eira et al.

Informa-

:UIZ J. C. race-Based In: ACM CE ON Milano.

a Prática.

Statecharts JROPEAN XT, 1992, 1992.

DESENVOLVIMENTO DE UM SISTEMA DE APOIO À TOMADA DE DECISÃO NO CONTROLE DE BOVINOS DA RAÇA NELORE

Leandro Junqueira Garcia Miserani¹
Renata Couto Moreira²
Marcos Aurélio Lopes³
Daniel Mancio⁴
Olinda Nogueira Paes Cardoso⁵

RESUMO – Conduziu-se este trabalho com o objetivo de desenvolver um sistema informatizado para auxiliar o administrador da empresa de produção de bovinos de corte da raça Nelore, na tomada de decisão sobre qual a melhor fase para vender um lote de animais com o maior lucro possível. Conceitos de programação não-linear e de otimização combinatória foram utilizados na modelagem matemática do problema de maximização de lucros e no método de resolução proposto. O sistema desenvolvido constitui-se em uma importante ferramenta para auxiliar o pecuarista no processo de tomada de decisão em relação à melhor fase para vender os animais.

PALAVRAS-CHAVE: Bovino de corte, custo de produção, sistemas de apoio à tomada de decisão, software.

DEVELOPMENT OF A SUPPORT SYSTEM TO DECISION MAKING IN THE CONTROL OF CATTLE OF THE NELORE BREED

ABSTRACT - The proposal of this work has been the creation of a software to help the administrator of a Nelore breed production farm, to decide on which the best phase to sell a

¹ Acadêmico do Curso de Ciência da Computação da UFLA. Rua Américo Massote, 45, Centro, Campo Belo, MG, CEP 37370-000. Tefefone: (35)3832-1630 lemiserani@hotmail.com

² Prof^a do Departamento de Ciência da Computação da Universidade Federal de Lavras (UFLA) renatacm@comp.ufla.br

³ Prof. do Departamento de Medicina Veterinária da Universidade Federal de Lavras (UFLA) malopes@ufla.br

⁴ Acadêmico do Curso de Agronomia da Universidade Federal de Viçosa (UFV) d mancio@yahoo.com

⁵ Prof^a do Departamento de Ciência da Computação da Universidade Federal de Lavras (UFLA) olinda@comp.ufla.br

KEY WORDS: Beef cattle, computer science, cost production, economic, software

1. INTRODUÇÃO

raça Nelore, o que a torna o alicerce da cadeia produtiva pecuária (AGUIAR, 2001). ça produtiva da indústria da carne no País. 2001; Pires, 2001). tora de carne vêm apresentando índices de rir que a raça Nelore representa 80% da for-Por estimativas não-ortodoxas, pode-se infe-105 milhões são constituídas por animais da desempenho econômicos notáveis (Aguiar, Aliás, as características da raça como produ-O rebanho bovino brasileiro possui de 160 milhões de cabeças. Dessas,

encontra-se em um momento que exige e propicia a geração, difusão e utilização de banho, quando comparado aos outros grandes países produtores de carne bovina. Dianda apresenta baixa produtividade do seu ree de administração da propriedade agrícola. te de tal cenário, a agropecuária brasileira rebanho de bovinos do mundo, o Brasil aindades a serem executadas (ABCZ, 2001). implementação, direção e controle das ativitos efetivos para auxiliá-lo no planejamento, Somente assim, o agricultor terá instrumenmodernas técnicas de produção agropecuária Apesar de possuir o segundo maior

as aplicações e usos da informática, muitas dessas relatadas por Lopes (1997) e Lopes formatização da bovinocultura, diversas são No processo de modernização e in-

Revista Brasileira de Agroinformática, v. 4, n. 1, p. 65-79, 2002

processos de tomada de decisões. do a ajudar produtores e profissionais nos vimento de sistemas computacionais visan-(2000). Dentre essas, destaca-se o desenvol-

científico (Resende Filho, 1997). ição e experiência do administrador do que em métodos analíticos e quantitativos com suporte processo de aprendizado via tentativa e erro. melhorada ao longo do tempo por meio do verdadeira arte, um talento, que ia sendo siderada durante muito tempo como uma certo objetivo. A tomada de decisão foi conpossíveis, a mais adequada para o alcance de mais baseado na criatividade, julgamento, intude selecionar, dentre várias decisões forma, o processo decisório era muito Entende-se por tomada de decisão o

uma pessoa que utiliza a sua própria experiência, não considerando nenhuma estatistiabater os animais é feito geralmente por mada de decisão sobre a melhor fase para forma ideal para maximizar o lucro. ca dos dados disponíveis e muito menos a Na bovinocultura, o processo de to-

cálculos, detalhes e atenção exigida para a adequada tomada de decisão, tal trabalho se complexidade dos cálculos, o volume de intorna bastante complexo. Considerando a devem ter em mente e a inexistência formações que o técnico e/ou o pecuarista Em razão do grande número de de optimization's concepts was used in the mathematical model of the gain maximization problem and in the solution method proposed. The system developed is an important tool to help the cattle breeder in the decision make process on which the best phase to sell the share of animals with the greatest gain possible. Non-linear programming and combinatory

2. METODOLOGIA

2.1. Modelo matemático

fase, e ambas as variáveis só podem assumir valores inteiros. Para a primeira, fo-Para a modelagem do problema em questão, foram consideradas as seguintes blema como combinatório, no qual a solusumir os valores (1, 2, 3) correspondendo temas de produção, que como poderá ser visto nas próximas seções, só poderão as-O mesmo se pode dizer das variáveis de sissideradas nas próximas seções da Figura 2. correspondentes às cinco fases de vida conram considerados os valores (1, 2, 3, 4, 5), mentação) que serão utilizados até aquela adas à fase que o boi deve ser vendido e também aos sistemas de produção (alivariáveis de decisão: as que foram associção será uma combinação possível entre os nado. Isso permite a classificação do proaos regimes a pasto, semiconfinado e confivalores inteiros dessas variáveis.

possível? O sistema proposto auxiliará produtor nessa tomada de decisão. produtor possui um lote de 50 animais, na executá-la? Para exemplificar melhor: um do a decisão tomada, qual a melhor forma de suporte, ao administrador da fazenda, para objetivo de desenvolver um software que dê questão, conduziu-se esta pesquisa com o para vender seu rebanho com o maior lucro idade de 205 dias. Qual será a melhor fase da vida do rebanho vendê-lo, e, consideranmáximo. Em outras palavras, em qual fase banho de bovinos para vendê-lo com o lucro auxiliá-lo a decidir até quando criar um recomputacional destinado a essa

com alimentação, custos com sanidade, cusxo do lote de animais, raça do lote de animais, aquisição de cada animal, data inicial, com remuneração da terra, remuneração do capital investido, remuneração do capital de versas, custos com depreciação (maquinátos com impostos, custos com despesas di-BM&F, custos com mão-de-obra, to para fase de terminação, produtor, concentrado de ração, confinamenpasto, suplementos, custo de ração para o rote, novilho, boi magro, boi gordo), área do seca), fase do lote de animais (bezerro, garpeso médio inicial, período do ano (água e número total de bois do lote de animais, segiro e remuneração do empresário. rios, equipamentos e benfeitorias), custos A função objetivo foi construída pe Já as variáveis de entradaciforam: cotações da custos

la equação 1.

da - Custo Total de Produção (equação 1) Maximizar Lucro = Preço de Ven

o que é representado por uma equação não-linear. O Custo Total de Produção foi calcuno tempo em que essa ocorre, acrescido de juros e correções, até a data da última fase, vação acontece a longo prazo. Foram utilizados como custos fixos a depreciação, alde acordo com a quantidade produzida, e cu-Os custos variáveis são aqueles que variam neração do produtor rural e do capital fixo. guns impostos (ITR e IPVA), seguro, remusuperior ao curto prazo; portanto, sua renocom a quantidade produzida, com duração como custos fixos aqueles que não variam quanto os variáveis. Foram considerados lado considerando tanto os dera o valor do animal em determinada fase O cálculo do Preço de Venda consicustos fixos

Desenvolvimento de um sistema de apoio à tomada de decisão no controle de.

ja duração é igual ou menor que o ciclo de produção. Em outras palavras, eles incorporam-se totalmente ao produto em curto prazo, não sendo aproveitado para outro ciclo produtivo. Como custos variáveis, foram considerados a mão-de-obra, despesas com alimentação do rebanho, reprodução, medicamentos, alguns impostos e despesas gerais (Lopes & Carvalho, 2000).

As restrições usadas no modelo matemático foram as seguintes:

- O número de bois a serem alimentados em regime de pastejo não pode exceder a capacidade de suporte do pasto no período das águas.
- O número de bois a serem alimentados em regime de pastejo não pode exceder a capacidade de suporte do pasto no período das secas.
- O custo envolvido não pode exceder o capital disponível.
- O número de bois não pode exceder a capacidade das instalações e da mão-de-obra disponível.

ser menor que o tempo que o boi leva para passar do peso de uma fase para o de outra, considerando o sistema de

O tempo gasto entre as fases não pode

alimentação adotado.

Como pode ser visto, o modelo matemático obtido possui não-linearidades e variáveis discretas e, portanto, foi tratado com o uso de técnicas de programação não-linear e de otimização combinatória.

2.2. Método de Solução

ter no máximo cinco soluções, ou seja, em cada caminho, o maior lucro é definido cálculo manualmente, porém, usando o computador, essas 120 possibilidades podem ser calculadas por meio de um proo total de caminhos, 24, pelo número de resultados (5) possíveis em um único cacaminhos possíveis, e cada caminho pode mização combinatória denominado meração Explícita. dutor. Pela Figura 1, percebe-se que são 24 esse foi representado em um grafo (Figura utilizou-se um algoritmo clássico de otique pela resolução dos mesmos, a solução riginal em vários subproblemas menores, optou-se por utilizar um método de divigrama adequado. Sob essas perspectivas, Para o produtor é inviável efetuar esse minho chega-se a 120 possíveis soluções. boi gordo (vaca gorda). Multiplicando-se lho (novilha), boi magro (vaca magra) e zerro (bezerra), garrote (novilhota), novianalisando-se os lucros nas fases de beveis caminhos a serem escolhidos pelo pro-1), no qual estão detalhados todos os possítodo proposto para a resolução do problema do problema original pudesse ser construsão e conquista, dividindo o problema oída. Para a resolução dos subproblemas, Para facilitar o entendimento do mé

Esse método enumera explicitamente todas as possíveis soluções, calculando o lucro de todas, para poder selecionar o de maior valor. Na instância em questão, são calculados todos os cinco resultados (lucro ou prejuízo) possíveis de cada caminho, considerando todos os dados já cadastrados pelo usuário e o tempo

ta uma comparação com as 24 soluções encontradas. O maior resultado é a solução do tão, armazenado tomponema original, construção da solução do problema original, comparações. Depois do cinco resultados encontrados. Esse valor obtido como resultado do subproblema é, então, armazenado temporariamente para a que devem ser utilizados até essa fase possível e de quais os sistemas de produção conhecimento da fase de maior problema original, ou seja, o resultado final cálculo de todos os subproblemas (24), é feirentes, optou-se por calcular o rendimento do capital se fosse investido até o tempo fi-nal, que é o tempo que seria necessário para chegar na última fase de um caminho. Depois escolhe-se a opção de maior lucro dos que para comparar lucros em tempos difegasto para chegar ao final do caminho, já gerado, possibilitando ao produtor lucro 0

2.3. Linguagem de Programação

portabilidade. to na plataforma Linux, tendo, assim, uma boa compilado tanto na plataforma Windows quanma (Cantú, 1999). Além do mais, o aplicativo Delphi é multiplataforma, ou seja, pode ser o entendimento do funcionamento do progralizar tanto o teclado como o mouse, facilitando mos de ajuda para os usuários, permitindo utiramenta permite a criação de uma interface gráfica, possibilitando a inserção de mecanistilizado para desenvolver tal sistema. Essa fer-Borland, em sua versão 5.0, foi o aplicativo uusuario do sistema. simples, ciara e de facil entendimento para o A interface foi desenvolvida de uma forma comunicação entre o sistema e o usuário final. A interface do programa representa a O Delphi ®, da empresa

Para armazenar os dados, foi utilizado o banco de dados do aplicativo Paradox, também fabricado pela empresa Borland, em sua versão 7.0. Esse foi escolhido por interagir muito bem com o Delphi, ser de distribuição gratuita e de fácil aprendizagem. Como o problema em questão não necessita armazenar muitos dados, enquadra-se bem às características do Paradox (Lopes, 1996).

2.4. Parâmetros zootécnicos

sabor e o baixo teor de gordura (Aguiar dar preferência por carnes magras. A carne Nelore tem como principais características o cia dos consumidores, em todo o mundo, em estrutura industrial e agrega valor aos cortes tamento das fibras durante o resfriamento. A padronização das carcaças Nelore otimiza a Constata-se atualmente a crescente tendên do. Além disso, tal cobertura evita o encurbuição homogênea da cobertura de gordura. menor proporção de cabeça, patas e visce-ras, o que lhe confere excelentes rendipadrões exigidos pelo mercado, apresenta porte médio, ossatura fina, leve, porosa e sendo, por isso, muito valorizada no mercação, que garante nas carcaças Nelore distriponto relevante è a precocidade de terminamentos nos processos industriais. Brasil, possui a carcaça mais próxima dos ware específico para a raça Nelore, pois tal raça, segundo Aguiar (2001), é a principal fonte de abastecimento de carne bovina no Decidiu-se por desenvolver um soft Outro

Para as estimativas de desenvolvimento ponderal dos animais, utilizaram-se os valores constantes na Tabela 1.

2001; ABCZ, 2001).



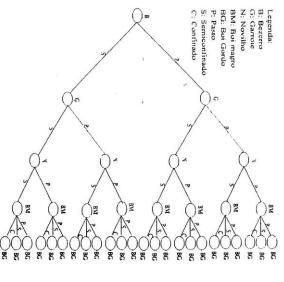


Figura 1. Diagrama das fases de criação de bovinos

Foram consideradas cinco fases, durante a vida do animal, de acordo com a sua idade, sendo elas: aos 205 dias, é chamado de bezerro(a); aos 365 dias, é garrote (novilhota); aos 550 dias, é novilho(a); aos 770

dias, é boi magro (vaca magra); aos 980 di-as, é boi gordo (vaca gorda) (Aguiar, 2001). Na Figura 2, estão representadas as fases de desempenho de um animal da raça Nelore, de acordo com a sua idade.

Revista Brasileira de Agroinformática, v. 4, n. 1, p. 65-79, 2002

Desenvolvimento de um sistema de apoio à tomada de decisão no controle de...

Tabela 1. Pesos (kg) dos animais machos da raça Nelore.

770		550	365	205	Idade (dias)		
	315	280	198	148	I		
461	359	305	225	162	п	Regimes de criação*	
480	370	320	235	170	Ш	iação*	
492	440	000	278	186	IV.		

Fonte: (ABCZ, 2001).

- 소림ㅂ.¥
- animais criados em regime a pasto
 animais criados em regime de semiconfinamento
 animais criados em regime de confinamento
 animais das exposições de Uberaba (MG).

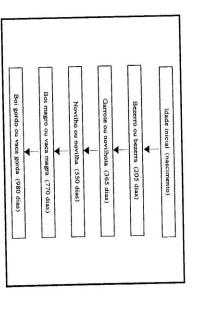


Figura 2. Fases da vida de um animal considerando sua idade

Desenvolvimento de um sistema de apoio à tomada de decisão no controle de..

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

O sistema SATNER (Sistema de Apoio à Tomada de Decisão no Controle de Bovinos de Corte da Raça Nelore) foi desenvolvido com uma interface gráfica na tentativa de construir um programa mais intuitivo, para ser usado por pessoas apenas com conhecimentos básicos em informática. A tela de abertura é mostrada na Figura 3.

Após a tela inicial, aparece uma tela referente ao modo de segurança do sistema. O usuário poderá acessar o sistema somente se já estiver cadastrado, bastando digitar o seu nome e senha corretos. Se o usuário já estiver cadastrado no sistema, aparecerá a tela principal do sistema SAINER, apresentada na Figura 4. O usuário terá várias optada na Figura 4. O usuário terá várias optada na Figura 4.

ções para escolher, tais como: abrir ou excluir um lote de animais já cadastrado e inserir um lote de animais.

Para facilitar a utilização do software, o cadastramento de dados foi dividido em quatro etapas: Características do lote de animais, Sistema de produção, Cotações futuras e Gastos gerais.

A primeira etapa exige que o usuário cadastre várias características do lote de animais (Figura 5). No programa podese se salvar todos os dados preenchidos pelo usuário. Há dois campos nos quais o usuário entra com o código e o nome do lote de animais. Esses dois campos servem para identificar o lote de animais futuramente, quando o usuário desejar fazer novos cálculos.

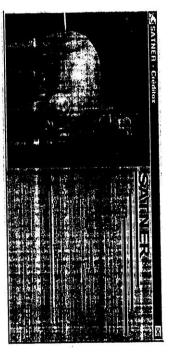


Figura 3. Tela Inicial do SATNER

Revista Brasileira de Agroinformática, v. 4, n. 1, p. 65-79, 2002

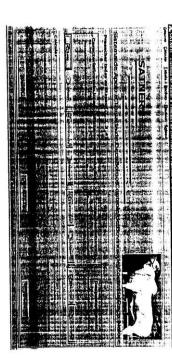


Figura 4. Tela Principal do SATNER

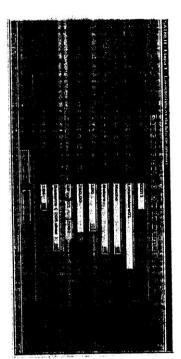


Figura 5. Formulário das características do lote de animais.

Na terceira etapa, a qual pode ser mais bem visualizada na Figura 7, é neces-

sário que o usuário cadastre, com os dados obtidos na Bolsa de Mercadorias & Futuros de São Paulo, os valores atuais e futuros dos preços de: bezerro (bezerra), garrote (novilhota), novilho (novilha), boi magro (vaca magra) e boi gordo (vaca gorda). Após salvar os dados da Etapa 3, o passo seguinte é o preenchimento dos dados da última etapa.

A Etapa 4 possui os dados relacionados aos gastos com o lote de animais, tais como: mão-de-obra, vacinas, arrendamento da terra, impostos, deprectações, entre ouros (Figura 8).

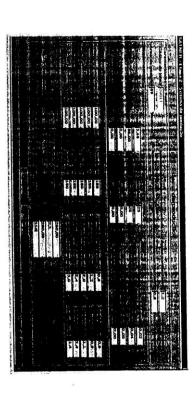


Figura 6. Tela do sistema de produção.

Revista Brasileira de Agroinformática, v. 4, n. 1, p. 65-79, 2002

Desenvolvimento de um sistema de apoio à tomada de decisão no controle de.

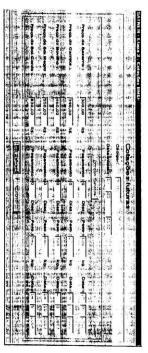


Figura 7. Tela das cotações futuras do lote de animais.

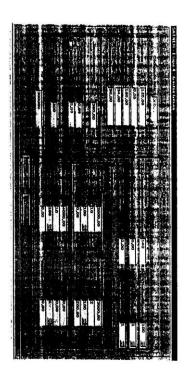


Figura 8. Tela dos gastos gerais do lote de animais.

derá caicular a melhor forma de o produtor obter o maior lucro possível. Na Figura 9 pode ser vista a tela principal do sistema, em que todas as etapas já foram preenchidas pedas as etapas do sistema, o programa po-Após o usuário ter preenchido to-

gem para o usuário (Figura 10), confirmando a solução encontrada. lhor solução possível, é gerada uma mensanecessário que o usuário clique no botão Calcular. Quando o sistema encontrar a melo usuário. Para o sistema tomar a decisão, é

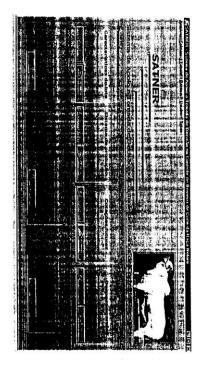


Figura 9. Tela da tomada de decisão do sistema SATNER



Figura 10. Tela de confirmação da tomada de decisão.

Revista Brasileira de Agroinformática, v. 4, n. 1, p. 65-79, 2002

ta, a margem líquida e o resultado. O resuloperacional total unitário, o custo fixo, o custo operacional efetivo unitário, o custo tema. O produtor pode analisar o custo operacional efetivo, o custo operacional total, o se é viável essa solução encontrada pelo sis-O resultado é mostrado na Figura 11. O sistema fornece nessa figura alguns tado final é o lucro máximo que o produtor pode obter na venda do lote de animais. custo variável, o custo total, a margem brudados importantes para o produtor analisar O resultado final é apresentado de

uma forma explicativa, ou seja, qual a me-

racionais, custos fixos, variáveis e o custo total para fornecer ao administrador uma noção dos ganhos ou perdas do seu empreendimento. O lucro máximo encontrado. bruta e da margem líquida (Lopes & Carvalho, dores de eficiência, como o cálculo da margem so, são exibidos vários dados analisados durantemas de alimentação usados até essa fase, no campo de Sistema de Produção. Além dis-2000) e, finalmente, o resultado final, que é o resultado também traz as receitas e os indicate a execução do programa, como custos ope-Lucro no campo Resultado, e quais os sislhor fase de venda, sob o nome de Maior

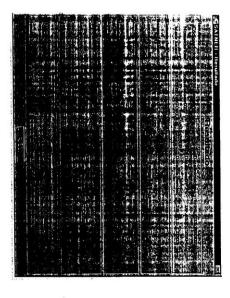


Figura 11. Tela com os resultados do SATNER

com as possibilidades e necessidades de conhecimento de gerenciamento de fazen-das rurais, com ênfase em produção de de decisão. Por isso, é indispensável um dem comprometer o resultado da tomada do ou a entrada de dados incorretos pocada produtor. A omissão de qualquer dasistema devem ser preenchidos de acordo bovinos. Todos os formulários contidos no

fase. Essas auxiliam o produtor na tomada de decisão. Enfim, é permitido ao produtor tas no contexto da entrada de dados em cada forma correta. sidades de sua propriedade e analisá-las da fazer as simulações de acordo com as neces-Várias modificações podem ser fei-

4. CONCLUSÕES

Foi desenvolvido um software de apoio à tomada de decisão na comercialização de bovinos de corte. Além de calcular a melhor fase de venda de um rebanho de bovinos, considerando-se a maior ludevem ser usados para alcançar a solução trador quais os regimes de produção que cratividade, o sistema informa ao adminisproposta.

e otimização combinatória foram utilizadas interface gráfica, auto-explicativo, e que funciona para uma entrada genérica de dados, podendo ser utilizado tanto por pequecom sucesso no tratamento da instância em nos quanto por grandes produtores. particular. O resultado foi um programa com Técnicas de programação não-linear

plementar e Mineralização do Rebanho: Bovinos de Corte, agosto de 2001. Disponí-AGROWAY. Pastagens, Alimentação Su-Acesso em: ago. 2001. vel em: <http://www.agroway.com.br>.

de leira dos Criadores de Zebu: ABCZ", agosto AGUIAR, A. P. A. 2001. Associação Brasiem: ago. 2001. www.abcz.com.br/nelore.htm>. 2001. Disponível em: Acesso <http://

bu. Informativo ABZC, n. 149, ago. 2001. CRIADORES DE ZEBU - ABCZ. A pesquisa mostra o caminho de precocidade no gado ze-ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA

acesso: http://www.bmf.com.br. Acesso BM&F. Bolsa de Mercados Futuros de São em: jan. 2001. Paulo. Setembro de 2001. Disponibilidade e

blia. São Paulo: MAKRON Books do Brasil, CANTU, M. Dominando o Delphi 5: a Bí-1999.

Informant Magazine, v. 2, n. 2, p. 28-35, LOPES, D. F. Interbase vs. Paradox" Delphi jun. 1996.

Revista Brasileira de Agroinformática, v. 4, n. 1, p. 65-79, 2002

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

graduação em Zootecnia, Faculdade de Ci-(Doutorado em Zootecnia) - Curso de Pósdas categorias animais. 2000. 116 p. Tese zando valores ajustados de equivalência ra dimensionar rebanhos bovinos utili-LOPES, M. A. Sistema computacional pa-

de Produção de Leite. Lavras, MG: Univer-LOPES, M. A.; CARVALHO, F. M. Custo Desenvolvimento de um sistema de apoio à tomada de decisão no controle de...

nocultura. Jabonicabal: FUNEP, 1997. 82 p. LOPES, M.A. Informática aplicada à bovi-

ências Agránas e Veterinárias, campus de Jaboticabal, Universidade Estadual Paulista,

sidade Federal de Lavras, 2000. (Boletim MG. PIRES, J. A. A. 2001. Revista Nelore-Agropecuário) Disponivel em:

www.neloremg.org. br/jornal2.htm>.

7

cesso em: ago. 2001.

1997 MG: Universidade Federal de Viçosa, mento de um Sistema de Apoio ao Pronamento de Bovinos de Corte. Viçosa, RESENDE FILHO, M. B. Desenvolvicesso de Tomada de Decisão em Confi-