

Pasture to Plate - P2P – Position Paper

Edson N. Cáceres¹, Marcelo Turine¹, Camilo Carromeu¹,
Pedro P. Pires², Cleber O. Soares²

¹Faculdade de Computação – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul (UFMS)
7907-900 – Campo Grande – MS – Brazil

²EMBRAPA – CNPGC
Campo Grande – MS

{edson, mast, camilo}@facom.ufms.br, {pedropaulo, cleber}@cnpqc.embrapa.br

Abstract. *The new communication technologies and the increasing accessibility of interactive multimedia widely extended the possibilities of management and optimization of production processes, besides the promotion and the dissemination of good production practices and effective control of the beef industry. This industry need tools that will be an aid of indisputable effectiveness Traceability, Food Safety, Food Safety, Certification and Conformity Assessment and Production Process, especially in Mato Grosso do Sul, where large distances and inequalities regional hinder this work. Furthermore, a system with these characteristics should play an invaluable role in technological development in all areas of Agro Business in Mato Grosso do Sul*

Resumo. *As novas tecnologias de comunicação e a crescente acessibilidade aos multimeios interativos alargaram amplamente as possibilidades do gerenciamento e otimização dos processos produtivos, além de promover a disseminação das boas práticas produtivas e o controle efetivo da indústria da carne.*

Essa indústria necessita de um meio auxiliar de indiscutível eficácia nos processos de Rastreabilidade, Segurança Alimentar, Segurança dos Alimentos, Certificação e Avaliação de Conformidade e Processo de Produção, especialmente em Mato Grosso do Sul, onde as grandes distâncias e as desigualdades regionais dificultam esse trabalho. Além do mais, um sistema com essas características deve desempenhar um papel inestimável no desenvolvimento tecnológico dos diversos campos do Agro Negócio em Mato Grosso do Sul.

1. Identificação e Caracterização do Problema

O presente projeto pretende agregar as tecnologias existentes com conhecimento científico nas áreas de Agro Negócio, Computação, Zootecnia de Precisão e Comunicação para desenvolver um sistema que de suporte a rastreabilidade bovina e ao gerenciamento completo de uma unidade de produção agropecuária.

Uma das formas de se efetuar a rastreabilidade de bovinos é através da telemetria que com implantes eletrônicos, acionados a distância, emitem um sinal eletromagnético com a numeração do animal. Este sinal é recebido por um sistema de computação que confere rápida e inquestionavelmente a presença do animal naquele rebanho (identificação por rádio-frequência) (Geers et al., 1997).

O significado da telemetria tem mudado nos últimos anos. A especificação original era a medida remota de parâmetros orgânicos e biológicos como: eletrocardiogramas, eletroencefalogramas, pH, temperatura corpórea, pressão arterial, forças de contração muscular, atividade física, fluxo sanguíneo e outros parâmetros fisiológicos (Hansen et al., 1983).

Com a utilização da (bio)telemetria podemos ter acesso e/ou controle de medidas sem interferência e sem ruído de um organismo animal ou humano. Portanto, a bio-telemetria inclui o conceito de instrumentação biomédica, que permite a transmissão de informações fisiológicas de uma localização geralmente inacessível, para um local remoto de monitoramento, sempre por meio de técnicas de microinstrumentação (Hansen et al., 1983).

Sistemas eletrônicos que possam ser totalmente implantados no corpo dos animais tem evoluído nos últimos 30 anos de um transmissor simples até um sensor ultra inteligente com sistemas de interface (Goedseels et al., 1990).

A utilização de chips de rádio frequência (RFID tags) em rastreabilidade de animais possibilita um acompanhamento em tempo real do rebanho nem fornece as informações necessárias para um Sistema Integrado de Pecuária de Precisão. Esses chips podem estar acoplados com instrumentos para medida de temperatura, sensores e outros instrumentos. Isso possibilita uma série de informações que em conjunto com outras bases de dados e um framework web adequado podem auxiliar o produtor a tomada de decisão.

Os chips RFID ou etiquetas eletrônicas são ativados à distância por transmissores-receptores que usam um princípio de pulso-eco em torno de 132 KHz. Esses métodos são usados principalmente para a identificação, e a sua transmissão só ocorre em resposta a um estímulo prévio (Blackburn, 2001). O sistema básico consiste em um transmissor/receptor e um ou vários transponders. Em projetos pilotos realizados na Embrapa Gado de Corte desde 1996 (Pires, 2000), chegou-se a algumas conclusões descritas a seguir:

No caso de metodologia de identificação com implantes subcutâneos ou intra ruminais: 1 - O transponder utilizado deverá ser recoberto por substância biocompatível, e que não deixe resíduo na carne; além disto, resistente a ponto de não permitir a quebra por impactos ou pressões provenientes dos manejos realizados cotidianamente; 2 - Deve ser potente o suficiente para ser lido até uma distância de 1,5 metro e a com o animal em velocidade compatível com marcha acelerada (40 Km/h); 3 - Deve ser de fácil implante e colocado em local no corpo do animal de forma que não migre, a fim de permitir a leitura confiável e que tenha fácil recuperação ao abate (fundo de saco da prega umbilical e estômago); 4 - Os transponders devem ser do tipo apenas para leitura ou programável apenas uma vez que não permitam a alteração dos números; e 5 - Tanto os transponders como as leitoras, estáticas ou portáteis, deveram ser ISO compatíveis, ou seja, os transponders poderão ser lidos por qualquer leitora independente da marca ou modelo.

O conceito técnico da identificação eletrônica de animais, assim como a estrutura de código utilizada foram determinados segundo as Normas Internacionais ISO 11784 e ISO 11785.

O framework proposto deverá ser capaz de auxiliar o produtor na tomada de decisões em diversas áreas. A mais importante é a de baseado no ganho de peso do rebanho, custo da produção, condições do mercado da carne, riscos de doenças, e mais outras entra-

das, decidir qual a melhor hora de vender o seu rebanho. O acompanhamento da utilização dos recursos (pasto, água, manejo, etc), previsão do tempo, custo de recuperação do pasto, decidir pela movimentação do rebanho para outra propriedade. Além disso, o framework possibilitará a rastreabilidade total do produto, ou seja, ao comprar um pacote de carne no supermercado o cliente (ou as autoridades sanitárias) pode ter um histórico completo da procedência do produto. Essas informações são fundamentais em situações de emergência sanitária (BSE - doença da vaca louca, aftosa, etc.).

No caso das pastagens a utilização de técnicas de otimização na em sua utilização é fundamental, pois a pecuária bovina de corte, no Brasil, se caracteriza principalmente pelo sistema de criação fundamentado em pasto. Dentre os fatores que provocam redução na produção e produtividade do rebanho, estão as flutuações estacionais de pastagem, tanto quantitativa como qualitativas, em função das variações climáticas, do manejo inadequado, da alta incidência de parasitos, de outras doenças e de deficiências minerais. Estas perdas decorrem não apenas da mortalidade, mas também da baixa eficiência produtiva dos animais (Bianchin, 1987).

2. Antecedentes e Justificativas

A intensificação dos manejos sanitário, reprodutivo e nutricional de bovinos; com a utilização de programas de melhoramento genético e de gerenciamento de rebanhos demandam pela utilização de softwares. Adicionalmente, a necessidade de um controle patrimonial rígido que permita a rastreabilidade necessária exigida pelo comércio internacional implica, cada vez mais, na necessidade da identificação correta e rápida dos bovinos.

Nos anos recentes, a segurança alimentar é uma questão de ordem global. No caso específico da carne bovina, com o diagnóstico da encefalopatia espongiforme bovina (BSE1) em março de 1996, e a posterior hipótese de relação entre esta doença do gado e a doença de Creutzfeld-Jacob (CJD2), como uma nova variante de distúrbio similar em seres humanos, a rastreabilidade tornou-se o foco da atenção tanto dos consumidores quanto da indústria da carne no mundo (Wiemers, 2000).

Desde então, para recuperar a confiança dos consumidores os participantes da cadeia de suprimento de gado e de carne estão trabalhando para elevar os padrões de segurança alimentar.

A União Européia, por meio da resolução CE N° 820/97 exige que todo o processo de produção da carne esteja inserido em um programa de identificação e registro que possibilite o levantamento de todas as informações pertinentes ao animal, desde o seu nascimento, até o consumo do produto final. Esta resolução atinge tanto os produtores e as indústrias da Europa, quanto seus fornecedores (Projeto IDEA, 2000). Devido a essa exigência estão sendo desenvolvidos sistemas que permitam a identificação individual dos animais com total segurança e possibilidade de recuperação das informações em tempo real (Projeto IDEA, 2000).

A utilização de identificadores clássicos como tatuagens na face interna do pavilhão auricular, as marcas a ferro quente e a utilização de brincos numerados têm sido os métodos mais utilizados na identificação dos bovinos. No entanto, a diversidade de raças e manejos, além da constante ocorrência de erros na transcrição manual de dados

têm motivado à procura por métodos mais eficientes de identificação de animais, uma vez que a revisão da numeração marcada com ferro quente na pele ou com tatuagem na orelha dos animais são, muitas vezes, invisíveis em animais de pelagem escura ou com excesso de pêlos, tornando excessivamente trabalhosa e ineficiente. No caso dos brincos, tem ocorrido uma perda que varia de acordo com a raça e tipo de ambiente entre 3 e 15%, anualmente, o que propicia erros no processo de rastreabilidade, além de perdas econômicas para o produtor rural (Ferreira & Meirelles, 2001). Ademais, a marcação a ferro quente, em muitas ocasiões quando mal localizada, danifica o couro do animal, produto de grande valor econômico. O uso de brinco, quando mal colocado, pode servir de solução de continuidade para a instalação de infecções e miíases, além do processo traumático.

O couro é um produto de grande relevância para economia nacional, especialmente como matéria prima para a indústria, em particular de calçados. Como matéria prima de exportação sua relevância econômica é, inclusive, maior do que da carne. Nos últimos anos houve um crescimento nas divisas obtidas com esse produto, que de 600 milhões em 1996 passaram para 2,7 bilhões, de acordo com as expectativas para 2002 (Cardoso & Lima, 2002).

Vários fatores contribuem para redução da qualidade da carne e do couro brasileiro e a maioria deles ocorre ainda na propriedade, devido ao manejo inadequado. Os ectoparasitos: o carrapato, o berne e a mosca do chifre, são responsáveis por 40% das lesões no couro bovino; enquanto que, para a marcação e uso de ferrões para condução são imputadas 20% das lesões (Grisi et al., 2002).

O sistema eletrônico, além de eliminar as falhas e dificuldades, permite que manejos, anteriormente realizados nos mangueiros possam ser realizados a campo, como é o caso das pesagens. Assim, há expectativa de incremento no rendimento dos rebanhos devido a frequência na colheita dos dados, que passa a ser diária, e também na rapidez nas tomadas de decisões que podem aumentar o rendimento dos rebanhos, bem como permitir uma análise diferenciada dos resultados de experimentos de pesquisa, pois a velocidade de tomada de decisão pode interferir nos resultados.

A pecuária de corte brasileira, que vinha almejando, timidamente, desde o início da década de 1990, o aumento da eficiência produtiva, passa a ter essa demanda exacerbada; especialmente, como resultado das pressões impostas pela globalização da economia. A exposição dos mercados dos diversos países a essa competitividade globalizada, que se observa nos últimos anos, fez com que a necessidade de se produzir de forma eficiente e eficaz se tornasse, em muitos casos, sinônimo de sobrevivência ou permanência no negócio (Embrapa Gado de Corte, 2002).

Desta forma, a busca na melhoria e na excelência de um sistema de monitoramento e gerenciamento de rebanhos depende do conhecimento criterioso do rebanho e, certamente, da correta marcação dos animais. Portanto, o presente projeto visa analisar a eficiência de sistemas eletrônicos para identificação e pesagem de bovinos em campo.

A pecuária de corte brasileira é desenvolvida em todas as Unidades da Federação e engloba, aproximadamente, 225 milhões de hectares distribuídos em 2,20 milhões de propriedades, de acordo com o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), que abrangem, segundo o Conselho Nacional de Pecuária de Corte (CNPC) e o Fórum Nacional

Permanente para a Pecuária de Corte, 170 milhões de animais. Ainda, segundo estas últimas fontes, esta é uma das cadeias produtivas que mais emprega, sendo responsável por 7,2 milhões de empregos diretos (IBGE, 2003). O agronegócio da carne bovina tem crescido, anualmente, no Brasil ao mesmo tempo em que tem se estruturado de forma competitiva. Na última década, o crescimento médio foi de, aproximadamente, 30%, enquanto o crescimento das exportações foi superior a 200%.

No ano de 2003 o Brasil superou a Austrália nos índices de exportação de carne, sendo, portanto, hoje o maior exportador de carne bovina do mundo. A produção total de carne bovina, em 2002, foi superior a 7 milhões de toneladas, segundo estimativa do Fórum Nacional Permanente para a Pecuária de Corte, dos quais foi exportado, aproximadamente, 900 mil toneladas, com um faturamento de 1,1 bilhão de dólares. O PIB gerado pelo segmento representa US\$ 1,5 bilhão, embora uma pequena parcela do total produzido tem competitividade no mercado internacional.

Fique evidente a necessidade de apropriar conhecimento de outras áreas ao agronegócio. Em diferentes problemas de planejamento, produção, segurança, logística e de processos de tomada de decisões, defrontamos com frequência, na necessidade de otimizar os recursos existentes para a busca de lucros maiores e/ou custos menores.

Este processo quando associado a problemas reais normalmente se torna muito complexo devido ao elevado número de restrições que devem ser consideradas bem como pela sua característica as vezes dinâmica. Desta forma, resolver problemas de otimização na prática torna-se uma tarefa de extrema complexidade computacional.

3. Problemas a serem tratados

O projeto tratará com vários desafios tecnológicos:

- projeto de novos chips RFID
- utilização desses chips
- projeto e localização de antenas
- projeto de instrumentos eletrônicos e computacionais adequados a Zootecnia de precisão
- comunicação e energia em locais remotos

Na implementação do framework proposto, vários problemas computacionais e de otimização combinatória serão abordados:

- Problemas de Localização e Transporte de animais.
- Problemas de balanceamento de ração animal.
- Problemas de Alocação ótima de animais em pastos.
- Acompanhamento On-Line no crescimento de gado bovino (peso, vacinação, etc)
- Problemas de tomada de decisões ótimas (definir quando determinado animal deve ir para o abate, seleção de animais para reprodução, etc).
- Outros problemas na área de logística, manufatura, transporte e planejamento.

A maioria dos problemas de otimização listados anteriormente não possui uma solução polinomial (Problemas NP-Completo e NP-Difíceis), limitando com isso o uso exclusivo de métodos exatos.

Existem basicamente duas classes para a solução de problemas de otimização: métodos exatos e métodos aproximados ou heurísticos. Os métodos exatos têm como vantagem, a obtenção de uma solução ótima contudo estes normalmente só podem ser usados para resolver problemas de pequeno porte. Isso na prática limita bastante o seu uso em problemas reais.

Métodos aproximados ou heurísticos por outro lado, são técnicas que por exigir menor esforço computacional, permitem a solução de problemas de grande porte; contudo elas garantem apenas o encontro de soluções de boa qualidade, não necessariamente a melhor solução (solução ótima).

A rastreabilidade e a abordagem dos demais problemas está condicionada a forma como esses dados serão captados e transmitidos. Vamos analisar várias soluções usando mobilidade e diferentes tipos de dispositivos móveis. As tecnologias computacionais ligadas à mobilidade e a dispositivos móveis vêm, nos últimos 10 anos, modificando-se a uma velocidade assustadora. O acúmulo de um grande número de dispositivos móveis com tecnologias diferentes entre si convivendo em um mesmo mercado vem impondo, de forma paradoxal, uma grande limitação à expansão do uso dos sistemas de mobilidade.

O alto grau de especificidade destas tecnologias dificulta o desenvolvimento de software para ambientes móveis, pois é muito oneroso estabelecer equipes capazes de produzir, com qualidade, aplicações que atendam a uma parcela significativa dos dispositivos existentes no mercado. Em um ambiente de mudanças intensas e tecnologias com tempo e ciclos de vida curtos, a escolha de uma determinada opção tecnológica pode significar o sucesso ou o fracasso de todo o investimento feito no desenvolvimento de aplicações desta natureza.

Outro aspecto que dificulta e distancia a comunidade do agronegócio na utilização de dispositivos móveis diz respeito à disponibilidade de serviço e robustez dos equipamentos, pois a utilização destes se dará em condições bem adversas.

Neste contexto, o projeto representa um esforço no sentido de popularizar a apropriação às tecnologias de mobilidade nas unidades de produção rural e a sua integração com o ambiente computacional existente. No futuro próximo, essa apropriação possibilitará a transmissão de informações relativas ao rastreamento à unidade governamental responsável pelo acompanhamento do rebanho.

Há, basicamente, três características que diferenciam as aplicações desenvolvidas para dispositivos móveis:

- A demanda por pró-atividade. Aplicações de mobilidade devem, preferencialmente, acionar o usuário e não serem acionadas por ele.
- Limitações de interface e usabilidade
- Funcionamento desconectado (off-line)
- Segurança

O nosso projeto abordará inicialmente as características b, c e d acima apresentadas. O framework para Pecuária de Precisão é uma ferramenta fundamental que poderá ser utilizada por todos os atores na produção de carne e poderá ser utilizado por diferentes plataformas e uma boa interface com os principais dispositivos móveis.

Para o desenvolvimento do framework temos que levar em consideração vários aspectos envolvidos no agronegócio. Há aplicações de tecnologias de informação e comunicação que deveriam existir em plena operação no Brasil há vários anos. Com elas, muitos problemas e mesmo tragédias poderiam ser evitados, ou, pelo menos, mais bem controlados. Um exemplo concreto é o de monitoramento de meio ambiente. Esta linha de ação deve contemplar o que fazer nessa vertente de aplicações que podem até dessas tecnologias concentrar-se no uso de tecnologias capacitadoras, de forma a ter impacto concreto imediato. Segundo, as aplicações, primando pela utilização da melhor tecnologia disponível em utilizar tecnologias demasiadamente maduras (e em fase de obsolescência próxima), mas que precisam ser viabilizadas com a máxima urgência.

A capacidade de inovar, e em particular no uso e na aplicação das tecnologias de informação e de comunicação, constitui um importante diferencial no planejamento e execução de políticas públicas. A criação de um ambiente propício à inovação demanda esforços conjuntos por parte das organizações e dos formuladores das políticas públicas. Pretendemos no nosso projeto desenvolver um sistema que seja inovador e agregue a tecnologia de dispositivos móveis, mas que também esteja preparado para integrar-se com novos sistemas e tenha condições de operar com novas tecnologias.

4. Aderência e Objetivos

O framework para Pecuária de Precisão é uma ferramenta fundamental no apoio a produção de carne. Ele possibilitará o compartilhamento de informações relacionadas a produção da carne para todos os produtores, órgãos de controle sanitário, fiscal e de planejamento.

4.1. Objetivos Gerais

- Desenvolvimento de Implementação de um caso de estudos de Aplicação WEB para o produção de carne;
- Projetar um framework para pecuária de precisão;
- Ampliar a utilização de recursos tecnológicos de Eletrônica, Informação, Computação e Comunicação nas unidades de produção agropecuária;
- Aportar apoio computacional e em sistemas de comunicação digital de alto desempenho ao Sistema Agrícola de Produção Integrada (SAPI);
- Ampliar a utilização de recursos tecnológicos de Computação e Comunicação Digital em unidades de produção agropecuária;
- Desenvolver aplicação digital em ciência, tecnologia e inovação para o agronegócio da pecuária bovina;
- Proporcionar a qualificação e a capacitação profissional dos diferentes atores do agronegócio da pecuária nacional;
- Ampliar a utilização de técnicas de Otimização Combinatória e recursos tecnológicos de Computação e Comunicação Digital no gerenciamento de unidades de produção agropecuária;
- Propor e ofertar aos órgãos competentes e outros atores da cadeia produtiva um Sistema de Rastreabilidade em tempo real.

4.2. Objetivos Específicos

- Instalar projetos pilotos de rastreabilidade em tempo real de rebanho com a utilização de transponders (RFID);

- Implantar unidade de referência em pecuária de precisão;
- Instalar uma unidade piloto de certificação de rebanho em tempo real;
- Utilizando a rastreabilidade em tempo real, avaliar a importância da periodicidade de pesagens dos bovinos em campo, relacionada ao tempo necessário para a tomada de decisão;
- Utilizar algoritmos distribuídos eficientes (Comunicação sem fio, P2P-Peer-to-Peer, etc.) na solução do Sistema de Rastreabilidade;
- Instalar um projeto piloto de certificação em tempo real de rebanho em MS;
- Avaliar os sistemas de coleta de dados (dispositivos móveis)
- Propor um Sistema de Melhoramento Genético através de cruzamentos.
- Propor um Sistema Gerencial de Acompanhamento de Rebanho;
- Desenvolver um Sistema otimizado de utilização de pastagens.

5. Resultados Preliminares

A UFMS em conjunto com a Embrapa-CNPGC já desenvolveu várias ferramentas que compõem o framework:

- e-SAPI Bovis: Uma Plataforma WEB para Pecuária de Precisão
- Acompanhamento do Peso dos Animais
- Acompanhamento da Temperatura dos Animais
- Emissão Eletrônica de Guias de Trânsitos de Animais
- Sistema Baseado em Localização

Alguns desses produtos foram objeto de registro de software e outros estão com solicitação de patente em andamento.

A desenvolvimento do framework, bem como a solução e a implementação de alguns dos problemas envolvidos são desenvolvidos em conjunto com outros participantes do projeto.

6. References

Blackburn, S. Electronic ID in the Beef Industry. In 50th Annual Florida Beef Cattle Short Course Proceedings; 2001 May 2-4; Gainesville, FL. University of Florida (Gainesville): Animal Science Department.p.65.

Cardoso E.E. & Lima E.C.N.Z. 2002. Reuniões técnicas sobre couros e peles. Documento 127, Embrapa Gado de Corte. 114p.

Ferreira, L.C.L.; Meirelles, M.B. Avaliação da eficiência de quatro métodos para identificação de bovinos. Monografia (especialização) Departamento de Economia e Administração/Universidade Federal de Mato Grosso do Sul. 2001

Geers, R.; Puers, B.; Goedseels, V.; Wouters, P. Electronic identification, monitoring and tracking of animals. Catholic University of Leuven, Belgium. CAB International.156 p.1997

Goedseels, V.; Geers, R.; Puers, R.; Sansen, W.; Teunon, I.; Taylor, C.; Eichinger, G.; Semrau, G.; Bosschaerts, L.; De Ley, J. A concept for animal monitoring and identification. Agrarinformatik 20, 63-66, 1990.

- Grisi L., Massard C.L., Moya-Borja G.E. & Pereira J.B. 2002. Impacto econômico das principais ectoparasitoses em bovinos no Brasil. *Hora Vet.* 125:8-10.
- Hansen. L.L.; Hagelse, A.M.; Noteheved, A.; Nilsson, O.; Jensen, P.; Staun, H. Electronic identification and monitoring of behavioral, physiological and performance criteria as aid to control future pig and cattle production and secure animal welfare. In: Proceedings of automation in dairying, IMAG, Wageningen, p.20-30, 1983.
- IDEA (Identification Electronique des Animaux), Stratégie pour l'identification électronique des animaux à grande échelle. C.C.R Ispra DG VI/G4. 2000.
- Pires, P.P.; A tecnologia passa a porteira da fazenda, chega no pasto ou no curral e identifica o gado no computador. *Gado de Corte Informa*, Campo Grande-MS, v.13,n.03,p.1-2, Setembro 2000
- Wiemers, J.F. National Animal Identification A Call for Government and Industry Cooperation, USDA, APHIS, VS. National Institute for Animal Agriculture, Animal Identification and Information systems Committee, Corpus Christi, TX, March, 2000.
- Cardoso, E. E.; Lima, E. C. N. Z. Reuniões técnicas sobre couros e peles. Documento 127, Embrapa Gado de Corte. 2002. 114p.
- Euclides-Filho, K.; Alencar, M. M.; Cezar, I. M.; Fávero, J. A.; Vasconcelos, V. R.; Collares, R. S. Cadeias Produtivas como Plataformas para o Desenvolvimento da Ciência, da Tecnologia e da Inovação. Estudo da Cadeia da Produção Animal. Embrapa Gado de Corte: Campo Grande. 2002. 133p.
- IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Pesquisa Pecuária Municipal. 2001. Disponível em: <http://www.sidra.ibge.gov.br>. Acesso em: 10 abr. 2004.
- Nogueira, A. Entrevista, *Voz do Brasil*: 27 jul. 2004.
- Salomão, A. Os bilionários da carne. *Exame*, 38(10): 20-27, 2004
- SPC/MAPA. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. 2004. Disponível em: <http://www.agricultura.gov.br>. Acesso em: 14 abr. 2004.
- Feo, T. & Resende, (1995) M. Greedy randomized adaptive search procedures. *Journal of Global Optimization*, 6, 109-133.
- Holland, J. H. (1975). *Adaptation in Natural and Artificial Systems*. University of Michigan Press, Ann Arbor.
- Glover, F. (1989). Tabu Search, part 1. *ORSA Journal on Computing*, vol 1, 190-206.
- Mladenovic, N. and Hansen, P. (1997). Variable Neighborhood Search. *Computers & Operations Research* vol 24(11), 1097-1100.
- Metropolis, N., Rosenbluth, A. W., Rosenbluth, M. N., Teller, A. H., and E. Teller. (1953). Equation of state calculation by fast computing machines. *Journal of Chemical Phys.* 21, 1087-1091.
- Rumelhart, D. E., and McClelland, J. L. (editors) (1986). *Parallel Distributed Processing (volume 1)* MIT Press.