

Formulação de Dietas de Custo Mínimo da Matéria Seca para Bovinos de Corte em Planilha Eletrônica

Luís Gustavo Barioni¹
Luís Orlindo Tedeschi²
Geraldo Bueno Martha Júnior³
Dante Pazzanese⁴
Rui Fonseca Veloso⁵

Introdução

A dieta é um dos principais determinantes do desempenho dos animais ([Soest, 1994](#)), e os gastos com alimentação superam, via de regra, 70% dos custos totais na produção ([Campos, 1993](#)). Assim a formulação de dietas e a gestão eficiente da alimentação são fundamentais para o sucesso da atividade.

Atualmente, a formulação de dietas baseia-se no conceito de que os alimentos são veículos para os princípios nutricionais e podem, portanto, ser substituídos com base na sua composição nutricional. Nas últimas três décadas, os métodos de formulação de dietas para bovinos de corte evoluíram consideravelmente. Entre os fatores responsáveis por essa evolução citam-se: (a) a melhor descrição dos princípios nutricionais e antinutricionais dos alimentos; (b) a maior precisão nas estimativas das exigências nutricionais pelos animais e pelos microrganismos do rúmen; (c) o avanço na capacidade de previsão dos níveis de ingestão de matéria seca e do desempenho dos animais; (d) a aplicação de novos métodos para formulação de rações capazes de considerar grande número de restrições e especificar critérios econômicos na formulação.

Até a década de 1970, a formulação de rações era realizada utilizando-se os métodos da “tentativa”, do Quadrado de Pearson e de equações simultâneas. Embora sejam computacionalmente simples, esses métodos são muito restritivos quanto ao número de nutrientes ou atributos da dieta que pode ser considerado, ou demasiadamente ineficientes (no caso de aproximações por tentativa). Além disso, esses métodos têm como único critério de formulação o atendimento das exigências nutricionais dos animais, desconsiderando a eficiência econômica da dieta na formulação.

Critérios econômicos puderam ser eficientemente incorporados à formulação de rações a partir da aplicação da programação linear ([Scott, 1972](#)). O critério econômico mais usado nesse tipo de programação é a minimização do custo da matéria seca da dieta (MCMS), a programação linear possibilitou também o uso de um número praticamente ilimitado de alimentos e restrições quanto aos atributos da ração para o estabelecimento da formulação ótima. Ainda a formulação para MCMS pode ser utilizada como parte da resolução de problemas na formulação de rações por critérios mais sofisticados como a minimização do custo de produção e a maximização do lucro ([Barioni, 2002](#)).

¹ Disponível para download no site <http://www.cpac.embrapa.br>

² Eng. Agrôn., Doutor, Embrapa Cerrados, barioni@cpac.embrapa.br

³ Eng. Agrôn., PhD, Cornell University, lot1@cornell.edu

⁴ Eng. Agrôn., Doutor, Embrapa Cerrados, gbmartha@cpac.embrapa.br

⁵ Eng. Agrôn., Ph.D, ESALQ/USP, dplanna@esalq.usp.br

⁶ Eng. Agrôn., Doutor, Embrapa Cerrados, ruif@cpac.embrapa.br

Nesse Comunicado são apresentadas recomendações técnicas para desenvolvimento e uso de planilhas eletrônicas para formulação de rações.

Conceitos e formulação algébrica

O custo direto da matéria seca da dieta (CMS, \$/kg) é calculado como a soma do produto, do preço e quantidade de cada alimento (em base seca) de cada alimento na composição da dieta (Equação 1).

$$CMS = \sum_{i=1}^n (P_i \cdot A_i) \quad (1)$$

onde:

P_i : preço da matéria seca do i-ésimo alimento, \$/kg;

A_i : proporção do i-ésimo alimento na matéria seca, kg/kg.

A Equação 1 é freqüentemente chamada de função objetivo do problema.

Uma vez que a quantidade do i-ésimo alimento não pode assumir valores negativos, os problemas de programação linear possuem as chamadas restrições de não negatividade, isto é,

$$A_i \geq 0 \quad (2)$$

É necessário também especificar qual a quantidade de ração que se deseja formular. Se uma quantidade mínima não for especificada, o mínimo custo de matéria seca será atingido quando a quantidade de todos os alimentos for nula, o que também torna zero o custo da dieta. Normalmente utiliza-se como padrão otimizar uma tonelada métrica (1000 kg) de ração (Equação 3).

$$\sum_i A_i = 1 \quad (3)$$

Critérios técnicos são adicionados ao problema de MCMS por meio de restrições na concentração de nutrientes na dieta, associadas às exigências nutricionais dos animais. Normalmente essas restrições dizem respeito a concentrações mínimas de nutrientes, mas também podem referir-se a níveis máximos de algum nutriente ou outro composto na dieta. Algebricamente essas restrições são expressas como:

$$\sum_i N_{ij} A_i \geq E_j \quad (4)$$

$$\sum_i N_{ij} A_i < T_j \quad (5)$$

Onde:

N_{ij} é a concentração do j-ésimo nutriente ou elemento de interesse no i-ésimo alimento, mg/kg;

E_j é a exigência nutricional mínima do j-ésimo nutriente em base da matéria seca, mg/kg. Essa exigência é definida de acordo com as características do animal em questão, e;

T_j é a concentração máxima do j-ésimo nutriente, mg/kg, em base da matéria seca.

Em alguns casos, além de restrições nutricionais, pode-se optar por restringir as quantidades máxima ou mínima de determinado alimento em razão de suas propriedades, por exemplo, densidade ou palatabilidade. Além disso, as restrições para a quantidade mínima de um ingrediente, também podem ser utilizadas quando existir estoque do ingrediente ou quando propriedades desejáveis desse ingrediente não forem formalmente consideradas no problema de outra maneira. Essas restrições são algebricamente descritas pelas inequações 6 e 7.

$$A_i > Mn_i \quad (6)$$

$$A_i < Mx_i \quad (7)$$

onde, Mn_i e Mx_i são respectivamente os níveis mínimo e máximo desejados para o i-ésimo alimento na formulação, kg.

Implementando a planilha

Planilhas eletrônicas constituem uma das formas mais convenientes e flexíveis para formulação de rações. Assim, será apresentado o desenvolvimento de uma planilha para minimização do custo de matéria seca desenvolvida em Microsoft Excel® ([Figura 1](#)).

Embora as planilhas eletrônicas não restrinjam a forma como o problema de MCMS possa ser implementado, a organização e a padronização auxiliam bastante a obtenção de uma ferramenta eficiente. Recomenda-se organizar a planilha na forma de tabela na qual os nomes dos alimentos são colocados na primeira coluna, e os atributos da ração são colocados na primeira linha ([Figura 1](#)).

Deve-se reservar a segunda coluna da planilha (coluna B) para a proporção, em peso seco, dos ingredientes (A_i). A coluna B irá conter a solução do problema de minimização do custo de matéria seca.

A coluna C deve conter o preço da matéria seca de cada alimento (P_i). Esse valor pode ser calculado dividindo-se o preço do alimento em sua apresentação original pelo seu respectivo teor de matéria seca. É conveniente deixar a coluna apenas com valores calculados, protegê-la e utilizar duas outras colunas (colunas D e E, na planilha acima) para entrar com dados relativos a preço do alimento (matéria original) e teor de matéria seca.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M
1		Composição	PREÇO	PREÇO		Restrições (% MS)							
2		% da MS	\$/t MS	\$/t MO	MS %	Mínimo	Máximo	NDT	EE	PB	PDR	NNP	FDNe
3	Ração	100%	R\$ 63,97	R\$ 19,48	30,4%			60	4,389	11,3	7,675	2,5843	60,87
4	Exigência/Restrição Mínimo	100%						60	3	11,3	5	0	20
5	Restrição Máximo							75	5	13	10	4	100
6	Diferença (Mínimo)	0%						0	1,389	0	2,675	2,5843	40,87
7	Brachiaria brizantha	91,95%	R\$ 40,00	10	25,0%	0	100	58	3,1	8,5	60%	10%	65
8	Cana de açúcar pl inteira	0,00%	R\$ 117,86	33	28,0%	0	100	60	1,5	2,5	52%	40%	62
9	Sorgo (grão)	0,00%	R\$ 224,72	200	89,0%	0	100	81	3	11	46%	8%	1
10	Caroço de algodão	7,33%	R\$ 271,74	250	92,0%	0	100	91	21	20	66%	10%	15
11	Milho grão seco	0,00%	R\$ 340,91	300	88,0%	0	100	88	4,3	9,8	49%	18%	1
12	Far. Algodão 28-32%	0,00%	R\$ 434,78	400	92,0%	0	100	63	1,6	33	56%	20%	10
13	Farelo de Soja 45%	0,00%	R\$ 617,98	550	89,0%	0	100	81	2	46	62%	11%	2
14	Uréia	0,72%	R\$ 1.010,10	1000	99,0%	0	100	0	0	280	100%	100%	0
15		n				n	100						

Figura 1. Exemplo de uma planilha para formulação de rações.

Recomenda-se destinar três linhas abaixo do título das linhas para o cálculo do valor nutricional da ração (linha 3, na planilha da Figura 1), para o estabelecimento do valor das restrições nutricionais (máxima e mínima, linhas 4 e 5) e para o cálculo da diferença entre o valor nutricional e o nível mínimo para cada nutriente (linha 6).

As colunas F e G devem conter restrições de valores máximo e mínimo para cada alimento para posterior implementação das inequações 6 e 7.

Da coluna H em diante, devem-se colocar os atributos nutricionais da dieta, particularmente os teores de energia (NDT ou EM), Proteína Bruta (PB), Proteína Degradável no Rúmen (PDR), Nitrogênio não protéico (NNP) e Fibra (FDN ou FDNe). Macro e microminerais também devem ser acrescentados. Esses atributos nutricionais permitem a posterior implementação das inequações 4 e 5.

Nomeando planilhas e células

Nomear planilhas e células melhora bastante a organização e a eficiência da planilha de formulação de rações. Um arquivo (pasta de trabalho) do Excel possui uma coleção de planilhas. Inicialmente, elas são nomeadas automaticamente pelo programa como **Plan1**, **Plan2**, **Plan3** e assim por diante. Atribuir nomes mais descritivos às planilhas utilizadas e excluir as supérfluas é importante para organizar o trabalho.

O Excel permite que células ou conjunto de células sejam nomeados. Isso torna suas fórmulas mais legíveis e as variáveis mais fáceis de encontrar (em planilhas grandes, esse fator passa a ser importante). Assim, ao invés de fazer referência ao endereço da célula, **A1**, por exemplo, é possível fazer referência ao seu nome nas funções e operações em que se deseja utilizar o valor dessa célula ou valores de um conjunto de células.

Para nomear uma célula ou conjunto de células, selecione a(s) célula(s) a nomear. No menu principal clique **Inserir -> Nome -> Definir**. Um formulário como o apresentado na Figura 2.

Figura 2. Formulário para definir nome de conjuntos de células.

Nesse formulário, define-se o nome do conjunto de células de B7 a B37 da planilha "**Formulação**" (definidos na caixa de texto no extremo inferior do formulário) como *composição* (o nome é definido na caixa de texto no extremo superior do formulário).

Pressionando o botão adicionar, o nome da célula é definido. Esse nome deve aparecer então na caixa de listagem na porção central do formulário em que é apresentada a célula nomeada CMS (Figura 2).

É útil estabelecer os nomes de conjuntos de células⁷, utilizando o título da coluna. Nesse trabalho, o conjunto de células que contém os coeficientes técnicos relativos ao teor do nutriente no alimento tem o nome do título da coluna ou similar. À célula com o valor médio na ração, foi acrescido o prefixo *R_*. Ao nome da célula contendo a restrição para a concentração mínima de um nutriente na dieta foi adicionado o prefixo *N_*. Para a célula que contém a concentração máxima usou-se o prefixo *X_*. O conjunto de células pode conter mais células do que as que serão realmente utilizadas. Assim, nomearam-se os conjuntos de células das linhas 7 a 37 de modo a permitir formulações com até 30 alimentos. Na Tabela 1, estão relacionados os nomes de alguns dos principais conjuntos de células nomeados e seus respectivos endereços na planilha de formulação de rações.

⁷ No Excel a representação de um conjunto de células é feita referenciando-se a célula do canto superior esquerdo do conjunto e a célula do canto inferior direito, separadas por dois pontos (exemplo A1:B3)

Tabela 1. Relação de células nomeadas na planilha formulação.

Nome	Referência ¹	Descrição
Composição	\$B\$7:\$ B\$37	Conjunto de células com a proporção dos alimentos na composição da ração
PreçoMS	\$C\$7:\$ C\$37	Conjunto de células com preço da matéria seca dos alimentos
MS	\$E\$7:\$ E\$37	Conjunto de células com o teor de matéria seca dos alimentos
Min	\$F\$7:\$ F\$37	Conjunto de células com a proporção mínima de matéria seca de cada alimento
Max	\$G\$7:\$ G\$37	Conjunto de células com a proporção máxima de matéria seca de cada alimento
NDT	\$H\$7:\$ H\$37	Conjunto de células com o teor de nutrientes digestíveis totais na matéria seca de cada alimento
EE	\$I\$7:\$ I\$37	Conjunto de células com o teor de extrato etéreo na matéria seca de cada alimento
PB	\$J\$7:\$ J\$37	Conjunto de células com o teor de proteína bruta na matéria seca de cada alimento
PDR	\$K\$7:\$ K\$37	Conjunto de células com a degradabilidade ruminal da proteína de cada alimento
NNP	\$L\$7:\$ L\$37	Conjunto de células com o teor de nitrogênio não protéico na proteína bruta de cada alimento
FDNe	\$M\$7:\$ M\$37	Conjunto de células com o teor fibra detergente neutro efetiva na matéria seca de cada alimento
R_MS	\$E\$3	Teor de matéria seca da ração
R_NDT	\$H\$3	Teor de nutrientes digestíveis totais da ração
R_EE	\$I\$3	Teor de extrato etéreo da ração
R_PB	\$J\$3	Teor de proteína bruta da ração
R_PDR	\$K\$3	Proporção de proteína degradável no rúmen
R_NNP	\$L\$3	Proporção de nitrogênio não protéico na proteína bruta
R_FDNe	\$M\$3	Teor de fibra detergente neutro efetiva na proteína bruta da ração
N_MS		Teor mínimo de matéria seca da ração
N_NDT	\$H\$4	Teor de mínimo de nutrientes digestíveis totais da ração
N_EE	\$I\$4	Teor mínimo de extrato etéreo da ração
N_PB	\$J\$4	Teor mínimo de proteína bruta da ração
N_PDR	\$K\$4	Proporção mínima de proteína degradável no rúmen
N_NNP	\$L\$4	Proporção mínima de nitrogênio não protéico na proteína bruta
N_FDNe	\$M\$4	Teor mínimo de fibra detergente neutro efetiva na proteína bruta da ração
X_MS	\$E\$5	Teor máximo de matéria seca da ração
X_NDT	\$H\$5	Teor de máximo de nutrientes digestíveis totais da ração
X_EE	\$I\$5	Teor máximo de extrato etéreo da ração
X_PB	\$J\$5	Teor máximo de proteína bruta da ração
X_PDR	\$K\$5	Proporção máxima de proteína degradável no rúmen
X_NNP	\$L\$5	Proporção máxima de nitrogênio não protéico na proteína bruta
X_FDNe	\$M\$5	Teor máximo de fibra detergente neutro efetiva na proteína bruta da ração
R_Nut	\$H\$3:\$ M\$3	Conjunto de valores para o teor médio de nutrientes na dieta
E_Nut	\$H\$4:\$ M\$4	Conjunto de valores para as exigências nutricionais ou teores mínimos de nutrientes na dieta
D_Nut	\$H\$6:\$ M\$6	Conjunto de valores para a diferença entre o teor médio de nutrientes na dieta e a exigência nutricional ou restrição de mínimo
X_Nut	\$H\$5:\$ M\$5	Conjunto de valores para as restrições de teor máximo de nutrientes na dieta

¹ Todas as referências são relativas à planilha "Formulação". Assim o endereço completo da célula precisa fazer menção ao nome da planilha. Como exemplo, o conjunto de células \$B\$7:\$ B\$37 será referenciado no formulário para definição de nomes como =Formulação! \$B\$7:\$ B\$37.

² Não foram incluídas as referências às células que contém teores e restrições para minerais.

Inserindo Funções

Em programação de computadores, funções são rotinas que possuem um valor (ou um conjunto de valores) de retorno e argumentos⁸. No Excel, argumentos são informados entre parênteses e depois do nome da função. Quando a função possui mais de um argumento, estes serão separados por ponto-e-vírgula (no caso da

configuração padrão do português). O valor de retorno é atribuído à própria célula na qual a função foi inserida.

O Excel possui uma extensa série de funções. Uma função bastante usada é a SOMA, que possui como argumentos um ou mais conjuntos de células. A sintaxe dessa função é:

=SOMA(matriz1;matriz2;matriz3;...)

A função SOMA pode ser utilizada, por exemplo, para verificar se a soma dos ingredientes da ração é igual à unidade (100%), como na equação 3.

Outra função interessante para uso em planilhas para cálculo de rações é SOMARPRODUTO. A função SOMARPRODUTO permite que se calculem diretamente os níveis nutricionais da dieta a partir da composição da ração e dos níveis nutricionais de um alimento.

SOMARPRODUTO(matriz1;matriz2;matriz3;...)

Matriz1, matriz2, matriz3 são matrizes de cujos componentes se deseja multiplicar e depois somar. As duas primeiras são obrigatórias; as seguintes, opcionais. Utiliza-se a função SOMARPRODUTO⁹ para calcular os níveis nutricionais de uma dieta. Assim, soma-se o produto da matriz (vetor ou conjunto de células) de teor dos alimentos na matéria seca

com o vetor do teor de um nutriente no alimento (eg. PB). O resultado obtido será o teor médio do nutriente na dieta. Se os teores na MS e os teores de nutrientes do alimento estiverem em porcentagem, o resultado terá de ser dividido por 100 para possuir unidades percentuais também.

Um caso especial ocorre em relação à proteína degradável no rúmen (PDR). A composição dos alimentos é expressa em termos de degradabilidade (a proporção da proteína bruta que é degradada no rúmen). Assim, o teor de proteína, degradável na matéria seca de um alimento, é calculado como o produto entre o teor de proteína bruta e sua degradabilidade. Portanto, o teor de proteína degradável na dieta é calculado com a seguinte fórmula: = SOMARPRODUTO(composição;PDR;PB). Dessa forma, implementam-se os cálculos necessários para estabelecer as inequações 4 e 5.

Na Tabela 2, apresenta-se uma relação das funções usadas na planilha.

Tabela 2. Relação de funções utilizadas na planilha Formulação. Os argumentos das funções são apresentados como referências nomeadas (endereço das células é apresentado na [Tabela 1](#).

Nome	Referência ¹	Fórmula
<i>R_Composição</i>	\$B\$3	=SOMA(composição)
<i>R_PreçoMS</i>	\$C\$3	=SOMARPRODUTO(composição; preçoMS)
<i>R_MS</i>	\$E\$3	=SOMARPRODUTO(composição;MS)
<i>R_NDT</i>	\$H\$3	=SOMARPRODUTO(composição;NDT)
<i>R_EE</i>	\$I\$3	=SOMARPRODUTO(composição;EE)
<i>R_PB</i>	\$J\$3	=SOMARPRODUTO(composição;PB)
<i>R_PDR</i>	\$K\$3	=SOMARPRODUTO(composição;PDR;PB)
<i>R_NNP</i>	\$L\$3	=SOMARPRODUTO(composição;NNP;PDR;PB)
<i>R_FDNe</i>	\$M\$3	=SOMARPRODUTO(composição;FDNe)
<i>D_Nut</i>	\$H\$6:\$M\$6	=R_Nut-E_Nut

¹ Todas as referências são relativas à planilha "Formulação". Assim, o endereço completo da célula precisa fazer menção ao nome da planilha. Como exemplo, o conjunto de células \$B\$7:\$B\$37, será referenciado no formulário para definição de nomes como =Formulação! \$B\$7:\$B\$37.

Otimização da dieta

Para otimizar a dieta, é necessário informar as restrições aos níveis mínimo e máximo de nutrientes da dieta e configurar o Solver (uma ferramenta suplementar do Excel que contém algoritmos para solução de problemas lineares e não lineares).

Para configurar as restrições, consultam-se tabelas ou programas para cálculo de exigências nutricionais como,

por exemplo, as do [Nutritional Research Council \(2000\)](#). Entretanto, o ideal é a interpretação de um nutricionista. As exigências e os níveis máximos dos nutrientes são dados de entrada para as linhas 4 e 5 da Planilha ([Figura 1](#)), respectivamente.

Para acessar o Solver, basta selecionar, no menu principal, **Ferramentas e Solver...** no submenu¹⁰. Uma caixa de diálogo como a da [Figura 3](#) será apresentada.

⁸ Funções sem argumentos também existem. Funções podem ter argumentos obrigatórios e opcionais. Caso existam argumentos opcionais, a função possui um valor *default* para esse argumento que é utilizado caso este não seja definido.

⁹ Os argumentos da matriz devem ter a mesma dimensão (isto é, o mesmo número de linhas e colunas. Se não tiverem, SOMARPRODUTO retornará o valor de erro #VALOR! Essa função trata as entradas da matriz não numéricas como se fossem zeros.

¹⁰ Se o Solver não estiver disponível no submenu, selecione Ferramentas->Suplementos e no formulário Suplementos selecione Solver, se ele não estiver disponível em suplementos, haverá necessidade de adicioná-lo a partir do disco de instalação do Microsoft Office. A instalação típica do Microsoft Office não instala o Solver. A instalação completa, sim.

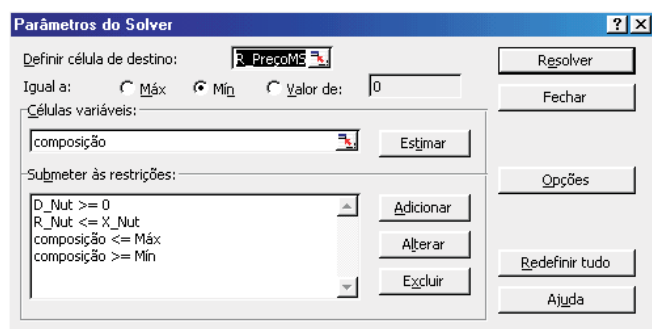


Figura 3. Formulário para configuração do Excel Solver.

Nessa caixa de diálogo, a célula de destino refere-se ao endereço da célula onde está sendo apresentado o resultado do custo da matéria seca da dieta (célula *R_PreçoMS*, no caso da planilha na qual está sendo implementada).

A seguir, tem-se a legenda “Igual a:” e três opções de seleção: **Max**, **Min** e **Valor de**. No caso do problema de MCMS, escolhe-se a opção **Min**, indicando que se deseja minimizar o valor da célula de destino (função objetiva).

Chega-se agora ao ponto de selecionar as células variáveis, isto é, quais as variáveis do problema que afetam o valor da célula de destino e que se tem controle sobre elas. No exemplo em discussão, as células variáveis são as que contêm a proporção dos ingredientes na dieta (isto é, o conjunto de células nomeado “composição”).

O passo seguinte é configurar o Solver para o problema de programação linear a ser resolvido. Clique no botão “Opções” no formulário do Solver (Figura 3). Será apresentado um formulário como o da Figura 4. Selecione as opções “Presumir modelo linear” e “Presumir não negativos”.

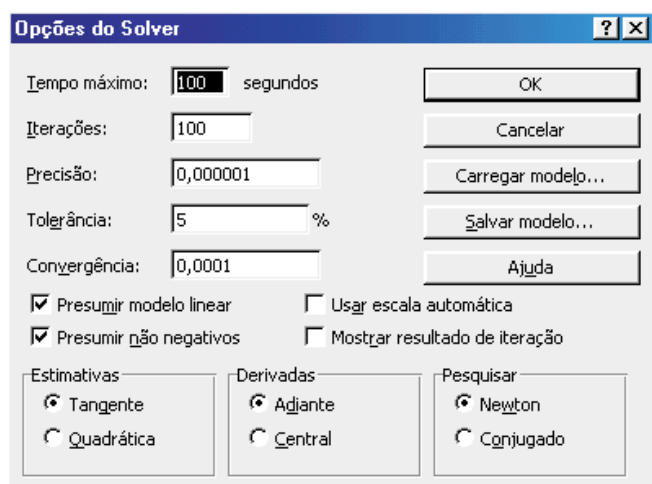


Figura 4. Formulário para configuração das opções de configuração do Excel Solver.

Depois de configurado o Solver, basta acionar o botão “Resolver” no formulário do Solver (Figura 4) e esperar a resolução do problema. Caso o Solver seja incapaz de resolver o problema, uma mensagem como a da Figura 5 será apresentada.

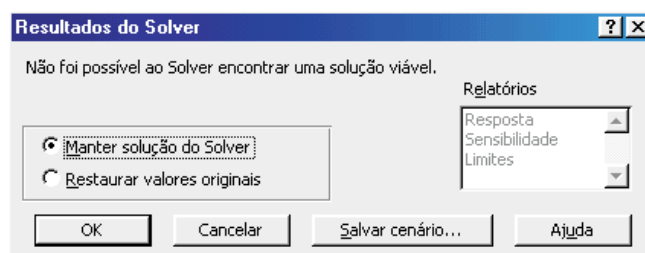


Figura 5. Mensagem do Excel Solver informando que o problema não pôde ser resolvido.

Nesse caso, deve-se clicar em “OK” e manter a solução do Solver e tentar “aliviar” as restrições do problema. As restrições podem ser alteradas reduzindo algum dos valores de restrição de mínimo para algum alimento ou nutriente ou aumentando o valor de restrição de máximo. Além disso, a adição de novos alimentos pode solucionar o problema.

Uma orientação para evitar formulações inviáveis é utilizar diversos alimentos (pelo menos 5). É obrigatório que exista um alimento protéico (com mais de 20% de proteína bruta na matéria seca, como farelo de algodão ou farelo de soja), um alimento energético (alimentos com mais de 70% de NDT e menos de 14% PB, como milho ou sorgo moídos), uma forragem (pasto, feno ou silagem). A inclusão de fontes de nitrogênio não protéico (uréia ou sulfato de amônio) e minerais também é recomendada. Outra orientação é evitar restrições para minerais nas primeiras formulações.

Assim, é conveniente ter pelo menos três configurações para o Solver: a primeira sem restrições de minerais, a segunda com a adição de restrições para macrominerais e a terceira com a adição de restrições para macro e microminerais. O Solver possui recursos para salvar configurações para cada uma dessas situações.

Depois de configurar um problema no formulário principal do Solver (Figura 3), clique no botão “Opções” nesse mesmo formulário. Um formulário como o da Figura 4 será apresentado. Clique no botão “Salvar Modelo...”. Um pequeno formulário como o da Figura 6 será apresentado.

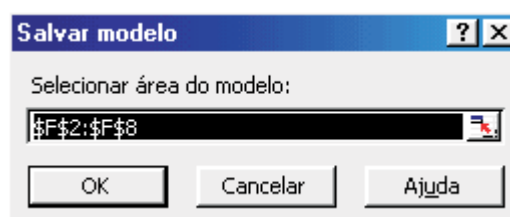


Figura 6. Formulário para seleção da área da planilha no qual serão salvas as configurações do Solver.

É possível salvar tantas configurações quantas forem necessárias. Para utilizar essas configurações basta acionar “**Carregar Modelo...**”, no formulário de opções do Solver, e selecionar a área (conjunto de células) em que foi salva a configuração que se deseja utilizar.

Referências Bibliográficas

BARIONI, L. G. **Modelagem dinâmica e otimização metaheurística para apoio à tomada de decisões na recria e engorda de bovinos de corte**. 2002. 100 f. Tese (Doutorado) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, USP, Piracicaba, 2002.

CAMPOS, C. L. **Análise econômica de confinamento de bovinos: estudo de caso**. 1993. 94 f. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 1993.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL. Subcommittee on Beef Cattle Nutrition. **Nutrient requirements of beef cattle**. 8. ed. Washington: National Academic Press, 2000.

SCOTT, J. T., JR.; BROADBENT, E. E. A computerized cattle feeding program for replacement and ration formulation. **Illinois Agricultural Economics**, Champaign, v. 2, n. 2, p. 16-25, 1972.

SOEST, P. J. van. **Nutritional ecology of the ruminant**. New York: Cornell University Press, 1994. 476 p.

Diet Formulation With Minimum Dry Matter Cost for Beef Bovines Using Electronic spreadsheet

Abstract - *The diet is one of the main costs in animal production in feedlots. In addition, diet composition is one of the main determinants of the animal's performance. Therefore, adequate diet formulation is crucial for the success of the feedlot. This publication describes the fundamentals of diet formulation through the criteria of least cost of dry matter and teaches how to implement it in an electronic spreadsheet for diet formulation. The aim is to allow spreadsheet users to easily evaluate and formulate diets for bovines.*

Index terms: *animal production, feed lot diet composition, formulation.*

Comunicado Técnico, 98

Ministério da Agricultura,
Pecuária e Abastecimento



Exemplares desta edição podem ser adquiridos na:
Embrapa Cerrados

Endereço: BR 020 Km 18 Rod. Brasília/Fortaleza
Caixa postal: 08223 CEP 73310-970

Fone: (61) 388-9898

Fax: (61) 388-9879

E-mail: sac@cpac.embrapa.br

Impresso no Serviço Gráfico da Embrapa Cerrados

1ª edição

1ª impressão (2003): 100 exemplares

Comitê de Publicações

Presidente: Dimas Vital Siqueira Resck.
Editor Técnico: Carlos Roberto Spehar.
Secretária Executiva: Nilda Maria da Cunha Sette.

Expediente

Supervisão editorial: Jaime Arbués Carneiro.
Revisão de texto: Maria Helena Gonçalves Teixeira
Jaime Arbués Carneiro.
Normalização bibliográfica: Shirley da Luz Soares.
Editoração eletrônica: Leila Sandra Gomes Alencar.
Impressão e acabamento: Divino Batista de Souza
Jaime Arbués Carneiro.