

# Otimização em bovinocultura leiteira considerando diferentes épocas de parto

**Jorge Luiz Berto,**      **Lidiane De Cól,**

Programa de Pós-Graduação em Modelagem Matemática  
Depto de Física, Estatística e Matemática, DeFEM, UNIJUÍ,  
Rua São Francisco, 501, Bairro São Geraldo  
98700-000, Ijuí, RS  
E-mail: jlberto@unijui.tche.br,    lidi.col@bol.com.br,

Por ser uma das atividades que, em geral, permite agregar um nível de renda por unidade de área elevado e por ter uma cadeia produtiva bem desenvolvida, a produção de leite tem sido indicada para as explorações agrícolas de menores dimensões para assegurar níveis mínimos de renda para garantir sua reprodução socio econômica [8].

Contudo, tem se observado que nas unidades de produção do tipo familiar a atividade leiteira vem sendo desenvolvida integrada com produção de soja, trigo, milho e produtos de subsistência. Além disso, nas atuais condições da agricultura, é improvável que muitas dessas unidades de produção possam se especializar na produção de leite, como é o caso do noroeste gaúcho [2].

Esses pequenos agricultores vêm enfrentando sérias dificuldades relacionadas a quantidade e qualidade de área agrícola, restrições quanto às instalações e à disponibilidade de mão-de-obra e principalmente a capacidade de investimento, por virem de um processo de descapitalização [2]. As restrições do processo produtivo também têm sido determinadas pelo preço do leite pago aos produtores, pelo preço dos insumos e pelas novas normas de produção como as determinadas pela portaria ministerial 56 do Ministério da Agricultura, Pecuária e do Abastecimento.

Esse contexto tem determinado a expulsão de muitos produtores da atividade leiteira e expõem uma vez mais a fragilidade imposta pelo mercado aos produtores familiares. Do ponto de vista da sociedade, desenvolver políticas para a permanência desse segmento no processo produtivo é fundamental. Nesse sentido, buscar alternativas de organização do processo produtivo pode ser uma importante ferramenta para atingir tal meta. Então, o desenvolvimento de modelos matemáticos poderão compor o conjunto de métodos que auxiliem na orientação desse processo.

A modelagem é uma técnica (ou ferramenta) que pode auxiliar o processo de tomada de decisão, uma vez que permite a simulação de vários cenários e es-

timar a repercussão dos diferentes cursos de ação sobre os sistemas de produção. Além de auxiliar o processo de tomada de decisão, a utilização de modelos permite descrever e compreender alguns dos processos que ocorrem dentro dos sistemas e as interações entre seus componentes [3]. É a partir disso que se propõe o desenvolvimento de um modelo de programação matemática que contribua com a busca dessas alternativas, tendo por objetivo indicar as combinações do processo produtivo que possam otimizar os retornos econômicos para os produtores e dessa maneira obter como resposta a combinação dos sistemas de cultivo e de criação, o número de vacas em produção, as épocas de parto mais adequadas, os níveis de produção e os insumos empregados.

O modelo está sendo desenvolvido no programa "LINGO" e pretende-se maximizar o resultado econômico de uma unidade de produção agrícola familiar com produções diversificadas. Dessa forma a equação de maximização será composta pelos preços dos produtos pagos aos produtores (coeficiente), a produção obtida no sistema de produção (variáveis) subtraídos do custo de produção de cada cultura (coeficientes), da área de cada cultura (variáveis) e do preço (coeficiente) e quantidades de alimentos adquiridos fora do sistema de produção (variáveis), além do custo direto de cada vaca (coeficiente) e do número de vacas (variável).

O conjunto de restrições consideram os fatores de produção disponíveis como a área, a mão-de-obra e os maquinários e equipamentos. As restrições relativas às vacas se baseiam no submodelo animal descrito por [5]. Esse submodelo considera que a ingestão máxima de pastagem pelo animal ( $I_{max}$ ) é determinada pelo peso padrão do animal ( $SRW$ ) e peso normal do animal ( $N$ ) (equações 1 – 6), que é o peso do animal baseado em uma curva de crescimento referência. Essa ingestão também é influenciada pelo fator produção de leite que por sua vez é determinado pela curva de lactação e influenciada pelo potencial de produção do animal, pelo

tamanho e a variação da condição corporal do animal.

$$I_{max} = 0.025 \cdot SRW \cdot x \cdot (1.7 - x) \cdot YF \cdot TF \cdot LF \quad (1)$$

$$N = SRW - (SRW - W_b) \cdot \exp\left(\frac{-0.0115 \cdot A}{SRW^{0.27}}\right) \quad (2)$$

$$x = Z \quad \text{quando } Z < 1 \quad \text{ou na lactação} \quad (3)$$

$$x = BC \quad \text{quando } Z = 1 \quad \text{e sem lactação} \quad (4)$$

$$Z = \frac{SRW}{N} \quad (5)$$

$$BC = \frac{W}{N} \quad (6)$$

A ingestão potencial é condicionada por características da pastagem, a disponibilidade (7) e a qualidade do pasto (8). As equações para pastagens tropicais estão sendo desenvolvidas e testadas.

$$F_d = -1.8318 + (3.2514 \cdot MS_d) - (0.9337 \cdot MS_d^2) \quad (7)$$

$$F_q = 1 - 1.81 \cdot (0.64 - coefdig) \quad (8)$$

Quando houver o emprego de suplementos, será usada uma taxa de substituição, ou seja, na medida que o animal ingerir esses suplementos ele deixará de consumir certa quantidade de pasto predita. Para concentrado inicialmente se adotará uma taxa de 0.5 e para volumoso, de 1.

O modelo atual considera apenas a energia do alimento. A partição da energia leva em conta as demandas de manutenção do animal, de gestação, de produção e de reserva (formação ou remoção). Maiores detalhes dessas equações podem ser obtidas na fonte [5]. Porém, é importante salientar certas particularidades do submodelo: (a) a demanda de energia para produção de leite será determinada pela equação de Wood e ajustada por (b) uma resposta não linear da produção de leite em relação a disponibilidade de energia, ou seja, na medida que a produção de leite se aproxima do potencial produtivo do animal, parte da energia é desviada para formação de reservas de gordura; a produção de leite também é condicionada pela (c) produção precedente de leite. Esses fatos foram considerados no modelo de programação descrito por [6] a partir da elaboração de alguns coeficientes que poderão compor o modelo que está em desenvolvimento.

Há um conjunto de parâmetros da atividade produtiva que compõem entradas no modelo. Alguns desses parâmetros são a estimativa de produção das pastagens, o potencial produtivo das vacas, o tamanho padrão dos animais. Esse conjunto de parâmetros foram obtidos por meio de entrevistas feitas com os produtores do município de Jóia/RS e algumas medidas obtidas durante o acompanhamento técnico de algumas unidades que estão sendo usadas como referência para o estudo.

Atualmente o projeto se encontra na fase de elaboração do módulo animal. Esse módulo foi desenvolvido no programa "STELLA 5.0" na forma de um modelo dinâmico para ser avaliado e é sobre esse módulo que apresentamos os resultados.

A Figura 1 apresenta a interface gráfica do modelo e demonstra a simulação da produção leiteira de uma vaca de 1100 dias de vida, com peso vivo de 458kg, com potencial de produção de 4000 l de leite, em uma pastagem tropical com disponibilidade superior a 1750 kg de matéria seca de lâmina folhar e com digestibilidade da matéria seca ingerida superior a 64 por cento. Os gráficos de resposta indicam que a produção leiteira da vaca permanece inferior ao seu potencial produtivo, ou seja, fica em torno de 3500 l apesar do animal ter atingido níveis de ingestão semelhantes ao máximo. Isso indica certo nível de restrição nutricional, contudo, essa restrição não atingiu a performance reprodutiva do animal, isto é, a vaca manteve partos regulares em média com intervalos próximos a 360 dias. Isso foi possível pois a vaca recuperou as reservas corporais perdidas no início da lactação o que também permitiu elevar o peso vivo da vaca.

Ao mudar apenas o potencial de produção da vaca, passando para 30 litros, se observa um efeito mais drástico sobre os aspectos reprodutivos. Apesar da vaca ingerir maior quantidade de pasto e com isso ter níveis de produção por lactação superiores a simulação anterior, isso foi atingido com uso importante das reservas energéticas da vaca, que resulta numa perda de peso, o qual não é recuperado em sua totalidade durante o final da lactação gerando problemas reprodutivos e isso resultou em um intervalo de parto variável, atingindo apenas 3 partos no período observado. Os resultados observados de produção média da vaca estão de acordo com os resultados experimentais de [4], [7], [1], se considerarmos que esses autores registram as produções apenas após o período de maior produção das vacas nos experimentos.

A Figura 2 é o resultado da comparação entre os valores estimados de ingestão de pasto e produção de leite pelo modelo e os medidos em um experimento do Centro Nacional de Pesquisa de Gado de Leite - EMBRAPA [1]. A estimativa da ingestão indica ter uma boa correlação com a ingestão observada e um desvio-padrão da regressão relativamente baixo. Já os dados de produção de leite demonstram divergências entre o estimado e o medido. Porém, se ressalta que os níveis de qualidade do material ingerido atingiram níveis muito baixos no experimento, podendo indicar subestimação nas medidas de qualidade.

Esses primeiros resultados indicam a necessidade que o modelo deva ser testado com novos conjuntos de dados e nos impõe a necessidade de incorporar equações para considerar a ingestão de concentrados, uma vez que grande parte dos experimentos

com vacas leiteiras incorporam esses alimentos.

As equações empregadas para estimar a ingestão de pastagem, a produção e a reprodução das vacas leiteiras apresentam certo nível de coerência com os dados de ingestão e produção de leite observados na literatura especializada, o que indica a possibilidade de empregá-las no modelo de otimização pretendido.

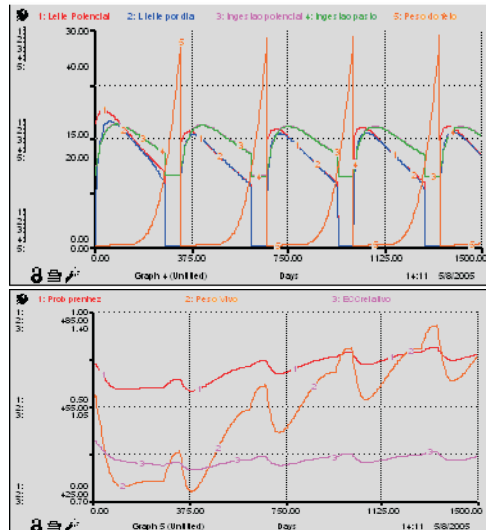


Figura 1: Estimativa da vida produtiva de uma vaca leiteira com potencial de produção de 4000 l por lactação em uma pastagem tropical com disponibilidade de matéria seca de folha superior a 1750 kg e digestibilidade da matéria seca ingerida de 64 por cento.

## Referências

- [1] L.J. Aroeira *et al.*, Pasture availability and dry matter intake of lactating crossbred cows grazing elephant grass (*Pennisetum purpureum* Schum.), *Animal Feed Science and Technology*, 78 (1999) 313-324.
- [2] D. Basso; B. Silva Neto, Controvérsias sobre profissionalização e desenvolvimento na agricultura: o caso da produção de leite no Rio Grande do Sul, em "Indicadores Econômicos Fee" v. 26, pp. 232-246, Porto Alegre, 1999.
- [3] W.D. Bellotti, The role of forages in sustainable cropping systems of Southern Australia em "International Grassland Congress" pp. 729-735, Proceedings, Piracicaba, 2001.
- [4] A.C. Cóser *et al.*, Efeito de diferentes períodos de ocupação da pastagem de capim elefante sobre a produção de leite, *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 25 (1996) 861-866.
- [5] M. Freer; A.D. Moore; J.R. Donnelly, The GRAZPLAN animal biology model for sheep

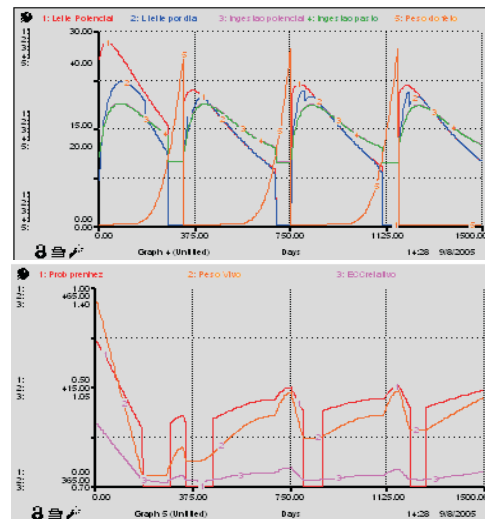


Figura 2: Estimativa da vida produtiva de uma vaca leiteira com potencial de produção de 6000 l por lactação em uma pastagem tropical com disponibilidade de matéria seca de folha superior a 1750 kg e digestibilidade da matéria seca ingerida de 64 por cento.

and cattle and the GrazFeed decision support tool, CSIRO Plant Industry Technical Paper, 2004.

- [6] L.H. Rodrigues, CAP-DAIRY: Computer aided planning of dairy farms, Tese de Doutorado, Faculty of Agricultural Engineering, Food Production and Rural Land Use, GRANFIELD UNIVERSITY, September, 1995.
- [7] A.L. Santos *et al.*, Efeito do dia de ocupação sobre a produção leiteira de vacas mestiças em pastejo rotacionado de forragem, *Revista Brasileira de Zootecnia*, 34 (2005) 1051-1059.
- [8] B. Silva Neto *et al.*, Estudo da dinâmica e perspectivas da agricultura da região de Três Passos/RS, em "Série de Relatórios de Pesquisa" Unijuí, Ijuí, 1998.