

UM SISTEMA DE APOIO À DECISÃO PARA O GERENCIAMENTO DE CONFINAMENTOS DE BOVINOS DE CORTE¹

Moisés de Andrade Resende Filho²
José Luís Braga³
Carlos Augusto de Alencar Fontes⁴

RESUMO - Visando aumentar a produtividade e a lucratividade de sua atividade, muitos pecuaristas brasileiros vêm adotando sistemas de terminação de bovinos de corte em confinamento. Diante da complexidade do processo de tomada de decisão e das potencialidades de aumento do lucro de atividades agrícolas com a utilização da informática, apresenta-se, neste artigo, um sistema de apoio à decisão desenvolvido, especificamente, para confinamentos de bovinos de corte. Simula-se uma aplicação do sistema e constata-se o seu potencial de uso por pecuaristas e administradores de confinamentos em nível de campo.

Palavras-chaves: Confinamento, bovinos de corte, sistema de apoio à decisão, administração rural.

¹ Trabalho baseado na tese de mestrado do primeiro autor, apresentada ao Departamento de Economia Rural da UFV.

² Professor Assistente, M.Sc., Faculdade de Economia e Administração, Universidade Federal de Juiz de Fora, Campus Universitário, Martelos, 36036-330, Juiz de Fora - MG. E-mail: marf@fea.ufjf.br

³ Professor Adjunto, D.Sc., Departamento de Informática., Universidade Federal de Viçosa, 36571-000, Viçosa - MG. E-mail: zeluis@dpi.ufv.br

⁴ Professor Titular, Ph.D. Departamento de Zootecnia, Universidade Federal de Viçosa, 36571-000. Viçosa - MG.

INTRODUÇÃO

Historicamente, o mercado da carne bovina no Brasil é caracterizado pela sazonalidade da oferta do boi gordo; dessa forma, na época de safra, no primeiro semestre do ano verificam-se, normalmente, preços reais da arroba do boi gordo abaixo dos observados no segundo semestre, notadamente entre os meses de outubro e novembro (pico de preços).

Diante da possibilidade de usufruir de tal característica de mercado, muitos pecuaristas passaram a realizar a engorda de bovinos em confinamento⁵, como atividade de entressafra. Segundo FNP Consultoria & Comércio (1996), o número de animais confinados no Brasil saltou de 435.000 em 1986, para cerca de 1.275.000 animais, em 1995.

Visando caracterizar o sistema de produção e o ambiente de tomada de decisões, serão enumeradas, a seguir, algumas características técnicas e econômicas a serem observadas durante o planejamento de confinamentos, quais sejam:

a) Uso intensivo de capital decorrente das necessidades inerentes ao processo produtivo, como: fornecimento de toda a alimentação dos animais via ração, aplicação de vacinas, vermífugos e complementos vitamínicos, infra-estrutura mínima em instalações e equipamentos, entre outros;

b) Inúmeras técnicas⁶ e tecnologias⁷ de produção decorrentes das possibilidades de combinações entre os animais (raça, peso inicial, sexo, peso final e quantidade), mão-de-obra, máquinas, alimentos, equipamentos, recursos financeiros, etc.;

c) Resultado econômico dependente de variáveis como preço de aquisição do boi magro, preço do boi gordo ao término do confinamento e taxa de juros, uma vez que o processo produtivo é de

⁵ Entende-se por confinamento o regime de engorda em que os animais ficam fechados em instalações próprias, recebendo ração composta por alimentos concentrados e volumosos, sem acesso às pastagens.

⁶ Combinação entre os fatores de produção, de modo a se produzir ao longo de uma mesma isoquanta (Varian, 1994).

⁷ Combinação entre os fatores de produção, de modo a se produzir em isoquantas distintas (Varian, 1994).

duração curta, competindo, diretamente, com outras formas de ativos reais e, ou, financeiros (Neves et al., 1993);

d) Necessidade de formulação de ração balanceada que atenda às exigências nutricionais dos animais para o ganho de peso diário planejado.

e) Necessidade de planejamento do ganho diário de peso para os animais confinados, considerando-se que, caso não atinjam peso final igual ou superior a 450 kg, não serão classificados como bois gordos, comprometendo a comercialização na entressafra, podendo, assim, implicar elevados prejuízos ao confinador (Lazzarini Neto, 1993); e

f) Inexistência de diferenciação do preço pago por frigoríficos e açougues ao confinador, apesar de os animais terminados em confinamento tenderem a apresentar carne de melhor qualidade e maior rendimento da porção comestível, em comparação com os submetidos a outros regimes de engorda (Lazzarini Neto e Lazzarini, 1995).

Destacados o risco e a complexidade inerente ao processo decisório do confinador de bovinos de corte, segundo Neves et al. (1993), seria de grande valia o desenvolvimento de instrumentos analíticos, modelos e mesmo aplicativos, para situações “ex-ante” que auxiliassem o investidor na tomada de decisão, no que tange à decisão de instalação, retração ou expansão da terminação de bovinos de corte via confinamento.

Segundo Noronha e Peres (1992), o custo de decisões erradas tende a aumentar, diante de uma acirrada competição de mercado. Dessa forma, o desenvolvimento de sistemas de informações gerenciais, tanto interna como externamente à empresa rural, torna-se questão de primeira importância, cabendo à pesquisa desenvolver com urgência “softwares” adequados à realidade da empresa rural brasileira.

Com a tendência de redução dos preços de equipamentos e de programas, a agricultura tem hoje condição favorável ao investimento na modernização de seus controles via informatização, aumentando a eficiência gerencial das propriedades. Dessa forma, a tecnologia de sistema de suporte à decisão integrada a sistemas especialistas tem grande potencial de aplicação em atividades agrícolas com objetivos comerciais (Silva Jr., 1993).

Diante do exposto, o objetivo deste trabalho será apresentar um sistema de apoio à decisão desenvolvido e implementado, visando

auxiliar profissionais ligados à administração de confinamentos de bovinos de corte.

Vale mencionar que um Sistema de Apoio à Decisão (SAD) pode ser definido como um agrupamento de ferramentas computacionais desenvolvido para dar suporte à resolução de um problema administrativo particular, podendo, dessa forma, ajudar o tomador de decisão a lidar com problemas desestruturados ou semi-estruturados.

De fato, um SAD deve possibilitar o uso de dados e modelos analíticos, podendo incorporar etapas do processo de tomada de decisão, sendo um produto da interação das diversas áreas do conhecimento (El-najdawi e Stylianou, 1993; Turban, 1993).

Um Sistema de Apoio à Decisão possui alguns componentes intimamente ligados que são o “software”, o usuário, e o “hardware”. O “software” é constituído por três subsistemas que são o dos dados, o dos modelos e o de comunicação: o subsistema de dados inclui a base de dados e o sistema gerenciador de banco de dados (SGBD); o subsistema de modelos é constituído pelo “software” que contém os modelos e gerencia-os; o subsistema de comunicação compreende a interface com o usuário, sendo por meio dele que o usuário efetivamente se comunica e comanda o sistema (El-najdawi e Stylianou, 1993; Turban, 1993).

Uma definição mais sofisticada de Sistema de Apoio à Decisão acrescenta a este a base de conhecimento, ou seja, a possibilidade de integração com um ou mais sistemas especialistas (Turban, 1993).

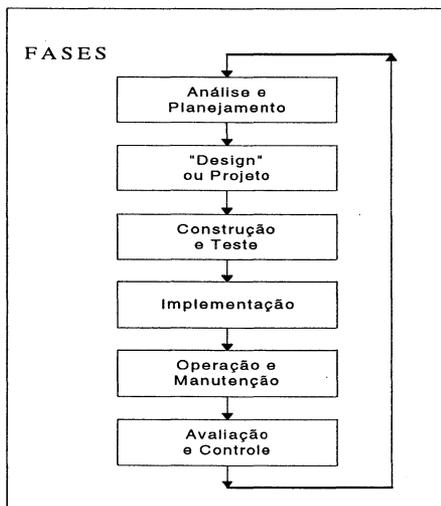
Segundo El-najdawi e Stylianou (1993), um sistema especialista é um programa que incorpora o conhecimento de um ou mais especialistas humanos em uma área muito específica, sendo capaz de dar sugestões e conselhos no sentido de solucionar problemas que, a princípio, somente “experts” seriam capazes de solucionar.

Normalmente, um sistema especialista é composto por três componentes principais: a base de conhecimento, a máquina de inferência e a interface com o usuário (Stylianou et al., 1992).

METODOLOGIA

A metodologia empregada para desenvolvimento e construção do sistema de apoio à decisão, aplicado ao gerenciamento de confinamentos de bovinos de corte, bem como ao sistema especialista acoplado a ele, é a apresentada na Figura 1.

FIGURA 1
Ciclo de Vida do Desenvolvimento do Sistema de Apoio à
Decisão e Sistema Especialista



FONTE: Adaptado de TURBAN (1993).

Na primeira fase do ciclo de vida do desenvolvimento do sistema de apoio à decisão (Análise e Planejamento), são desenvolvidos entendimentos gerais sobre o problema a ser abordado. Em seguida, um estudo acerca das alternativas de implantação, envolvendo

“software”, “hardware”, cronogramas e custos, é produzido. Finalmente, é feito o “design” ou projeto, que deverá traduzir a estrutura do sistema a ser construído.

A fase de Construção e Teste diz respeito à obtenção de um sistema utilizável em ambiente real, que possa ser levado até o usuário. Nesse ponto, o sistema passa a ser testado e sua utilidade avaliada, para permitir refinamentos e ajustes.

Na fase de implementação há a preparação do sistema para uso definitivo, compra de equipamentos, treinamento de pessoal, etc. Após instalado, o sistema entra em Operação ou uso rotineiro. Desse uso, podem surgir necessidades de manutenção, ou seja, alterações no sistema para adaptá-lo a situações novas, não previstas ou para correção de erros. Em seqüência, o sistema fica em avaliação contínua de utilidade, de modo a se verificar a sua aplicabilidade à situação para a qual foi projetado. Quando se chega à conclusão de que isto não mais acontece, repete-se todo o ciclo novamente (Turban, 1993).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

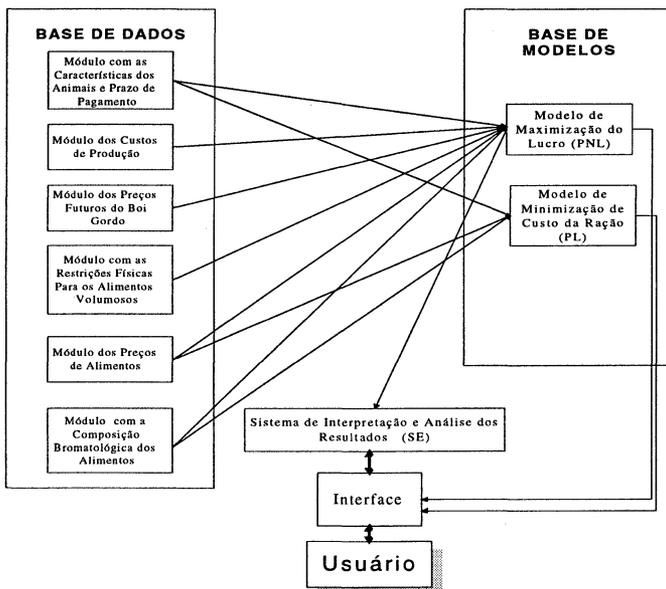
Durante o processo de desenvolvimento do sistema de apoio à decisão, especial atenção foi dada à interface com o usuário, optando-se, dessa forma, por utilizar o ambiente Windows, em razão de suas potencialidades em recursos gráficos e de programação, possibilitando o desenvolvimento de ferramentas amigáveis.

O sistema foi desenvolvido com o uso da planilha eletrônica Microsoft Excel 5.0., por causa das inúmeras potencialidades desse “software” em propiciar: a) a resolução de modelos de programação linear, inteira e não-linear; b) a automação de rotinas com a programação de macros em “Visual Basic” para aplicativos; e c) o desenvolvimento de interface gráfica com o usuário final (Microsoft, 1994). O sistema especialista foi desenvolvido com o programa Exsys versão 4.0, da Exsys Inc. Albuq. NM.

O fluxo de dados e a estrutura do sistema estão apresentados na Figura 2, onde é possível verificar que o sistema de apoio à decisão desenvolvido possui dois modelos de programação matemática, quais

sejam: a) Modelo de Maximização do Lucro do Confinamento (Problema de Programação Não-Linear), o qual utiliza informações coletados em todos os módulos de inserção de dados do programa; e b) Modelo de Minimização do Custo de Ração (Problema de Programação Linear), que necessita, tão somente, dos dados inseridos nos módulos “Características dos Animais e Prazo de Pagamento”, “Preços dos Alimentos” e “Composição Bromatológica dos Alimentos”.

FIGURA 2
Arquitetura do Sistema de Apoio à Decisão em Confinamento de Bovinos de Corte - SADCONF



PNL: Programação Não-Linear; PL: Programação Linear ; SE: Sistema Especialista

Para desenvolver os modelos matemáticos inseridos no SADONE, utilizaram-se equações propostas pelo AFRC (1993) e pelo NRC (1984). Tais equações relacionam o teor de energia metabolizável⁸ presente na ração a ser fornecida, considerando-se sexo, raça e peso dos bovinos confinados, com consumo diário de matéria seca e de minerais e com o ganho de peso diário dos animais.

Para cálculo das exigências nutricionais dos animais confinados (proteína, cálcio, fósforo, magnésio, sódio e potássio), utilizaram-se equações propostas pelo AFRC (1993) e por Fontes (1995).

Tais exigências gerarão uma série de restrições que, condicionarão a resolução dos modelos de maximização do lucro e minimização do custo da ração, ao seu atendimento.

Vale ressaltar que, além das já mencionadas restrições, uma série de outras, como peso final mínimo a ser alcançado pelos animais; duração máxima do confinamento em dias; número máximo de animais a confinar; montante máximo de recursos financeiros a utilizar, entre outras, são também impostas aos referidos modelos matemáticos. A formulação matemática dos modelos do SADCONF é apresentada em Resende Filho (1997).

Deve ser observado, na Figura 2, que o SADCONF permite ao usuário, quando este fizer uso do modelo de maximização do lucro, utilizar um sistema especialista para auxiliá-lo no equacionamento de problemas advindos da complexidade do processo de resolução do modelo não-linear utilizado.

A descrição dos dados a serem fornecidos pelo usuário ao sistema será realizada durante a simulação do exemplo de utilização do programa.

⁸Corresponde à energia total ingerida pelo animal em sua alimentação menos a energia perdida via fezes, urina e gases (AFRC, 1993).

APRESENTAÇÃO DE UM EXEMPLO DE UTILIZAÇÃO DO SADCONF

Para se utilizar o SADCONF, como pode ser observado na Figura 2, é necessário que o usuário forneça dados ao programa, os quais caracterizem os seus recursos em animais, benfeitorias, equipamentos, mão-de-obra e recursos financeiros. Nesse sentido, serão apresentados, na presente seção do trabalho, os dados definidos com base em um exemplo hipotético, montado segundo características de confinamentos implementados no Estado de Minas Gerais, citadas por Campos (1992) e Silvestre et al. (1986).

Dados Utilizados para Simulação de Uso do SADCONF

Os dados inseridos no módulo das características dos animais e prazo de pagamento (Figura 3) foram definidos da seguinte maneira: Estabeleceu-se 10 de julho como a data de início do confinamento. Considerou-se que o lote apresentava peso médio inicial de 360 kg, sendo que todos os animais eram machos inteiros, mestiços zebu x europeu, adquiridos ao preço de R\$ 240,00 (BM&F, 1996), devendo atingir, no mínimo, 460 kg de peso final médio. Admitiu-se que o lote confinado seria vendido segundo rendimento de carcaça de 52%, limitando-se a duração do processo de engorda a, no máximo, 120 dias, de modo a se poder usufruir do pico de preços da entressafra.

Considerou-se que o prazo para recebimento do pagamento pela venda dos animais terminados seria de 25 dias, uma prática comum do mercado do boi gordo. Limitou-se o número máximo de animais em 60, de modo a respeitar a capacidade da instalação, conforme pode ser verificado na Tabela 1.

FIGURA 3
Tela do Módulo das Características dos Animais e Prazo de Pagamento do SADCONF

FECHAR SADCONF		AJUDA		OK		IMPRIMIR		SALVAR	
CARACTERÍSTICAS DO BOI MAGRO									
Peso Inicial (Kg)	360	▲		----->	Corresponde a	12 Arrobas			
Raça do Lote de Animais	Zebu X Europeu	▼		DATA DE INÍCIO DO CONFINAMENTO					
Preço do Boi Magro	R\$ 240.00	▲		Dia	10	▼			
Sexo do Lote de Animais	Macho	▼		Mês	Julho	▼			
CARACTERÍSTICAS DESEJÁVEIS PARA O BOI GORDO									
Peso Final em Kg	460	▲		----->	Corresponde a	15.9 Arrobas			
Rendimento de Carcaça (%)	52%	▲		PRAZO DE PAGAMENTO					
Nº Máximo de Bois a Serem Confinados	60	▲		Prazo para Pagamento (Dias):		25	▲		▼
Duração Máxima do Confinamento em (dias)	120	▲							
		▼							

Os valores utilizados para alimentar o módulo dos custos de produção do SADCONF (Figura 4) foram definidos da seguinte maneira: Considerou-se a taxa de juros mensal de 1,23%, que corresponde à taxa de juros nominal da poupança no dia 10 de julho de 1996 (O Dinheiro, 1996).

O capital disponível foi estipulado em R\$ 25.000,00, de modo que os recursos financeiros não fossem limitantes à resolução do problema de maximização do lucro. Os custos com depreciação anual das instalações, depreciação de máquinas, juros sobre o capital médio empatado em máquinas e instalações, pagamento da mão-de-obra mais encargos sociais, gastos com combustível para máquinas e equipamentos, medicamentos, vacina aftosa e aplicação de vitamina A foram obtidos em Resende Filho (1997).

FIGURA 4
Tela do Módulo dos Custos de Produção do SADCONF

FECHAR SADCONF		AJUDA	OK	IMPRIMIR	VOLTAR	SALVAR
TAXA DE JUROS MENSAL & CAPITAL DISPONÍVEL			CUSTOS VARIÁVEIS (por mês)			
Taxa de Juros Mensal	1.23%	▲ ▼	Mão-de-obra	R\$ 131.00	▲ ▼	
Capital Máximo Disponível	R\$ 25000.00	▲ ▼	Máquinas e Equipamento	R\$ 16.00	▲ ▼	
CUSTOS FIXOS			Outros	R\$ 0.00	▲ ▼	
Manut. das Instalações	R\$ 0.00	▲ ▼	CUSTOS POR BOI CONFINADO			
Depreciação das Instalações	R\$ 137.00	▲ ▼	Medicamentos	R\$ 2.50	▲ ▼	
Manutenção de máquinas	R\$ 0.00	▲ ▼	Vacinas	R\$ 0.46	▲ ▼	
Depreciação das máquinas	R\$ 203.00	▲ ▼	Vitamina A	R\$ 0.44	▲ ▼	
Terra	R\$ 0.00	▲ ▼	Outros	R\$ 0.00	▲ ▼	
Juros sobre o capital empatado em máquinas e instalações	R\$ 139.00	▲ ▼				

É importante mencionar que as características do capital físico, utilizado no módulo de produção exemplificado neste trabalho, pode ser sintetizado conforme a Tabela 1.

TABELA 1
Características Físicas do Sistema de Confinamento Utilizado no Exemplo

Item	Característica
Capacidade do curral	50 a 60 animais
Área por curral	700 m ²
Lotação	14 a 12 m ² / cabeça confinada.
Características do curral	Curral a céu aberto com chão batido.
Picadeira estacionária	1 (a Diesel)
Balança	1 (1500 kg de capacidade)

Fonte: Emater-MG, citado por Campos (1992); Resende Filho (1997).

Os dados inseridos no módulo dos preços futuros do boi gordo estão apresentados na Figura 5. Deve ser ressaltado que utilizou-se os preços referentes ao fechamento do pregão da Bolsa de Mercadorias & Futuros de São Paulo, em 10 de julho de 1996 (BM&F, 1996).

Justifica-se a utilização dos preços futuros formados em nível de BM&F, considerando-se que Kassouf (1988) constatou que as previsões formadas no mercado futuro do boi gordo dessa instituição são, muitas vezes, mais confiáveis que as obtidas com o uso de modelos econométricos sofisticados.

FIGURA 5

Tela do Módulo dos Preços Futuros do Boi Gordo do SADCONF

<div style="display: flex; justify-content: space-between; border-bottom: 1px solid black;"> FECHAR SADCONF AJUDA OK IMPRIMIR VOLTAR SALVAR </div>				
PREÇOS FUTUROS DO BOI GORDO (PREVISÃO)				
Fonte: Bolsa de Mercadorias & Futuros (SP)				
Mês	Número de Dias Restantes	R\$ por Arroba		
Julho	21	23		
Agosto	52	24.3		
Setembro	82	25.8		
Outubro	113	27.4		
Novembro	143	26		
Dezembro	174	25.2		
Janeiro	205	22.5		
Fevereiro	233	22		
Março	264	21.5		
Abril	294	22.2		
Maiο	325	22.9		
Junho	355	23.4		

Como pode ser verificado pela Figura 2, após a inserção dos dados requeridos pelo módulo dos preços futuros do boi gordo, será necessário informar as restrições físicas para os alimentos volumosos. Neste caso, considerou-se que a aquisição de tais alimentos, via mercado, seria possível, sendo, dessa forma, desconsideradas tais restrições.

Os valores utilizados para alimentar o módulo dos preços dos alimentos do SADCONF (Figura 4) foram definidos da seguinte maneira: Os preços dos alimentos informados ao SADCONF, para o mês de julho de 1996, foram obtidos em Preços Agrícolas (1996) e Informações Econômicas (1996). No caso da silagem de milho, capim-napier e MDPS (milho desintegrado palha e sabugo), utilizou-se o critério do custo de produção calculado por Resende Filho (1997).

É importante mencionar que foram considerados como alimentos volumosos efetivamente disponíveis apenas o capim-napier, a silagem de milho e a cana-de-açúcar, uma vez que são alguns dos mais utilizados em confinamentos, principalmente naqueles implementados no Estado de Minas Gerais (Silvestre et al., 1986).

FIGURA 6
Tela do Módulo dos Preços dos Alimentos do SADCONF

PREÇO DOS ALIMENTOS EFETIVAMENTE DISPONÍVEIS PARA FORMULAÇÃO DE RAÇÕES					
VOLUMOSOS			CONCENTRADOS		
Descrição	Preços em R\$ por tonelada		Descrição	Preços em R\$ por tonelada	
Capim Napier, 61 Dias	6.40	▲	Calcário Calcítico	14.70	▼
Feno de Capim Napier	Não Disponível	▲	Farelo de Algodão (30% PB)	200.00	▼
Silagem de Milho	19.80	▲	Farelo de Algodão (40% PB)	221.00	▼
Silagem de Capim Napier	Não Disponível	▲	Cloreto de Sódio (sal comum)	130.00	▼
Capim Napier, 82 Dias	Não Disponível	▲	Cloreto de Potássio (KCl)	258.00	▼
Silagem de Sorgo	Não Disponível	▲	Milho Desintegrado Palha e Sabugo (MDPS)	64.00	▼
Bagaço Hidrolisado	Não Disponível	▲	Cama de Frango	Não Disponível	▼
Cana-de-Açúcar	14.00	▲	Farelo de Trigo	223.00	▼
CONCENTRADOS			Fubá de Milho	Não Disponível	▼
Farinha de Ossos Autoclavada	480.00	▲	Milho (Grão Moído)	126.00	▼
Melaço de Cana	Não Disponível	▲	Semente de Algodão	Não Disponível	▼
Uréia	369.00	▲	Farelo de Soja	293.00	▼
			Fosfato Bicalcico	190.00	▼

Na Figura 2 é possível verificar que, para que o sistema possa ser utilizado, é necessário também informar a composição bromatológica

dos diversos alimentos disponíveis à formulação da ração a ser fornecida aos animais confinados. Com vistas em facilitar a utilização do programa, foi armazenada, na base de dados do sistema, a composição bromatológica de 24 alimentos, os mesmos apresentados na Figura 6. Tais composições foram retiradas de diversas fontes, tais como Valadares Filho (1995), NRC (1984), AFRC (1993), Campos (1995), Jorge (1993), e estão apresentadas na Figura 7.

Vale ressaltar que os dados armazenados no módulo com a composição bromatológica dos alimentos podem ser alterados pelo usuário do sistema, permitindo, assim, que sejam utilizados valores obtidos em análises químico-bromatológicas de alimentos produzidos na própria fazenda confinadora.

FIGURA 7
Tela do Módulo com a Composição Bromatológica dos Alimentos

DESCRIÇÃO	Composição (sobre kg de MatériaSeca)														
	MS %	EM MJ/Kg	EM kcal/Kg	FME MJ/Kg	Ca g/Kg	P g/Kg	Na g/Kg	K g/Kg	CP g/Kg	ADIN g/Kg	a	b	c		
VEGETAIS															
Capim Napier, 81 Dias	20.00%	8.76	2.09	8.13	6.00	4.10	2.60	0.10	11.31	160.00	0.70	0.23	0.68	0.01	
Capim, Feno Napier	88.00%	7.53	1.80	7.00	3.00	1.70	2.40	0.85	9.20	106.40	1.20	0.20	1.02	0.03	
Silagem de Milho	31.00%	10.10	2.41	8.00	2.80	1.90	2.00	0.10	10.00	70.00	0.00	0.62	0.36	0.04	
Silagem de Capim Napier	20.00%	8.33	1.99	7.73	8.00	2.00	2.60	0.10	11.31	56.00	1.18	0.32	0.67	0.01	
Capim Napier, 82 Dias	25.90%	8.03	1.92	7.46	6.00	4.10	2.60	0.10	11.31	133.00	0.70	0.23	0.68	0.01	
Silagem de Sorgo	31.00%	8.76	2.09	8.13	3.50	2.10	2.90	0.20	13.70	60.00	0.70	0.23	0.68	0.01	
Bagaça Hidrolisada	40.00%	8.01	1.91	7.43	0.40	0.30	2.90	0.20	13.70	16.00	0.70	0.23	0.68	0.01	
Cana-de-Açúcar	28.00%	9.10	2.08	8.46	2.27	0.73	0.25	0.50	1.26	25.00	0.70	0.23	0.38	0.48	
CONCENTRADOS															
Calcário Calcítico	100.00%				385.00										
Algodão, Farelo (32%PB)	92.00%	9.36	2.24	7.42	1.80	12.10	5.90	0.50	15.20	323.00	3.05	0.19	0.71	0.05	
Algodão, Farelo (42%PB)	92.00%	11.17	2.67	8.86	1.90	10.00	5.50	0.40	13.90	440.00	3.56	0.33	0.54	0.09	
Cloreto de Sódio (NaCl)	100.00%								370.00						
Cloreto de Potássio (KCl)	100.00%								505.40						
MDPS	88.70%	11.30	2.70	10.17	0.20	2.20	1.00	0.10	4.10	81.00	1.71	0.22	0.78	0.02	
Carne de Frango	86.00%	9.62	2.30	7.63	31.60	17.20	5.00	5.10	16.80	139.00	5.15	0.47	0.29	0.08	
Trigo, Farelo	89.00%	9.51	2.27	7.54	1.30	13.80	6.00	0.40	15.60	178.00	1.57	0.29	0.65	0.13	
Fubá de Milho	86.00%	13.80	3.30	12.40	1.20	0.40	0.70	0.80	8.90	102.00	0.00	0.21	0.78	0.02	
Milho, Grão Molido	88.00%	13.60	3.25	12.20	0.30	0.32	1.20	0.10	4.40	98.00	0.00	0.26	0.69	0.01	
Algodão Semente	92.00%	14.52	3.47	11.90	1.60	7.50	3.50	3.10	12.10	239.00	2.20	0.26	0.69	0.01	
Soja, Farelo (45% PB)	88.00%	12.97	3.10	12.13	2.20	6.40	3.10	0.70	20.2	469.70	2.20	0.26	0.77	0.07	
Fosfato Bifosfórico	100.00%								230.30	180.00					
Farina de Ovos Autoclavada	100.00%								301	145					
Melaço de Cana	75.00%	10.89	2.60	8.92	10.09	1.10				40.00	0.70	0.23	0.38	0.05	
Ureia	100.00%									2700.00			1.00	0.00	0.00

MS: Teor de Matéria Seca do alimento; EM: Energia metabolizável do alimento em Megajoules por kg e Megacalorias por kg de matéria seca; FME: Energia metabolizável fermentável em Megajoules por kg de matéria seca; Ca: teor de cálcio em g por kg de matéria seca do alimento; P: teor de fósforo em g por kg de matéria seca do alimento; Mg: teor de magnésio em g por kg de matéria seca do alimento; Na: teor de sódio em g por kg de matéria seca do alimento; K: teor de potássio em g por kg de matéria seca do alimento; CP: teor de proteína bruta em g por kg de matéria seca do alimento; ADIN: corresponde ao nitrogênio insolúvel em detergente ácido em g por kg de matéria seca do alimento; a, b, c: são os coeficientes definidos pelo AFRC (1993) para quantificar a degradabilidade da proteína em nível de rúmen, para cada alimento.

Resolução do Problema de Maximização do Lucro do Confinamento

Os resultados obtidos, utilizando-se os dados anteriormente definidos, são apresentados na Figura 8. Com base nela, pode ser verificado que, ao final da estratégia de confinamento calculada, os animais deverão atingir 475 kg de peso vivo, portanto, peso superior ao limite mínimo de 460 kg estabelecido para este exemplo. Vale dizer que os 475 kg de peso vivo final correspondem a 16,47 arrobas, considerando-se o rendimento de carcaça de 52%.

O preço nominal calculado para a data de término do confinamento foi de R\$ 27,35 por arroba, valor este que corresponde ao pico de preço esperado para entressafra, mês de outubro de 1996, conforme pode ser observado na Figura 5. Utilizando-se a taxa de juros informada de 1,23 % ao mês, o preço esperado para a data de término da engorda, quando atualizado para 10 de julho (início do confinamento), tem seu valor igual a R\$ 26,18 por arroba.

FIGURA 8
Resultados Calculados pelo SADCONF

FECHAR SADCONF		SALVAR		REZICAR SADCONF		RECALCULAR		IMPRIMIR		AJUDA	
APRESENTAR RAÇÃO CALCULADA		RESULTADOS CALCULADOS PELO SADCONF								RAÇÃO CALCULADA EM BASE SECA	
Peso Final do Boi Gordo	16.47 Arrobas	-----> 475 kg de Peso Vivo									
Preço Nominal	R\$ 27.35 por Arroba										
Preço Atualizado para o Mês Inicial	R\$ 26.18 por Arroba										
Animais a Serem Confinados	00 Animais										
Data de Término do Confinamento	1 de Outubro										
Duração do Confinamento (Dias)	83 dias										
Diferencial de Peso (em Arrobas)	4.5 Arrobas										
Custo da Arroba do boi Magro	R\$ 20.00 / Arroba										
Custo com Ração	R\$ 10.10 / 100 Kg de Matéria Seca	-----> R\$ 1.00 / cabeça por dia									
Consumo Diário Médio de Matéria Seca	9.74 Kg de M.S por Cab.	Consumo Diário: 1243.7 kg de ração por dia									
Ganho de Peso Vivo Diário	1.39 Kg /dia	Custo por Arroba: R\$ 22.13 /arroba ganha									
Energia Metabolizável da Ração	2.52 Mcal/Kg de M.S	-----> 10.5 Mcal/kg de Matéria Seca									
BALANÇO ECONÔMICO (Valores Atualizados)		% Sobre os Custos									
RECEITAS	R\$ 25863.78	127%									
CUSTOS (TOTAL)	20231.59	100%									
Custo Total com Boi Magro	(1400.00)	71%									
Custo Total com o Arraçoamento	(695.17)	24%									
Custo com os Outros Itens	(1032.42)	5%									
LUCRO	R\$ 5532.19	27.9%									
Devido ao Diferencial de Preços	4447.48	23%									
Devido ao Confinamento	1084.71	5%									

A estratégia calculada via resolução do modelo de maximização do lucro do SADCONF pode ser sintetizada como na Figura 8: Realizar a engorda em 83 dias, fazendo com que os animais ganhem 1,39 kg de peso vivo por dia, resultando em ganho de 4,5 arrobas para o período. Espera-se que cada animal confinado consuma, em média, 9,74 kg de matéria seca por dia, resultando, assim, em um consumo total diário de ração (base natural), para os 60 animais a serem confinados, por volta de 1243,7 kg por dia.

A ração formulada pelo SADCONF, de modo a garantir o desempenho planejado para os animais, é apresentada na Figura 9. A data de término do confinamento deverá ser 1º de outubro, correspondendo, justamente, ao pico de preço previsto para o período de entressafra (Figura 5).

Observa-se, com base nos resultados calculados (Figura 8), que uma vez implementada a estratégia de produção calculada, espera-se que o confinamento resulte em lucro de R\$ 5.532,19, representando ganho de 27% em relação ao custo total de produção.

Vale ressaltar que, desses 27% de lucratividade, 22% serão devidos ao diferencial entre os preços de compra e de venda das arrobas que os animais já possuíam antes do início do confinamento, e apenas 5% serão devidos ao ganho de peso obtido no decorrer do confinamento.

A preponderância do lucro decorrente do diferencial de preços era esperada, uma vez que esta é uma característica típica de confinamentos realizados no Brasil, em decorrência da inviabilidade econômica de se terminar bovinos em confinamento sem a ocorrência do fenômeno de sazonalidade de preços do boi gordo (Thiago e Costa, 1994).

Diante do exposto, pode-se considerar que o resultado obtido, via utilização do modelo de maximização do lucro do SADCONF, está coerente com a realidade.

Uma informação valiosa, gerada na tela de resultados do SADCONF, diz respeito ao percentual de queda do preço nominal da arroba do boi gordo, com relação ao preço esperado para a data de término do confinamento, de modo que o confinador, ainda assim, não tenha prejuízo com atividade, ou seja, garanta ao menos lucro zero (incluindo os custos de oportunidade do capital). Neste exemplo, a estratégia de confinamento proposta assimilaria uma redução do preço nominal de R\$ 27,35 para R\$ 21,50, o que representa uma queda de 21,39%.

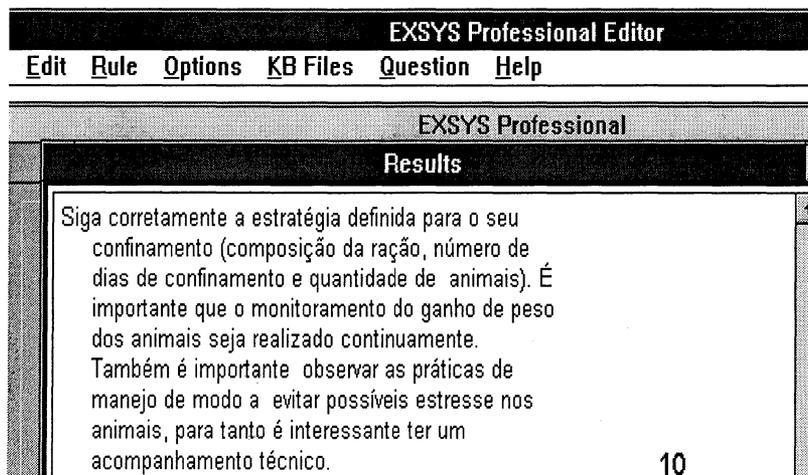
Com base no resultado calculado pelo SADCONF, o confinador, já no dia 10 de julho de 1996, poderia ter realizado uma operação de “hedge” via Bolsa de Mercadorias & Futuros, garantindo assim, o preço de R\$ 27,35 para o dia 1º de outubro. Tal procedimento teria resultado em bom negócio para o confinador, uma vez que, no decorrer da entressafra de 1996, houve constante decréscimo nos níveis dos preços futuros previstos pela BM&F, tendo sido tais expectativas concretizadas no mercado físico do boi gordo.

Como já foi mencionado anteriormente, o SADCONF também gera a composição da ração a ser formulada, de modo a garantir o desempenho determinado para os animais confinados. Neste caso, a composição da ração calculada é apresentada na Figura 9.

FIGURA 9
Ração Calculada pelo SADCONF para o Confinamento
Exemplificado

IMPRIMIR		VOLTAR RESULTADOS		SALVAR		FECHAR SADCONF	
COMPOSIÇÃO DA RAÇÃO CALCULADA PELO SADCONF							
VOLUMOSOS				CONCENTRADOS			
Matéria Natural (%)				Matéria Natural (%)			
Capim Napier, 61 Dias	0.00	Trigo, Farelo	0.00				
Feno de Capim	0.00	Fubá de Milho	0.00				
Silagem de Milho	72.96	Milho, Grão Moído (39)	0.00				
Silagem de Capim Napier	0.00	Algodão Semente	0.00				
Capim Napier, 82 Dias	0.00	Soja, Farelo (45% PB)	0.00				
Silagem de Sorgo	0.00	Fosfato Bicálcico	0.00				
Bagaço Hidrolisado	0.00	Farinha de Ossos Autoclavada	0.00				
Cana-de-Açúcar	0.00	Melaço de Cana	0.00				
CONCENTRADOS				PREMIX MINERAL (Kg/100Kg de PREMIX)			
Matéria Natural (%)				Kg/100Kg de PREMIX			
Calcário Calcítico	0.20	Calcário Calcítico	80.28				
Algodão, Farelo (32%PB)	0.00	Cloreto de Sódio (NaCl)	19.02				
Algodão, Farelo (42%PB)	9.12	Cloreto de Potássio (KCl)	0.00				
Cloreto de Sódio (NaCl)	0.05	Fosfato Bicálcico	0.41				
Cloreto de Potássio (KCl)	0.00	Farinha de Ossos Autoclavada	0.00				
MDPS	17.20	g de premix/ 100 Kg de Concentrado	0.94				
Carne de Frango	0.00						
VOLUMOSO (% da Matéria Natural)				72.96			
CONCENTRADO (% da Matéria Natural)				26.79			
PREMIX (% da Matéria Natural)				0.25			

FIGURA 10
Tela com a Conclusão do Sistema Especialista de Interpretação e
Análise dos Resultados



Vale ressaltar que, caso a solução do problema de maximização do lucro tivesse resultado em lucro negativo, ou mesmo não tivesse sido possível encontrar uma solução viável, o sistema especialista auxiliaria o usuário a encontrar possíveis causas, como, por exemplo, o estabelecimento de restrições conflitantes ou mesmo o fornecimento de dados imprecisos.

CONCLUSÕES

O Sistema de Apoio à Decisão em Confinamento de Bovinos de Corte (SADCONF) trata tanto o problema de minimização do custo de rações, como o problema de maximização do lucro em confinamento de bovinos de corte de forma determinística. Desta forma, consideram-se como perfeitamente conhecidos os valores de variáveis como o ganho de peso dos animais, o consumo de ração, os preços futuros do boi gordo, os preços dos insumos de produção, entre outras. É importante

atentar-se para o fato de se estar trabalhando com variáveis biológicas e de mercado, que em situações reais apresentam desvios que devem ser esperados.

Apesar da limitação já mencionada, verificou-se que o Sistema de Apoio à Decisão em Confinamento de Bovinos de Corte, descrito neste artigo, gera resultados coerentes com a realidade, apresentando, dessa forma, efetiva potencialidade no sentido de auxiliar o processo de tomada de decisões de confinadores de bovinos de corte.

Verifica-se, também, que o SADCONF evolui em relação a programas anteriormente desenvolvidos, como os apresentados por Ferreira (1993), visto que: a) possibilita o cálculo de rações de custo mínimo; b) informa a respeito da sensibilidade da solução em relação a decréscimos no preço futuro da arroba do boi gordo; c) permite que sejam consideradas as disponibilidades mínimas e máximas de volumosos em nível de campo; d) utiliza um sistema especialista, orientando o usuário na avaliação dos resultados advindos da otimização do lucro; e) possibilita ao usuário do sistema lidar com o problema da obtenção de máximos locais para a função lucro, aumentando as chances de se encontrar o máximo global; e f) facilita, a interação do usuário com o sistema, dada a interface amigável.

Constata-se que a concepção de sistemas de apoio à decisão permite a interligação entre diversas áreas do conhecimento científico, como: zootecnia, economia, programação matemática e informática, aproximando-se, assim, da realidade complexa e dinâmica em que se dá o processo de tomada de decisão, podendo, dessa forma, auxiliar o administrador rural a responder às clássicas indagações a respeito do quê, como, quando e quanto produzir.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AGRICULTURAL AND FOOD RESEARCH COUNCIL (AFRC).
Energy and protein requirements of ruminants: an advisory manual prepared by AFRC Technical Committee on responses to nutrients. Wallingford, UK: Commonwealth Agricultural Bureau International, 1993. 159 p.
- BM&F. Folha de São Paulo, São Paulo, 10 de jul. 1996. Caderno 2. Folhadinheiro. p. 10.
- Campos, C.L. Análise econômica de confinamento de bovinos: estudo de caso. Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, 1992. 94 p. Dissertação (Mestrado em Economia Rural).
- Campos, J. Tabelas para cálculo de rações. Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, 1995. 64 p.
- El-Najdawi, M.K., STYLIANOU, C.A. Expert support system: integrating AI technologies. *Communications of the ACM*, New York, v. 36, n. 12, p. 55-65, dec. 1993.
- Ferreira, N.F. Otimização econômica em confinamento de bovinos de corte. Piracicaba, SP: Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz da Universidade de São Paulo, 1993. 89 p. Dissertação (Mestrado em Economia Agrária).
- Fnp CONSULTORIA & COMÉRCIO. Anualpec 96: anuário estatístico da produção animal. São Paulo: Argos Comunicação, 1996. 312 p.
- FONTES, C.A.A.F. Composição corporal, exigências líquidas de nutrientes para ganho de peso e desempenho produtivo de animais zebuínos e mestiços europeu-zebu: resultados experimentais. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL SOBRE EXIGÊNCIAS NUTRICIONAIS DE RUMINANTES, 1995. Viçosa, MG, Anais... Viçosa, MG: Departamento de Zootecnia, Universidade Federal de Viçosa, 1995. p. 419-455.
- INFORMAÇÕES ECONÔMICAS. Preços agrícolas. São Paulo, Instituto de Economia Agrícola, São Paulo, v. 26, n. 5 a 7, maio/jul. 1996. (Separata).

- Jorge, A.M. Ganho de peso, conversão alimentar e características da carcaça de bovinos e bubalinos. Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, 1993. 97p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia)
- Kassouf, A.L. Previsão de preços na pecuária de corte do estado de São Paulo. Piracicaba, SP: Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz da Universidade de São Paulo, 1988. 102 p. Dissertação (Mestrado em Economia Agrária).
- Lazzarini Neto, S. Conquistas viáveis nas metas do consumo: qualidade da carne e sistema de comercialização. O CORTE, São Paulo, n. 33, p. 19-22, Jun. 1993.
- Lazzarini Neto, S., LAZZARINI, S.G. Estratégias para entressafra. Pecuária de Corte, São Paulo, n. 51, p. 2-3, abr. 1995.
- Microsoft. Microsoft Excel 5.0 para windows: guia do usuário. Microsoft corporation, 1994. 826 p.
- National Research Council (NRC). Nutrient Requirements of beef cattle. 6 ed. Washington, D.C.: National Academy Press, 1984. 90 p.
- Neves, E.M., Andia, L.H., Lazzarini, S., Wedekin, V.S.P. et al. Confinamento na bovinocultura de corte em condições ex-ante. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ECONOMIA E SOCIOLOGIA RURAL, 31, 1993, Ilhéus. Anais... Brasília, DF: SOBER, 1993. p. 322-330.
- Noronha, J.E., Peres, F.C. Rumos futuros da administração rural. In: SEMANA DE ATUALIZAÇÃO EM ADMINISTRAÇÃO RURAL, 1992, Lages. Anais... Florianópolis: EPAGRI/CTA do Planalto Serrano Catarinense, 1992. p. 251-260.
- O DINHEIRO. Folha de São Paulo, São Paulo, 10 de jul. 1996. Caderno 2. Folhadinheiro. p.1.
- PREÇOS AGRÍCOLAS. Ciclos e tendências do café. Piracicaba, SP: USP/ESALQ, DESP, CEPEA, v. 10, n. 117, jul. 1996.

- Resende Filho, M. de A. Desenvolvimento de um sistema de apoio ao processo de tomada de decisão em confinamento de bovinos de corte. Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, 1997. 116 p. Dissertação (Mestrado em Economia Rural).
- Silva JR., A.G. Sistema de suporte à decisão integrado a sistemas especialistas: uma aplicação para o gerenciamento de fazendas produtoras de leite. Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, 1993. 94 p. Dissertação (Mestrado em Economia Rural).
- Silvestre, J.R.A., Pires, J.A. de A., Vilela, H. Engorda de bovinos na entressafra no estado de Minas Gerais. Belo Horizonte: EMATER-MG, v. 8, n. 2, p. 1-28, jun. 1986. (Boletim técnico).
- Stylianou, A.C., Madey, G.R., Smith, R.D. Selection criteria for expert system shell: a social-technical framework. Communications of the ACM, New York, v. 35, n. 10, p. 30-48, oct. 1992.
- Thiago, L.R.L.S., COSTA, F.P. Confinamento na prática: sistemas alternativos. O CORTE, São Paulo, n.45, p. 22-26, jul. 1994.
- Turban, E. Decision support and expert system: management support systems. New York: Macmillan, 1993. 833 p.
- Valadares Filho, S. C. Eficiência de síntese de proteína microbiana, degradação ruminal e digestibilidade intestinal da proteína bruta, em bovinos. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL SOBRE EXIGÊNCIAS NUTRICIONAIS DE RUMINANTES, 1995, Viçosa. Anais... Viçosa, MG: Departamento de Zootecnia, Universidade Federal de Viçosa, 1995. p. 355-88.
- Varian, H.R. Microeconomia: princípios básicos. Rio de Janeiro: Campus, 1994. 710 p.