of this research was to generate statistical subsidies for a policy of incentive to the beef cattle raising in Brazil and from them to insert the beef cattle production in a quality management system, the PDCA cycle. For this purpose some multivariate analysis techniques were used such as, the Cluster Analysis, which make possible to group categories of similar beef cattle, considering their production and also to verify the oscillations occurred from 1997 to 2000. The Factorial Analysis makes possible to identify the states, which were distinguished nationally within this period, as well as the regional characteristics, that is, the beef cattle category predominant in each state. When identifying the states, which were distinguished nationally, the fat beef cattle price monitoring was performed in these states x using the time series analysis, this way, forecasting their future prices. From the states' identification and their monitoring, the national cattle breeding was inserted into the PDCA cycle, once the stages used to develop this research constitute the stages of the cycle.

Keywords: *Cattle breeding; Multivariate Analysis; Monitoring; PDCA cycle; Production.*

1. INTRODUÇÃO

A agroindústria brasileira é responsável pela movimentação de 458 bilhões de reais anual, o que equivale a um terço do produto interno bruto e gera em torno de 18 milhões de empregos, sendo que 42% de tudo que o Brasil exporta, vêm do agronegócio (GUIA AG.). Em contra-partida, o preço pago pelo boi gordo no mercado interno não pára de cair, sendo que a cotação teve uma queda de 2,13%, enquanto os custos de produção tiveram um aumento médio, em torno de 9,04%, comprometendo, dessa forma, a continuidade do crescimento das exportações.

Há nove anos, o Brasil busca a adaptação do agronegócio brasileiro às novas regras sanitárias e de qualidade, elaboradas pela Organização Mundial do Comércio (OMC), como fórmula de agregar valor, abrir novos mercados e consolidar mercados exigentes.

A dimensão da necessidade de planejamento, controle e gerenciamento das operações relativas à rastreabilidade, sanidade, políticas de incentivo, padronização de atividade, genealogia do rebanho, manejo e fatos nutricionais são dados que demonstram a complexidade dos avanços da pecuária tecnificada ou “contemporânea” sobre a tradicional.

Com utilização de sistemas mistos de produção, transformam-se necessariamente as fazendas em empresas rurais, com utilização de técnicas de gestão, voltadas a atender às necessidades do consumidor final.

Como qualquer atividade econômica, porém, a pecuária tem que gerar lucro para o produtor e satisfação para o consumidor final; portanto, deve ser tratada com profissionalismo e adoção de procedimentos de gestão, como em qualquer outro empreendimento.

O objetivo principal desta pesquisa é demonstrar as diferenças ocorridas na bovinocultura nacional, entre as regiões do Brasil e gerar subsídios estatísticos para uma política de incentivo à criação de bovinos. As técnicas multivariadas servirão para a caracterização de todos os Estados brasileiros e, a partir desses resultados, a previsão do preço do boi gordo em cada Estado, determinado pela AM, se dará por meio da técnica de análise de séries temporais. Deve-se utilizar as previsões como termômetro de desenvolvimento desta atividade econômica, pois esta variável está intimamente ligada à política de incentivo à criação de bovinos.

A partir dessas técnicas, busca-se inserir a produção de bovinos num sistema de gerenciamento da qualidade, o PDCA, o qual fornecerá etapas que devem ser seguidas e no qual, produtores e órgãos responsáveis pela bovinocultura poderão, constantemente, planejar, executar, verificar e agir de modo a alcançarem melhores resultados nesta atividade econômica, podendo, assim, utilizar-se de uma ferramenta gerencial da qualidade.

2. METODOLOGIA

A busca por um conjunto de dados que refletisse a produção de bovinos no Brasil, foi fundamental para o desenvolvimento da pesquisa, assim como uma revisão de literatura aprofundada sobre o assunto.

Inicialmente, elaborou-se um banco de dados, constituído pelos 27 Estados brasileiros e pelas categorias de bovinos. Essas categorias são as seguintes: Touro (TOU), Vaca (VAC), Novilho de 1 a 2 anos (N 1 a 2), Novilho de 2 a 3 anos (N 2 a 3), Bezerras (Bas), Bezerros (Bos), Garrotes de 1 a 2 anos (G 1 a 2), Garrotes de 2 a 3 anos (G 2 a 3), Bois de 3 a 4 anos (B 3 a 4), Bois com mais de 4 anos (B + 4), fazendo o somatório anual de cada categoria, que são dez, no período de oito anos, compondo, assim, um banco de dados com um total de 80 variáveis, no período de 1997 a 2004, com coletas anuais. Posteriormente, uma análise descritiva foi proferida para se conhecer o perfil de produção de cada Estado brasileiro, a qual servirá de auxílio para as análises subseqüentes da pesquisa. Logo a seguir, aplicaram-se técnicas de análise de agrupamentos (AA) e análise fatorial (AF), pois a análise conjunta das variáveis e dos períodos de análise ficaria comprometida, se não fosse utilizado um procedimento multivariado. Desta forma, capta-se o inter-rela-

cionamento das variáveis em estudo e aplicadas na busca de identificação dos fatores extraídos na análise, sendo que esses fatores identificados pela AF, são uma descoberta feita pelo pesquisador, permitindo que abstraia o verdadeiro reflexo daquele fator sobre o estudo realizado.

Inicialmente, ele tem várias medidas e não é possível identificar quais variáveis podem ser reunidas num fator. A AF é que vai descobrir isso, pois permite abstrair o que de importante existe em cada fator.

Assim, identificam-se os Estados de maior relevância no panorama nacional, em relação à produção bovina, que serão utilizados para se encontrar uma previsão, a curto-prazo, do preço do boi gordo, por meio da análise de séries temporais, utilizando os modelos Auto-regressivos Integrados de Médias Móveis ARIMA (p,d,q), desenvolvidos por Box e Jenkins (1970). A variável preço do boi gordo é determinante para o desempenho dessa atividade, por isso ela será utilizada para monitorar o processo produtivo e realizar as previsões.

A etapa final consistiu em inserir a bovinocultura em um gerenciamento da qualidade, no ciclo do PDCA, o qual, segundo Werkema (1995, p. 17), “consiste num método gerencial de tomada de decisões para garantir o alcance das metas necessárias à sobrevivência de uma organização”. Esse ciclo está subdividido nas etapas de planejamento, execução, verificação e atuação corretiva. Existem duas formas de atuação possíveis: a primeira, consiste em adotar como padrão, o plano proposto, caso a meta tenha sido alcançada e a segunda, consiste em agir sobre as causas do não-atingimento da meta, caso o plano não tenha sido efetivo, possibilitando, assim, aos produtores e órgãos responsáveis pela bovinocultura, manterem um maior controle na produção de bovinos.

3. MARCO TEÓRICO

Descrevem-se sucintamente, aqui, as duas abordagens de análise utilizadas nesta pesquisa: a análise multivariada e a análise de séries temporais univariada.

- Análise multivariada

De acordo com Hair (2005), Malhotra (2001), Johnson & Wichern (1992), a Análise Multivariada é uma ferramenta estatística que processa as informações, de modo a simplificar a estrutura dos dados e a sintetizar as informações, quando o número de variáveis envolvidas é muito grande, facilitando o entendimento do relacionamento existente entre as variáveis do processo.

A Análise de Agrupamentos tem por objetivo agrupar as variáveis, conforme a sua proximidade ou características comuns, buscando mostrar a homogeneidade dentro do grupo e a heterogeneidade entre os grupos. Esta análise torna-se interessante, principalmente sob o aspecto descritivo, pois seu resultado final é um gráfico de esquemas hierárquico, denominado dendograma, também chamado de gráfico em árvore, onde é sintetizado o comportamento das variáveis.

O procedimento básico de todos os métodos aglomerativos de agrupamento é similar, consideram-se dois indivíduos i e i' , calcula-se a distância entre eles, dada por:

$$d_{ii'} = \left[\sum_{j=1}^p (X_{ij} - X_{i'j})^2 \right]^{\frac{1}{2}} \quad (1)$$

Iniciando-se com o cálculo de uma matriz de distâncias entre as variáveis, repete-se este procedimento até se aglutinar os indivíduos com a menor distância, isto é, aqueles mais semelhantes. Este cálculo é representado por meio de um dendograma, no qual é possível verificar as fusões sucessivas dos indivíduos, até formarem um único grupo, REGAZZI (2001).

Análise Fatorial (AF) é uma técnica estatística que envolve um processo composto de vários métodos estatísticos multivariados, com o propósito de definir a estrutura subjacente em uma matriz de dados, para

atingir seus objetivos, que são: a redução e a sumarização de dados Malhotra (2001, p. 520)

A análise fatorial faz uma abordagem estatística, com a intenção de analisar inter-relações entre um grande número de variáveis e explicá-las através de suas dimensões inerentes comuns, que são os fatores encontrados. Para determinar o número de fatores, é possível encontrar tantas quantas forem as variáveis, porém perde-se a objetividade. A determinação desses fatores pode ser baseada em autovalores, gráfico de declive (*scree plot*) ou na percentagem da variância; aqui, se considera para análise, apenas aqueles autovalores superiores a 1,0.

Para o desenrolar da análise fatorial, alguns passos essenciais precisam ser considerados, como: observar a natureza dos dados, verificar se possuem grandezas diferenciadas e se necessitam de padronizações; calcular a matriz de correlação e partir para o cálculo dos autovalores, que fornecerão subsídios para encontrar a variância total explicada por fator.

As análises baseadas neste princípio são chamadas de análises de “autovetores”. O escalar $\hat{\Lambda}$ será chamado de autovalor e o vetor \bar{X} , um autovetor.

Seja S a matriz de variância-covariância quadrada $p \times p$, e I a matriz identidade $p \times p$, então os escalares $\hat{\Lambda}_1, \hat{\Lambda}_2, \dots, \hat{\Lambda}_p$ satisfazem a equação polinomial:

$$|S - \hat{\Lambda}I| = 0 \quad (2)$$

são chamados autovalores ou raízes características da matriz S .

Seja S a matriz de variância-covariância de dimensão $p \times p$ e seja $\hat{\Lambda}$ um autovalor de S . Logo \bar{X} é um vetor não nulo ($x \neq 0$), tal que:

$$S \bar{X} = \hat{\Lambda} \bar{X}, \quad (3)$$

no qual, \bar{X} é uma matriz $p \times p$ de todos autovetores; e $\hat{\Lambda}$ é uma matriz $p \times p$ de todos autovalores.

Então \bar{X} é dito autovetor ou vetor característico da matriz S , associada com o valor $\hat{\Lambda}$. Para determinar os fatores, a partir da matriz S , procede-se a resolução da equação característica para obter a solução:

$$|S - \hat{\Lambda}I| = 0, \text{ isto é, } |S - \hat{\Lambda}I| = 0.$$

Sejam $\hat{\Lambda}_1, \hat{\Lambda}_2, \dots, \hat{\Lambda}_p$ as p soluções, temos que a cada autovalor $\hat{\Lambda}_i$ corresponde um autovetor característico com $\sum_{j=1}^p x_{ij}^2 = 1$, sendo esta a condição de normalidade e $\sum_{j=1}^p x_{ij} x_{kj} = 0$ para $i \neq k$ ($\bar{X}_i^t \cdot \bar{X}_k = 0$ para $i \neq k$), sendo esta a condição de ortogonalidade dos vetores. A normalidade é a primeira restrição feita para que o sistema tenha solução única; e a segunda restrição, é a ortogonalidade, que garante que as componentes principais sejam independentes.

Conforme Regazzi (2001), tomando os elementos do vetor \bar{X}_i , assim determinados como os coeficientes de Y_i , tem-se que o i -ésimo componente principal, é dado por: $Y_i = x_{i1}X_1 + \dots + x_{i2}X_2 + \dots + x_{ip}X_p$, Tem-se:

$$i) \text{Vâr}(Y_i) = \hat{\Lambda}_i \text{ logo } \text{Vâr}(Y_1) > \text{Vâr}(Y_2) > \dots > \text{Vâr}(Y_p); \quad (4)$$

$$ii) \sum \text{Vâr}(X_i) = \sum \hat{\Lambda}_i = \sum \text{Vâr}(Y_i); \quad (5)$$

$$iii) \text{Côv}(Y_i, Y_j) = 0, \text{ desde que } \sum_{j=1}^p x_{ij} x_{kj} = 0 \quad (6)$$

Deve-se observar que nesta metodologia, a explicação de cada componente principal Y_i é medida em termos de variância. Logo, tem-se que o quociente é expresso em percentagem:

$$\frac{\hat{V}ar(Y_i)}{\sum_{i=1}^p \hat{V}ar(Y_i)} \cdot 100 = \frac{\hat{\Lambda}_i}{\sum_{i=1}^p \hat{\Lambda}_i} \cdot 100 = \frac{\hat{\Lambda}_i}{\text{traço}(S)} \cdot 100, \quad (7)$$

sendo que essa expressão representa a proporção da variância total explicada por cada fator.

Ao se estudar um conjunto de n observações de p variáveis, é possível encontrar novas variáveis, denominadas de \hat{Y}_k , $k = 1, \dots, p$, que são combinações lineares (CL) das variáveis originais X_p , não correlacionadas e apresentam um grau de variabilidade diferente umas das outras, também apresentadas em ordem decrescente de valores.

A partir da matriz S , é possível encontrar os valores $\hat{\Lambda}_1 \geq \hat{\Lambda}_2 \geq \dots \geq \hat{\Lambda}_p \geq 0$ que são as raízes características, todas distintas e apresentadas em ordem decrescente de valores e, como S (matriz de variância-covariância) é positiva, por definição, todos os autovalores são não-negativos. Os eixos principais são os autovetores das matrizes variância-covariância ou matriz de correlação ou os autovetores que fornecem a direção dos eixos na análise.

- Metodologia Box & Jenkins

O estudo de séries temporais teve um grande impulso com o trabalho publicado por Box & Jenkins, em 1970, que foi o marco histórico e científico da metodologia que estuda os modelos ARIMA. Desde então, autores como Morettin & Toloi (2004) dedicam-se ao estudo dessa metodologia e suas diversas aplicações, assim como outros autores.

Os modelos de séries temporais possibilitam descrever um processo estocástico, utilizando-se apenas valores passados e presentes da variável. Assim, dada uma série y_t , os modelos de séries temporais poderão ser descritos, como segue:

$$y_t = \phi_1 y_{t-1} + \dots + \phi_p y_{t-p} + \varepsilon_t - \theta_1 \varepsilon_{t-1} - \dots - \theta_q \varepsilon_{t-q}, \quad (8)$$

ou, ainda

$$(1 - \phi_1 B - \dots - \phi_p B^p) y_t = (1 - \theta_1 B - \dots - \theta_q B^q) \varepsilon_t, \quad (9)$$

onde B é o operador de defasagem ($B y_t = y_{t-1}$), ϕ e θ são os parâmetros do modelo e ε_t o termo de erro. As variáveis defasadas de y_t representam a parte auto-regressiva do modelo (AR), enquanto as defasagens do termo de erro representam a parte de média móvel (MA). As equações (8) e (9) representam o modelo ARMA (p, q), onde p representa a ordem de defasagem do termo auto-regressivo e q , a ordem de defasagem do termo de média móvel. No caso dos modelos puramente sazonais, tem-se que:

$$(1 - \Phi_1 B^S - \dots - \Phi_P B^{PS}) y_t = (1 - \Theta_1 B^S - \dots - \Theta_Q B^{QS}) \varepsilon_t, \quad (10)$$

onde Φ e Θ são os parâmetros do modelo sazonal e S é o período sazonal. Como as séries temporais sazonais, em geral, têm componentes não sazonais, o modelo deve ser estimado como misto sazonal - não sazonal. A representação do modelo é feita como segue:

$$\begin{aligned} (1 - \phi_1 B - \dots - \phi_p B^p)(1 - \Phi_1 B^S - \dots - \Phi_P B^{PS}) y_t &= (1 - \theta_1 B - \dots - \theta_q B^q) \\ (1 - \Theta_1 B^S - \dots - \Theta_Q B^{QS}) \varepsilon_t, \end{aligned} \quad (11)$$

Assim, tem-se um modelo misto SARIMA (p, q)(P, Q) $_S$, onde p e q referem-se, respectivamente, às ordens auto-regressiva e de média móvel; enquanto P e Q referem-se, respectivamente, à ordem auto-regres-

siva sazonal (SAR) e de média móvel sazonal (SMA). Para aplicar a metodologia de Box & Jenkins, usando esse modelo, a série em estudo deve ser estacionária, ou seja, tem que ter média, variância e covariância finitas e constantes. A ferramenta utilizada para a identificação do modelo será a Função de Autocorrelação (ρ_k), (FAC) e a Função de Autocorrelação Parcial (FACP). A referida função é dada por:

$$\hat{\rho}_k = \frac{\sum_{t=k+1}^T (y_t - \bar{y})(y_{t-k} - \bar{y})}{\sum_{t=1}^T (y_t - \bar{y})^2} \quad (12)$$

onde \bar{y} é a média do processo e k é o número de defasagem das autocorrelações. A ocorrência de estacionaridade está relacionada a uma queda brusca das funções de autocorrelações no correlograma da série. A FAC também, mostrará se há componente sazonal, o que pode ser observado quando esta segue um padrão de picos e depressões, num período de um ano. Da mesma forma, a FAC mostrará a não-estacionaridade sazonal.

Se a série em estudo for não-estacionária, deve-se estacionarizá-la por diferenças, onde d representará a ordem de diferenciação não-sazonal e D , a ordem de diferenciação sazonal, conforme equação:

$$\Delta^d y = y_t - y_{t-1} \text{ (diferença)} \quad (13)$$

$$\Delta^D y = y_t - y_{t-s} \text{ (diferença sazonal)} \quad (14)$$

A diferenciação da série, em termos não-sazonal e sazonal, tem por objetivo torná-la estacionária, o que possibilitará a aplicação da metodologia de Box & Jenkins.

Segundo Morretin & Toloí (1987), a construção dos modelos Box & Jenkins é baseada em um ciclo iterativo, no qual a escolha do modelo é feita com base nos próprios dados. Segundo Box & Jenkins (1976), três são as etapas para construção do modelo: identificação, estimação e verificação; a primeira, identifica o suposto modelo a ser utilizado com o auxílio da função de autocorrelação e autocorrelação parcial; a estimação consiste em encontrar os parâmetros que representarão, de forma significativa, a parte autorregressiva, a de médias móveis e o número de diferenças. Quando o modelo for sazonal, esses parâmetros também, serão estimados. Na terceira etapa, é realizada a verificação do modelo, por meio da análise dos resíduos e pelos critérios penalizadores AIC e BIC, que são utilizados para que forneça boas previsões.

Muitos pesquisadores preferem utilizar um procedimento auxiliar na identificação, que são os critérios de seleção de modelos construídos com base na variância estimada e_p , no tamanho da amostra e nos valores de p e q . Os mais utilizados são o critério AIC e o critério BIC.

$$AIC = T \ln(\text{soma do quadrado dos resíduos}) + 2n; \quad (15)$$

$$SBC = T \ln(\text{soma do quadrado dos resíduos}) + n \ln(T); \quad (16)$$

onde,

n = número de parâmetros estimados;

T = número de observações utilizadas.

Em vez de estabelecer p e q precisamente, estima-se os modelos correspondentes a vários pares (p , q) e escolhe-se aquela especificação que apresentar o menor valor para AIC ou para BIC.

A presença de p e q nas fórmulas dos critérios AIC e BIC, tem por objetivo “penalizar” os modelos com muitos parâmetros, tendo em vista que modelos mais parcimoniosos deverão ser privilegiados, por apresentarem menor número de parâmetros a ser estimado.

A crítica que se faz a esses critérios, é que eles podem conduzir a modelos super-especificados, ou seja, modelos com valores de p e/ou q maiores do que o correto. Assim sendo, os critérios AIC e BIC deverão ser usados como procedimento complementar e não alternativo àquele baseado na FAC e na FACP.

A análise dos resíduos de modelos ajustados é de extrema importância na escolha final do modelo, que

melhor explica a dinâmica da série temporal em estudo. Se os resíduos forem autocorrelacionados, então a dinâmica da série em estudo não será completamente explicada pelos coeficientes do modelo ajustado.

Os resíduos também, deverão apresentar-se com média zero, variância constante e seguindo a distribuição normal. Por esse motivo, o pesquisador conseguirá encontrar diversos modelos que contemplarão essas características, mas que nem sempre oferecerão as melhores previsões; logo, utilizar-se-ão os critérios de seleção, para auxiliar na decisão pelo melhor modelo.

Embora a utilização da metodologia B&J, também sirva para o estudo da função geradora do modelo, a previsão é uma das principais razões da popularidade da metodologia de Box & Jenkins, que em muitos casos, as previsões de curto prazo são melhores que as obtidas com base nos modelos econométricos tradicionais.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Após a coleta e a elaboração do banco de dados terem sido realizadas, uma estatística descritiva foi realizada para verificar o comportamento das variáveis, em cada Estado e em cada período do estudo.

De acordo com a análise descritiva realizada, foi possível verificar que todos os Estados brasileiros estão reduzindo a idade de abate dos animais, de 3 a 4 anos para 2 a 3 anos, ou seja, a categoria representada pelos bois está deixando de existir, sendo substituída pelo abate jovem, que ocorre com novilhos de 2 a 3 anos. Isso significa um ganho para o país, que passa a produzir uma carne de melhor qualidade e ocorre um retorno maior para o produtor, que recebe pelo seu produto num menor espaço de tempo.

Com esta análise, foi possível verificar que no período de 1997 a 2004 ocorreu uma quebra na estrutura bovina nacional, ou seja, o período de 1997 a 2000 apresentou uma característica diferente da ocorrida no período de 2001 a 2004, sendo que no primeiro período, houve um decréscimo no número de matrizes, e, no segundo, ocorreu um aumento das mesmas. Logo, esta análise será proferida em dois períodos: a primeira, referente ao período de 1997 a 2000 e a segunda, referente ao período de 2001 a 2004.

As Figuras 1 e 2 mostram os dendogramas, formados a partir da matriz inicial de variáveis, nos períodos de 1997 a 2000 e 2001 a 2004, mediante a técnica da análise de agrupamentos. Na Figura 1, observa-se, ao traçar a Linha Fenon, a formação de cinco grupos distintos. O primeiro grupo é formado pelas variáveis: touros, bois de 3 a 4 anos, bois + de 4 anos, representando os reprodutores e os animais para o abate. O segundo grupo, formado por novilhos de 2 a 3 anos, garrotes de 2 a 3 anos, representando o abate jovem de animais. O terceiro grupo é formado por novilhos de 1 a 2 anos, bezerras, bezeros e garrotes de 1 a 2 anos, que está representando a cria e engorda de animais. O quarto grupo é formado pela variável representada pelo número de vacas, que no ano de 1997, formou um grupo isolado, por ser o maior número de animais encontrados em todo o período. O quinto grupo é também, formado pela variável representada pelo número de vacas, no período de 1998 a 2000. Mediante o dendograma, é possível verificar a queda ocorrida no número de matrizes no período de 1997 a 2000.

Na Figura 2, há cinco grupos homogêneos distintos. O primeiro grupo é formado pelas variáveis: touros, bois de 3 a 4 anos, bois + de 4 anos, representando os reprodutores e os animais para o abate. O segundo grupo, formado por garrotes de 2 a 3 anos, representando o abate jovem de animais. O terceiro grupo é formado por novilhos de 2 a 3 anos, garrotes de 1 a 2 anos, novilhos de 1 a 2 anos, bezerras e bezeros, que representa a cria e engorda de animais. O quarto grupo é formado pela variável representada pelo número de vacas no período de 2001 a 2003 e o quinto grupo é formado pela variável vacas, apenas no ano de 2004, que formou um grupo isolado, por ser o maior número de animais encontrados em todo o período em análise. O quarto e o quinto grupos representam as matrizes para a criação de bovinos. Com a representação gráfica do dendograma, pode-se observar que o rebanho bovino brasileiro, no período de 2001 a 2004, tornou a crescer. Os dendogramas foram traçados, utilizando-se o método do vizinho mais próximo e a distância euclidiana.

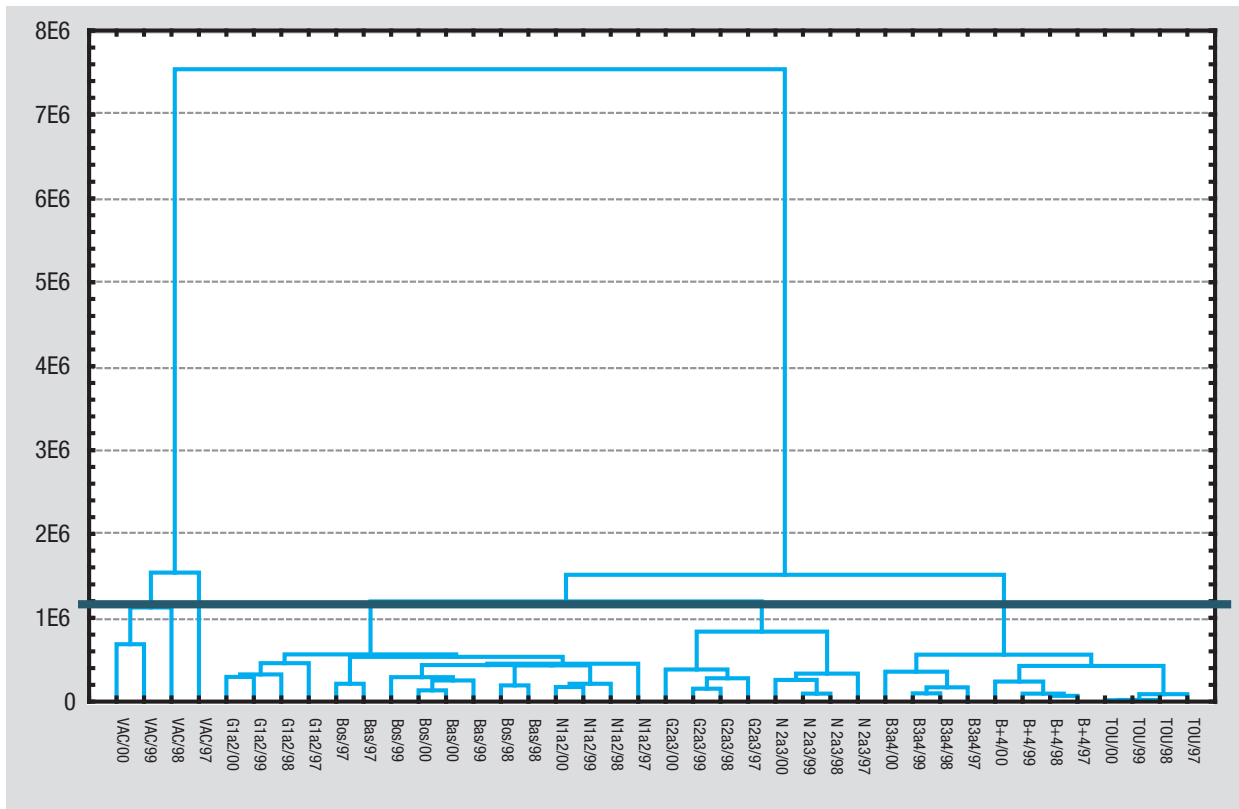


FIGURA 1 – Dendrograma com as variáveis, no período de 1997 a 2000, pelo método de agrupamento por ligação simples.

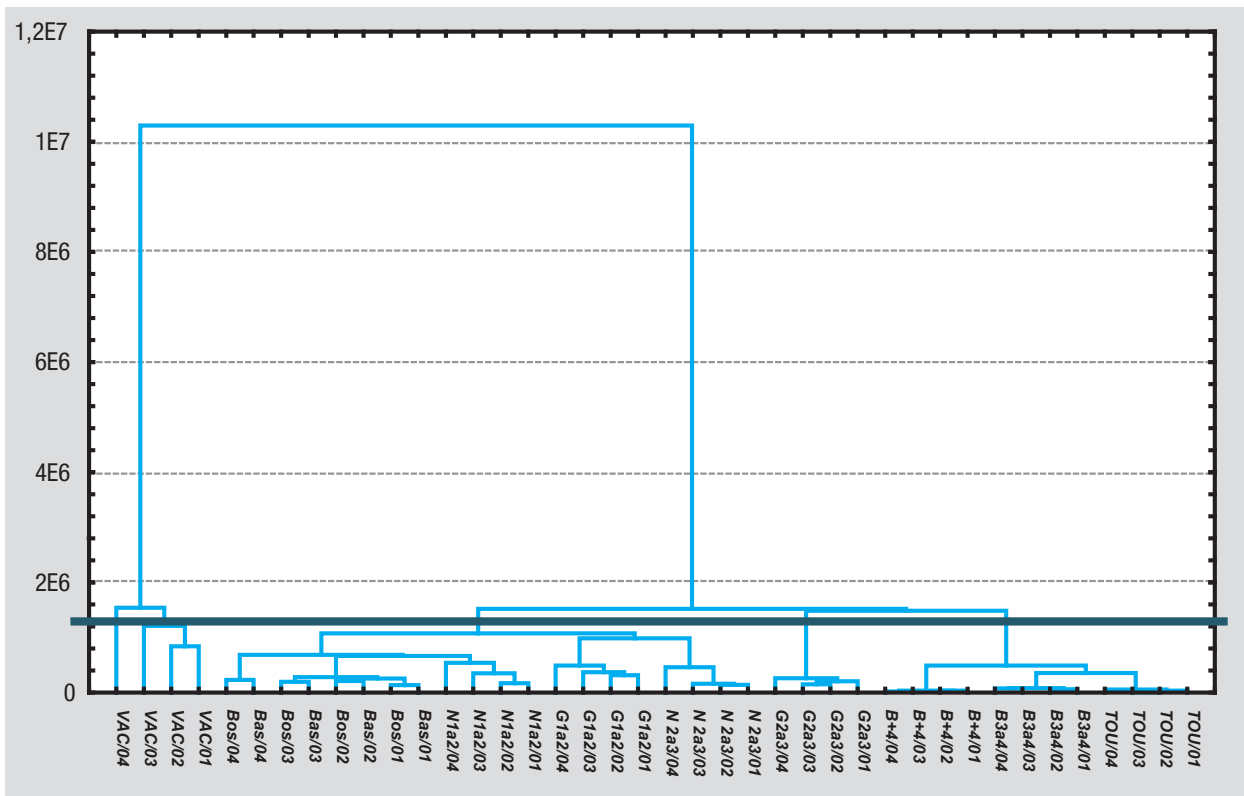


FIGURA 2 – Dendrograma com as variáveis, no período de 2001 a 2004, pelo método de agrupamento por ligação simples.

Sem a realização dos *clusters*, seria extremamente difícil determinar e visualizar a quebra de estrutura na atividade agropecuária. Desta forma, procede-se a análise fatorial em dois períodos diferenciados. Para proceder a AF, foi calculada a matriz de correlação, a qual mostrou que praticamente todos os valores são superiores a 0,5, o que significa que a correlação entre as variáveis está de moderada a forte.

Para fins de análise, foram consideradas apenas aqueles autovetores superiores a um. Verifica-se que aproximadamente 98% da variabilidade dos dados é explicada por dois fatores; isso representa que, de 40 variáveis, com 27 observações, passa-se a utilizar dois componentes, com 27 observações, que representam o conjunto original, havendo, dessa forma, uma redução de dimensionalidade do problema, com perda de explicação de 2,00%.

TABELA 1 – Autovalores e percentual da variância explicada de cada componente, no período de 1997 a 2000.

Fatores	Autovalores Extração dos componentes principais			
	Autovalores	% da variância explicada	Autovalores acumulados	% da variância acumulada
1	35,82	89,56	35,82	89,56
2	3,38	8,44	39,20	98,00
3	0,47	1,17	39,67	99,17

Na Tabela 2, verifica-se que aproximadamente 97,62% da variabilidade dos dados é explicada por dois fatores; isso representa que de 40 variáveis com 27 observações, passa-se a utilizar dois componentes com 27 observações que representam o conjunto original, havendo, dessa forma, uma redução de dimensionalidade do problema, com perda de explicação de 2,38%.

Buscando encontrar os planos fatoriais, realizou-se uma rotação *varimax normalizada*, a qual possibilita uma melhor visualização das variáveis que compõem os fatores selecionados para o estudo, onde as cargas fatoriais mais elevadas são as responsáveis pelas denominações dos fatores e são estatisticamente significativas.

Analisando os fatores encontrados no período de 1997 a 2000, após a rotação dos eixos, pode-se concluir que o fator 1 é o mais importante para o estudo, pois é derivado do maior autovalor e possui uma explicação de 89,56%.

TABELA 2 - Autovalores e percentual da variância explicada de cada componente no período de 2001 a 2004

Fatores	Autovalores Extração dos componentes principais			
	Autovalores	% da variância explicada	Autovalores acumulados	% da variância acumulada
1	33,86	84,64	33,86	84,64
2	5,19	12,97	39,05	97,62
3	0,41	1,01	39,45	98,63

As variáveis que mais contribuem neste fator, são assim representadas: TOU/97, VAC/97, N 2a3/97, N 1a2/97, Bas/97, Bos/97, G 1a2/97, G 2a3/97, TOU/98, VAC/98, N 2a3/98, N 1a2/98, Bas/98, Bos/98, G 1a2/98, G 2a3/98, TOU/99, VAC/99, N 2a3/99, N 1a2/99, Bas/99, Bos/99, G 1a2/99, G 2a3/99, TOU/00, VAC/00, N 2a3/00, N 1a2/00, Bas/00, Bos/00, G 1a2/00, G 2a3/00. Logo, pode-se denominar este fator de cria, recria e engorda de animais. O fator 2 é derivado do

segundo autovalor e possui uma explicação de 8,44%. As variáveis que mais contribuem na formação desse fator, são as seguintes: B 3 a 4/97, B + 4/97, B 3 a 4/98, B + 4/98, B 3 a 4/99, B + 4/99, B 3 a 4/00, B + 4/00. O fator 2 pode ser denominado de abate, pois as variáveis que o compõem, representam o abate de bovinos.

Analogamente, analisando o período de 2001 a 2004 e embora o dendograma tenha sinalizado uma quebra na estrutura de produção, abstrai-se para os dois constructos deste período, a mesma denominação do período anterior. O primeiro fator explica 84,64% dos dados originais e é também, denominado de fator de cria, recria e engorda de animais. O fator 2 é derivado do segundo autovalor e possui uma explicação de 12,97%, sendo denominado de abate, pois as variáveis que o compõem representam o abate de bovinos.

Observa-se, na Figura 3, que algumas variáveis estão sobrepostas e isso mostra que elas possuem a mesma representatividade. Outro fato importante é que as variáveis estão bem próximas ao círculo de correlação unitário, mostrando que são altamente representativas para o plano fatorial traçado.

Uma das principais utilizações do círculo unitário é realizar a sua sobreposição sobre o plano fatorial; dessa forma, é possível identificar, visualmente, quais variáveis estão relacionadas com os casos em estudo.

Analisando as Figuras 3 e 4 simultaneamente, verifica-se que os Estados brasileiros que se destacam na cria, recria e engorda de bovinos no país, são: MG, MS, MT e GO. A área espacial representada pelo retângulo, no segundo quadrante, representa os Estados brasileiros que se destacaram no abate: SP e RS.

Após a realização da análise do período de 1997 a 2000, procedeu-se a análise do segundo período, de 2001 a 2004, no qual os Estados de MG, MS, MT e GO mantiveram-se em destaque na cria, recria e engorda de bovinos. Já os Estados que representam o abate de bovinos, sofreram uma alteração, em que o Estado da BA e o RS representam o abate nacional, e o Estado de SP deixou de estar em destaque em relação a esta atividade econômica.

Os demais Estados, após as análises realizadas, podem ser classificados com desempenho inferior, por possuírem pouca ou nenhuma representatividade em relação à produção nacional de bovinos.

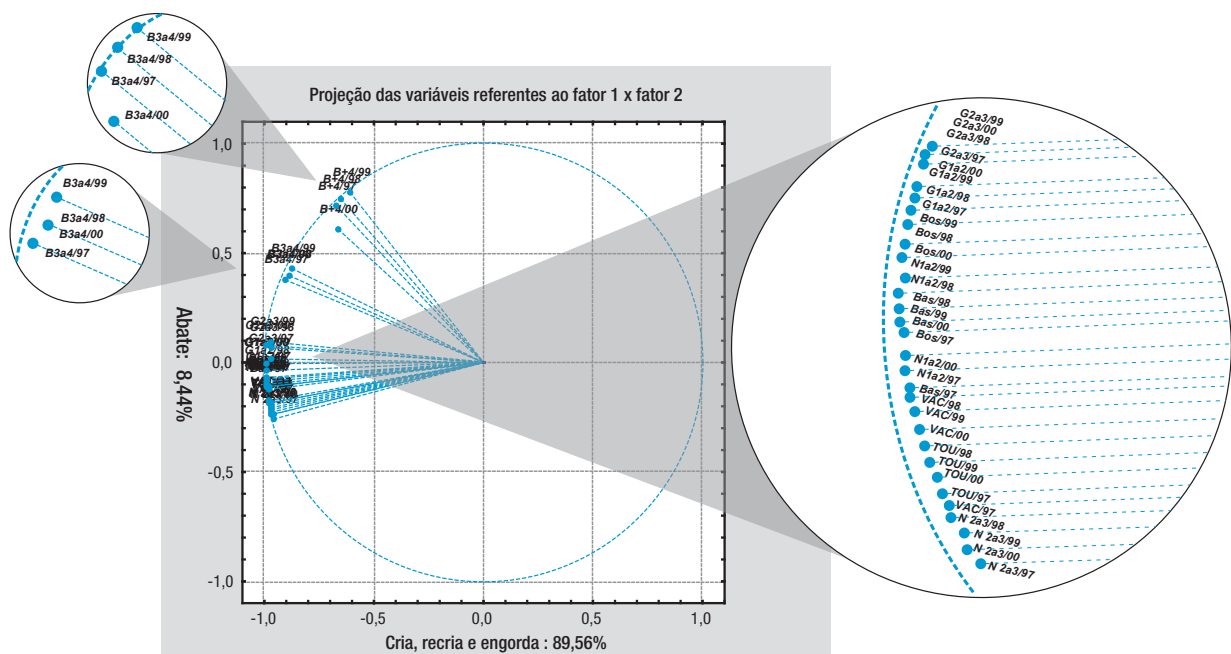


FIGURA 3 – Gráfico da distribuição da nuvem de variáveis, no círculo de correlação, no período de 1997 a 2000.

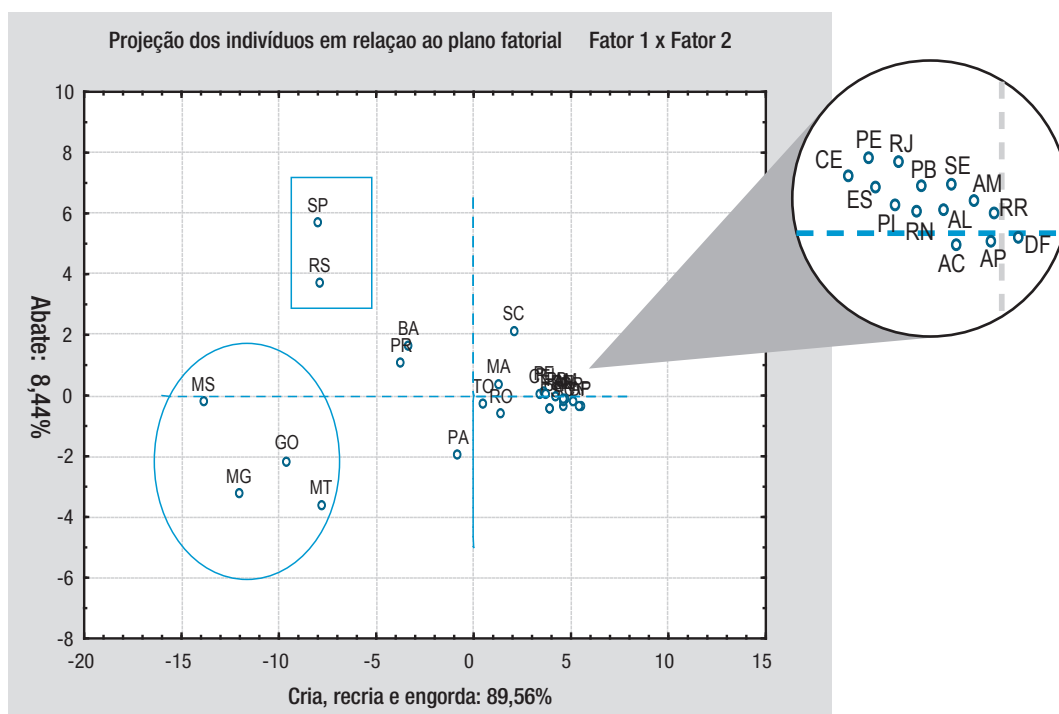


FIGURA 4 - Gráfico da distribuição da nuvem de pontos (os Estados), no período de 1997 a 2000

Todo o processo produtivo deve ser analisado de forma a proporcionar um benefício para o setor. Até o presente momento, foi possível identificar os Estados produtores e o tipo de produção que cada um apresenta. Também, foi possível verificar as oscilações ocorridas no período de análise. Esse procedimento está inserido na etapa de verificação do ciclo PDCA, o que não é suficiente para se precaver de problemas futuros que este setor poderá enfrentar. Ainda, nesta etapa, será utilizada a metodologia de previsão, que possibilitará monitorar a cotação do boi gordo no mercado nacional. Embora esta variável não esteja diretamente ligada ao número de cabeças de gado produzidas, sabe-se que a elevação do valor da cotação influencia diretamente no aumento do número de cabeças. Isto é, essa variável funciona como um termômetro que estimula a produção.

Através da metodologia BOX & JENKINS, foi possível modelar uma série temporal, que melhor explicou o preço do boi gordo, nos Estados em destaque, o que possibilitou a realização da previsão para o ano de 2005. Os modelos utilizados foram os que melhor representaram as séries, atendendo aos pressupostos da análise dos resíduos e aos critérios para se realizar boas estimativas de previsão.

Na Tabela 3, mostram-se os modelos encontrados que melhor representaram cada Estado em destaque.

TABELA 3 – Modelos Box-Jenkins, para as séries em estudo, nos Estados que possuíram destaque na bovinocultura nacional, no período de janeiro de 1997 a dezembro de 2004.

Estados	Modelos
RS	SARIMA(2,1,0)(1, 0, 1) ¹²
MG	ARIMA (1,2,1) ¹²
MS	SARIMA(0,1,1)(1, 0, 1) ¹²
MT	ARIMA(0,2,2) ¹²
GO	ARIMA(1,1,2) ¹²
BA	ARIMA(0,2,2) ¹²

Desta forma, tornou-se possível gerar subsídios estatísticos para uma política de incentivo à criação de bovinos, determinando os Estados que são responsáveis por essa atividade econômica, assim como re-

alizou-se a previsão de seus valores futuros, por meio de séries temporais (ST). A partir disso, mostrou-se que é possível inserir a produção de bovinos num sistema de gerenciamento da qualidade, o ciclo PDCA poderá fornecer as etapas para o sistema de gerenciamento que devem ser seguidas, no qual produtores e órgãos responsáveis pela bovinocultura poderão, constantemente, planejar, executar, verificar e agir de modo a alcançar melhores resultados nesta atividade econômica, podendo assim utilizar-se de uma ferramenta gerencial da qualidade.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

As técnicas multivariadas e de séries temporais utilizadas como ferramentas do ciclo PDCA, mostraram-se capazes de representar as variáveis em estudo, refletindo as características e as previsões para este importante setor da produção brasileira.

Espera-se que os resultados gerados com esta pesquisa sirvam para uma tomada de decisão futura, para a implantação de medidas de apoio para o setor e que a bovinocultura seja tratada como um importante segmento da atividade econômica do país.

Acredita-se que havendo incentivos fiscais, por parte dos órgãos responsáveis, que possibilitem ao produtor exercer sua atividade econômica e atingir uma margem de lucro real, este manterá sua atividade econômica.

Espera-se, também, que os órgãos responsáveis pela bovinocultura nacional incentivem os criadores a se inserirem em um sistema de qualidade, que trará resultados positivos para os pecuaristas e para o país, pois o processo possibilitará manter o controle da produção. Sendo esta atividade econômica um processo produtivo, sugere-se que periodicamente seja realizado o giro do ciclo PDCA, pois só assim, com o auxílio da metodologia proposta, será possível verificar o desempenho dessa atividade.

6. AGRADECIMENTOS

Agradecemos a valiosa contribuição dos revisores e o pronto atendimento da equipe da revista gestão e produção, operação e sistemas.

7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BOX, G.E.P., JENKINS, G.M. **Time series analysis**. San Francisco: Holden-Day, 1976.
- CATTEL, R.B. **The scree test for the number of factors**. *Multivariate Behavioral Research*, 1, 1966, p. 245-276.
- GUIA AG LEILÕES DO CRIADOR. Porto Alegre: Centauros. n. 4, 2005.
- GLOBO RURAL. **Agropecuária e negócios**. São Paulo: n. 231.jan. 2005.
- JOHNSON, R.A.; WICHERN, D.W. **Applied multivariate statistical analysis**. 3. ed., New Jersey: Prentice-Hall, 1992.
- KAISER, H.F. **The varimax criterion for analytic rotation in factor analysis**. *Psicométrica: USA*, 1960.
- MALHOTRA, N. K. **Pesquisa de marketing: uma orientação aplicada**. Porto Alegre: Bookman, 2001.
- MARDIA, K.V.; KENT, J. T. i BIBBY, J. M. **Multivariate analysis**. London: Academic, 1979.
- MORETTIN, P. M.; TOLOI, C. M. C. **Análise de séries temporais**. São Paulo: Atual, 1987.
- MORETTIN, P. M.; TOLOI, C. M. C. **Análise de séries temporais**. São Paulo: Edgard Blücher, 2004.
- PEREIRA, Julio César R. **Análise de Dados Qualitativos – Estratégias Mercadológicas para as Ciências**

da Saúde, Humanas e Sociais. 3ª ed. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo, 2001.

REGAZZI, A. J. **INF 766: análise multivariada.** Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, Centro de Ciências Exatas e Tecnológicas, Departamento de Informática, 2001. 166p. Mimeografado.

WERKEMA, M.C.C. **As ferramentas da qualidade no gerenciamento de processos.** Belo Horizonte: Littera Maciel, 1995. (TQC: Gestão pela qualidade total).

ANEXO A – Valores do preço do boi gordo, em dólar por arroba, por Estados de janeiro de 1997 a dezembro de 2004; dados utilizados para a realização das previsões.

Estados	Ano	Jan.	Fev.	Mar.	Abr.	Mai.	Jun.	Jul.	Ago.	Set.	Out.	Nov.	Dez.
MS	1997	21,2	22,2	22,3	22,9	22,2	22,3	23,6	23,7	23,3	24	23,4	23,5
MS	1998	22,4	22,2	22,2	22,6	22	21,8	22,4	23	23,9	23,4	23,4	23,2
MS	1999	19,6	15,5	16,4	18	17,2	16,3	17,4	16,5	18	19,3	20,3	20,6
MS	2000	18,1	17,2	17,2	16,9	16	17,4	18,3	19,3	19,4	19,6	18,7	17,6
MS	2001	17,3	16,8	16,1	16,5	15,7	15,1	14,6	14,8	14,3	14,9	15,7	17
MS	2002	16,6	16	16,6	16	14,8	13,6	12,8	13,5	12,9	11,8	13,7	13,7
MS	2003	14,2	13,4	14	15,2	15,2	16	17	16,8	17,9	18,9	18,9	18,5
MS	2004	18,5	16,7	16,1	16,7	16,1	16,3	16,9	17,3	17,6	18,3	19,3	19,6
MT	1997	20,5	21	21,2	21,9	21,4	21,2	21,7	21,9	21,7	22,7	22,5	22,1
MT	1998	21,7	21,6	21,7	21,7	21,2	21	21,3	21,8	22,5	22,8	22,4	22,1
MT	1999	18,8	14,2	15,4	17,1	16,1	15	15,6	15,4	16,5	18,1	19	19,7
MT	2000	20,3	20,1	19,6	19,8	18,1	18,5	19,4	20,3	20	20,4	19,2	18,1
MT	2001	18,1	17,4	16,6	16,6	16,1	15,3	14,8	15,2	14,7	15,5	16,6	17,7
MT	2002	17,4	16,9	17,2	16,4	15,4	14,1	13,5	14,3	13,9	12,8	14,5	14,1
MT	2003	14,7	14,1	14,6	16,4	16,2	16,9	17,4	17,5	19,1	20	19,7	18,2
MT	2004	18,5	17,8	17,8	17,8	16,8	16,9	17,5	17,9	18,8	19,1	20,2	20,4
GO	1997	21	21,4	21,2	21,8	21,2	21,1	22,1	22,2	22,5	23,2	22,6	22,4
GO	1998	21,4	21,2	21,2	21,2	20,4	20,6	21,1	21,5	22,8	22,9	22,8	22,1
GO	1999	17,9	13,6	14,4	16,1	15,6	14,8	15,7	15,7	16,8	18,5	19,4	20
GO	2000	20,2	19,8	19,9	19,9	18,4	19,8	20,7	21,4	21,2	21,7	20,2	19,3
GO	2001	19,4	18,3	18	17,9	16,9	16,2	15,8	15,8	15,7	16,4	17,4	18,7
GO	2002	18,1	17,6	17,8	17,1	15,9	14,5	14	14,9	14,3	13,4	15,2	15,1
GO	2003	15,6	14,8	14,9	16,4	16,7	17,6	18,3	17,9	19,4	20,3	20,7	19,6
GO	2004	19,1	18,2	18,5	18,9	17,5	18,1	19,2	19,7	20	19,8	21,5	21,8
PR	1997	21,7	22,3	22,2	22,7	22	22,3	23,7	23,3	22,8	23,7	23,5	23,6
PR	1998	23	23	22,9	22,7	21,7	21,7	22,6	23,2	24,1	23,5	23,3	23
PR	1999	19,7	15,5	16	17,4	17	16,1	17	16,6	18	19,1	20,1	20,9
PR	2000	21,6	21,6	21,3	20,8	19,4	20,5	21,2	22,3	22,1	22,5	21,1	20,2
PR	2001	19,9	18,9	18,6	18,4	17,2	16,6	16,5	16,9	16,1	16,3	17,4	18,8
PR	2002	18,5	18,3	18,5	18	16,9	15,3	14,5	15,3	14,4	13,2	15	15,1
PR	2003	15,9	15,6	16	17,6	17,6	18,7	19,3	18,9	19,8	20,5	20,8	20,3
PR	2004	21	19,7	19,6	19,6	18,7	19,1	19,9	20,1	20,4	20,3	21,4	21,6
MG	1997	21,9	22,2	22,3	23,2	22,1	22	23,4	23,4	23	24,1	23,8	23,6
MG	1998	22,7	22,5	22,3	22,5	21,6	22,1	22,8	23,3	23,7	23,3	23,5	23
MG	1999	19,2	14,9	15,8	17,4	16,8	16,1	16,9	16,6	17,5	19,2	20,3	21,1
MG	2000	18,5	18	17,5	17,6	16,4	17,8	18,9	19,7	19,7	20,4	19,2	18,4

MG	2001	18,2	17,1	16,7	16,3	15,6	15,3	14,9	15,1	14,5	15	16,2	17,4
MG	2002	16,8	16,5	17	16,5	15,4	14,1	13,2	13,4	12,9	11,8	13,4	13,6
MG	2003	13,8	13,1	13,4	14,5	15,1	15,8	16,5	16,7	18	18,5	18,5	18,4
MG	2004	18,3	16,6	16,1	15,9	15,1	15,8	16,5	17,1	17,8	17,9	19,2	20,3
BA	1997	22,7	23,2	22,9	23	22,6	22,2	23,5	23,6	22,9	23,4	23,4	23,5
BA	1998	23,3	23,8	24	23,2	21,9	21,6	22,8	23,9	24,2	24,4	24,8	25,5
BA	1999	20,9	15,9	16,3	17,3	16,6	15,6	15,7	15,5	16,3	16,5	17,7	18,6
BA	2000	18,9	19,8	19,5	19,2	18,6	18,9	19,9	21,4	21,2	21,6	21,3	21,2
BA	2001	21,4	20,2	19	18,7	17,7	16,6	16,2	16,3	15,7	15,6	17,7	19,2
BA	2002	19,6	19,1	19	18,5	16,7	15,2	14,5	14,6	13,9	12,1	13,4	14
BA	2003	16,2	15,4	15,2	16,6	17,7	18,2	18,4	17,7	18,5	18,8	19	19
BA	2004	19,3	19,8	19,4	18,4	17,1	16,9	17,6	17,6	18,3	19,2	20,3	22,2
RS	1997	20,5	20,7	21	20,8	20,3	21,7	25,4	26,8	23,3	22,6	23,3	23,9
RS	1998	23,6	23,9	23,5	23,4	23,1	24,2	27,4	27,5	24,5	23,5	23,7	24,3
RS	1999	19,8	15,9	16,4	17,1	17	16,6	17,8	16,4	16,5	16,5	17,7	18,4
RS	2000	19,2	20,7	19,8	19,3	17,7	19,7	21,3	22,3	21	20,8	20,7	21,9
RS	2001	20,9	19,8	19,5	18,3	16,7	16,8	16,9	17,5	16,5	15,6	17,4	19,8
RS	2002	18,1	17,4	17,8	17,2	15,1	13,9	13,5	14,8	14	11,8	13	14,3
RS	2003	14,2	13,1	13	14,1	14,7	16,7	17,4	17,4	17,9	17,9	17,8	18,5
RS	2004	18,8	17,3	16,7	15,9	15,5	16,3	16,8	17,3	17,7	16,7	17,5	18,6

Fonte: Dados compilados do anuário da pecuária Brasileira, no período de 1997 a 2006, Agra FNP pesquisas Ltda.