

# MODELO BIOECONÔMICO DE PRODUÇÃO DE BOVINOS DE CORTE

## I. DESCRIÇÃO DO MODELO<sup>1</sup>

IVO MARTINS CEZAR<sup>2</sup>

**RESUMO** - O fator mais importante no melhoramento de um sistema extensivo de produção de bovinos de corte no Cerrado tem sido a introdução de pastagem cultivada. Com o objetivo de avaliar os impactos físico e econômico de introduzir pastagem cultivada no sistema tradicional de produção de bovino de corte no Cerrado, elaborou-se um modelo de simulação por computador. Neste modelo, foram introduzidos os principais componentes do processo de melhoramento de uma fazenda de pecuária de corte no Cerrado. O modelo permite experimentar com variáveis biológicas e de decisões, bem como estimar riscos devidos à cultura anual e preço da carne.

Termos para indexação: simulação, sistema.

## BIOECONOMIC MODEL FOR A BEEF CATTLE PRODUCTION SYSTEM I. DESCRIPTION OF THE MODEL

**ABSTRACT** - The most important factor in the improvement of an extensive beef cattle production system in the "Cerrado" has been the introduction of cultivated pastures. With the objective of evaluating the physical and economical impacts from introducing cultivated pastures in the traditional beef production system a computer simulation model was constructed. In this model the main components of the improvement process of a beef farm in the "Cerrado" were introduced. It is feasible to experiment with the model taking into account biological and decision variables as well as to estimate risk from cash crops and beef prices.

Index terms: simulation, system.

## INTRODUÇÃO

A produção de gado de corte tem sido a principal atividade na região de Cerrado dos Estados de Mato Grosso do Sul, Goiás e Minas Gerais. Devido às características físicas e sócio-econômicas da região, um sistema de cria extensivo, baseado exclusivamente na vegetação nativa, tem sido o sistema de produção pecuária dominante. Entretanto, nos últimos dez anos, tem-se observado uma tendência acelerada em direção a sistemas de produção mais intensivos. O potencial para intensificar a utilização da pastagem nativa é muito limitado nesta região. Assim, a substituição da vegetação de Cerrado por espécies superiores tem-se mostrado como uma alternativa viável. Tal substituição processa-se através de dois cursos de ações:

- a. estabelecimento direto da pastagem cultivada após limpeza e preparo do solo;
- b. estabelecimento da pastagem cultivada após um ou dois anos de culturas anuais.

O melhoramento da pastagem pode aumentar substancialmente a produção de carne, porém a transformação do Cerrado em pastagem cultivada envolve um alto custo. Por isso, culturas anuais de sequeiro têm sido extensivamente usadas como uma fase intermediária ao estabelecimento da pastagem. Entretanto, as culturas de sequeiro envolvem um alto grau de risco devido a variações climáticas. Por outro lado, políticas de crédito também têm influenciado de maneira positiva o crescimento do setor pecuário da região.

Sistemas de produção agrícola são caracterizados pela interferência do homem na tentativa de controlar sistemas biológicos em um ambiente de incerteza para atingir algum objetivo que é predominantemente de natureza econômica (Wright 1971). Sistemas de produção agrícola podem então ser considerados como sistemas bioeconômicos, nos quais o fazendeiro pode controlar somente variáveis de manejo. Para lidar com a complexidade de investigar estratégias alternativas de manejo, pesquisadores têm usado simulação de sistemas (Dent & Anderson 1971, Dent & Blackie 1979). Com base no princípio de que experimentação com alternativas de manejo seria impraticável em sistemas reais, optou-se pela construção de um mo-

<sup>1</sup> Aceito para publicação em 12 de abril de 1982.

<sup>2</sup> Eng<sup>o</sup> Agr<sup>o</sup>, M.S., Pesquisador do Centro Nacional de Pesquisa de Gado de Corte (CNPGC) - EMBRAPA, Caixa Postal 154, CEP 79100 - Campo Grande, MS.

delo de simulação que representasse o desenvolvimento de uma fazenda de pecuária de corte no Cerrado e que permitisse a incorporação de variáveis consideradas importantes na tomada de decisões do produtor.

O principal objetivo do modelo é estimar a lucratividade de introduzir nova tecnologia no sistema tradicional de bovinos de corte na região do Cerrado. Em particular, o modelo se concentra sobre o impacto da introdução de pastagem cultivada na eficiência bioeconômica do sistema, sob diferentes estratégias de manejo e de tomada de decisões.

### DESCRIÇÃO DO MODELO

Modelos descritos por Bravo (1970), Trebeck (1971), Fujita (1974), Jeffery (1975) e Sanders & Cartwright (1979a, 1979b) proporcionaram representações detalhadas de sistemas de pastejo. A simulação do crescimento de uma pastagem como uma função de temperatura, umidade de solo, luz, área foliar, senescência, incluindo aspectos estocásticos de clima, é a maneira mais apropriada para representar o subsistema de pasto em um sistema de pastejo. Precisão semelhante pode ser conseguida simulando o componente animal em termos de requerimentos energéticos nas diferentes fases da vida do animal, ou seja, crescimento, gestação, manutenção e lactação (Bywater 1976). Entretanto, a decisão sobre a complexidade do modelo deve ser relacionada com o seu objetivo e a disponibilidade de dados para construí-lo. Dependendo do objetivo para o qual o modelo é construído, ele pode, de uma maneira menos complexa, proporcionar um nível aceitável de precisão e gerar informações relevantes para auxiliar na tomada de decisões.

Devido à escassez de dados sobre os relacionamentos entre os componentes biológicos na região, associada ao objetivo do trabalho, optou-se por um modelo que incorporasse os componentes biológicos de uma maneira menos complexa, mas que fosse uma representação válida, incorporando as distintas fases de um programa de melhoramento de uma fazenda tradicional sob importantes estratégias de manejo.

A construção do modelo foi iniciada no Centro Nacional de Pesquisa de Gado de Corte em 1977,

com a assessoria do Dr. P.D. Chudleigh (Projeto FAO BRA 75/023) (Monteiro et al. 1981). O modelo original foi modificado e ampliado em 1980 (Cezar 1980), cuja versão será apresentada neste trabalho.

Basicamente a estrutura do modelo pode ser representada pelo diagrama da Fig. 1, onde se procurou mostrar os componentes principais do sistema e seus relacionamentos. O programa foi escrito em linguagem FORTRAN IV com intervalo de tempo mensal para um total de 20 anos. O modelo atualmente é composto por um programa principal e doze sub-rotinas; perfaz um total de 2.971 linhas e tem sido rodado nos computadores IBM 360 e BURROUGHS B6700.

O modelo foi estruturado para calcular os custos e receitas adicionais devidos a mudanças no sistema tradicional. Estes custos e receitas são obtidos rodando o modelo primeiramente para o sistema tradicional (atual) e, posteriormente, para o sistema modificado. Entretanto, o programa permite que ambos os sistemas sejam rodados na mesma corrida, através de controles específicos.

O sistema tradicional entra no modelo definido por variáveis que especificam a estrutura física da fazenda em termos de: área total, área pastável, proporção de pastagem cultivada existente por espécie, proporção de pastagem nativa, estrutura inicial do rebanho, distância e número de viagens entre a cidade e a fazenda. O programa supõe que no sistema tradicional existe uma casa sede, um curral, casas suficientes para mão-de-obra requerida e cercas subdividindo as pastagens adequadamente, as quais são calculadas dentro do programa. Além disso, são fornecidas práticas de manejo de rebanho, tais como meses de parição, desmama e venda de animais bem como taxas de mortalidade para as diferentes categorias, taxas de descarte e relação touro/vaca. Do mesmo modo, o sistema modificado e sua implantação são definidos por variáveis fornecidas ao programa como dados.

### COMPONENTES

**Pastagens.** A produção da pastagem no modelo é determinada assumindo uma capacidade de suporte para cada tipo de pasto em termos de uni-

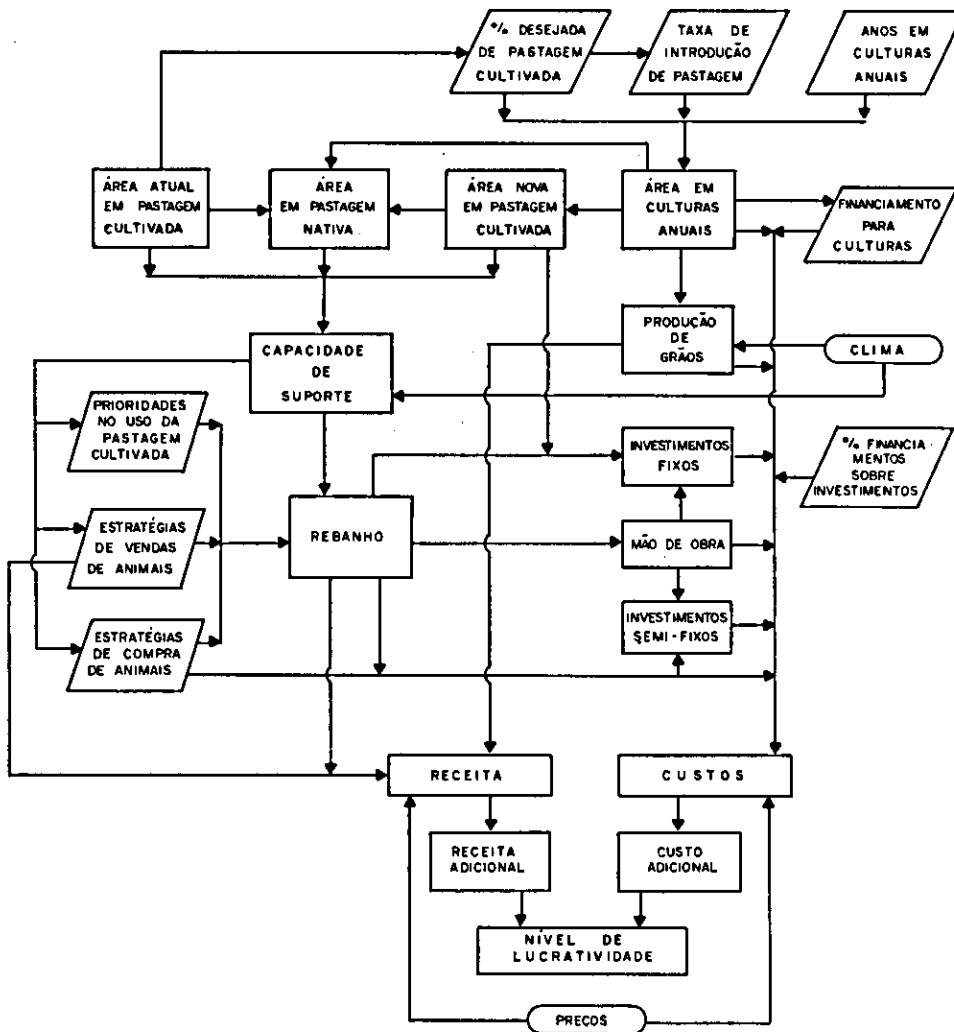


FIG. 1. Diagrama dos componentes básicos do sistema e seus relacionamentos.

dades animais por hectare. O padrão anual do crescimento da pastagem é então representado através de variação na capacidade de suporte para cada mês.

Dois métodos de estabelecimento de pastagem cultivada estão representados no modelo de maneira tal que a formação de pastagem pode ser feita diretamente, após limpeza e preparo de solo ou após um ou mais períodos de cultura de arroz. A capacidade de suporte em ambos os casos só atinge o seu máximo, a partir do segundo ano após o

plântio. A área de pastagem cultivada a ser introduzida no sistema é controlada por variáveis que definem o método bem como pela proporção desejada dessa pastagem. No caso de estabelecimento através de cultura, a área anual de pastagem cultivada a ser introduzida é determinada como função da: proporção desejada de pastagem cultivada, proporção de pastagem cultivada existente no sistema atual, etapas para limpar a área (anos) e anos em cultural anual antes do plantio do pasto.

Adubações periódicas de manutenção de pasta-

gem estão representadas no modelo a fim de manter o mesmo nível de produtividade ao longo do tempo. A área anual a ser adubada é dada como função da área de pastagem cultivada introduzida ao longo do tempo e do intervalo entre adubações. O intervalo entre adubações entra no modelo como uma variável de decisão.

É importante ressaltar que o modelo está estruturado para representar a introdução de diferentes tipos (espécies) de pastagens, as quais são fornecidas ao modelo como variáveis de decisão. Do mesmo modo, o modelo representa os diferentes tipos de pastagens já existentes. Todas as etapas do processo de formação de pastagens, no modelo, ocorrem em meses específicos para os quais são atribuídos custos das distintas operações.

**Investimentos em pastagens.** Os investimentos provenientes da introdução de pastagens são calculados no modelo como uma função da área de pastagem introduzida e das cercas já existentes na fazenda. A necessidade de construção de novas cercas em cada ano é determinada no modelo por uma equação que incorpora diferentes formas de pastos, número médio de pastos em uma fazenda de pastagem nativa, tamanho médio de pastos de pastagem cultivada na região e a área total da fazenda.

**Animal.** A estrutura inicial do rebanho é fornecida ao modelo através da especificação do número de animais em cada categoria. O crescimento e o desempenho do rebanho são controlados por parâmetros, tais como: taxas de mortalidade das diferentes categorias, taxas de descarte para vacas, novilhas e touros, taxa de natalidade e idade à primeira parição, os quais entram no modelo como dados.

O modelo pressupõe aumentos na taxa de natalidade na segunda parição, proporcional ao número de vacas de primeira cria que tiveram acesso à pastagem cultivada. O efeito de tal incremento aparece na taxa anual de natalidade que será aplicada a todas as vacas. O princípio deste artifício baseia-se no fato de que um dos fatores que contribui para baixos índices de natalidade do sistema tradicional é o grande intervalo entre o primeiro e o segundo parto. Desta forma, a taxa de natalidade anual da fazenda seria aumentada como resultado de um

melhor nível de alimentação das vacas entre o primeiro e segundo parto.

Uma redução na idade à primeira cria está simulada no modelo, em caráter opcional, como resultado de um melhor nível nutricional das novilhas de um e dois anos. O modelo tem sido rodado reduzindo-se a idade à primeira cria de quatro para três anos se as novilhas de um e dois anos tiverem acesso à pastagem cultivada. Porém esta redução incide somente sobre aqueles animais que permanecem na pastagem. Por outro lado, as vacas de terceira cria em diante teriam suas taxas de natalidade também aumentadas se tivessem acesso à pastagem cultivada.

O crescimento do rebanho no modelo também é controlado pela capacidade de suporte da fazenda e pelas estratégias de compra e de venda de animais. As alternativas simuladas para crescimento do rebanho são:

- a. crescimento natural;
- b. crescimento natural mais aquisição de novilhas de um ano de idade;
- c. crescimento natural mais compra de vacas de cria.

A idade de venda de machos, do sistema que dispõe de pastagem cultivada, está incorporada no modelo como variável de decisão. A estrutura do modelo permite as seguintes idades alternativas de venda: 9, 22, 34 e 46 meses. Entretanto, a retenção de machos de 9, 22 e 34 meses é determinada pela capacidade de suporte da pastagem cultivada. Isto se processa no modelo através do artifício de verificar a disponibilidade de pastagem nos meses futuros.

O descarte de fêmeas está simulado de acordo com a seguinte ordem de execução:

- a. todas as vacas acima de uma idade especificada (por exemplo doze anos);
- b. uma proporção de novilhas (a idade e a taxa são fornecidas ao programa como variáveis de decisão);
- c. fêmeas de todas as classes, em função da capacidade de suporte disponível e número de unidades animais existentes. Este descarte só ocorrerá caso a disponibilidade de pastagens seja menor do que o total de unidades animais existentes de tal maneira que o descarte

é distribuído em proporções semelhantes para todas as categorias de fêmeas em qualquer mês.

Quando a pastagem cultivada não é suficiente para suportar todo o rebanho, o programa segue uma ordem de prioridade de categorias animais no uso desta pastagem. Esta ordem de prioridade é fornecida ao programa e constitui-se de seis categorias distintas a saber:

- a. novilhos de nove meses de idade;
- b. novilhos de 22 meses;
- c. novilhos de 34 meses;
- d. novilhos de um e dois anos;
- e. vacas de primeira cria;
- f. outras vacas.

**Custos relativos ao manejo de rebanho e investimentos correlatos.** Os custos relativos ao manejo são calculados mensalmente em função do tamanho do rebanho. Nestes custos, estão incluídas vacinas, mineralização e mão-de-obra. A mão-de-obra é calculada como uma função do número de animais existentes no primeiro mês de cada ano, excluindo bezerros(as) mamando. Em investimentos correlatos enquadram-se a aquisição de touros e vacas e a construção de currais e casas para vaqueiros. O número de currais necessários em cada ano é calculado como uma função do número de animais existentes após a desmama e da área necessária por animal. Por outro lado, o número de casas a serem construídas em cada ano é calculado em função do número de vaqueiros. Neste caso, o modelo pressupõe que 50% dos vaqueiros sejam solteiros.

**Cultura anual.** Como já foi mencionado anteriormente, o modelo simula, como alternativa, uma cultura anual em fase intermediária à formação de pastagem. No caso específico da região de Cerrado, a cultura de arroz foi a escolhida. Entretanto, dado ao fato de a simulação da cultura ser processada por uma sub-rotina, outras culturas poderão ser adaptadas sem maiores problemas. A área em cultura anual em cada ano é função da proporção desejada de pastagem cultivada, proporção de pastagem cultivada existente anterior ao início do melhoramento da fazenda, etapas para limpar a área (anos) e número de anos em cultura anual na mesma área.

Todas as operações relativas à cultura, tais co-

mo preparo de solo, plantio, tratos culturais, colheita etc., estão programadas para ocorrerem em meses determinados e para essas operações são calculados os custos e receita nos meses correspondentes.

**Risco da cultura.** O risco das culturas de arroz na região em estudo é devido basicamente a variações climáticas. O fator climático mais importante que contribui para o risco é a chuva, uma vez que a temperatura e a luminosidade variam entre valores aceitáveis para o crescimento e produção da cultura de arroz. O rendimento físico da cultura é simulado aleatoriamente, no modelo, a partir de uma distribuição triangular. A distribuição triangular é útil para situações onde dados relevantes de frequência não estão disponíveis e onde julgamentos subjetivos podem ser aplicados. O princípio envolvido nesta distribuição é que, subjetivamente, podem ser estimados três parâmetros: (i) um valor pessimista para a resposta do fator X; (ii) um valor mais provável de X; (iii) um valor otimista de X.

As definições matemáticas e um algoritmo, para gerar aleatoriamente amostras de uma distribuição triangular, estão descritas por McArthur (1979).

O rendimento otimista mais provável e o pessimista são fornecidos ao programa assim como as sementes para gerar os números aleatórios. Todos esses passos são simulados através de sub-rotinas acopladas à sub-rotina principal que simula a cultura. É importante ressaltar que a geração dos rendimentos físicos da cultura, incorporando risco, é de caráter optativo no programa. Portanto, o modelo também roda deterministicamente e o valor do rendimento mais provável é, então, usado no programa.

**Financiamento de custeio da cultura.** O financiamento da atividade está incorporada ao modelo através de uma sub-rotina. O financiamento das operações segue os custos mensais determinados anteriormente pela sub-rotina principal que simula a cultura. Esses valores são passados à sub-rotina de financiamento onde são calculados juros e amortização. A taxa de juros é fornecida ao programa, porém, devido à característica da atividade, o modelo assume um período de financiamento de um ano.

**Financiamento de investimentos fixos e semi-fixos.** Decidiu-se introduzir este componente eco-

nômico no modelo como uma variável de decisão, de maneira que os investimentos fixos e semifixos possam ser total ou parcialmente financiados. Assim, o modelo contém duas sub-rotinas que calculam juros e amortizações, de acordo com as características do financiamento para investimentos fixos e semifixos, respectivamente. A natureza dos financiamentos são definidos por quatro componentes abaixo relacionados, os quais são fornecidos ao modelo como dados:

- a. período dos financiamentos (carência + amortização);
- b. período de carências;
- c. taxas anuais de juros;
- d. proporção dos investimentos a serem financiados.

Os empréstimos em cada ano são considerados independentes um do outro para efeitos de projeções de juros e amortizações. O modelo está estruturado de forma a permitir que todos os investimentos devidos a melhoramentos na fazenda possam ser financiados e amortizados dentro do período de projeção. Foram considerados como investimentos fixos: formação de pastagens, cercas, casas e currais; e como investimentos semifixos: compra de vacas e touros. As aquisições de animais tais como novilhos, vacas velhas para engorda e cavalos foram assumidos como sendo efetuadas com recursos do fazendeiro.

**Inflação.** A introdução deste fator no modelo foi devida, basicamente, ao fato de que as taxas de juros de financiamentos agrícolas, no Brasil, têm sido significativamente mais baixas do que as taxas anuais de inflação. Além disso, o pagamento de juros e amortização não são corrigidos anualmente com a taxa inflacionária. Daí o interesse em incorporar ao modelo o efeito de inflação sobre o pagamento de juros e amortização dos financiamentos de investimentos fixos e semifixos. Para explicar como esses efeitos estão incorporados ao modelo, é importante lembrar que os empréstimos em cada ano são considerados independentes. Os passos para calcular os efeitos da inflação no programa são descritos abaixo:

- passo 1 - inflacionar todos os custos e receitas anuais, excluindo juros e amortizações;

- passo 2 - calcular os empréstimos anuais referentes aos custos dos investimentos fixos e semifixos inflacionados no passo 1;
- passo 3 - calcular os juros anuais e pagamento do principal;
- passo 4 - adicionar os juros e pagamento do principal no fluxo de caixa proveniente do passo 1;
- passo 5 - deflacionar o novo fluxo de caixa obtido no passo 4 para calcular os parâmetros de resposta.

O programa está estruturado de tal forma que o efeito de inflação pode ser usado opcionalmente. Diferentes taxas inflacionárias podem ser fornecidas ao modelo.

**Preços.** Todos os preços e custos operacionais são fornecidos ao programa como dados.

Gerador estocástico de preços da carne incluindo tendência, ciclo e risco - Em caráter opcional, o modelo gera preços de carne estocasticamente, incorporando as suas características cíclicas e tendência.

Para desenvolver o gerador de preços, utilizou-se uma série histórica de preços reais de novilhos gordos de 1954 a 1977 para o Estado de São Paulo, referentes ao mês de maio (Venturoli et al. 1978).

A tendência foi determinada como o coeficiente da regressão linear entre preços e anos (Fig. 2), aplicada à série histórica. As características cíclicas do preço foram simuladas usando a função de seno aplicada à série histórica sem a tendência. A forma funcional da função é dada pela equação:

$$Y = f(x, a, b, c) = a \text{ SENO } \left[ \frac{360^\circ}{b} (x - c) \right]$$

onde,

- a = amplitude da onda do seno dividida por 2  
 b = comprimento da onda do seno  
 c = parâmetro que move a onda do seno ao longo do eixo das abscissas.

Tomou-se esta equação como base para desenvolver a simulação do ciclo. O comprimento do ciclo, neste caso, é dado pelo período em anos que vai do início ao final de um ciclo completo, o qual

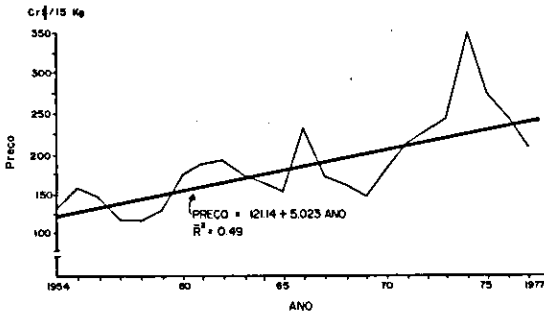


FIG. 2. Padrão de preços da carne e tendência preços deflacionados referentes ao mês de maio base: dezembro 1977 preço de novilho gordo - São Paulo

chamou-se de LENG. Assim, a mudança do ângulo de um ano para outro é dada por  $360^\circ/\text{LENG}$ . Portanto, o ângulo correspondente a qualquer ano é dado por:

$$\left(W + \frac{360^\circ}{\text{LENG}} \times \text{ANO}\right)$$

onde,

W = ângulo inicial do ciclo  
ANO = ano (1, 2, 3, ... n)

Dai a equação da função tornou-se:

$$Y = a \cdot \text{SENO} \left(W + \frac{360^\circ}{\text{LENG}} \cdot \text{ANO}\right) \quad (3)$$

onde,

a = amplitude do ciclo  
SENO = seno  
Y = preço da carne

A amplitude do ciclo foi estimada como o coeficiente da regressão da equação (3). Tendo em vista as distorções apresentadas no ciclo a partir de 1965 (Fig. 3), decidiu-se considerar a série histórica somente de 1966 a 1977 por ser este período mais representativo da situação atual. De acordo com a série histórica, W foi fixado em  $90^\circ \left(\frac{\pi}{2}\right)$  e

variou-se LENG até se obter a equação que melhor se adaptasse aos dados, como segue:

$$\text{PREÇO} = 117,20 + 45,67 \cdot \text{SENO} \left(\frac{\pi}{2} + \frac{\pi}{8} \cdot \text{ANO}\right) \quad (4)$$

$$R^2 = 0,52$$

Desvio do erro da estimativa da variável dependente = 30,74.

Desvios remanescentes foram considerados como discrepâncias aleatórias. Por isso, uma variável de erro foi adicionada à equação funcional para incorporar esta distorção imprevisível. Portanto, a variação no preço da carne em cada ano é dada pela geração aleatória deste erro (X). O erro, por sua vez, é estimado no programa a partir do desvio do erro da estimativa da variável dependente, obtido na regressão da equação (4). A projeção dos preços da carne através do tempo está incorporada ao programa, também, como função do preço no início da projeção.

Portanto,

$$\begin{aligned} \text{PREÇO}(\text{ANO}) = & \text{PREÇO}(1) + \text{TEND} \cdot \text{ANO} + \\ & + \text{AMP} \cdot \text{SENO} \left(W + \frac{2\pi}{\text{LENG}} \cdot \text{ANO}\right) + X(\text{ANO}) \end{aligned}$$

onde,

PREÇO (1) = preço no início da projeção  
TEND = tendência  
X = erro gerado aleatoriamente

Com a incorporação do erro, o programa gera o preço da carne aleatoriamente, permitindo estimar o risco devido a variações de preço.

Depreciação. O modelo estima separadamente os custos de depreciação anual de cercas, casas, currais, veículos e cavalos. Estes custos são distribuídos igualmente nos meses do ano. As taxas anuais de depreciação são fornecidas ao programa como dados.

Reparo e manutenção. Os custos referentes a reparo e manutenção somente incidem sobre casas, currais e cercas, para os quais é atribuída uma taxa única que é fornecida ao programa. Além destes componentes econômicos, o modelo incorpora os custos de impostos sobre a terra (INCRA) e vendas de produtos agrícolas (FUNRURAL).

#### PARÂMETROS DE RESPOSTAS ECONÔMICAS

Como já foi mencionado anteriormente, o modelo calcula os custos e receitas adicionais provenientes das modificações do sistema tradicional (atual). É sobre este fluxo de caixa adicional que o programa calcula a taxa interna de retorno e o valor presente líquido. A taxa de desconto a ser usada na determinação do valor presente líquido é fornecida ao programa e os cálculos se processam em sub-rotinas acopladas ao programa principal.

#### SAÍDA DO MODELO

O modelo proporciona uma saída substancial em termos de informações físicas e econômicas, como pode ser verificado a seguir:

(i) O programa escreve todos os dados que foram lidos, caracterizando assim as condições físicas e estratégias de manejos adotados no sistema tradicional e modificado. Essas informações são sumarizadas em 85 linhas;

(ii) Resultados:

1. Opcionalmente o programa imprime uma saída mensal no qual estão incluídos:

- . número de animais/categoria
- . número de animais vendidos/categoria
- . taxa de descarte
- . total de unidades animais (U.A.)
- . capacidade de suporte total (em U.A./ha)
- . capacidade de suporte para cada tipo de pastagem
- . taxa de natalidade obtida
- . idade ao primeiro parto
- . receita/item/mês
- . receita total/item/ano
- . receita total por mês e por ano
- . contribuição percentual na receita total/item/ano

- . custo/item/mês
- . custo total/item/mês
- . custo total/mês/ano
- . contribuição percentual no custo total/item/ano
- . receita líquida por mês e por ano
- . valor dos investimentos fixos e semifixos por ano
- . capital imobilizado no rebanho
- . capital total

No último ano de projeção, as seguintes informações são escritas:

- . média anual da receita bruta
- . média anual dos custos
- . média anual da receita líquida
- . média anual do capital
- . custo adicional/ano
- . receita adicional/ano
- . valor presente líquido
- . taxa interna de retorno

2. Sumário contendo os seguintes dados:

- . número de animais vendidos/categoria/ano
- . número de animais comprados/categoria/ano
- . contribuição percentual na receita total/item/ano
- . número total de vacas/ano
- . taxa de natalidade obtida/ano
- . idade ao primeiro parto/ano
- . taxa de descarte/ano
- . quilos de carne vendidos/hectare/ano
- . receita bruta/ano
- . custo total/ano
- . renda líquida/ano
- . receita adicional/ano
- . custo adicional/ano
- . renda líquida adicional/ano
- . taxa de desconto
- . valor presente líquido
- . taxa interna de retorno
- . área de pastagem de cada tipo/ano
- . área desmatada/ano
- . área em cultura anual/ano
- . preço da arroba de carne gerada aleatoriamente/ano



- . variação no preço da arroba de carne gerada aleatoriamente
- . rendimento da cultura por hectare gerado aleatoriamente.

### VERIFICAÇÃO E VALIDAÇÃO

Os resultados determinísticos do modelo foram verificados através de cálculos manuais, proporcionando assim confiança na consistência interna do modelo. Entretanto, os resultados dos geradores estocásticos (preços da carne e rendimento da cultura anual) foram submetidos a testes estatísticos (teste de qui-quadrado, teste t e teste F para igualdade de variância). Os resultados estatísticos indicaram que não havia razão para duvidar que os geradores estocásticos não estavam funcionando satisfatoriamente.

O modelo original foi validado através de procedimentos subjetivos (Monteiro et al. 1981). Este procedimento foi efetuado apresentando os resultados gerados pelo modelo a um grupo de extensionistas e fazendeiros da região, não envolvidos na construção do modelo. As modificações introduzidas no modelo (Cezar 1980), embora substanciais, foram feitas com o objetivo de torná-lo mais flexível e realístico. Assim, sob o ponto de vista de validação, Cezar (1980) considerou que devido à falta de dados no sistema real, outros métodos de validação ficaram impossibilitados de ser aplicados. Apesar disso, o autor está confiante de que esta nova versão seja capaz de proporcionar informações relevantes para pesquisadores, extensionistas e fazendeiros a um nível aceitável de precisão.

### REFERÊNCIAS

- BRAVO, B.F. Beef production systems; a simulation approach. Armidale, University of New England, 1970. Tese Doutorado.
- BYWATER, A.C. A predictive simulation model of intake and partition of nutrients by dairy cows. University of Nottingham, 1976. Tese Doutorado.
- CEZAR, I.M. Simulation model and economic evaluation of management strategies for improvement of a beef grazing system in the "cerrado"; area of the Central Brazil region. Lincoln College, University of Canterbury, 1980. 189p. Tese Mestrado.
- DENT, J.B. & ANDERSON, J.R. Systems, management and agriculture. In: DENT, J.B. & ANDERSON, J.R. Systems analysis in agricultural management. London, John Wiley, 1971. p.3-14.
- DENT, J.B. & BLACKIE, M.J. Systems simulation in agriculture. London, Applied Science Publisher, 1979. 174p.
- FUJITA, H.O. Computer simulation of beef production systems in Argentine. University of Nottingham, 1974. 185p. Tese Doutorado.
- JEFFERY, H. Simulation of a beef production system in the moist subtropics. Australia National University, 1975. Tese Doutorado.
- MCARTHUR, A.T.G. A course of Fortran simulators. Canterbury, University College of Agriculture, 1979. 49p.
- MONTEIRO, L.A.; GARDNER, A.L. & CHUDLEIGH, P.D. Bio-economic analysis of ranch improvement schemes and management strategies for beef production in the "cerrado" region. World Anim. R., 37: 37-44, 1981.
- SANDERS, J.O. & CARTWRIGHT, T.C. A general cattle production systems model. I. Structure of the model. Agric. Syst., 4(3):217-27, 1979a.
- SANDERS, J.O. & CARTWRIGHT, T.C. A general cattle production system model. II. Procedures used for simulating animal performance. Agric. Syst., 4(4): 289-309, 1979b.
- TREBECK, D.B. Spatial diversification by beef producers in the Clarence region. R. Mark. Agric. Econ., 39: 15-27, 1971.
- VENTUROLI, S.H.; OLIVEIRA, A.H.; VASCONCELOS, A.M.N. & CAMPOS, T.M.A. Análise da série temporal de preços médios de boi gordo para corte ao nível do produtor. In: PROGRAMA NACIONAL DE PECUÁRIA, São Paulo, 1978. 39p.
- WRIGHT, A. Farming systems, models and simulation. In: DENT, J.B. & ANDERSON, J.R., ed. Systems analysis in agricultural management. London, John Wiley, 1971. p.17-33.