

UM SISTEMA INTELIGENTE DE APOIO À DECISÃO PARA GERENCIAMENTO DA PRODUÇÃO DE FRANGO DE CORTE*

Altair Dias de Moura**
Carlos Arthur B. da Silva***
Horácio Santiago Rostagno****

RESUMO

Este artigo descreve um sistema inteligente de apoio à decisão que gera informações econômicas e zootécnicas a respeito da alimentação de frangos de corte. Desenvolvido em um ambiente de planilha eletrônica, o sistema de apoio à decisão promove um acompanhamento da rentabilidade econômica de todas as dietas que compõem os programas alimentares, apresentando, também, um módulo de balanceamento de rações de custo mínimo. Os sistemas especialistas promovem melhor interpretação dos resultados, levantando aspectos que apresentam relevância econômica e zootécnica. Acredita-se que o sistema desenvolvido oferece uma alternativa para as práticas correntes de gerenciamento de dietas na agroindústria avícola.

* Trabalho baseado na tese de mestrado do Primeiro Autor

** Professor assistente, M.Sc., Departamento de Economia Rural, Universidade Federal de Viçosa, 36570-000, Viçosa - MG.

*** Professor titular, Ph.D., Departamento de Tecnologia de Alimentos, Universidade Federal de Viçosa, 36570-000, Viçosa - MG.

**** Professor titular, Ph.D., Departamento de Zootecnia, Universidade Federal de Viçosa, 36570-000, Viçosa - MG.

Termos para indexação: Avicultura; Gerenciamento; Apoio à decisão; Sistemas especialistas.

AN INTELLIGENT DECISION SUPPORT SYSTEM FOR MANAGEMENT OF POULTRY PRODUCTION

ABSTRACT

This article describes an intelligent decision support system that generates technical and economic information on feeding programs for poultry production. Developed in a spreadsheet framework, the system allows users to assess the economic profitability of the different diets that form a feeding program. A minimum cost feed formulation module is also available. The information generated by the technical and economic analyses is interpreted by the expert system component. It is argued that the developed system provides an alternative to current feed management practices in the poultry industry.

Index Terms: Poultry; Management; Computers; Decision support; Expert systems

INTRODUÇÃO

O desenvolvimento dos complexos agroindustriais, principalmente na década de 70, promoveu grandes transformações na agropecuária brasileira. Neste processo, despontaram setores como o da avicultura, marcado por características como o grande dinamismo, o alto controle do processo biológico e a busca da eficiência produtiva. Isto permitiu a interiorização das formas produtivas desenvolvidas nos países capitalistas avançados, tornando-se um dos mais modernos e eficientes do mundo.

Segundo Hervieu *et alii* (1993), em função da incerteza que cerca a agricultura como um todo, com conseqüentes reflexos nos complexos agroindustriais, o desempenho e sucesso das empresas são largamente dependentes de sua capacidade de avaliar situações, antecipar eventos e adaptar-se a crescente competitividade do mercado. A tecnologia de

informação é uma importante ferramenta para tais avaliações e tem sido cada vez mais utilizada por administradores rurais, que coletam e analisam dados e os utilizam como base para suas decisões.

Na avicultura de corte, os gastos com alimentação respondem por aproximadamente 70% do custo total de produção. O preço das rações é função do preço dos ingredientes e do nível de exigência nutricional das formulações das rações. Por sua vez, os programas alimentares das aves de corte são constituídos, em geral, por mais de um tipo de ração, que são fornecidas em diferentes fases do ciclo de crescimento dos animais em função das suas exigências nutricionais. Todas essas variáveis tornam bastante complexas as decisões a respeito da alimentação dos frangos. Um sistema de informação que oriente sobre o comportamento dessas variáveis pode levar a economias no processo produtivo, sem afetar a qualidade final dos animais.

As empresas avícolas não costumam dispor de vários programas alimentares, permitindo a escolha de um deles de acordo com determinadas condições mercadológicas, zootécnicas e econômicas.

Em função das diferentes características em termos de nível de nutrientes, conversão alimentar e taxa de ganho de peso, os programas alimentares possuem diferentes custos e produzem frangos em diferentes intervalos de tempo. Isto faz com que, em função do nível de preço dos frangos de corte, um programa específico eventualmente se sobressaia como mais vantajoso em termos de rentabilidade econômica.

Para promover este tipo de análise, foi desenvolvido um sistema informatizado que reúne as tecnologias de sistemas de apoio à decisão (*sad*) e sistemas especialistas (*se*), originando um sistema inteligente de apoio à decisão (*siad*).

Segundo Turban (1993), o *sad* é um sistema de informação flexível e interativo que utiliza regras de decisão, bancos de dados, banco de modelos, entre outros, e auxilia administradores em seu processo de decisão.

Por sua vez, o *se* procura reproduzir, em programa de computador, o conhecimento utilizado por especialistas humanos para a solução de problemas em suas áreas de atuação (SILVA, 1990).

Na literatura internacional, há exemplos de trabalhos que utilizam técnicas de *sad* e *se*, procurando auxiliar no gerenciamento e planejamento de criações avícolas e suinícolas. Hurwitz *et alii* (1985) desenvolveram um modelo de simulação econômica para produção de perus, comercializado pelo serviço de extensão da Universidade de Minasota (USA) com o nome de *turks*. Bourgeat *et alii* (1991) desenvolveram um SE para análise dos resultados anuais e plurianuais da suinocultura francesa. Desenvolvido para a suinocultura da Holanda, o *chess* é um *siad* que utiliza dados técnicos e econômicos das fazendas e os compara a resultados obtidos em anos anteriores (Huirne *et alii*, 1990).

No Brasil, Silva Jr. (1993) desenvolveu um *siad* para gerenciamento de fazendas leiteiras, para a região da Zona da Mata mineira. O sistema calcula indicadores de eficiência técnica e econômica da empresa, comparando-os com resultados obtidos pelo Centro Nacional de Pesquisa de Gado de Leite (CNPGL - Embrapa), em Coronel Pacheco, MG. Esses dados são interpretados por um sistema especialista que recomenda linhas de ação a serem implantadas, levando em consideração as características de cada empresa.

OBJETIVOS

O objetivo central do trabalho foi desenvolver um sistema inteligente de apoio à decisão que auxilie o gerenciamento de empresas avícolas, por meio da análise de rentabilidade econômica da etapa de alimentação do processo de produção de frangos de corte. Especificamente, buscou-se implementar um sistema de apoio à decisão para análise de dados zootécnicos e econômicos de vários programas alimentares, indicando o melhor programa em termos de rentabilidade econômica, para um determinado cenário montado. Buscou-se também desenvolver um sistema especialista para interpretação desses resultados em linguagem acessível a qualquer usuário.

METODOLOGIA

O sistema foi desenvolvido em microcomputadores compatíveis com o padrão IBM-PC, utilizando *softwares* comerciais como o *Quattro Pro 3.0* (Borland International Inc.) e o ambiente de desenvolvimento de sistemas especialistas *Level 5* (Information Builders Inc.), além de recursos de programação em lote do MS-DOS (Microsoft Inc.).

As metodologias adotadas no desenvolvimento do *SAD* e dos *SE's* foram aquelas propostas por Turban (1993). Elas permitem o desenvolvimento dos sistemas de forma simultânea e interativa, isto é, as versões do sistema são constantemente melhoradas por meio de demonstrações e testes com usuários potenciais.

Os dados que alimentam o sistema foram levantados junto a manuais de criação de frangos de corte e através de entrevistas com empresas avícolas comerciais. O conhecimento incorporado aos sistemas especialistas foi obtido de manuais de criação, de pesquisadores dos Departamentos de Economia Rural e Zootecnia da Universidade Federal de Viçosa e de gerentes de granjas avícolas.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

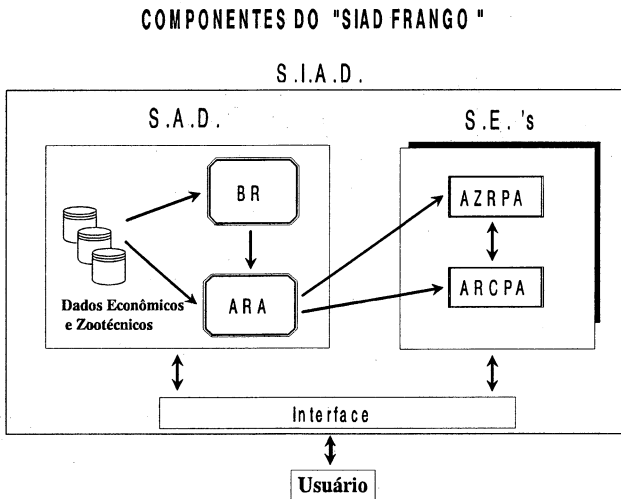
O sistema inteligente obtido pode ser visualizado, a seguir, no esquema da figura 1. Os dados econômicos e zootécnicos fornecidos ao sistema são utilizados nos módulos de balanceamento de ração (*BR*) e de avaliação de rentabilidade econômica de alimentação (*ARA*). O módulo *BR* calcula o preço da ração de custo mínimo (se necessário) e envia esse dado ao módulo *ARA*. Os resultados provenientes desse último módulo são enviados aos *SE's* denominados *AZRPA* e *ARCPA* para interpretação.

SISTEMA DE APOIO À DECISÃO

O módulo de balanceamento de rações de custo mínimo (*ARA*) possui uma estrutura flexível (aceita mudanças de ingredientes e acréscimo de restrições nutricionais) e permite que o usuário, sem sair do *SAD*, faça simulações com ingredientes alternativos e preços modificados. O modelo de programação linear, utilizado por esse módulo, contém 15 alternativas de ingredientes para compor a ração e 12 restrições nutricionais.

FIGURA 1

Esquema do Sistema Inteligente de Apoio à Decisão (SIAD)



BR: módulo de balanceamento de rações; *ARA*: módulo de avaliação de rentabilidade econômica de alimentação; *AZRPA*: sistema especialista de avaliação zootécnica e de rentabilidade econômica e dos programas de alimentação; *ARCPA*: sistema especialista de avaliação de rentabilidade econômica comparativa dos programas de alimentação.

Ele foi construído com o auxílio de técnicos do Departamento de Zootecnia (DZO-UFV) e encontra-se em condições de promover um balanceamento satisfatório de rações.

O módulo de avaliação de rentabilidade econômica da alimentação (*ARA*) apresenta como base o cálculo de custos e receitas para cada dieta que compõe um programa de alimentação. Por meio dos dados fornecidos pelos programas alimentares (taxa de mortalidade, conversão alimentar, ganho de peso e preço das rações), é calculada a margem bruta de alimentação, que é função do ganho de peso do período vezes o preço do frango menos o preço das rações vezes o consumo dessas rações. A Tabela 1, a seguir, mostra um exemplo de resultados proporcionados por

este módulo para uma utilização de seis programas alimentares (representados por curvas zootécnicas de crescimento) para um lote de 12 mil aves.

TABELA 1

**Avaliação de Rentabilidade Econômica Alimentar
para seis programas alimentares**

Curvas	peso frango (G. animal)	período de produção (dias)	preço do frango (US\$/kg)	Alimentação	
				margem B. por lote (US\$)	margem B. por kg (US\$)
PLANO 3	2.000,00	42	0,65	8.150,8	0,36
PLANO 4	2.000,00	46	0,65	7.680,6	0,27
PLANO 2	2.000,00	42	0,65	7.537,0	0,34
PLANO 1	2.000,00	43	0,65	7.534,8	0,35
PLANO 5	2.000,00	45	0,65	7.118,0	0,32
PLANO 6	2.000,00	40	0,65	6.215,5	0,31

Fonte: dados da pesquisa.

Por meio desse módulo, o tomador de decisão pode identificar, entre os programas alimentares disponíveis na empresa, quais aqueles que promovem, conforme um cenário montado, a melhor margem bruta de alimentação. Portanto, a empresa não fica com seu processo produtivo atrelado sempre a um mesmo programa de alimentação como acontece atualmente. O sistema oferece a vantagem de acompanhar o comportamento de cada programa disponível no decorrer de mudanças no cenário econômico, zootécnico e mercadológico. Assim, pode-se mudar o programa de alimentação até então usado por outro que passe a se mostrar mais rentável economicamente.

Mediante essa comparação, procura-se explorar as diferenças entre curvas zootécnicas de crescimento (cada curva caracteriza um programa de alimentação). As fontes de diferenças vão desde níveis de proteína, energia metabolizável, conversão alimentar e taxa de mortalidade, até características de manejo.

SISTEMAS ESPECIALISTAS

Para facilitar a interpretação dos resultados obtidos pelo sistema de apoio à decisão, foram desenvolvidos dois sistemas especialistas. O primeiro (*AZRPA*) promove uma análise individual dos programas de alimentação, levantando aspectos de natureza zootécnica e de rentabilidade econômica. O segundo faz uma análise comparativa entre todos os programas alimentares envolvidos, destacando aqueles com melhor desempenho econômico. No Quadro 1 é representada uma tela obtida de um dos sistemas especialistas disponíveis no *SIAD*.

Os *SE's* interpretam os resultados gerados, levantando aspectos que possam passar despercebidos. No Quadro 1 o sistema especialista calcula o Índice de Eficiência Produtiva (*IEP*) que é utilizado no setor avícola para indicar se as condições de criação dos lotes de frangos são adequadas e satisfatórias. Em seguida, são estimadas as perdas monetárias em função da mortalidade ocorrida em cada fase de crescimento dos animais, mostrando ao administrador qual foi o prejuízo provocado por essa mortalidade.

UTILIZAÇÃO DO *SIAD* DESENVOLVIDO SOB DIFERENTES CENÁRIOS

Com intuito de ilustrar como o sistema desenvolvido pode auxiliar na escolha do melhor programa alimentar e, desse modo, promover o uso mais racional dos recursos produtivos, dois cenários foram idealizados e submetidos ao *SIAD FRANGO*.

No cenário A seis programas alimentares são analisados, para um lote de 15 mil aves, com os preços das rações desses programas variando de 0,121 a 0,254 US\$/kg. Os resultados podem ser visualizados na Tabela 3.

Nessas condições, o Plano 3 se mostrou o mais rentável, apresentando uma margem bruta de alimentação por lote (*MBA/lote*) de US\$ 8.873,4, produzindo um frango com 1.750 gramas em um intervalo de 39 dias, com uma expectativa de preço de US\$ 0,65/Kg.

QUADRO 1

**Avaliação Zootécnica e de Rentabilidade Econômica
dos programas de Alimentação**

AVALIAÇÃO ZOOTÉCNICA E DE RENTABILIDADE ECONÔMICA
PROGRAMA ALIMENTAR: **HUBBARD MACHO, 1991**
CÁLCULO DO IEP (Índice de Eficiência Produtiva):

O IEP calculado teve o seguinte valor: **240,32**, que foi considerado **ÓTIMO** em relação à faixa normal: **211,64 - 240,07**.

PERDAS MONETÁRIAS COM MORTALIDADE DO PLANTEL:

Essa curva possui quatro dietas. Portanto, considere somente essas dietas para análise.

Perdas monetárias com a mortalidade do plantel são as margens brutas de alimentação que não são ganhas, em razão da mortalidade ocorrida em determinada dieta.

A curva em questão apresentou o seguinte comportamento:

A dieta número 1 apresentou mortalidade média de **1,25%**, que correspondeu à perda de **US\$ 36,52**, por lote.

A dieta número 2 apresentou mortalidade média de **1,67%**, que correspondeu à perda de **US\$ 87,14**, por lote.

A dieta número 3 apresentou mortalidade média de **1,56%**, que correspondeu à perda de **US\$ 110,93**, por lote.

A dieta número 4 apresentou mortalidade média de **0,67%**, que correspondeu à perda de **US\$ 4,36**, por lote.

Isso levou à perda total de **US\$ 238,96**, por lote, correspondendo a **1,61%** da margem bruta de alimentação do lote.

A mortalidade acumulada, ao final do período de produção, foi de **10,30%**, considerada **ALTA** (faixa normal de 2,5% a 4,0%).

Fonte: dados da pesquisa

TABELA 2

**Resumo da Avaliação de Rentabilidade Econômica Alimentar
para as condições do Cenário A**

Curvas	peso frango (G. animal)	período de produção (dias)	preço do frango (US\$/kg)	margem B. por lote (US\$)	margem B. por kg (US\$)
PLANO 3	1.750,00	39	0,65	8.873,4	0,36
PLANO 4	1.750,00	41	0,65	8.796,9	0,29
PLANO 1	1.750,00	40	0,65	8.736,4	0,35
PLANO 2	1.750,00	39	0,65	8.698,1	0,37
PLANO 5	1.750,00	40	0,65	7.860,1	0,34
PLANO 6	1.750,00	36	0,65	7.169,2	0,31

Fonte: dados da pesquisa.

A partir do cenário A, desenvolveu-se um cenário B por meio de uma alteração nos preços de alguns componentes das rações, levando o seu custo a uma faixa de preço de 0,190 a 0,326 US\$/Kg. Na Tabela 3, a seguir, observam-se as conseqüências dessa mudança de cenário.

O aumento relativo nos preços dos ingredientes provocou mudança na classificação dos programas alimentares, em termos de margem bruta de alimentação por lote (*MBA*/lote). O plano 3 caiu de 1º para 4º lugar; e ficou mais rentável utilizar o Plano 1, que produz um frango de 1.750 gramas em um período de 40 dias.

Supondo que uma determinada empresa avícola adote e tenha disponível apenas o programa alimentar caracterizado pelo Plano 3, na atual situação (cenário B), essa empresa estaria deixando de ganhar um adicional de 9,5% em termos de *MBA*/lote (ou US\$ 675,6/lote) uma vez que ela não tem a opção de deixar de utilizar o Plano 3 e passar a adotar o Plano 1.

Esse exercício mostra a facilidade com que o *SIAD FRANGO* manipula variáveis relevantes do sistema produtivo, relatando o comportamento dos diferentes programas alimentares disponíveis. Isso permite a execução de inúmeras simulações, de modo a gerar informações que apoiem o processo decisório.

Tais simulações podem envolver mudanças nos preços dos ingredientes das rações, substituição desses ingredientes, mudança na expectativa de preço para o quilo da carne de frango, adaptações do sistema produtivo a diferentes períodos de produção exigidos por diferentes mercados consumidores, entre outros.

TABELA 3

**Resumo da Avaliação de Rentabilidade Econômica Alimentar
para as condições do Cenário B**

Curvas	peso frango (G. animal)	período de produção (dias)	preço do frango (US\$/kg)	margem B. por lote (US\$)	margem B. por kg (US\$)
PLANO 1	1.750,00	40	0,65	7.795,3	0,33
PLANO 4	1.750,00	41	0,65	7.662,1	0,31
PLANO 2	1.750,00	39	0,65	7.383,1	0,29
PLANO 3	1.750,00	39	0,65	7.119,7	0,29
PLANO 5	1.750,00	40	0,65	5.905,4	0,24
PLANO 6	1.750,00	36	0,65	5.433,8	0,22

Fonte: dados da pesquisa.

CONCLUSÃO

Por meio da análise de cenários feita na seção anterior, podemos concluir que o enfoque inovador proposto pelo trabalho pode trazer benefícios ao setor de produção de frangos de corte. Em função de mudanças, tanto em aspectos zootécnicos quanto econômicos, diferentes programas alimentares podem se suceder na posição de melhor opção econômica. Além disso, pode-se afirmar que programas alimentares de períodos de produção mais longos podem levar a maior rentabilidade econômica, dependendo das circunstâncias. Tais fatos indicam que a disponibilidade de dois, três ou mais programas alimentares, de modo a eleger um deles conforme determinada conjuntura, leva ao uso mais racional dos recursos produtivos de um empresa avícola.

Pelas suas características de funcionamento (uso de dados observados, ajustamento estatístico com elevado coeficiente de determinação, facilidade de montagem e avaliação de diferentes cenários, entre outros), o sistema desenvolvido, na opinião de técnicos de empresas avícolas e estudiosos do ramo consultados, apresenta-se em condições de ser utilizado pelas empresas em nível de produção e de fornecer informações que auxiliem no processo decisório.

Deve ser ressaltado, portanto, que uma dificuldade gerada pela metodologia proposta se concentra na remuneração de produtores, no caso de empresas que operam sob o sistema de integração. Dada a importância do produtor integrado e o fato de este ser remunerado por meio de tabelas de pontuação baseadas em parâmetros técnicos (conversão alimentar, peso médio, taxa de mortalidade e idade de abate), que, com o auxílio do *SIAD*, são passíveis de serem modificados para aumentar a rentabilidade da empresa, recomenda-se que essas tabelas sejam revistas, visando a adaptá-las às condições impostas pela metodologia aqui exposta.

REFERÊNCIAS

- BOURGEAT, E.; LAPIERRE, O.; PLUMELLE, F. & BONIFACE, P. "Expert systems for evaluating technical and economic results of livestock farms: applications to pig husbandry", in Journées de la recherche porcine en France - sous le patronage de l'Association Française de Zootechnie, 23, 1991. 23^{ème} journées. Paris, Institut Technique du Porc, 1991. p.275-272. In: *World Agricultural Economics and Rural Sociology Abstracts*, 35(7):598, 1993. Abstracts n. 4427.
- HERVIEU, J. F. "Services for farmers and new information technologies". *Chambres d'Agriculture*, n. 809, 1993. (supplement). In: *World Agricultural Economics and Rural Sociology Abstracts*, 35(8):694, 1993. Abstracts n° 5159.
- HUIRNE, R. B. M.; DYKHUIZEN, A. A. & VAN BEEK, P. "Computadorized analysis of individual sow herd performance - I". Economic framework. *Journal of Agriculture Economics*, 1990 (no prelo).
- HURWITZ, S.; TALPAZ, H. & WAIBEL, P. E. "The use of simulation in the evaluation of economics and management of turkey production: dietary nutrient density, marketing age, and enviromental temperature". *Poultry Science*, 64(7):1415-1423, 1985.
- SILVA, C. A. B. "Sistemas especialistas para economistas rurais: potencial e relevância". *Revista de Economia e Sociologia Rural*, 28(2): 155-174, 1990.
- SILVA JR., A. G. da. "Sistema de suporte à decisão integrado a sistemas especialistas: uma aplicação para o gerenciamento de fazendas produtoras de leite". Viçosa, MG, UFV, Impr. Univ., 1993. 93p. (Tese M.S.).
- TURBAN, E. *Decision support and expert systems*, Nova York, McMillan, 1993, 695 p.