

VINÍCIUS DO NASCIMENTO LAMPERT

**SISTEMA DE APOIO ÀS DECISÕES ECONÔMICAS
NO MANEJO DE NOVILHAS DE CORTE**

Tese apresentada à Universidade Federal de Viçosa, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Economia Aplicada, para obtenção do título de “Magister Scientiae”.

VIÇOSA
MINAS GERAIS - BRASIL
2002

VINÍCIUS DO NASCIMENTO LAMPERT

**SISTEMA DE APOIO ÀS DECISÕES ECONÔMICAS
NO MANEJO DE NOVILHAS DE CORTE**

Tese apresentada à Universidade Federal de Viçosa, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Economia Aplicada, para obtenção do título de “Magister Scientiae”.

APROVADA: 17 de julho de 2002.

Roberto de Aquino Leite

Viviani Silva Lírio

Sônia Maria Leite Ribeiro do Vale

Antônio Bento Mâncio
(Conselheiro)

Aziz Galvão da Silva Júnior
(Orientador)

“Bem-aventurados aqueles que lavam as suas vestiduras no sangue do Cordeiro, para que tenham direito à árvore da vida, e possam entrar na cidade pelas portas” (Apocalipse 22.14).

AGRADECIMENTO

À Universidade Federal de Viçosa, pela excelência no ensino, principalmente nas Ciências Agrárias no qual este departamento é parte integrante.

À CAPES, pelo apoio e aporte financeiro concedido.

Ao Departamento de Economia Rural, pelos serviços oferecidos aos alunos, principalmente a dedicação dos funcionários e a qualidade do corpo docente.

Aos demais professores, pela característica diferencial de amizade presente no DER.

Aos colegas de curso e companheiros de labuta: Paulo César, Clarisse, Adilson, Sérgio, Eduardo, Fernanda, Helena, Magda, Wendel, Alessandro, Andréa, Valéria e Marco Aurélio, pelas noites e dias em que passamos estudando juntos.

Aos colegas de República pelo convívio excelente para estudos e troca de experiências.

Aos inúmeros e grandes amigos que fiz no tempo em que residi em Viçosa.

Aos amigos e irmãos de fé que me apoiaram para realização deste trabalho com tranquilidade ao meio dos percalços que ocorreram na caminhada.

Ao orientador Aziz Galvão da Silva Júnior pela sua dedicação e atenção aos seus orientados e aos conselheiros Antônio Bento Mâncio, Carlos Arthur Barbosa da Silva e José Luis Braga pela expressiva contribuição dada ao trabalho.

À minha família que sempre me incentivou e apoiou nesta jornada de estudos e aperfeiçoamento profissional.

Ao meu Deus e Senhor, o qual sirvo guiado pela sua Palavra, agradeço pela salvação, comunhão com Ele e pelas orientações recebidas no mestrado.

BIOGRAFIA

VINÍCIUS DO NASCIMENTO LAMPERT, filho de Pedro Ivo Costa Lampert e Ana Aracy do Nascimento Lampert, nasceu em Porto Alegre, Estado do Rio Grande do Sul, em 02 de outubro de 1973.

Em 1992, iniciou os estudos em Engenharia Mecânica na Universidade Federal de Santa Maria (UFSM), devido o gosto pela matemática e física. Como desenvolvia atividades na pecuária de corte na fazenda de seu pai no município de Quevedos-RS, ingressou no curso de Zootecnia na UFSM em 1994 e no ano seguinte cancelou a matrícula no curso de Engenharia Mecânica.

O interesse pela área das ciências exatas persistiu, mas agora aplicado na Produção Animal. Durante a graduação aprofundou seus conhecimentos nas áreas básicas da Zootecnia, principalmente nutrição e administração rural, e em 1999, obteve o título de Zootecnista, iniciando em seguida o Curso "Lato Sensu" em Administração Rural, na Universidade Federal de Viçosa, MG.

Como percebia a necessidade de quantificação de aspectos econômicos e produtivos para um bom gerenciamento da pecuária de corte, iniciou em 2000, nesta universidade, o Curso de Mestrado em Economia Aplicada, defendendo a tese na área de Gerenciamento do Agronegócio no dia 17 de julho de 2002.

ÍNDICE

	Página
LISTA DE QUADROS	viii
LISTA DE FIGURAS	ix
RESUMO	xi
ABSTRACT	xiii
1. INTRODUÇÃO	1
1.1. O agronegócio: importância e algumas tendências	1
1.2. Considerações sobre a cadeia produtiva da carne bovina	2
1.3. O gerenciamento de empresas de pecuária bovina	6
1.4. O problema e sua importância	7
1.5. Objetivos	17
2. REFERENCIAL TEÓRICO	18
2.1. O processo administrativo	18
2.1.1. A tomada de decisão	19
2.1.2. Funções administrativas	21

	Página
2.1.3. Dados e informações	23
2.2. Teoria de sistemas	24
2.2.1. Sistema de informações	26
2.2.2. Sistemas de apoio gerencial	28
2.3. Modelos como auxílio na administração	32
2.3.1. O uso da modelagem na pecuária de corte	35
2.4. Teoria da produção	37
3. REFERENCIAL ANALÍTICO	41
3.1. Processo de negócio da fase de cria	41
3.2. Operacionalização do sistema de apoio à decisão	44
3.3. Fonte de dados	50
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	53
4.1. Descrição do processo de negócio da fase de cria	53
4.2. Apresentação do projeto estruturado	61
4.2.1. Projeto estruturado para o problema de índice de prenhez	61
4.2.1.1. Diagrama estrutural	61
4.2.1.2. Projeto lógico	62
4.2.1.3. Fluxograma de sistemas	65
4.3. Descrição do sistema de apoio à decisão	65
4.3.1. SAD novilha/índice de prenhez	67
5. RESUMO E CONCLUSÕES	83
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	87

LISTA DE QUADROS

		Página
1	Análise preditiva numérica de ganhos e perdas da mistura múltipla	79
2	Análise preditiva de ganhos e perdas do sal proteinado	81

LISTA DE FIGURAS

		Página
1	O ciclo completo do sistema de produção de bovinos de corte no Brasil	8
2	Atividades de um sistema de informação: entrada, processamento e saída	27
3	Os três tipos de sistemas de apoio gerencial	29
4	Estágios I, II e III de produção	39
5	Comportamento das relações do produto físico total (indicadores de produção) e o insumo variável (suplemento)	40
6	Etapas para elaboração de um projeto estruturado	48
7	Símbolos básicos de um fluxograma de sistema	51
8	Etapas do processo produtivo	54
9	Diagrama 1 da cadeia do processo (<i>Process Chain Diagram</i>)	55
10	Diagrama 2 da cadeia do processo (<i>Process Chain Diagram</i>)	56
11	Diagrama 3 da cadeia do processo (<i>Process Chain Diagram</i>)	57
12	O processo de negócio da categoria de novilhas	60
13	Aplicações principais do SAD novilha/índice de prenhez	60

	Página
14	Diagrama estrutural 62
15	Tela inicial do sistema de apoio à decisão 68
16	Análise preditiva realizada pelo sistema 69
17	Principais funções do SAD 70
18	Esquema exemplificado das relações zootécnicas que permitem estimar a função de produção consumo do suplemento (insumo) vs produção de kg de bezerros (produto) 71
19	Dados de entrada para estimativa de desempenho nutricional 72
20	Dados de entrada para estimativa de desempenho reprodutivo 73
21	Dados sobre novilhas e período de suplementação 74
22	Dados de entrada sobre aspectos de mercado 74
23	Processamento de dados discretos em contínuos na estimativa de desempenho nutricional 75
24	Processamento de dados discretos em contínuos na estimativa de desempenho reprodutivo 76
25	Estimativa de desempenho nutricional 77
26	Estimativa de desempenho reprodutivo 77
27	Função de produção consumo do suplemento (insumo) vs produção de kg de bezerros (produto) 78
28	Resultados preditivos numéricos 78
29	Análise preditiva gráfica de benefícios para diferentes níveis de suplementação 80
30	Resposta econômica potencial do suplemento testado nas condições da empresa (%) 80

RESUMO

LAMPERT, Vinícius do Nascimento, M.S., Universidade Federal de Viçosa, julho de 2002. **Sistema de apoio às decisões econômicas no manejo de novilhas de corte.** Orientador: Aziz Galvão da Silva Júnior. Conselheiros: Antônio Bento Mâncio, Carlos Arthur Barbosa da Silva e José Luís Braga.

O Sistema de Apoio à Decisão (SAD), desenvolvido neste trabalho, estima uma função de produção para a suplementação de novilhas na seca anterior ao seu primeiro acasalamento. Através de relações zootécnicas, que podem ser calibradas pelo usuário, pode-se determinar o melhor modelo (função de produção) da realidade a ser otimizada. O sistema pode gerar diferentes funções de produção, sendo utilizadas para prescrições e predições em diferentes momentos neste processo de produção da pecuária de corte. A aplicação da teoria da firma no gerenciamento de propriedades, depende da capacidade dos administradores em medir ou estimar o efeito do insumo no produto em sua propriedade, a fim de determinar uma função de produção. Como neste caso esse efeito corresponde a uma estimativa de um acontecimento futuro, o grau de confiança é fornecido pelo especialista ou produtor, e não pela avaliação estatística do passado através de dados coletados no campo. No entanto, pode-se estimar o efeito reduzindo o viés desta medida, com auxílio de dados históricos de produção e controles

específicos implementados para este fim. O ajustamento de uma função de produção à realidade da empresa irá aumentar a precisão dos resultados no uso da teoria da firma no gerenciamento rural. É limitada a possibilidade de desenvolvimento de um modelo que abranja todos os problemas e maximize a utilização de todos os recursos da empresa. Desta forma, a detecção dos principais problemas das propriedades facilita o desenvolvimento de soluções através de sistemas que enfoquem, primeiramente, pequenos mas importantes problemas no sistema de produção. Este trabalho contribuiu com a gestão de empresas pecuárias na determinação do consumo ideal de suplemento, ganho médio diário, peso de acasalamento econômico e expectativa de prenhez que maximizam o lucro na produção de bezerros de novilhas suplementadas na seca anterior ao seu primeiro acasalamento. Em função dos objetivos da empresa, outros aspectos poderão ser integrados ao sistema, numa seqüência cronológica de prioridades estabelecida em graus de importância pelos tomadores de decisão. A construção de sistemas aplicados à agropecuária poderá ser efetuada com a atuação de equipes multidisciplinares, onde os profissionais das áreas de zootecnia, agronomia, veterinária, administração, economia e informática terão um campo de atuação profissional promissor em projetos de soluções para problemas que envolvam sistemas de informações.

ABSTRACT

LAMPERT, Vinícius do Nascimento Lampert, M.S., Universidade Federal de Viçosa, July 2002. **A support system to enable economical decisions in heifer management.** Adviser: Aziz Galvão da Silva Júnior. Committee Members: Antônio Bento Mâncio, Carlos Arthur Barbosa da Silva and José Luís Braga.

A Decision Support System (DSS) was developed to estimate a production function for heifer supplement in the previous drought before the first mating. By using relationships which can be calibrated by the user it is possible to determine the best model (production function) of the reality to be optimized. The system can generate different production functions which can be used as prescriptions and predictions at the different moments of the process of cattle farming production. The application of the theory of the firm in the management of a property depends on the manager skill in measuring and estimating the effects of the input in the product in his property in order to determine a production function. As in this case these effects are an estimate of a future event the confidence level is given by the specialist or producer and not by the statistical evaluation of field data. However this effect can be estimated by reducing the bias of this measure through the use of historical production data and specific controls implemented with this aim. The goodness of fit of a production function into the reality of a company increases the result precision

in the use of theory of the firm in rural management. It is very difficult to develop a model which can encompass all problems and maximize the use of all resources of the company. Therefore the detection of the main property problems facilitates the development of solutions by using systems which focus first on the small but important problems in the production system. This work contributed to the management of cattle raising management in the determination of ideal supplement consumption, average daily gain, economical mating weight and pregnancy expectancy. These factors maximize profit in calf production from heifers which were supplemented in the previous drought before the first mating.

1. INTRODUÇÃO

1.1. O agronegócio: importância e algumas tendências

No Brasil, o conceito de cadeias produtivas foi disseminado além do ambiente acadêmico no final dos anos 80. Antes disso, a realidade da cadeia era vista em partes, perdendo-se a visão da funcionalidade do todo, desconhecendo a relação entre os elos da cadeia.

No transcorrer da década de 90 a visão sistêmica da agricultura, debatida entre os meios acadêmicos de ensino e pesquisa, foi difundida através de formadores de opinião e lideranças do setor. O conceito teórico do agronegócio avançava paralelamente ao campo prático, sendo ampliado pelos tomadores de decisão da iniciativa governamental e privada a importância de estudos e investimentos no agronegócio brasileiro.

A necessidade dessa discussão era previsível. Segundo dados do Banco Mundial o mundo em 1998 apresentou um PIB total de US\$ 30 trilhões. O agronegócio mundial representava 22% desse total, cerca de US\$ 6,6 trilhões, sendo classificado como o maior negócio do mundo, superior ao petróleo, telecomunicações e energia. Embora, estimativas sejam questionáveis e algumas vezes equivocadas quanto a previsão de cenários futuros, a Harvard Business School estima ainda um crescimento do setor em

quase 1,5% ao ano para os próximos 30 anos (PRADO, 1999), demonstrando tendências positivas para o setor.

Há uma perspectiva de aumento na demanda de alimentos com o aumento de renda *per capita* dos países em desenvolvimento e a alteração nas preferências alimentares, promovendo uma complementaridade das *commodities* com produtos diferenciados. Com a tendência de dietas compostas por alimentos cada vez mais processados e de conveniência, as exportações são reforçadas pela participação de produtos mais sofisticados e diversificados com maior valor agregado. A participação crescente destes novos produtos no valor das exportações, devido em parte ao aumento da renda, poderá fortalecer os mercados internacionais e favorecer principalmente as nações onde a importância do comércio internacional é um fenômeno recente (MARTIN, 2001).

Considerando a participação do agronegócio brasileiro na balança comercial, o setor tem apresentado um desempenho altamente competitivo. Há um consenso que o Brasil tem horizontes promissores no agronegócio mundial. O país tem 852 milhões de hectares dos quais 64,2% são agricultáveis, mas apresenta uma utilização de apenas 10% da área cultivável. O Brasil tem um potencial para ser grande fornecedor de alimentos para o século XXI (PRADO, 1999). Segundo SANTOS (2000), a importância relativa da agricultura no desenvolvimento econômico aumentou nas últimas décadas. Em razão do aumento da população mundial, especialmente nos países em desenvolvimento, a demanda de alimentos tende a crescer, pressionando o uso adequado de recursos naturais e de tecnologia no agronegócio. Com isso, é prioritário o investimento em P&D e o fomento das cadeias produtivas a fim de aproveitar as boas perspectivas do setor mundial aliado ao potencial existente no país.

1.2. Considerações sobre a cadeia produtiva da carne bovina

Os alimentos de origem animal representam cerca de um sexto da energia e um terço das proteínas dos alimentos humanos. Estes animais, especialmente os bovinos, convertem forragens, sobras de colheitas e subprodutos de processamentos em alimentos humanos de alta qualidade,

fornecendo adubo para metade das produções agrícolas do mundo ajudando a sustentar a agricultura. Os seres humanos consomem aproximadamente dois terços da produção mundial de grãos, enquanto o rebanho leiteiro e de corte e principalmente suínos e aves consomem o restante (MARTIN, 2001).

A pecuária bovina apresenta uma importante participação neste processo de transformação de vegetais e oferta de energia e proteína para consumo humano, sendo responsável aproximadamente por 30% da demanda mundial de carnes (ANUALPEC, 1999). Quanto a demanda por países em desenvolvimento, um estudo da International Food Policy Research Institute (Instituto Internacional de Pesquisa em Políticas Alimentares) observou que na década de 80 as pessoas destes países consumiam aproximadamente um terço da oferta global de carne. Hoje, consomem quase metade desta oferta e projeta-se que em 2020, consumirão quase dois terços, representando um incremento em torno de 50% em termos *per capita*. Este aumento da demanda nos países em desenvolvimento sugere um grande desafio para o setor pecuário em aumentar a produtividade além de manter a sustentabilidade ambiental e a segurança alimentar do sistema (MARTIN, 2001).

O Brasil possui vantagens comparativas e aptidão evidentes para a produção e industrialização da carne bovina (IEL/CNA/SEBRAE, 2000). São mais de 180 milhões de hectares de pastagens distribuídas em quase 1,8 milhões de propriedades que empregam cerca de 7 milhões de trabalhadores rurais, abatendo mais de 30 milhões de cabeças, em mais de 700 indústrias de carne e derivados. A matéria-prima boi movimenta mais de US\$ 30 bilhões por ano (PINEDA, 2001). Estes números evidenciam que o sistema agro-industrial da carne tem um grande impacto no PIB gerado pelo agronegócio brasileiro.

Além disso, o país pode contar com um mercado interno extremamente promissor em relação ao consumo anual do produto, que atualmente é de 37 kg *per capita*. Uma projeção realizada por IEL/CNA/SEBRAE (2000) para 2010 em três cenários revela um consumo de 39,8 kg para um crescimento de 2% no PIB; 44 kg para 4% e 50 kg para 6% de crescimento no Produto Interno Bruto brasileiro. Isso representa um incremento no consumo de 7 a 34% nos próximos 10 anos.

Apesar das características promissoras dos segmentos da cadeia bovina da carne o potencial socioeconômico do setor ainda não é totalmente

explorado. Pode-se dividir a cadeia produtiva de carne bovina no Brasil (CPB) em três segmentos: Sistema de Produção, Abate/Processamento e Distribuição. Esses segmentos são menos organizados que na avicultura e a suinocultura, resultando numa incapacidade de sistematicamente elevar a produtividade e reduzir os custos ao longo de todos os seus elos, de forma a manter a competitividade dos produtos finais. No caso da bovinocultura, tal incapacidade traduziu-se em acentuada perda de mercado para outras carnes, bem como no crescimento do abate clandestino (FAVARET, 1998).

Torna-se necessário para o desenvolvimento da cadeia bovina de corte uma maior eficiência no que se chama de coordenação vertical da cadeia. Segundo WIAZOWSKI (1999), os mecanismos de coordenação vertical dividem-se em cinco categorias indo de relações de mercado e contratuais, passando por alianças estratégicas, cooperações formais e chegando nas integrações verticais. O mecanismo de coordenação adotado varia de um extremo a outro deste contínuo, em função dos interesses de um indivíduo ou grupo e das características da cadeia.

Segundo MOTTA (1995), o conceito de empresa competitiva abrange várias características, mas pode-se citar principalmente a orientação para o mercado, ou seja, a satisfação dos clientes. Deste modo, para que uma cadeia produtiva seja eficiente e competitiva são necessários avanços na coordenação da cadeia no sentido inverso da produção, ou seja, do consumidor ao produtor. Segundo FAVARET FILHO (1998) e GONÇALVES (1998) torna-se relevante a utilização de mecanismos que garantam a rastreabilidade dos produtos e assegurem controle de fornecimento nas quantidades e qualidades do produto requeridas pelo consumidor.

Neste aspecto, observa-se a existência de um entrave básico ainda encontrado na cadeia bovina de corte a fim de tornar-se competitiva e eficiente economicamente. Ainda há um desconhecimento das exigências de qualidade e preferências do consumidor de forma sistematizada. Atributos como o interesse, opinião e comportamento, em relação à qualidade do produto ainda são pouco conhecidos (CEZAR et al., 1996). A inexistência de padrões de demanda bem definidos leva a dificuldades de adequação da oferta às essas preferências reais do consumidor.

Para que isso ocorra é necessário que a empresa esteja bem engajada com os outros segmentos da cadeia bovina de corte a fim de perceber as tendências sinalizadas pelos consumidores. Segundo LAZZARINI (1996), os obstáculos ao rápido crescimento da cadeia bovina, não se encontram isoladamente no consumo, produção ou distribuição e sim na desarticulação e falhas de coordenação do setor. A falta de um conjunto de parâmetros de qualidade que orientem o mercado, difundido em todos os elos da cadeia, dificulta o conhecimento de informações relevantes sobre o mercado consumidor que possam orientar a escolha do sistema produtivo das empresas a fim de satisfazer as exigências de mercado.

A reduzida eficiência do setor tem levado a CPB em direção ao seguinte cenário: o segmento de distribuição, de maneira geral, oferta uma carne que os consumidores não pediram, a agroindústria processa um produto que o segmento de distribuição não solicitou, e o segmento de produção, sem conhecimento das preferências do consumidor, entrega um produto desvinculado da demanda e que a ninguém satisfaz.

De acordo com um estudo realizado pelo IEL/CNA/SEBRAE (2000), a eficiência econômica e competitividade da cadeia dependem dentre outros fatores, da capacidade do setor em promover uma integração dos sistemas produtivos a partir da fase de cria, em fortalecer entidades articuladoras da cadeia e em difundir as reais características da carne bovina e identificar seus atributos de qualidade percebidos pelo consumidor da carne bovina. Esta otimização na coordenação deve ser local, realizada por cada segmento a partir de uma visão objetiva de alvos e metas globais. A coordenação entre os elos da cadeia pode ser melhor compreendida a partir da noção de ferramentas muito utilizada na comunidade acadêmica, governamental e empresarial como: *Dinamics Systems* (Sistemas Dinâmicos) e *Supplay Chain Management* (SCM) ou Gestão da Cadeia de Suprimentos. O investimento em pesquisa com estas e outras metodologias podem desencadear um processo positivo de compreensão de funcionamento no sentido de otimizar as relações entre os diferentes elos da cadeia produtiva de carne bovina do Brasil.

1.3. O gerenciamento de empresas de pecuária bovina

Há alguns anos, o campo tecnológico tinha primazia sobre a área de gestão, pois a agropecuária era viabilizada mediante subsídios governamentais com taxas e condições de mercado favoráveis que reduziam o risco financeiro e a necessidade de uma análise mais detalhada da tomada de decisão. Atualmente, com a necessidade crescente de sistemas produtivos sustentáveis, a sobrevivência das empresas na atividade tem se tornado cada vez mais dependente de sua competitividade sendo reflexo de seu gerenciamento pelos empresários.

Com a queda persistente dos preços dos produtos agropecuários e elevação dos custos de produção, o eixo da administração mudou do campo tecnológico para a área de gestão. No entanto, segundo um estudo realizado por IEL/CNA/SEBRAE (2000) grande parte das decisões dos empresários rurais ainda são tomadas com base em regras empíricas, com pouco fundamento econômico racional quantitativo. A carência de controles gerenciais tem levado os pecuaristas ao uso de regras de decisão muitas vezes inadequadas no sentido de maximizar seus lucros. Este aspecto indica um importante ponto de estrangulamento para uma atuação empresarial dos integrantes da cadeia produtiva da pecuária de corte.

Como o sistema de produção precisa ser viável economicamente aos produtores, a utilização de ferramentas que quantifiquem sua atividade torna-se algo relevante, principalmente devido a redução persistente da lucratividade das propriedades e a necessidade de se tomar decisões mais profissionais e empresariais. O benefício econômico de tecnologias modernas pode ser inibido quando suas características não são analisadas por uma ótica gerencial mais objetiva.

A bovinocultura de corte é a exploração pecuária que apresenta a maior diversidade quanto aos sistemas de produção em uso pelos empresários (MARTINS, 1994). Tendo em vista a complexidade dessas decisões, estas ferramentas podem ser desenvolvidas a partir de modelagens representativas de parte dessa realidade.

A ausência de ferramentas sistematizadas tem promovido a utilização da percepção dos administradores como meio mais usual de tomar suas

decisões. Estes modelos mentais são considerados flexíveis, adaptáveis a novas situações, mas são limitados quanto a sua documentação, sendo assim, de difícil análise de suas pressuposições e detecção de contradições e ambigüidades (RICHARDSON, 1996). Este método comum de tomada de decisão não permite fazer simulações com grau de precisão adequado. Com esta forma popular de se tomar decisões, resolve-se o “problema”, mas com o inconveniente de fazer escolhas predominantemente empíricas que podem não ser as melhores frente aos objetivos do empresário rural. Esta prática é reconhecida como eficaz, mas não eficiente na resolução de problemas existentes nos processos decisórios da atividade pecuária. Os modelos, especialmente os computacionais, são normalmente designados para auxiliar os modelos mentais na resolução de problemas de difícil solução quando utilizados apenas métodos empíricos.

Para a implementação desses modelos que auxiliem os administradores, é preciso inicialmente conhecer o tipo de informação desejada pelo tomador de decisão e como ela é usada no processo decisório. Após esta etapa, busca-se elaborar modelos de informação, onde o objeto principal do estudo não é o modelo de informação, mas o tomador de decisão e a informação que ele necessita para desempenhar suas funções (VALE, 1995). Este trabalho descreve o desenvolvimento de uma ferramenta e mostra sua contribuição no gerenciamento de empresas de pecuária de corte.

Destaca-se a importância de estudos dos aspectos produtivos e econômicos de empresas pecuárias de corte. Segundo LIBERALI NETO (1997) há necessidade de estudar questões gerenciais que envolvam a interação entre a pecuária de corte e um sistema de informações eficiente. É oportuno identificar alguns modelos de tratamento da informação que apoiem a gestão das empresas rurais, reduzindo falhas de gerenciamento e propondo soluções.

1.4. O problema e sua importância

A produção de bovinos de corte é composta por três fases distintas (Figura 1): cria (produção de bezerros), recria (animais magros e de reposição) e terminação (engorda de animais para abate). Essas fases são temporais, pois são classificadas em função de seus períodos de produção iniciando com

o acasalamento e terminando com a engorda dos animais. Estas fases de criação dos animais são integrantes do Sistema de Produção que é o primeiro elo da Cadeia Produtiva de Carne Bovina no Brasil (CPB). Conforme já mencionado este segmento inicia com a indústria de insumos que fornece os recursos fundamentais para a produção animal, sendo dividida em três setores: indústria de defensivos animal, nutrição animal e genética animal. Os recursos tecnológicos destes setores, quando aplicados corretamente ao sistema de produção em função dos preços relativos, influenciam nos retornos econômicos da atividade.

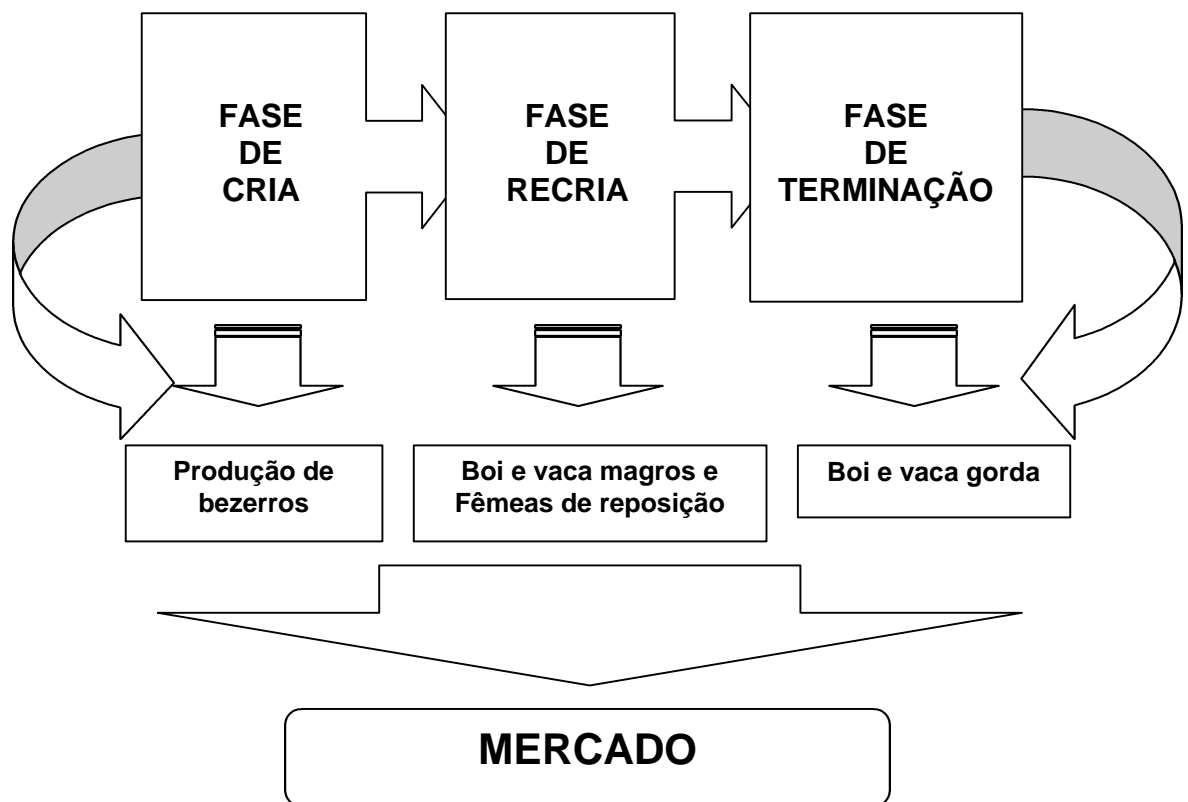


Figura 1 - O ciclo completo do sistema de produção de bovinos de corte no Brasil.

A *fase de cria* compreende a reprodução dos ventres¹ (acasalamento, gestação e parição) e o crescimento do bezerro até a desmama, que ocorre geralmente entre seis a dez meses de idade. A *fase de recria* inicia após a desmama e encerra com o início da reprodução das fêmeas ou início da fase de engorda dos machos. A *fase de terminação* tem duração variável de 3 a 8 meses e o produto obtido pode ser animais tardios, precoces ou superprecoces dependendo da intensificação do sistema de produção.

A produção de bovinos pode ser realizada em uma forma *extensiva* a pasto até uma forma mais *intensiva* em confinamento. Visando suprir as deficiências nutricionais do pasto em cada período do ano, tem-se adotado prática *semi-intensivas* onde não se substitui totalmente este recurso tão abundante no país, mas procura-se adequá-lo aos requerimentos nutricionais para produção através de estratégias de suplementação múltipla a pasto (PAULINO, 2001). A escolha do sistema de produção utilizado em cada fase de produção depende do potencial de resposta produtivo dos animais e do custo da tecnologia adotada.

Sem condições nutricionais adequadas, não será possível alterar os fatores que afetam a produtividade do setor (FARIA, 1983). O nível nutricional é o principal responsável pelo baixo desempenho reprodutivo do rebanho, tendo em vista que os ventres são normalmente destinados às piores pastagens. Além disso, muitas vezes não recebem suplementos protéico-energéticos em níveis adequados nas épocas de escassez de pasto, restringindo a uma suplementação apenas de minerais. Nos meses de seca, ocorre normalmente perda de peso, cuja intensidade depende da qualidade da pastagem. Nestas condições torna-se indispensável a suplementação múltipla dos animais na seca a fim de possibilitar a redução na idade de acasalamento.

A eficiência produtiva de carne bovina no país é medida pela quantidade de carne produzida por ha/ano. Este importante indicador de produtividade é reflexo da relação solo-planta-animal obtido através do manejo animal e forrageiro, sistema de produção, técnicas gerenciais e de controle econômico adotadas na propriedade. A capacidade de suporte das pastagens e os indicadores de produtividade por animal compõem este indicador. O

¹ Fêmea bovina apta para a reprodução

resultado produtivo do rebanho é formado pelo desempenho obtido desta relação em cada fase de produção. A eficiência do rebanho de cria é um reflexo do desempenho reprodutivo das fêmeas e pela magnitude de crescimento dos bezerros até a desmama (kg de bezerros desmamados/fêmea). Na fase de recria e terminação sua eficiência é refletida pelos aspectos de ganho de peso dos animais (ganho médio diário - GMD). A qualidade e quantidade da alimentação ofertada determinam os ganhos produtivos por animal para todas as fases. Independente da categoria considerada ou da fase de produção, um gerenciamento produtivo e econômico fundamentado na nutrição animal, apresenta grande impacto e resposta positiva na renda da empresa devido a sua elevada participação nos investimentos da atividade.

A eficiência quanto à utilização dos recursos, tanto de insumos como de tecnologias gerenciais, é diferenciada em cada fase de produção. As fases de recria e terminação estão mais evoluídas, enquanto a fase de cria, mesmo sendo a fase geradora de animais, ainda continua com dificuldades de revolucionar seus indicadores de produção. Em função da carência de controles gerenciais para a atividade e da existência de problemas mais importantes economicamente, a determinação de prioridades poderá ser um passo inicial fundamental para a resolução dos problemas do setor. O conhecimento claro, a conscientização e a divulgação dos principais problemas por todos os participantes da cadeia de corte poderá motivar que esforços de pesquisa e de políticas governamentais modifiquem o atual quadro indesejável da pecuária de corte do país.

De acordo com a literatura vários autores consideram que a reprodução é o fator mais importante na economia do processo de produção de carne bovina (KOCK e ALGEO, 1983). Do ponto de vista econômico, o desempenho reprodutivo é cinco vezes mais importante que o crescimento e, pelo menos, 10 vezes mais importante que a qualidade da carne. Nota-se que a reprodução é um aspecto relacionado com a fase de cria. Assim, a eficiência obtida na fase de cria influencia fortemente na rentabilidade da atividade e nos indicadores produtivos da bovinocultura de corte.

A fase da cria é a base do segmento de produção e conseqüentemente seu desempenho reflete na eficiência dos segmentos Abate/Processamento e Distribuição (PIRES, 2001). Salienta-se que a competitividade da cadeia bovina

depende primeiramente do desempenho alcançado na produção de bezerros. A demanda de carne é o resultado da relação entre qualidade e preço do produto. Os consumidores estabelecem suas preferências e alteram seu consumo principalmente em função dessas duas variáveis. Se o Sistema de Produção estiver ofertando um produto de baixa qualidade a custos altos os reflexos desta relação indesejável serão percebidos com a queda da demanda de carne bovina caso os outros elos da cadeia não consigam compensar a ineficiência desse segmento de produção. O aumento da demanda e maior participação no consumo de carnes pode ser favorecido com a produção de carne de qualidade a preços mais competitivos através de uma utilização racional e monitoramento das tecnologias disponíveis permitindo ao produtor ofertar mais e vender a preços menores. O aumento de produtividade de forma econômica possibilitará, mesmo com a queda dos preços, manter a renda do produtor constante caso o aumento de sua oferta seja proporcional à queda dos preços.

Em razão de problemas tecnológicos e gerenciais da cria ainda não solucionados, o setor não tem evoluído satisfatoriamente, sendo observadas modificações modestas nos indicadores de produtividade ou de disponibilidade de carne por habitante nos últimos anos (IEL/CNA/SEBRAE, 2000; FARIA, 1983). As empresas que forem pioneiras na adoção de tecnologias que auxiliem no gerenciamento produtivo da firma apresentarão retornos maiores e decrescentes à medida que outras firmas adotarem estas ferramentas e o aumento da oferta reduza os preços pagos ao produtor. Os inovadores sempre se beneficiam de lucros supernormais até que essa inovação seja adotada pela grande maioria requerendo uma outra inovação tecnológica que imprima novamente lucros maiores que a média do mercado.

Ultimamente os tomadores de decisão têm demandado ferramentas gerenciais mais abrangentes, que não englobam apenas os aspectos produtivos da empresa. Os problemas de escolha frente às constantes inovações têm exigido dos empresários decisões mais rápidas e seguras requerendo com isso o uso de sistemas específicos que estruturam os problemas de forma mais quantitativa e objetiva, auxiliando no entendimento de um problema aumentando a consistência e a confiabilidade da tomada de decisão.

O rebanho de cria, constituído por reprodutores, vacas, novilhas de reposição e bezerros, não tem sido alcançado, na mesma proporção, pelas mudanças tecnológicas ocorridas em outras fases do sistema produtivo e incorporadas ao seu processo produtivo. Tem-se observado uma evolução constante na atividade de engorda através da melhoria tecnológica e gerencial na terminação de animais o que não tem acontecido na mesma magnitude com a atividade de cria (IEL/CNA/SEBRAE, 2000).

Embora o bom desempenho na produção de bezerros seja fundamental para elevar a eficiência produtiva global e a competitividade da pecuária de corte brasileira, este fato ainda não tem sido suficiente para que sejam desenvolvidos sistemas de apoio ao gerenciamento da atividade. Ainda existem barreiras que dificultam o desenvolvimento de ferramentas que englobem fases do processo produtivo da cria e que apoiem as decisões de pontos importantes na produção de bovinos nas fases de reprodução de ventres e crescimento de bezerros. Não basta apenas construir um sistema para gerência se ele não estiver de acordo com as reais necessidades e com os objetivos do produtor. A descrição do processo decisório da atividade produtiva facilita a construção de um sistema que contemple questões relevantes e de interesse aos gerentes da empresa reduzindo as dificuldades existentes em definir os problemas nos seus detalhes quando não é usada uma metodologia adequada que auxilie na definição de ações prioritárias. O processo de negócio da atividade precisa ser estudado com detalhes a fim de verificar possíveis falhas, detectando gargalos, demandando pesquisas em áreas prioritárias a fim de desenvolver alternativas tecnológicas mais eficientes e com menor custo. A partir do reconhecimento do processo de produção da atividade poderão ser desenvolvidos inúmeros sistemas computadorizados de apoio gerencial a fim de atender os diferentes objetivos existentes no processo administrativo de uma empresa rural.

No rebanho de cria busca-se o aumento dos índices de prenhez e a redução da idade de acasalamento das novilhas, com redução das taxas de mortalidade e maior peso ao desmame com ganhos contínuos até a maturidade sexual. Os esforços das pesquisas têm sido em aumentar a eficiência reprodutiva das novilhas através do planejamento nutricional dos animais, principalmente questões relativas à suplementação dos animais no

período da seca anterior ao primeiro acasalamento. Entretanto, POTTER (1997) afirma que este planejamento restringe-se, na maioria das vezes, em aspectos produtivos. A pecuária de corte ainda dispõe de escassos trabalhos relativos a sua economicidade, contrastando com a abundância de dados sobre a geração de tecnologias produtivas.

Vários estudos apontam mais especificamente a categoria de novilhas como gargalo da produção, pois dependem primeiramente dos esforços no seu crescimento e somente após terem suprido suas exigências individuais de manutenção e ganho é que cumprirão seu papel reprodutivo. Esta problemática já não ocorre nas matrizes adultas. As novilhas são mais exigentes nutricionalmente e seu bom desempenho nos primeiros anos de vida reprodutiva afeta o desempenho dessas futuras vacas ao longo de sua vida útil. Isto sugere, a princípio, que investimentos em nutrição nesta categoria são prioritários apresentando um maior impacto na lucratividade por ventre do que em vacas adultas.

Existem três categorias principais de fêmeas em um rebanho de cria: nulíparas, primíparas e vacas adultas. As nulíparas são aquelas novilhas que ainda não foram acasaladas dividindo-se em dois grupos: novilhas que podem ser acasaladas no mesmo ano e novilhas que serão recriadas até adquirem o peso mínimo necessário para entrarem em reprodução em outro ano. As primíparas são vacas jovens que mesmo já tendo produzido um bezerro são muitas vezes chamadas de novilhas de primeira cria. O foco deste trabalho são justamente as nulíparas considerando a importância da categoria de novilhas na eficiência futura do rebanho de cria. Os aspectos nutricionais, reprodutivos e de relação de preços serão interligados através de um modelo a fim de se aproximar da eficiência econômica máxima e eficiência produtiva viável na suplementação desta categoria através do conhecimento da intensidade de uso do insumo.

Para melhorar os indicadores reprodutivos deve-se fornecer às novilhas uma quantidade de nutrientes que lhes permita uma continuidade de ganho de peso logo após a desmama. Isto coincide com o início do período de queda de qualidade das forragens. As informações e tecnologias necessárias às mudanças da situação atual estão disponíveis. O desconhecimento do potencial de retorno dessas técnicas de manejo disponíveis tem provocado

resistência na sua adoção por parte de técnicos e produtores (ANDRADE, 1999).

Segundo BERETTA (1999), a intensificação no uso de uma tecnologia do processo produtivo apresenta respostas produtivas positivas com incrementos decrescentes na medida que o sistema se torna mais intensivo até um limite máximo de produção. O uso intensivo de suplementação a pasto apresenta este comportamento com relação ao ganho médio diário (GMD), segundo a lei dos rendimentos decrescentes. No caso de rebanho de cria, quanto maior for o GMD das novilhas na fase de recria maior será seu peso na época de acasalamento e maiores serão seus índices produtivos através da redução da idade do primeiro acasalamento e/ou aumento das taxas de prenhez. Embora a utilização de suplementação a pasto afete positivamente a receita bruta do sistema de produção, o uso do insumo não deve ser indiscriminado. Até um certo limite, com uma relação direta mas decrescente entre consumo de suplemento e índice de prenhez é viável aumentar as quantidades de insumo oferecidas por novilha. Entretanto, após este ponto limite, com a intensificação no uso de suplemento, o acréscimo de insumo por novilha determinará uma queda na eficiência econômica mesmo que com a obtenção de melhorias nos indicadores produtivos das novilhas. O tomador de decisão apresenta dificuldade em obter respostas objetivas para alguns de seus questionamentos. Qual o valor ótimo econômico de indicadores como: ganho médio diário (GMD), peso de acasalamento e índice de prenhez? Qual é o consumo ideal de suplemento que maximiza o lucro no uso desta tecnologia?

A carência de ferramentas para decisões econômicas num gerenciamento que considere os rendimentos decrescentes reduz as possibilidades de resposta do principal problema: o desconhecimento nível de consumo e da real necessidade de adoção das novas tecnologias disponíveis no mercado na suplementação de novilhas de corte.

Conhecer a viabilidade da intensificação do sistema produtivo através de uso mais intensivo de um insumo é um dos objetivos do produtor. Um gerenciamento eficiente tem a característica de determinar a alocação eficiente dos recursos da empresa (GOMES e ALVES, 2000). A tendência crescente na redução dos termos de troca reduz as margens da atividade. Essa tendência de queda na renda de empresas rurais desperta os produtores para a busca de

meios que orientem uma melhor utilização de recursos e tecnologias disponíveis à propriedade. No entanto, a inclusão de preços relativos no gerenciamento do sistema produtivo aumenta a complexidade da tomada de decisão quando comparada com decisões que consideram apenas aspectos técnicos de produtividade. Isto dificulta a decisão alocativa frente às inúmeras alternativas tecnológicas com diferentes eficiências técnicas e custos. A determinação de qual tecnologia adotar e do seu nível de utilização ideal a fim de obter uma máxima eficiência econômica fica dificultada com o uso apenas dos métodos tradicionais que não incluem ferramentas quantitativas informatizadas para a tomada de decisão.

A adoção de uma tecnologia depende da sua relação entre *resposta produtiva* e *custo*. Tecnologias avançadas, mas que ainda apresentem altos custos, podem proporcionar menores ganhos econômicos aos produtores do que tecnologias com respostas produtivas intermediárias, mas com custos relativamente mais baixos. O tomador de decisão enfrenta essa dualidade entre buscar tecnologias que apresentem *alta* eficiência produtiva e *baixo* custo.

A maximização do lucro está justamente na determinação e alocação de tecnologias que consigam satisfazer esse princípio contraditório de eficiência e custo. Essa dualidade pode ser visualizada através da equação simplificada de lucro (1). Considerando o insumo como a tecnologia e o produto como o acréscimo na produção proporcionado pela utilização do insumo, o lucro pode ser definido pela seguinte equação:

$$\pi = P_p \times (Q_{p1} - Q_{p0}) - P_i \times Q_i \quad (1)$$

Numa análise de lucro verifica-se a presença de duas variáveis principais: preço e quantidade. Detalhadamente as componentes da equação são definidas a partir da variação de medidas econômicas (preço) e técnicas (quantidade) referentes ao produto e ao insumo, são elas: preço do produto (P_p) e insumo (P_i) e quantidade de produto (Q_p) e insumo (Q_i).

Na equação acima se observa que a quantidade de produto considerada é incremental sendo desmembrada em duas: quantidade de produto com a tecnologia (Q_{p1}) e quantidade de produto sem a tecnologia (Q_{p0}).

Observa-se que o lucro é maior a medida que aumentam os aspectos do produto (preço e quantidade produzida) e diminuem os aspectos do insumo (custo e quantidade consumida). A eficiência econômica é maior à medida que aumenta a distância entre essas variáveis. As tecnologias mais eficientes serão aquelas que conseguirem, por exemplo, a um dado custo, obter um maior incremento no produto.

A alocação eficiente dos recursos determina uma melhor resposta econômica da atividade. Na pecuária, as variáveis são estreitamente dependentes de fatores ambientais, de mercado e de manejo individual da cada propriedade. A alteração de seus valores é algo freqüente e decisões tomadas para um determinado período não podem ser necessariamente adotadas no futuro. Isso requer um monitoramento das decisões já tomadas a fim de tomar novas decisões.

A ocorrência de qualquer alteração nas variáveis produtivas e nos preços relativos de uma tecnologia pode determinar uma variação na resposta econômica sinalizando um ajustamento no uso do insumo. Impactos mais intensos nessas variáveis podem indicar até uma substituição por outra alternativa tecnológica. O conhecimento de variáveis médias para a sua atividade não satisfará a necessidade do produtor em se adequar rapidamente a uma mudança de mercado recente.

O gerenciamento da pecuária de corte pode ter sua eficiência melhorada através de mecanismos que auxiliem no planejamento, no acompanhamento do uso de tecnologias e no ajustamento do nível destes insumos. Num contexto onde o objetivo do produtor predominante é a maximização do lucro, ferramentas computacionais desenvolvidas para problemas específicos, indicados pelo tomador de decisão, poderão contribuir para que seus objetivos sejam alcançados através da possibilidade de flexibilização das variáveis no sistema.

A pecuária de corte não apresenta um único problema que cause seus baixos índices produtivos, mas a interação deles é que explica os resultados produtivos e econômicos pouco satisfatórios da atividade. É limitada a possibilidade de criação de um modelo que abranja todos os problemas e maximize a utilização de todos os recursos da empresa. A detecção dos principais problemas da propriedade facilita o desenvolvimento de soluções

através de sistemas que enfoquem primeiramente pequenos, mas importantes problemas no sistema de produção. Em função dos objetivos da empresa, outros aspectos poderão ser integrados ao sistema, numa seqüência de prioridades estabelecida em graus de importância pelos tomadores de decisão. Desta forma, o ponto crítico principal está sempre na pauta de discussão na busca de soluções.

A prestação de serviço por uma equipe de profissionais multidisciplinares com o objetivo de atender as necessidades gerenciais da empresa poderá auxiliá-la a produzir em condições de máxima eficiência econômica. A utilização de ferramentas que auxiliem a tomada de decisão e reduzam a incapacidade humana de tomar decisões econômicas de maneira subjetiva, poderá contribuir na melhoria dos indicadores de produtividade e de lucratividade da pecuária de corte do país.

1.5. Objetivos

Contribuir com a gestão de empresas pecuárias na determinação do consumo ideal de suplemento, ganho médio diário, peso de acasalamento econômico e expectativa de prenhez que maximizam o lucro na produção de bezerros de novilhas suplementadas na seca anterior ao seu primeiro acasalamento.

Especificamente, objetiva-se:

- a) Descrever o processo decisório da fase de cria da pecuária de corte;
- b) Desenvolver um sistema informatizado para decisões econômicas frente às flutuações de preços e produtividade comumente ocorridas ao longo do processo produtivo de uma empresa rural, em função da instabilidade do mercado e do desenvolvimento constante de novas tecnologias.
- c) Auxiliar na escolha de tecnologias alternativas de suplementação visando elevar conjuntamente índices produtivos e econômicos.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

2.1. O processo administrativo

O conceito de administração pode ser considerado sob diferentes visões básicas. Segundo HARSH et al. (1981), administração rural é o processo de tomada de decisão, em que recursos limitados são alocados em várias alternativas de produção, para atingir objetivos humanos num mundo de riscos e incertezas.

Independente da visão conceitual considerada, o processo administrativo é caracterizado pela presença de decisões organizacionais sobre o quê produzir, quanto produzir, quando produzir e tarefas operacionais, como determinação de métodos de produção, organização do tempo de trabalho, seleção de equipamentos e técnicas e seleção de pessoal (SILVA, 2001).

Como metas e objetivos são complexos no seu processo de identificação, a tomada de decisão frente a um futuro incerto e com um alvo pouco compreendido fica ainda mais difícil a ocorrência de uma decisão acertada e objetiva. Deste modo, o gerenciamento é um fator com relevância cada vez maior para a administração e para a tomada de decisão em atividades de produção agropecuárias.

Nesta ótica, um processo administrativo eficiente considera de forma integrada, a interação das várias partes que compõe o ambiente rural. O

administrador rural se depara com recursos, alternativas e metas que devem ser gerenciadas (KADLEC, 1985). A partir dos recursos escassos e da definição de objetivos, o *tomador de decisão* executa suas *funções administrativas* aliado a um *sistema de informações* específico para a empresa rural.

2.1.1. A tomada de decisão

O administrador tem por finalidade tomar decisões, sendo assim, a tomada de decisão pode ser descrita em uma série de passos lógicos e ordenados. Estes passos formalizam o processo de tomada de decisão. Sendo eles:

- Identificar e definir o problema;
- Coletar dados relevantes;
- Identificar e analisar soluções alternativas;
- Escolher a alternativa;
- Implementar a decisão;
- Avaliar os resultados e assumir a responsabilidade pelos mesmos.

Essas etapas são desenvolvidas a partir do reconhecimento pelo tomador de decisão da diferença existente e da distância entre a situação atual e a desejada (VALE, 1997).

O processo de tomada de decisão é constituído por quatro etapas (TURBAN e ARONSON, 1998): inteligência, projeto, escolha e implementação. O primeiro passo que um tomador de decisão deve realizar é conhecer os objetivos gerais da empresa. Após a empresa ter estabelecido seus objetivos iniciais será possível identificar e definir os seus problemas através de uma análise da realidade da empresa. Devido a complexidade da realidade, a tarefa de identificação e definição de um problema poder ser algo demorado até o pleno entendimento de seus detalhes. Isto ocorre devido a existência de problemas com características diferentes quanto à dificuldade de entendê-los. Existem problemas estruturados, não-estruturados e semi-estruturados. Após a identificação e caracterização dos problemas reavalia-se os objetivos gerais possibilitando a definição de objetivos específicos e o estabelecimento de metas e procedimentos de como alcançá-los.

Os problemas estruturados são repetitivos e rotineiros e possuem um procedimento específico para serem manuseados, por exemplo, a determinação da melhor combinação de alimentos que minimizam o custo da ração dada alternativas conhecidas. Neste caso, são conhecidas as características da situação insatisfatória, desejada e suas alternativas. A solução do problema consiste em otimizar este curso de ações até a situação almejada (RODRIGUES, 1999). Em contraste, problemas não-estruturados apresentam sempre algo novo e são não-rotineiros, sem um procedimento pré-acordado para solucioná-los. A decisão em investir em novas terras numa região promissora ou alterar totalmente o sistema de produção são tarefas não-estruturadas. Tais tarefas envolvem questões em aberto até então desconhecidas costumando requerer grande volume de informações como condições de mercado, regulamentos e novas leis e políticas do governo. Já os problemas semi-estruturados combinam elementos de ambos os tipos (LAUDON e LAUDON, 1999), sendo os mais encontrados em atividades agropecuárias. Todos esses problemas apresentam difícil obtenção de uma solução satisfatória quando são utilizados apenas métodos empíricos.

Os objetivos são formulados a partir do conhecimento desses problemas, das necessidades presentes e futuras da empresa e das características e preferências do produtor rural e de sua família. A distância entre a situação atual e desejada é determinada pelo conhecimento detalhado do problema e dos objetivos da empresa.

A próxima etapa consiste na busca de alternativas de ação. Conforme HARSH et al. (1981), a existência de um sistema de registros na empresa agrícola é altamente desejável. Experiência, conhecimentos e criatividade também são fundamentais nesta etapa e nas etapas subseqüentes (SILVA JR., 1993). A busca de alternativas está vinculada ao sistema de informações existente. O desenvolvimento de um sistema de informações depende do nível das atividades executadas.

Segundo O'BRIEN (1990), as atividades da administração podem atuar em três diferentes níveis: Administração estratégica, Administração tática e Administração operacional. Estes níveis administrativos definem os tipos de decisões.

As decisões estratégicas são orientadas para um futuro, geralmente a longo prazo, envolvendo elevado grau de incerteza. Decisões sobre localização da empresa, produtos a serem explorados e sistemas de produção a serem adotados são exemplos de decisões estratégicas.

A tomada de decisão tática preocupa-se com a implantação das decisões tomadas no nível estratégico. Inclui alocação de recursos para obtenção dos objetivos da organização como esquema de produção e alocação de insumos.

As decisões operacionais envolvem a execução de tarefas específicas para assegurar a eficiência e a eficácia de decisões que ocorrem com maior frequência como por exemplo, ajuste de lotação animal e de consumo de ração, definição da quantidade de estoque ou atribuição de tarefas aos funcionários.

Os níveis de decisões são definidos de acordo com o tipo das decisões. Os gerentes tomam diferentes decisões dentro do processo administrativo da empresa exercendo algumas funções administrativas designadas ao seu cargo.

2.1.2. Funções administrativas

A discussão sobre o papel e as funções da administração, num ambiente complexo e caracterizado por constantes mudanças tem promovido mudanças na visão das atribuições e perfil dos gerentes requisitados pelas empresas.

Este processo administrativo está inserido em um ambiente que inclui variáveis econômicas, tecnológicas, climatológicas, políticas e sociais, requerendo dos administradores inúmeras e complexas decisões, num contexto limitado de tempo.

Estudos recentes sobre gerentes apontaram que eles ocupam a maior parte do tempo na comunicação com outras pessoas, não analisando demonstrações de contas, calculando resultados ou lendo relatórios formais. Isso significa que a maioria das informações que um tomador de decisão obtém é proveniente de rumores na forma de comentários e opiniões. Somente uma

pequena parcela da informação total é obtida através de sistemas de informação (LAUDON, 1999).

Autores clássicos sobre gerenciamento, como o industrial francês Henri Fayol (1841-1925), descreveram a gerência como envolvendo cinco atividades: planejar, organizar, comandar, coordenar e controlar. Autores contemporâneos sobre gerência reduziram essas características a quatro funções gerenciais: planejar, organizar, liderar e controlar. Assim, de acordo com as teorias tradicionais de gerenciamento, gerenciar pode ser definido como o esforço para alcançar as metas da empresa por meio de planejamento, organização, liderança e controle.

A visão tradicional é perfeitamente adequada para descrever as funções básicas de gerência, mas ela não nos diz como os gerentes realizam as suas tarefas. Como os gerentes realmente lidam com planejamento, organização, liderança e controle? Para isso deve-se recorrer aos cientistas comportamentais contemporâneos que estudaram gerentes em suas ações cotidianas. Henry Mintzberg estudou as características do trabalho gerencial e percebeu que os gerentes desempenham vários papéis, que se distribuem em três grandes categorias: papéis interpessoais, informativos e decisórios. O papel da gerência é muito abrangente, espera-se que os gerentes estimulem, cuidem, informem, motivem e decidam. De uma posição centralizadora, os gerentes desempenham papéis coordenadores de atividades descentralizadas e com maior autonomia (LAUDON, 1999).

A revolução no conhecimento através da maior velocidade em que ocorre a transferência de um número cada vez maior informações, tem impossibilitado que gerentes comandem todas as atividades de uma empresa. A descentralização tem sido uma tendência através da delegação de serviços cada mais especializados requerendo conhecimentos específicos para serem executados. As equipes multidisciplinares estão cada vez requisitadas nos processos administrativos das empresas devido a crescente divisão de produção e organização em grupos dos recursos humanos existentes. Uma estrutura informal emerge a partir de um organização formal do trabalho dividida em estágios onde a especialização define pessoas capacitadas para os serviço e a hierarquia é formada a fim de que seja assegura a realização do

trabalho. Aos gerentes de nível superiores da organização fica principalmente a função de liderança e controle das atividades da empresa.

Devido ao ritmo de mudança global nos aspectos tecnológicos, socioeconômicos, condições políticas e nas relações internacionais, há uma tendência de que as organizações se preparem para reagir, ou até mesmo anteciparem-se, na forma de ações planejadas, aos acontecimentos ocorridos no ambiente geral da empresa. Como as organizações são movidas por pessoas, são requeridos, principalmente dos tomadores de decisão, que adotem métodos mais eficientes e rápidos para o monitoramento das atividades, auxiliando nas suas decisões realizadas no desempenho de seu papel administrativo. Estes métodos requerem uma organização eficiente dos dados e informações necessários para o bom cumprimento das funções administrativas desses gerentes.

2.1.3. Dados e informações

A palavra informação vem do latim *informare*, que significa “dar forma”. Os dados podem ser considerados como a matéria-prima para as informações. O conhecimento de uma determinada realidade permite o processamento destes dados em um produto mais útil. O resultado deste processo possibilita que organizações melhorem sua compreensão dos fatos facilitando a análise de problemas e projeto de soluções.

O registro, armazenamento e compartilhamento das informações determinam o processo de geração e propagação do conhecimento. A organização dos fatos brutos pode ser armazenada por diversos meios, como por exemplo, através da escrita, em bibliotecas, na forma de livros, jornais e revistas. Através da linguagem, nas suas diversas formas, pode-se comunicar e compartilhar o substrato necessário para que outras informações na forma de decisões sejam geradas. A revolução promovida pela informática permite que a “mercadoria” informação seja rapidamente produzida e difundida, promovendo rápidas mudanças no ambiente das empresas. A sua importância foi dimensionada por TOFLER (1985), quando afirmou que deter a informação na economia contemporânea é tão ou até mesmo mais importante que possuir recursos como terra, capital, trabalho e matéria-prima.

Dados geram informações num desencadeamento crescente do conhecimento sem precedentes quanto ao impacto na sociedade como um todo. A cada etapa deste processo as informações geradas deixam de ser um produto passando a ser substrato ou dado para a nova informação a ser produzida. À tecnologia da informação cabe pesquisar meios de organização e equipamentos para o desenvolvimento de diferentes sistemas de informações. Cada vez mais torna-se um fator preponderante para o bom funcionamento das atividades gerenciais das organizações a pesquisa no desenvolvimento de novas tecnologias de informação. O acúmulo de conhecimento e sua distribuição de forma organizada permitem que decisões mais consistentes sejam tomadas em níveis superiores de gerência reduzindo as incertezas e aumentando conseqüentemente a qualidade dessas decisões nas empresas.

2.2. Teoria de sistemas

O avanço da ciência nas diversas áreas do conhecimento como Física, Medicina, Matemática no século XVII, conduziram os homens a uma interpretação mais metódica de sua realidade. Utilizando conceitos e pressupostos de tais ciências aos poucos foram se estabelecendo inter-relações entre as áreas afins e até mesmo em linhas de pesquisa aparentemente muito distantes (OLIVEIRA, 1997).

Inspirado na Biologia, surgiu a partir desta época o modelo orgânico da sociedade, em que o princípio básico é a mútua dependência das partes, assemelhando-se a sociedade a um *organismo vivo*. Este organismo, através de sua fisiologia, fornece as características para a construção, funcionamento e entendimento de sistemas.

De acordo com OLIVEIRA (1997), sistema é um conjunto de partes integrantes e interdependentes que, conjuntamente, formam um todo unitário com determinado objetivo efetuando uma determinada função. Estas partes são chamadas de subsistemas que compõe o sistema dentro de um ecossistema mais amplo. Chama-se de sistema a estrutura organizacional em análise. Um subsistema pode ser chamado de sistema quando ele é o foco de investigação. O ambiente do sistema é o conjunto de fatores que dentro de um limite específico exercem influência e interagem com o sistema considerado.

Considerando a empresa como um sistema aberto onde ocorrem trocas com o ambiente, VON BERTALANFFY (1972) estabelece conceitos que facilitam o entendimento desta integração da empresa com o ambiente em busca de um equilíbrio dinâmico. Estes conceitos são a base para compreender a trajetória de *sistemas administrativos* no seu processo de transição em prol de uma constante ajuste ou mudança organizacional da empresa.

Em função da forte tendência que existem em sistemas abertos em degenerarem-se, as organizações buscam sobreviver através da manutenção desse equilíbrio. A intensidade deste empenho dos sistemas, evitando a desorganização, dá-se o nome de entropia negativa. Este equilíbrio pode ser alcançado de várias maneiras. O processo entrópico decorre de uma lei universal da natureza, na qual os sistemas se movem para a desorganização e *morte*. Este processo encontrado na natureza se assemelha as alterações relativas dos sistemas administrativos e o ambiente em que está inserido onde na ausência de um acompanhamento das necessidades atuais dos usuários, os sistemas tendem a ficar obsoletos e perder a sua utilidade.

As alterações dos sistemas podem ter graus diferentes de intensidade. As microalterações são mais prejudiciais ao sistema que as macroalterações. Enquanto estas causam sintomas visíveis, aquelas danificam o sistema de forma silenciosa dificultando o diagnóstico e a emissão de uma prescrição que solucione o problema. Assim, a adaptação é uma característica do sistema que tem a habilidade de modificar em função de mudanças ocorridas no ambiente.

A interação ou comunicação do sistema com o ambiente é o processo que ocorre com os dados de entrada e saída entre estes dois sistemas. O fluxo de dados é contínuo e a performance e aperfeiçoamento do sistema depende da qualidade das informações obtida pelos avanços tecnológicos incluídos no processador do sistema. A relação entre saída/entrada define a eficiência do sistema quanto a sua capacidade em obter ganhos contínuos no processamento dos dados. O produto obtido neste processo contínuo é a informação utilizada pelo tomador de decisão. A qualidade da informação é expressa pela eficiência do sistema em obter produtos de interesse aos tomadores de decisão da empresa. Neste contexto, uma administração eficiente depende das informações disponibilizadas pela firma aos gerentes,

organizadas em um sistema de informações adequado as necessidades da empresa.

2.2.1. Sistema de informações

Para que o processo de tomada de decisão seja eficiente, o administrador precisa exercer bem as funções aliado a um adequado sistema de informações. Os sistemas de informação essencialmente transformam os dados e disponibilizam as informações em uma forma utilizável no fluxo de trabalho de uma empresa, auxiliando empregados ou gerentes a tomar decisões, analisar e visualizar assuntos complexos e resolver outros tipos de problemas. Segundo LAUDON (1999), um sistema de informações é um conjunto de componentes inter-relacionados, que coletam (entrada), recuperam, processam (processo), armazenam e distribuem (saída) informações com o propósito de facilitar o planejamento, o controle, a coordenação, a análise e o processo decisório das organizações.

Na Figura 2 são apresentadas as atividades fundamentais de um sistema de informações: entrada, processamento e saída. A realimentação ou *feedback* consiste na entrada de dados provenientes de um processamento anterior realizado pelo mesmo sistema. Os sistemas de informação são um produto da interação entre componentes inter-relacionados: organizações, pessoas e tecnologia.

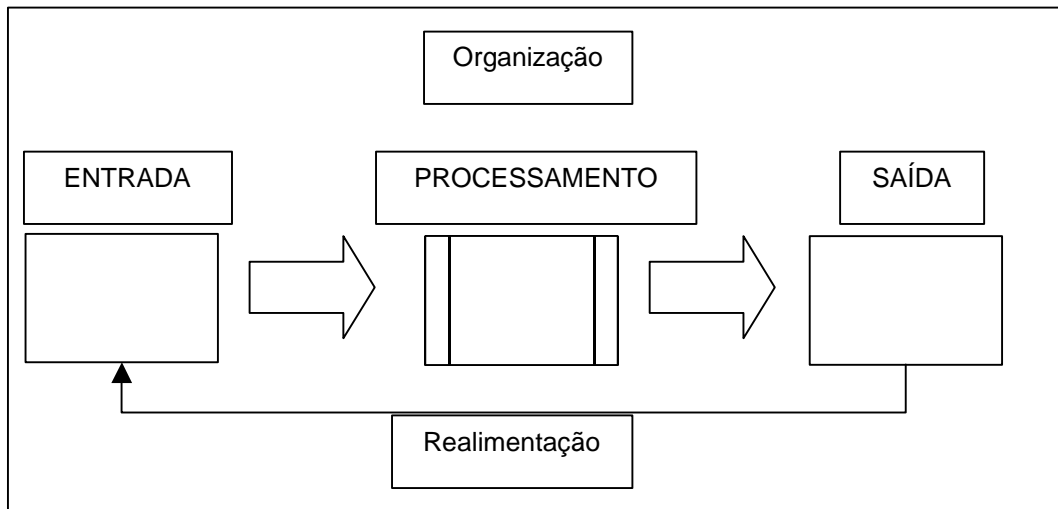


Figura 2 - Atividades de um sistema de informação: entrada, processamento e saída.

A demanda das organizações determina a oferta de serviços. As organizações são os “clientes” a serem atendidos por um sistema de informações. As atividades dos sistemas de informação são definidas a partir dos objetivos e necessidades dessas organizações. As pessoas desenvolvem sistemas considerando questões de saúde e funcionalidade do sistema através do estudo da ergonomia existente num trabalho que envolve pessoas e máquinas e sua interface com o usuário. As máquinas são computadores e equipamentos que integram a componente tecnologia. Um sistema de informações, que possa resolver problemas gerenciais, não pode ser desenvolvido por apenas um indivíduo e nem ser resumido em um *software* ou outro sistema informatizado. Nota-se a necessidade de incluir conhecimentos específicos em áreas de economia, administração, informática, relações humanas e outras relacionadas com a empresa e o sistema proposto a fim de otimizar o seu desempenho.

A evolução dos sistemas de informações ocorreu paralelamente à evolução dos computadores. À medida que a tecnologia de *hardware* e *software* iam sendo desenvolvidos sistemas mais velozes e complexos podiam ser desenvolvidos sendo possível a obtenção de respostas do seu processamento num tempo adequado as necessidades dos usuários. Isto

facilitou a implementação de sistemas em empresas que necessitam das informações em grau de tempo quase real.

Existem vários tipos de sistemas de informações que são classificados de acordo com o grau de interferência ou impacto imprimido na empresa e o tipo de apoio dado à coordenação da organização.

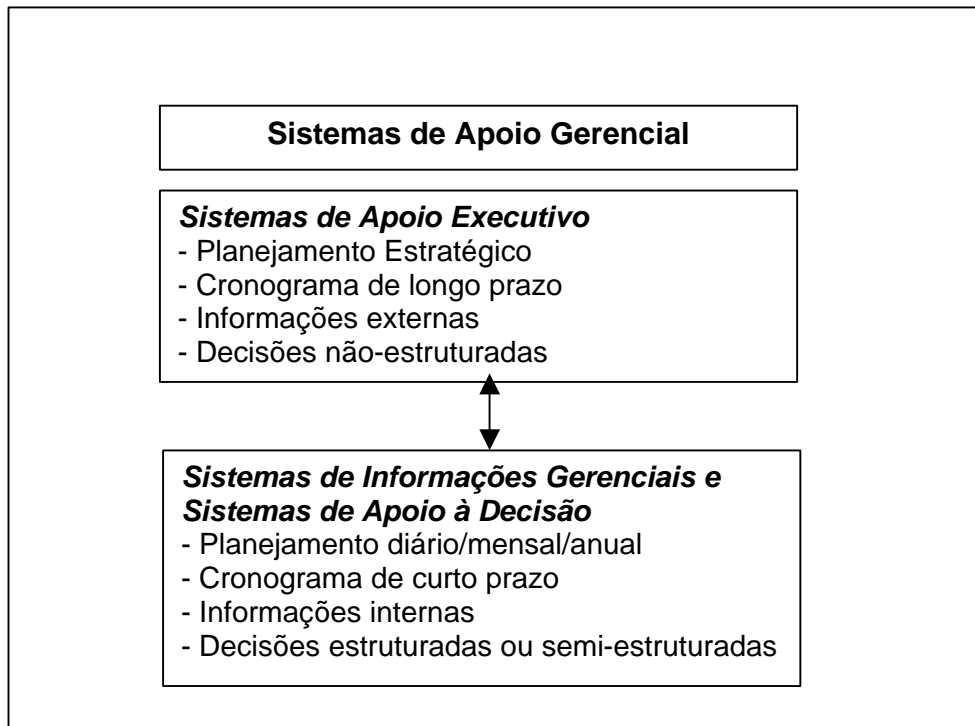
Segundo LIBERALI NETO (1997), os sistemas de informações são comumente classificados em: sistemas de processamento de transações, sistemas de informações gerenciais (SIG), sistemas de apoio à decisão (SAD), sistemas de informações executivas (SIE) e sistemas especialistas (SE).

Esses sistemas consideram problemas estruturados, semi-estruturados até problemas não estruturados. As funções destes sistemas são rotineiras e repetitivas nos sistemas de processamento de transações, e mais especializado com maior número de regras de decisão como em sistemas especialistas.

2.2.2. Sistemas de apoio gerencial

A tecnologia de informação apóia ao gerenciamento de empresas através de sistemas específicos para as funções administrativas de tomadores de decisão. Estes sistemas são chamados de sistemas de apoio gerencial podendo ser classificados em: Sistemas de Suporte Executivo; Sistemas de Informações Gerenciais e Sistemas de Suporte à Decisão (Figura 3).

As organizações coordenam os trabalhos dos empregados e gerentes em função de uma hierarquia estratificada de acordo com o tipo de decisão. A liderança e gerência principal da empresa se concentram no topo onde predominam as decisões estratégicas. A gerência intermediária ou média predomina decisões táticas onde as decisões são mais freqüentes, mas com menor impacto na empresa. Os especialistas e funcionários de produção tomam decisões quase que diariamente podendo ser decisões táticas ou operacionais.



Fonte: LAUDON (1999).

Figura 3 - Os três tipos de sistemas de apoio gerencial.

Os sistemas de apoio executivo são de aplicação no nível hierárquico mais elevado da empresa. A atuação destes sistemas é no planejamento estratégico e na resolução de problemas novos e não estruturados. Estes tomadores de decisão buscam conhecer o ambiente geral da empresa como condições políticas, de mercado, inovações tecnológicas e eventos globais. Essas informações externas geralmente têm grande importância na resolução dos problemas e a sua aplicação é de longo prazo.

Os sistemas de informações gerenciais e sistemas de suporte à decisão objetivam atuar no planejamento tático e operacional. O sistema é baseado em problemas estruturados ou semi-estruturados, geralmente num horizonte de curto a médio prazo. As informações que abastecem o sistema na sua maioria são internas e obtidas por em níveis intermediários ou mais baixos da organização.

As decisões requeridas no caso de novilhas de corte são de níveis táticos e operacionais. Este gerenciamento específico de uma empresa de

pecuária bovina envolve principalmente aspectos internos do sistema de produção. Condições de manejo do rebanho, disponibilidade de forragens e suplementos, aspectos sanitários e de genética são fundamentais para a tomada de decisão do produtor. Estes aspectos da empresa aliados à *relação de preços* são o substrato básico para a tomada de decisão.

A empresa fica dependente de sistemas que auxiliem a tomada de decisão principalmente em decisões de níveis intermediários e baixos, pois são os mais comuns num processo administrativo. O desenvolvimento de sistemas específicos para a realidade administrativa de cada empresa possibilitará um menor envolvimento dos gerentes em aspectos operacionais que na maioria das vezes toma a maior parte do tempo dos gerentes. Além de facilitar as decisões através de sistemas de controles voltados para funcionários de produção e otimização de suas tarefas diárias, estes sistemas permitirão que gerentes médios desempenhem melhor seus verdadeiros papéis na empresa.

Em propriedades agropecuárias onde as atribuições muitas vezes não são bem definidas e os níveis hierárquicos são bastante reduzidos é muito comum que os administradores se envolvam em todos os aspectos da fazenda pensando e decidindo as mesmas questões repetidamente. A necessidade de dar respostas a pequenas alterações de aspectos do sistema produtivo e de preços toma grande parte do seu tempo disponível. Isto tem limitando o seu envolvimento no planejamento de questões estratégicas e inovadoras frente as constantes mudanças no ambiente geral da empresa.

A sistematização desses processos de tomada de decisão através do uso de sistemas de que auxiliem a execução das funções administrativas dos tomadores de decisão aumentará o tempo disponível para o gerenciamento e estudo de alternativas estratégicas de maior impacto na empresa. A otimização das decisões táticas e operacionais e a ênfase em questões estratégicas da empresa poderão contribuir para o aumento da competitividade e a sobrevivência da empresa no setor.

Os sistemas de apoio gerencial mais vocacionados para estes aspectos da pecuária de corte são os sistemas de informações gerenciais (SIG) e os sistemas de apoio à decisão (SAD). Ambos auxiliam no gerenciamento da atividade, mas apresentam algumas diferenças importantes.

Os sistemas de informações gerenciais são mais antigos e visam acompanhar a linha de produção da empresa através da emissão de relatórios que informam aos tomadores de decisão alguns pontos de relevância no monitoramento e gerenciamento da produção.

O passo seguinte destes sistemas permitiu a possibilidade de interação maior entre o usuário e a máquina. Os sistemas de apoio à decisão possibilitam que os usuários entrem com dados pertencentes ao sistema e obtenham uma resposta ou recomendação que auxilie no seu processo decisório. Esta evolução inclui a possibilidade de inclusão de equações matemáticas, gráficos e outros métodos facilitados devido ao avanço nas tecnologias de computadores, sistemas e equipamentos.

A evolução da pesquisa operacional e da informática ainda não chegou a ponto de substituir homens por máquinas nos aspectos decisórios das empresas. Os sistemas ainda não são “inteligentes” o suficiente para incorporarem voluntariamente situações imprevistas e não incluídas no sistema.

A participação de especialistas e dos recursos humanos de empresas e envolvidos no sistema produtivo é fundamental para que o sistema da empresa continue sendo aperfeiçoado e outros métodos e inovações de controle e gerenciamento façam parte integrante dos sistemas de apoio gerencial das empresas.

Como apoiar o processo decisório é o principal objetivo deste trabalho, os sistemas de apoio à decisão são os que atualmente podem melhor contribuir ao gerenciamento de uma empresa. Como ainda não há um software específico para o desenvolvimento de um SAD (SILVA JR., 1993), utilizam-se diversos programas de forma integrada, tendo o principal objetivo prosseguir na sua evolução e constante manutenção a fim de tornar o sistema flexível e de fácil utilização pelo tomador de decisão.

Um Sistema de Apoio à Decisão (SAD) é um conjunto organizado de pessoas, procedimentos, software, banco de dados e dispositivos utilizados que enfocam a eficácia da tomada de decisão (STAIR, 1998). Segundo TURBAN (1995), são sistemas que pretendem apoiar os tomadores de decisões administrativas em situações que envolvem problemas semi-estruturados.

Esta ferramenta integrada possui alguns componentes intimamente ligados que são o *software*, o usuário e o *hardware*. O software é constituído por três componentes, o subsistema de dados, modelos e de comunicação. O subsistema de dados inclui a base de dados úteis para processamento pelo subsistema de modelos. O subsistema de comunicação corresponde à interface entre o SAD e o usuário.

Este trabalho foi desenvolvido em planilha eletrônica, onde o componente de modelos do SAD foi embasado principalmente na lei dos rendimentos decrescentes descrita na teoria de produção da empresa.

2.3. Modelos como auxílio na administração

Há muitas definições gerais de modelo e muitas definições de modelo como o termo é usado dentro da ciência de administração. Uma das definições mais simples e talvez não completa diz que um modelo é uma representação da realidade (ACKOFF e SASIENEI, 1968). A modelagem visa ser menos dispendiosa e mais rápida que a experimentação e tem como objetivo determinar o impacto da mudança de variáveis sobre o sistema. Deste modo, esta definição não é bem aceita quando se busca uma conceituação mais clara e definida sobre este termo. Uma definição mais ampla e atual é dada por PIDD (1996), em que modelo é uma representação externa e explícita da parte da realidade como visto por quem deseja usar esse modelo a fim de compreender, mudar, gerenciar e controlar essa parte da realidade. A construção de um modelo proporciona uma maneira sistemática, explícita e eficiente dos administradores tomarem decisões, servindo também como meio conveniente de comunicação e auxílio ao raciocínio (STRACK, 1984).

A importância de modelos pode ser sumariada no fato de que o progresso e a história da ciência e da engenharia estão intimamente relacionados com o aumento da habilidade humana em desenvolvê-los (Shannon, 1975, citado por STRACK, 1984). O uso de modelos é familiar a todos, pois pessoas usam modelos mentais todos os dias. Estes tipos de modelos são flexíveis, adaptáveis a novas situações, mas são limitados quanto a sua documentação, sendo assim, de difícil análise de suas pressuposições e detecção de contradições e ambigüidades (RICHARDSON, 1996). Segundo o

mesmo autor, modelos computacionais são superiores aos modelos mentais pois suas suposições são fixas e disponíveis para revisão e são infalíveis quanto à operacionalização de suas pressuposições. Buscando reconhecer alguns usos comuns dos modelos, SHANNON (1975) definiu algumas funções básicas onde cita a realização de previsões como uma das mais importantes.

Há diversos tipos de modelos que cumprem essas funções e eles podem ser classificados de muitas maneiras. Modelos podem ser estáticos, dinâmicos, matemáticos ou físicos, determinísticos ou estocásticos. Entretanto, RICHARDSON (1996) diz que uma das mais úteis classificações dividem os modelos em apenas dois tipos: modelos de otimização e de simulação. A distinção entre esses dois modelos é de particular importância pois eles apresentam diferentes finalidades fundamentais. Modelos de otimização são usados geralmente quando existe “o melhor caminho”. Nos casos, por exemplo, de cálculos para minimizar custo de ração ou otimizar rotas de transporte, sendo modelos prescritivos. Já os modelos de simulação não fornecem uma solução ótima, mas fornecem uma descrição do comportamento de diversas variáveis estabelecido previamente por regras. A simulação é uma técnica de fazer experimentos amostrais no modelo do sistema em lugar do próprio sistema real, pois como já abordado, este seria muito inconveniente, dispendioso e demorado, assim os modelos de simulação são preditivos.

Muitas razões e vantagens podem ser enumeradas para justificar o uso da simulação em administração, cabendo destacar justificativa descrita por Andrade (1990), citadas por RODRIGUES (1999): em casos onde sistema observado é tão complexo que se torne impossível descrevê-lo em termos de um conjunto de equações matemáticas de solução analítica viável. Por exemplo, a representação global de uma grande empresa, envolvendo múltiplas atividades, como produção, vendas, marketing, planejamento e muitos órgãos, como departamentos e divisões; mesmo sendo possível desenvolver um modelo matemático do sistema em foco, a sua solução pode ser muito trabalhosa e pouco flexível; permite estudar e experimentar complexas interações de um dado sistema onde essa experiência adquirida em construir modelos e realizar simulações poderá conduzir a uma melhor compreensão do sistema real. Com qualquer técnica, a simulação também apresenta algumas desvantagens como, por exemplo, na dificuldade de

definição das regras de decisão, na quantificação de variáveis qualitativas e na escolha e limitação da fronteira desse modelo (RICHARDSON, 1996). Quem garante a veracidade das regras estabelecidas ou que as variáveis escolhidas tem o poder de ilustrar resultados compatíveis com a realidade do sistema real? RAVINDRAN (1987) recomenda dez princípios de modelagens que suavizam essas limitações numa simulação. Pode-se citar que, em razão da potencialidade de um modelo depender das informações nele contidas, o modelo não deve ser tratado muito literalmente. Assim conforme recomenda esse autor, os modelos não podem substituir os tomadores de decisão. Tanto os modelos mentais desses administradores como os modelos computacionais têm seu papel importante na tomada de decisão. RICHARDSON (1996) faz um interessante fechamento dessa discussão concluindo o seguinte: “o sucesso desta dialética depende de nossa habilidade de criar e aprender com nossos modelos mentais e computacionais. Se usados corretamente, os modelos computacionais podem melhorar os modelos mentais em que as decisões são baseadas realmente e contribuí-los à solução dos problemas que freqüentemente nós enfrentamos”.

Esta questão de modelagem computacional na administração pode ser construída tanto por planilhas eletrônicas como até por sistemas ou programas informatizados mais sofisticados. Mesmo com todo progresso tecnológico e desenvolvimento de novos programas, a utilização de planilhas eletrônicas tem se mostrado uma das formas mais eficientes de construção de ambientes de tomada de decisão (MOURA, 1995). Segundo KLETKE (1990), as planilhas têm sido uma ferramenta exemplar para a orçamentação de empresas rurais, analisando as vantagens comparativas nas modificações dos coeficientes técnicos dessas empresas.

A limitação no uso da simulação de sistemas como ferramenta na análise de sistemas complexos atualmente se concentra ainda mais no “homem” do que na “máquina”. Como afirmou Ravindran (1987), citado por COSTA (1999), a simulação continua sendo “mais uma arte do que uma ciência, sendo mais fácil de ser cultivada que ensinada”. Devido a esta constatação não é comum encontrar uma caracterização e, ou, classificação de tipos de modelos de simulação utilizados em algum sistema de produção. Assim, é importante a organização dessas informações pelos órgãos de

pesquisa como meio de sistematizar o desenvolvimento e o ensino dessa “arte” de modelar sistemas.

2.3.1. O uso da modelagem na pecuária de corte

A simulação como técnica de fazer experimentos amostrais num modelo, em lugar do próprio sistema real, é muito útil nas diferentes cadeias produtivas do setor agroalimentar. Na pecuária de corte estas modelagens tem sido aplicadas no setor produtivo e na agroindústria. No entanto, esta aplicação tem sido realizada principalmente nos segmentos de forma isolada. Poucos trabalhos têm como objetivo realizar um estudo amplo do funcionamento e da coordenação de toda a cadeia produtiva, quer seja pela ausência de dados confiáveis ou pela complexidade do sistema (Martins, 1994, citado por LIBERALI NETO, 1997).

Visando melhorar a compreensão dos mecanismos de coordenação vertical na pecuária de corte, WIAZOWSKI (1999) descreveu as relações de causalidade da cadeia produtiva bovina na forma de “mapas mentais”. O autor utilizou a metodologia de dinâmica de sistemas a fim de que essas descrições sirvam de base para a estruturação posterior de um modelo de simulação. Outros trabalhos poderão ser desenvolvidos com mais facilidade a partir da modelagem inicial desta cadeia.

A natureza complexa dos sistemas de produção animal sugere o uso do enfoque de sistema como o mais adequado para avaliar as conseqüências econômicas de um nova tecnologia sob diferentes condições de produção e mercado (KORVER et al., 1988). Essa técnica em analisar sistemas através da simulação, aplicada no contexto da produção pecuária, permite perceber como o sistema reagirá diante de mudanças genéticas, de manejo, ambientais, assim como testar novas hipóteses (BLACKBURN e CARTWRIGHT, 1987).

O avanço na informática e o alto custo da experimentação física estão associados a crescente demanda por mecanismos sistematizados que sintetizem informações científicas (ASSIS e BROCKINGTON, 1995). Isto tem estimulado pesquisadores da área de produção animal a adotarem a simulação como ferramenta de trabalho em suas pesquisas.

Vários modelos tem sido desenvolvidos enfocando as diferentes áreas da produção de gado de corte. Existem os modelos mecanicistas que contemplam a dinâmica das fases de crescimento e terminação de bovinos e o metabolismo energético e protéico em bezerras. Considerando o rebanho, estão os modelos empíricos cujo objetivo é avaliar os efeitos de diferentes alternativas tecnológicas na eficiência bioeconômica da cria, recria ou ciclo completo. De forma mais ampla e integrada, ainda estão alguns modelos dinâmicos que relacionam o desempenho animal com o ambiente, práticas de manejo, tipo de pastejo e outras variáveis relacionadas com o meio ambiente (BERETTA, 1999).

Existem ainda modelos que são híbridos entre simulação e otimização. Como exemplo de modelo que executa simulações além de otimizar, pode-se citar o sistema de apoio ao processo de tomada de decisão em confinamento de bovinos de corte (SADCONF) desenvolvido por RESENDE FILHO (1997). Este sistema simula o desempenho produtivo de animais confinados considerando raça, sexo, peso dos animais, seu consumo e composição da ração. Com essas variáveis e algumas restrições o sistema também minimiza o custo da ração fornecendo sua melhor composição e otimiza a renda líquida total deste processo produtivo.

Considerando-se que a intensificação da produção exige investimentos, e que sua implementação requer rentabilidade ao empreendimento, EUCLIDES FILHO e CÉZAR (2000) avaliaram as interações entre os componentes biológicos e econômicos, mais especificamente referentes aos aspectos de genótipo, ambiente e de mercado. O sistema utilizado foi um modelo de simulação computadorizado desenvolvido na Embrapa Gado de Corte (CÉZAR, 1981) que incorpora os componentes principais de uma fazenda de pecuária de corte tais como, infra-estrutura de produção (capacidade de suporte das pastagens, rebanho, cercas externas e internas, currais, casa sede, casa para empregados, cavalos de serviço e veículo); variáveis de decisão; manejo sanitário; alimentação; ganhos de peso e índices zootécnicos. Este trabalho não visa oferecer “receitas” prontas, afirmam os autores, mas comparar e alertar alguns aspectos importantes resultantes de uma combinação de alternativas num sistema completo de cria, recria e engorda. Deste modo, pode-se comparar os resultados da interação de

sistemas diferentes quanto ao peso à desmama e ganho de peso, com a alternativas de diferentes níveis alimentares. Embora existam inúmeras outras combinações possíveis com respectivos efeitos nos índices zootécnicos, essas análises biológicas e econômicas possibilitam identificar qual sistema deve ser seguido no sentido de aumentar a eficiência bioeconômica da produção de bovinos de corte.

CÉZAR e EUCLIDES FILHO (1996) estudaram especificamente a variação na quantidade de carcaça produzida por hectare e sua respectiva margem bruta com a redução de idade à primeira cria de três para dois anos. Em outra simulação analisaram a variação do desfrute, equivalente carcaça e produtividade de carne por hectare considerando abate aos 42, 37 e 24 meses de idade. POTTER (1997) estudou a produtividade de novilhas de corte primíparas acasaladas aos dois, três e quatro anos de idade.

Pôde-se observar que a maioria dos modelos apresenta análises produtivas estritamente lineares ao longo do processo de simulação. Devido a estas pressuposições, estes modelos apresentam características limitadas de aplicação, pois a variação dos resultados do modelo fica dependente apenas das modificações no valor das variáveis. A relação linear entre variáveis estabelecida de forma generalizada no modelo desconsidera as relações não-lineares existentes no sistema real entre as variáveis de insumo e produto. A não inclusão da lei dos rendimentos decrescentes pode inviabilizar aplicação prática do modelo nos sistemas reais em que predominam a interação entre variáveis através de funções de produção.

2.4. Teoria da produção

Os princípios da teoria da produção constituem a base para análise de custos de produção, formação de preços e emprego de recursos, distribuição de recursos e distribuição do produto (DEBERTIN, 1986; LEFTWICH, 1979). Neste trabalho, insere-se a função de produção como componente para análise de custos e decisão no emprego de alguns recursos da empresa.

O termo função de produção aplica-se às relações técnicas entre recursos e produtos de uma firma, por unidade de tempo, sem considerar os preços. O montante do produto é determinado parcialmente pelas quantidades

dos recursos e parcialmente pelas técnicas de produção empregadas pela firma. Assim, se denominarmos por X_1, X_2, \dots, X_n as quantidades dos n fatores usados na produção da quantidade Q de produto, a função de produção pode ser representada por:

$$Q = Q(X_1, X_2, \dots, X_n)$$

A *lei dos rendimentos decrescentes* descreve a natureza geral da função de produção, que apresenta normalmente rendimentos crescentes, decrescentes até uma produção máxima de produto.

“Aumentando-se a quantidade do fator variável, permanecendo a quantidade dos demais fatores fixa, a produção, inicialmente crescerá a taxas crescentes e a seguir a taxas decrescentes, continuando o incremento da utilização do fator variável, a produção decrescerá”.

O comportamento da taxa de variação da produção é estudado, num primeiro momento, pela observação das seguintes relações entre a suplementação (fator variável) e o ganho de peso (produto):

- *Produto Físico Total* (PFT): é a quantidade da produção que se obtém da utilização do fator variável, mantendo-se fixa a quantidade dos demais fatores. Este indicador de produção pode ser medido em ganho de peso (kg/dia/novilha), peso de acasalamento (kg/novilha), idade de acasalamento ou índice de prenhez (%).
- *Produtividade Média* (PMe): é o resultado do quociente da quantidade total produzida pela quantidade utilizada desse fator. Esta relação é utilizada para definir indicadores zootécnicos como por exemplo, conversão alimentar (quociente entre ganho de peso e alimento ingerido).
- *Produtividade Marginal* (PMg): é a relação entre as variações do produto total e as variações da quantidade utilizada do fator variável. A relação marginal entre suplemento e efeito variável nos indicadores de produção é o fundamento básico deste trabalho. As variações parciais de insumo e produto e seu estudo num orçamento parcial definem a viabilidade da intensificação no uso do insumo.

Como os recursos das empresas não são bens livres, a máxima eficiência econômica é diferente da máxima eficiência técnica. A determinação deste ponto ótimo é o escopo deste trabalho para decisões operacionais no

ajuste de suplemento para novilhas considerando, por exemplo, eventuais flutuações dos preços de insumo e produto. O intervalo racional para a produção encontra-se no estágio II, enquanto o estágio I e III são estágios irracionais de produção (Figura 4). Os três estágios ou fases e comportamento que orientam a produção são os seguintes (Figura 5):

- *Estágio I:* Rendimentos crescentes a taxas crescentes.. A PFT, PMe crescem onde há um aumento mais que proporcional do PFT ao acréscimo do fator variável. A PMg apresenta acréscimo e decréscimo neste estágio, determinando a mudança de fase quando a PMe iguala-se a PMg.
- *Estágio II:* Rendimentos crescentes a taxas decrescentes. O PFT continua crescendo apesar da PMe e PMg estarem diminuindo. O comportamento crescente a taxas decrescentes do produto total deve-se a PMe ser maior que a PMg onde esta ainda é positiva.
- *Estágio III:* A partir de um limite (geralmente refere-se a um limite de toxicidade do insumo), o fator variável torna-se incapaz de elevar o produto total, reduzindo o produto produzido ocorrendo queda crescente da PMe e tornando PMg negativa.

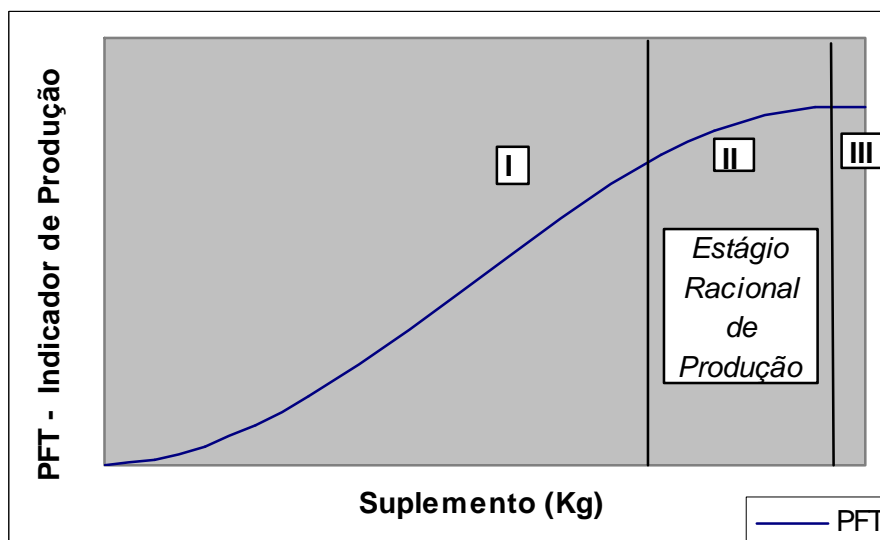


Figura 4 - Estágios I, II e III de produção.

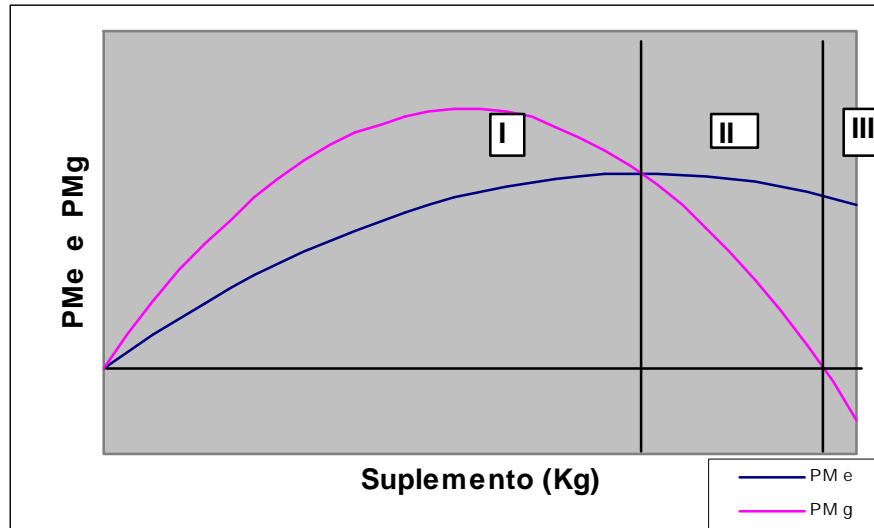


Figura 5 - Comportamento das relações do produto físico total (indicadores de produção) e o insumo variável (suplemento).

Na determinação do nível de insumo variável que maximiza lucro, o uso da análise marginal é o mais apropriado. Essa análise é utilizada para comparar o custo do insumo variável com a receita do produto. Se o incremento da receita for maior que o incremento do custo deve-se adicionar insumo. O ponto de máximo lucro é quando ocorre igualdade entre o valor do produto marginal do produto e o preço do insumo.

A teoria da produção representada pela função de produção estabelecida entre fatores de produção e produto, irá definir especificamente o nível de utilização de um determinado insumo ou tecnologia. Cada propriedade poderá conhecer a intensidade de uso de seus recursos que maximize o seu lucro a partir de suas respostas individuais de produção e da relação de preços de uma determinada tecnologia. Isto pode ser realizado a partir da *incorporação* da teoria da produção em uma *ferramenta de apoio à decisão*.

3. REFERENCIAL ANALÍTICO

A contribuição com a gestão de empresas pecuárias através da quantificação de alguns indicadores zootécnicos e econômicos de novilhas foi viabilizada através da realização de duas etapas que serão descritas a seguir:

- Descrição do processo decisório da fase de cria da pecuária de corte;
- Desenvolvimento de um sistema informatizado para decisões econômicas na suplementação de novilhas na seca anterior ao seu primeiro acasalamento.

3.1. Processo de negócio da fase de cria

A pecuária de corte apresenta inúmeras alternativas de manejo e possibilidades para produção de carne em todas as fases do sistema de produção. O processo de negócio da empresa (*Business Process Engineering*) abrange as diferentes etapas do processo produtivo, as alternativas de decisão de cada evento e suas informações correlacionadas. A organização do sistema através da compreensão e sistematização do processo de negócio sem uma metodologia apropriada é uma tarefa complexa e de difícil visualização integral do sistema. A limitada compreensão do funcionamento e inter-relação entre as variáveis produtivas e econômicas da atividade dificulta o planejamento e o desenvolvimento de sistemas de informação que auxiliem no seu gerenciamento. A esquematização prévia do processo de negócio de uma

empresa auxilia a real compreensão do problema e a eleição de alternativas viáveis que sejam adequadas para a realidade do negócio.

O sistema de produção é flexível e qualquer determinação prévia do valor das variáveis num modelo limita sua aplicação e uso pelos produtores rurais. É necessário visualizar as alternativas de escolha do processo a fim de melhor compreender suas decisões. A descrição das alternativas obtidas do processo decisório facilita o entendimento do sistema de produção. A análise deste leque “dinâmico” pode contribuir na detecção de decisões críticas e pontos de estrangulamento no processo administrativo da empresa, permitindo a determinação de prioridades e cronogramas de ação no planejamento da empresa.

A arquitetura utilizada para a descrição do processo de negócio (*Business Process Engineering*) foi a desenvolvida por SCHEER (1998). O retrato da atividade de cria de pecuária de corte foi apresentado através da metodologia do ARIS (*Architecture of Integrated Information Systems*). Este método de descrição de modelos de informação apresenta uma metodologia que utiliza diagramas, símbolos e outras estruturas gráficas que reduzem a complexidade e o entendimento da inter-relação entre variáveis do processo de negócio. Neste trabalho pretendeu-se utilizar apenas o diagrama da cadeia do processo (*Process Chain Diagram*) a fim de representar o funcionamento das decisões na atividade de cria.

A descrição completa de um processo de negócio requer quatro elementos principais: eventos, decisões, objetos e unidades organizacionais. As unidades organizacionais referem-se a estrutura organizacional da empresa, englobando os níveis hierárquicos e diferentes atribuições existentes no campo de recursos humanos de uma organização. Como as empresas agropecuárias em sua maioria apresentam menor número de níveis nesta estrutura pode-se, a princípio, descrever o processo de negócio sem especificar as unidades organizacionais responsáveis pelas decisões descritas no esquema.

A representação das diferentes etapas existentes no sistema de produção pecuário pode ser compreendida com a utilização de apenas três elementos: eventos, decisões e objetos.

Os *eventos* referem-se a todo e qualquer acontecimento importante do sistema produtivo da atividade. As *decisões* são as opções em que o administrador se depara em cada evento. Os *objetos* são os dados ou informações necessárias em cada decisão. O levantamento correto desses objetos é uma questão crucial para a descrição do processo decisório da empresa. Conhecer as variáveis importantes em uma decisão é a base para o desenvolvimento de sistemas gerenciais que sejam úteis ao tomador de decisão.

As etapas do processo de negócio da fase de cria a as alternativas de decisão escolhidas foram as seguintes:

- Seleção para acasalamento:
 - Acasalamento com monta natural
 - Acasalamento com inseminação artificial
 - Vender ao invés de acasalar
- Manejo Época de Parição:
 - Sem suplementação a pasto
 - Sal comum
 - Sal mineralizado
 - Mistura múltipla
 - *Creep-feeding* para o bezerro
- Desmame de bezerros:
 - Convencional
 - Precoce
- Seleção de bezerros:
 - Vender antecipadamente
 - Vender na feira
 - Adiar venda
 - Fêmeas para acasalamento precoce
 - Fêmeas para recria
- Manejo Pós-Desmame:
 - Pasto de boa qualidade
 - Pasto melhorado
 - Vender magra
 - Retornar ao rebanho de cria

- Terminar a pasto
- Terminar com suplementação a pasto
- Terminar em confinamento
- Recria de Novilhas:
 - Sem suplementação a pasto
 - Com suplementação a pasto

A partir de uma descrição clara e criteriosa do processo de negócio através de seus elementos pode-se escolher com mais segurança quais variáveis necessitam ser incluídas no modelo a fim de obter um sistema de apoio à decisão útil à empresa. A inclusão em excesso de variáveis menos importantes reduz a objetividade do sistema podendo comprometer sua utilização prática. A definição adequada dos limites do modelo é uma tarefa essencial para evitar que a carência de dados e registros comumente observada em empresas agropecuárias prejudique o completo funcionamento de um sistema superdimensionado.

As empresas de pecuária de corte apresentam um comportamento genericamente semelhante. O processo de negócio de qualquer atividade pecuária envolve aspectos referentes à genética, nutrição, sanidade e manejo animal. Por este motivo, este trabalho visa descrever as alternativas e possíveis decisões mais comuns adotadas na produção de bovinos de corte no país. As práticas adotadas e manejos descritos podem não representar a realidade encontrada em todo o país. No entanto, a descrição do processo de negócio esclarece e mostra a existência destas decisões e a importância em conhecê-las a fim de projetar um sistema de informações personalizado para cada tomador de decisão.

3.2. Operacionalização do sistema de apoio à decisão

Os Sistemas de Apoio a Decisões podem ser desenvolvidos por diferentes métodos. Os dois métodos mais comuns são: o ciclo de vida do desenvolvimento do sistema (“system development life cycle”) e a prototipagem.

O primeiro método é o mais antigo na construção de sistemas de informação, sendo ainda predominante na construção de grandes e médios sistemas (LAUDON, 1999).

Esta metáfora “ciclo de vida” subdivide o desenvolvimento de um sistema em um conjunto formal de estágios, semelhante ao ciclo de vida dos seres humanos onde existe um início, um meio e um fim.

Os seus estágios são os seguintes: Análise e Planejamento, “Design” ou Projeto, Construção e Teste, Implementação, Operação e Manutenção, e por fim, Avaliação e Controle (TURBAN, 1993).

Cada estágio apresenta atividades que devem ser completadas antes que a seguinte inicie. Desta forma, o sistema deve ser desenvolvido seguindo seqüencialmente estes passos. Para que o trabalho seja eficiente é importante estabelecer uma divisão de trabalho entre os especialistas técnicos e os especialistas empresariais.

O segundo método é o mais prático, pois o projeto de solução é menos formal do que na metodologia do ciclo de vida e a validação do modelo pode ser feita durante o seu desenvolvimento. A prototipagem é caracterizada pela construção de um sistema experimental ou parte de um sistema de forma rápida consolidando algumas etapas do projeto de sistemas. Isso permite a participação dos usuários finais desde os estágios iniciais de desenvolvimento do sistema. Os usuários finais testam este modelo e suas recomendações e sugestões são incorporadas ao sistema através do analista do sistema. Este *feedback* ocorre repetidas vezes até que o sistema satisfaça os objetivos do usuário.

Estas metodologias que visam desenvolver soluções de problemas relacionados a sistemas de informações são chamadas de análise e projeto de sistemas.

“Análise de sistemas é o estudo e a análise de problemas de sistemas de informação existentes; ela envolve tanto a identificação dos objetivos da organização quanto a determinação do que deve ser feito para que seus problemas sejam resolvidos. Enquanto a análise de sistemas mostra quais são os problemas e o que deve ser feito com eles, o projeto de sistemas mostra como isso deve ser realizado. O projeto de sistemas é o modelo ou planta para uma solução de sistemas de informação que mostra detalhadamente como os componentes técnicos (hardware, software), organizacionais (procedimentos, dados) e pessoais (treinamentos, interfaces com o usuário final) se ajustarão” (LAUDON, 1999).

A análise de sistemas inclui os três primeiros estágios e o projeto de sistemas engloba as duas etapas finais desta metodologia ou modelo de solução de problemas. Estes estágios são semelhantes aos passos existentes

no processo de tomada de decisão. O problema no processo decisório é a certeza de estar realizando a melhor escolha dentre as diferentes decisões alternativas. As etapas desta metodologia são as seguintes:

Análise de Sistemas

1. Identificar o problema

- Objetivos da organização
- Definir etapas do processo produtivo
- Selecionar possíveis decisões do produtor

2. Analisar as decisões

- Coleta de dados e informações
- Identificar causas e conseqüências
- Definir objetos para a tomada de decisão

3. Descrever o processo de negócio

- Analisar individualmente as etapas do processo produtivo
- Relacionar eventos, decisões e objetos de cada etapa
- Descrever a seqüência cronológica das etapas do processo
- Esquematizar graficamente a relação entre os três elementos do processo
- Definir o problema através dos pontos fracos do processo decisório
- Construir o esquema do sistema

4. Projetar soluções

- Protótipo do Sistema
- Projeto Estruturado
- Projeto Físico
- Programação Estruturada

5. Implementar a solução

- Construir um sistema em planilha eletrônica
- Avaliar o sistema e corrigir o os dados de entrada, saída, processamento e banco de dados da planilha eletrônica
- Construir um software
- Teste e avaliações

A descrição do processo de negócio do sistema de produção da fase de cria foi o elemento-chave deste sistema de informações para o desenvolvimento do SAD. A elaboração deste processo foi realizada na etapa

de análise do sistema. Neste estágio o problema é identificado e especificado, e são definidas as principais alternativas de decisão. Assim, um esquema do sistema é construído após a escolha das alternativas, permitindo de forma paralela, a construção de um protótipo e a definição do projeto estruturado do sistema.

O projeto do sistema foi desenvolvido com auxílio das recomendações coletadas nas etapas de utilização, revisão e aperfeiçoamento do protótipo. O Sistema de Apoio à Decisão foi construído através da análise de projetos de sistemas numa interação entre a metodologia do ciclo de vida e de prototipagem a fim de aumentar a interação entre os usuários e os analistas do sistema.

O projeto de solução de um sistema é dividido basicamente em duas partes: Projeto Lógico e a sua transformação em Projeto Físico. O projeto lógico envolve questões conceituais do modelo, seus requisitos funcionais e a descrição de aplicação do modelo. Já o projeto físico abrange especificações técnicas de *hardware*, *software*, processamento lógico, métodos de controle e meios de comunicação. Enquanto o projeto lógico diz “o que” fazer, o projeto físico diz “como” fazer. O projeto lógico resulta no projeto estruturado e o projeto físico resulta na programação estruturada. Ambos compõe o projeto para o desenvolvimento do sistema de apoio à decisão.

O projeto estruturado é composto por etapas de uma séria hierárquica de três níveis. Esta forma de apresentação facilita a compreensão, pois as funções do sistema são detalhadas seqüencialmente de níveis genéricos até níveis mais específicos. Os níveis ou elementos do Projeto Estruturado são: Diagrama Estrutural, Projeto Lógico e Fluxograma de Sistemas (Figura 6). Observa-se que o processo de negócio da fase de cria está na base da pirâmide.

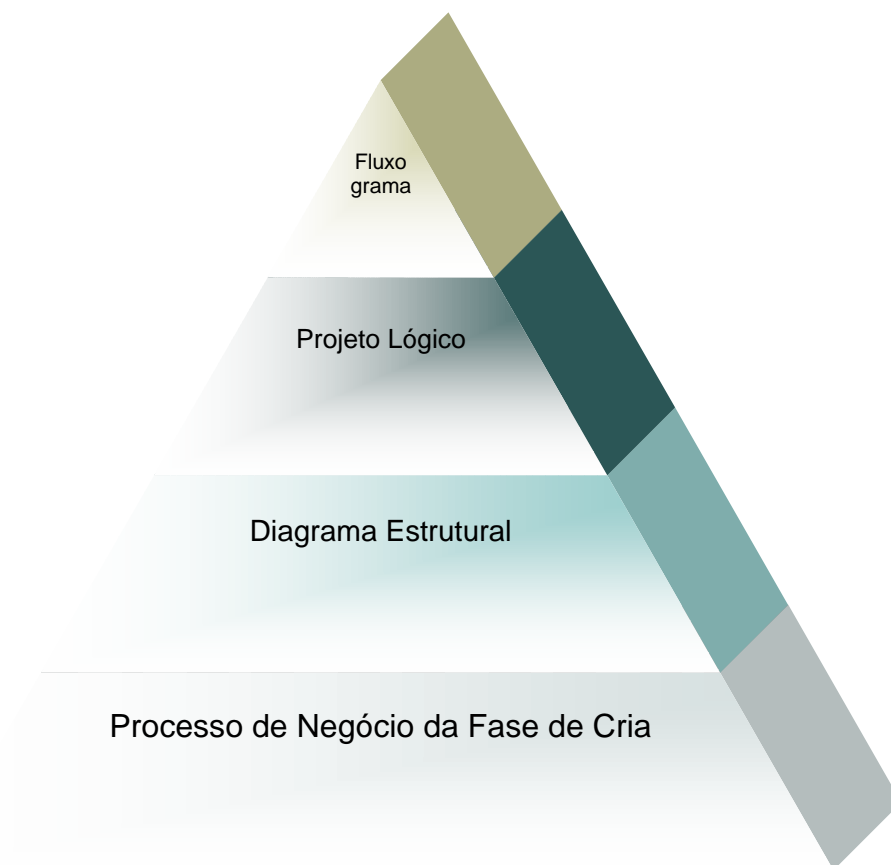


Figura 6 - Etapas para elaboração de um projeto estruturado.

O desenvolvimento de um SAD não requer necessariamente a construção de um software com todas as suas características de ajuda e controle de erros. A implementação de um sistema de apoio à decisão pode ser realizada com o projeto estruturado sem partir para a programação estruturada. As planilhas eletrônicas são ferramentas poderosas para se construir um sistema de apoio gerencial. Em função disto, neste trabalho optou-se por trabalhar com planilhas utilizando os dois primeiros elementos do projeto estruturado para construção do SAD Novilha/Índice de Prenhez.

A seguir tem-se a descrição dos dois elementos do projeto estruturado que originaram o SAD NOVILHA/Índice de Prenhez, construído sobre a planilha eletrônica do Microsoft® Excel 2000 e de um terceiro elemento para fins de desenvolvimento de um software específico.

Diagrama estrutural

A documentação básica do projeto estruturado é um diagrama que mostra a estrutura do projeto. Esse diagrama estrutural se assemelha a um organograma organizado em módulos apresentando o projeto em seus níveis e como os módulos se relacionam, mas sem apresentar os detalhes de funcionamento de cada módulo.

Projeto lógico

O desenvolvimento de aplicações de sistemas de informação necessita de um modelo básico ou de um projeto lógico do sistema proposto. Este Projeto Lógico apresenta os requisitos funcionais da solução da aplicação proposta e não os requisitos técnicos. Este documento deve especificar os dados de entrada, saída, processamento, banco de dados, procedimentos e controle.

ENTRADAS: são os dados que devem ser inseridos no sistema a fim de obter a saída desejada. O modelo deve considerar que conjunto de dados que deve ser inserido e a melhor forma de organizá-los.

PROCESSAMENTO: as atividades, tanto manuais quanto automatizadas, necessárias para transformar os dados de entrada em saída. O modelo deve considerar tipos de regras de decisão, onde cálculos e modelagens são necessários para manipulação e transformação dos dados em informações.

SAÍDAS: a informação produzida pelo sistema inclui relatórios, gráficos e arquivos. O modelo deve considerar qual conjunto de informações de saída são requeridos e como eles devem ser organizados e apresentados.

BANCO DE DADOS: o método de organização e armazenamento de informação no sistema, por intermédio de meios computadorizados ou manuais. O modelo deve considerar que conjunto de dados armazenar, quando e como atualizá-los, os relacionamentos entre eles e como devem ser organizados.

PROCEDIMENTOS: as atividades que devem ser executadas pelos usuários finais e pela equipe de operação que utiliza o sistema. O modelo deve considerar as atividades manuais necessárias para produzir as informações

desejadas, os procedimentos da empresa e as regras e as seqüências que regem essas atividades.

CONTROLE: os processos manuais e automatizados e procedimentos que asseguram que o sistema seja acurado, seguro e que tenha o desempenho requerido. O modelo deve considerar testes e medidas para garantir que as informações produzidas sejam precisas e seguras durante sua utilização.

Fluxograma de sistemas

O Fluxograma de Sistema documenta a seqüência em que ocorre o processamento dos dados considerando suas iterações e seleção através de testes de condição de alternativas. Alguns fluxos podem ser mais ou menos complexos dependendo do grau de detalhamento e operações presentes no sistema. Esta seqüência de funcionamento é apresentada através de símbolos próprios (Figura 7). Este fluxograma mostra-se útil quando parte-se do projeto estruturado para uma programação estruturada com vistas ao desenvolvimento de um *software*.

O Sistema de Apoio à Decisão foi descrito após a elaboração do projeto estruturado através da utilização das interfaces gráficas do Windows®. Cada etapa foi demonstrada como interagiu com o usuário e quais os procedimentos e dados de entrada necessários para seu funcionamento. Neste trabalho não se utilizou o fluxograma de sistemas para o desenvolvimento do SAD.

3.3. Fonte de dados

O sistema de Apoio à Decisão foi elaborado tendo como base literatura sobre as áreas de zootecnia, informática, administração e economia e consulta com especialistas destas áreas. O exemplo de aplicação foi realizado a partir de dados estimados para uma propriedade de pecuária bovina de cria representativa da região centro-oeste do país.

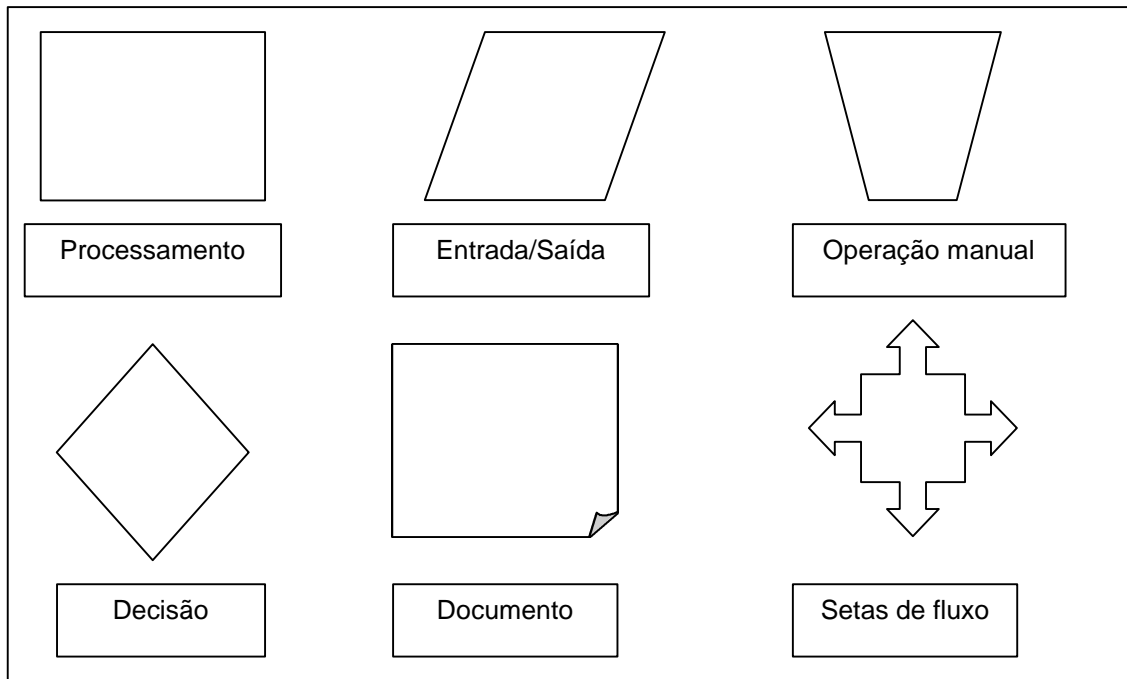


Figura 7 - Símbolos básicos de um fluxograma de sistema.

Para resolução do problema foram coletados dados referentes aos animais e ao mercado. Os dados coletados foram os seguintes:

DADOS GERAIS

- Quantidade de animais: 300 novilhas nulíparas
- Período de suplementação: 6 meses
- Peso no início da suplementação: 7,5 @ (225 kg)
- Peso mínimo para o acasalamento: 10 @ (300 kg)
- Peso médios dos bezerros na desmama: 6 @ (180 kg)

DADOS DE MERCADO

- Suplementos selecionados para análise:
 - Mistura múltipla (MM): R\$ 0,40 / kg
 - Sal proteinado (SP): R\$ 0,25 / kg
- Preço do kg de bezerro: R\$ 1,80

DESEMPENHO NUTRICIONAL

- Consumo mínimo e máximo da MM: 0,000 a 3,840 kg
- Níveis de desempenho nutricional do rebanho — $GMD = f(\text{consumo de MM})$:
 - 0,000 kg: manutenção de peso
 - 1,920 kg: 0,700 kg de GMD
 - 3,840 kg: 1,000 kg de GMD
- Consumo mínimo e máximo do sal proteinado: 0,000 a 0,350 kg
- Níveis de desempenho nutricional do rebanho - $GMD = f(\text{consumo de SP})$:
 - 0,000 kg: manutenção de peso
 - 0,175 kg: 0,300 kg de GMD
 - 0,350 kg: 0,500 kg de GMD

DESEMPENHO REPRODUTIVO

- Níveis de desempenho reprodutivo do rebanho - Índice de prenhez (%) = $f(\text{peso de acasalamento})$:
 - 280 kg: 50% de prenhez
 - 300 kg: 70% de prenhez
 - 330 kg: 80% de prenhez

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Com a fase de análise de sistemas descrita anteriormente no item 3.3 pôde-se descrever o *processo de negócio* da fase de *cria e projetar soluções* para problemas utilizando *sistemas de informação*. O resultado deste modelo para solução de problemas será apresentado em quatro etapas:

1. Descrição do processo de negócio da fase de cria;
2. Apresentação do projeto estruturado;
3. Descrição do sistema de apoio decisão;
4. Exemplo de aplicação.

O processo de negócio (1) é o substrato utilizado na elaboração do projeto estruturado (2) a fim de desenvolver uma ferramenta gerencial (3) para utilização prática em empresas rurais (4).

4.1. Descrição do processo de negócio da fase de cria

A atividade de cria da pecuária de corte foi inicialmente dividida em etapas conforme descrição no item 3.1 do referencial analítico. Essas etapas do processo produtivo ocorrem ao longo do ciclo produtivo ocupando ao longo do ano um período específico para seu gerenciamento. A partir de um cronograma pode-se visualizar o quanto estas atividades demandam dos gerentes uma tomada de decisão. Assim, o sistema de apoio à decisão desenvolvido terá também uma classificação quanto a sua frequência e período

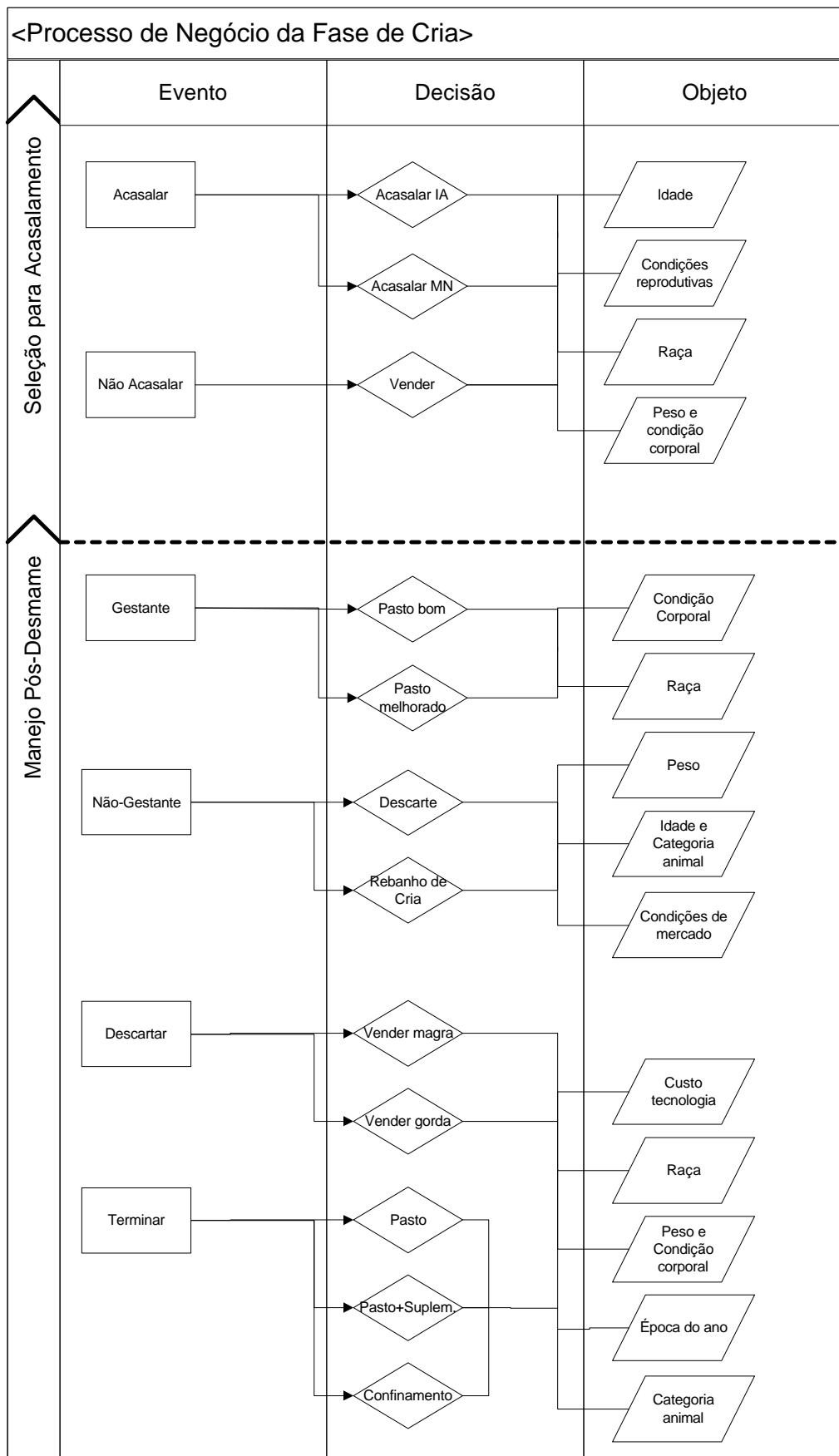


Figura 9 - Diagrama 1 da cadeia do processo (*Process Chain Diagram*).

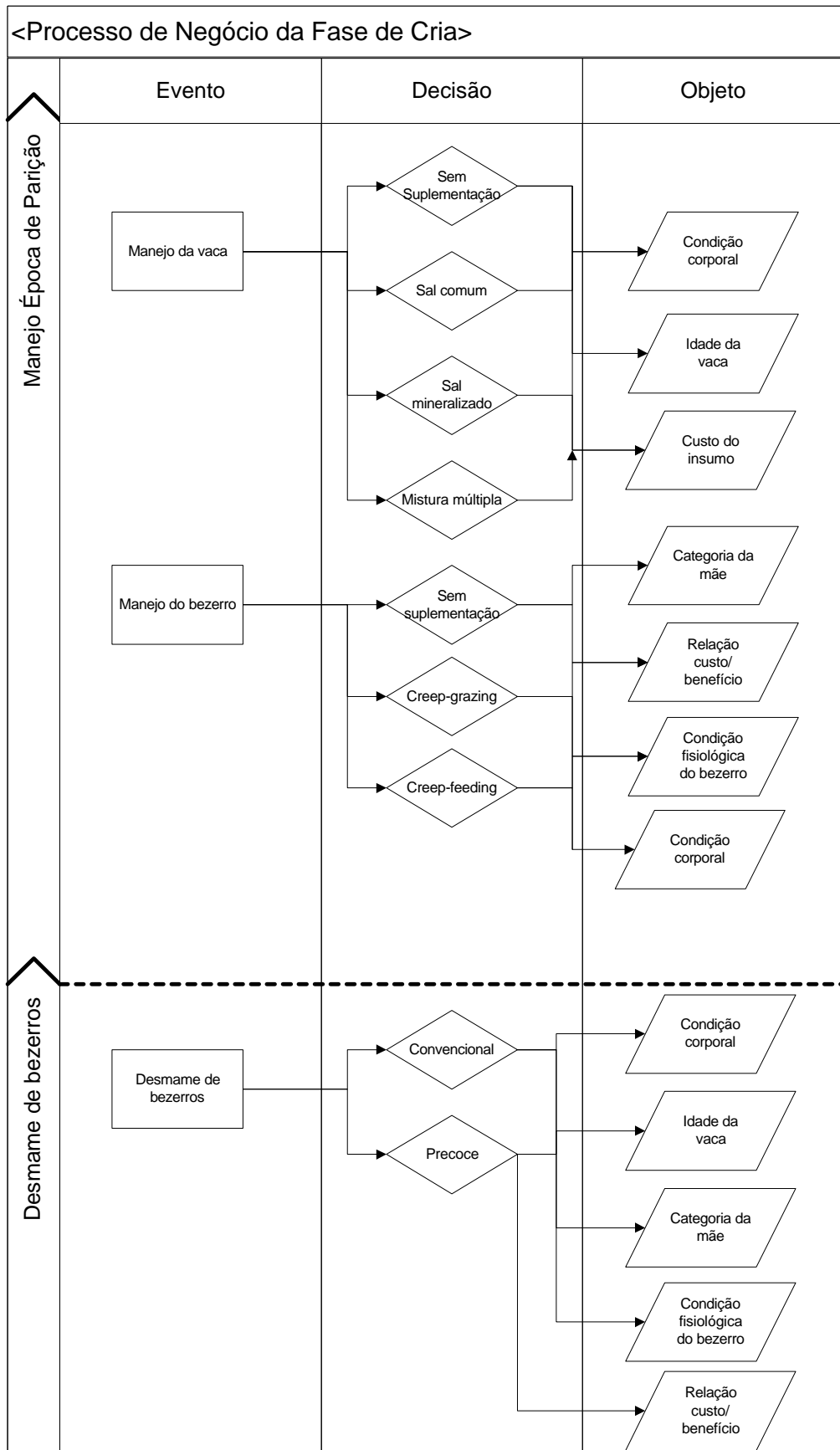


Figura 10 - Diagrama 2 da cadeia do processo (*Process Chain Diagram*).

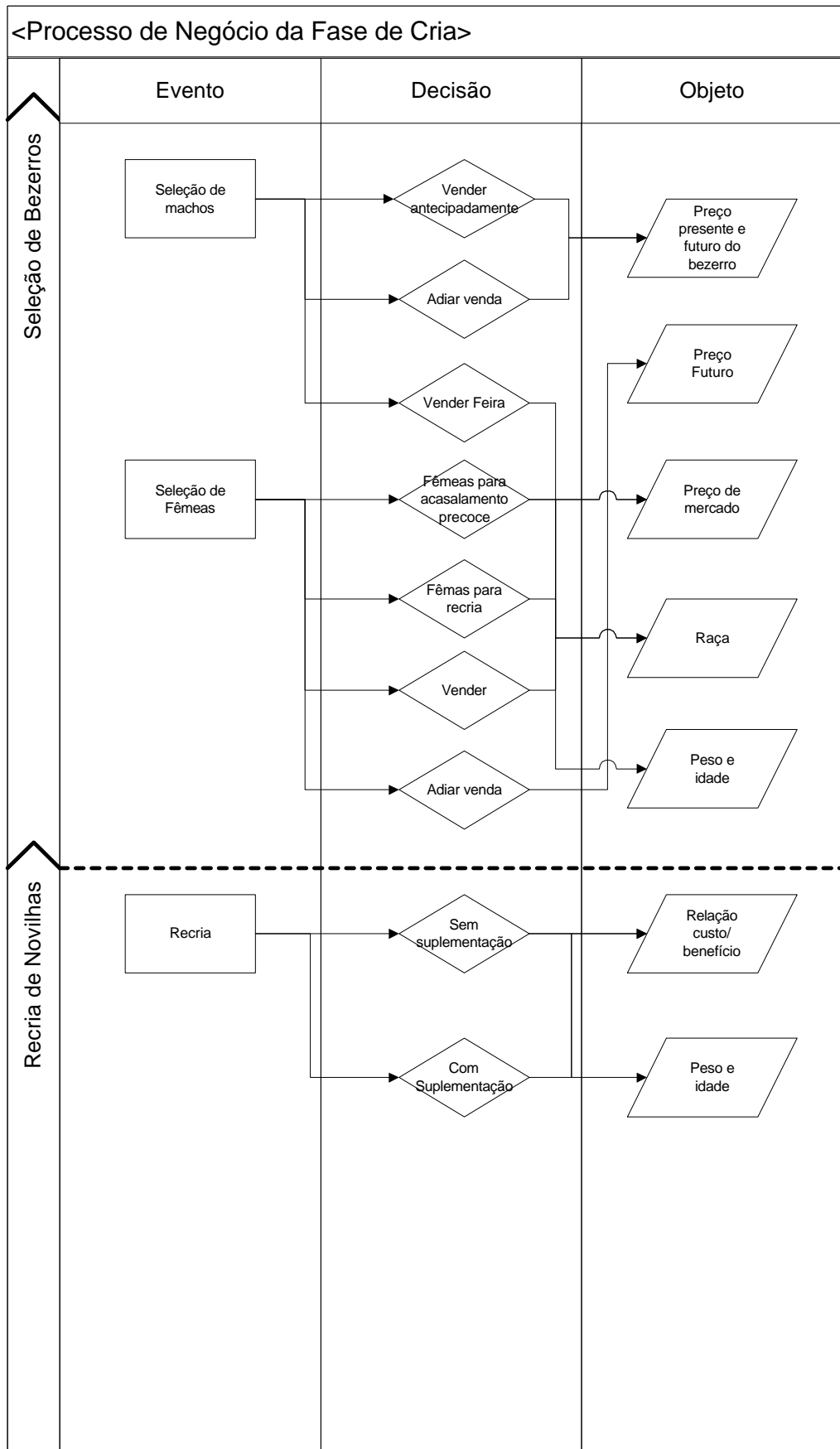


Figura 11 - Diagrama 3 da cadeia do processo (*Process Chain Diagram*).

No processo decisório descrito foram detectadas três etapas onde o produtor se depara com uma situação importante na tomada de decisão do manejo produtivo com enfoque econômico de novilhas. As etapas que afetam mais intensamente a vida reprodutiva futura de novilhas são: Seleção de Bezerros, Recria de Novilhas e Manejo Época de Parição. Nestas etapas existem alternativas de manejo como a suplementação a pasto para as novilhas e o *creep -feeding*² para os bezerros que possibilitam aumentar o nível nutricional dos animais proporcionando um incremento na eficiência produtiva das novilhas.

A *eficiência produtiva* representa a produção de kg de bezerros desmamados por novilha acasalada sendo o resultado da combinação entre indicadores reprodutivos das novilhas e desempenho ponderal dos bezerros. Os *indicadores reprodutivos* podem ser divididos em dois: *índice de prenhez e idade de acasalamento*. O desempenho ponderal refere-se ao ritmo de crescimento dos bezerros refletido no peso à desmama. Devido a este fato, a elevação dessa eficiência produtiva das novilhas ocorre de duas formas:

- Produção de mais bezerros (maior índice de prenhez) e, ou,
- Produção de bezerros mais pesados (maior peso à desmama).

Essa capacidade das fêmeas em desmamar um maior número de bezerros pesados durante sua vida reprodutiva é medida pela combinação destes três indicadores determinando a eficiência produtiva dos ventres.

O desempenho reprodutivo desses futuros ventres é definido nas etapas de seleção de bezerros e recria de novilhas e o desempenho ponderal dos bezerros é determinado na etapa manejo época de parição. Como a reprodução apresenta grande importância econômica num rebanho de cria e neste trabalho o enfoque é a categoria de novilhas optou-se desenvolver uma ferramenta que abrangesse apenas o aspecto reprodutivo relativos ao *índice de prenhez*. O sistema gerencial da propriedade pode ser ampliado através da incorporação da idade de acasalamento ou de outros aspectos da categoria de novilhas ou ainda pela inclusão no modelo de outras categorias das demais etapas do processo produtivo.

² Prática de suplementação com acesso restrito aos bezerros.

No manejo época de parição pode-se utilizar o *creep-feeding* para melhorar o nível nutricional das bezerras até a desmama. Direcionar esforços para obter bezerras mais pesadas à desmama permitem que estes animais atinjam a puberdade mais cedo aumentando a eficiência reprodutiva das futuras novilhas. A aceleração do ritmo de crescimento dos bezerros aumenta eficiência produtiva por duas vias: bezerros mais pesados e novilhas mais férteis. A inclusão posterior desta alternativa no sistema poderá aperfeiçoar a tomada de decisão dentre as alternativas existentes a fim de melhorar a eficiência produtiva das novilhas.

A eficiência de uma firma consiste em dois componentes: eficiência técnica, que reflete a habilidade da firma em obter máximo produto, dado um conjunto de insumos e a tecnologia adotada, e eficiência alocativa, que reflete a habilidade da firma em utilizar os insumos em proporções ótimas, dados seus preços relativos. Essas duas medidas são combinadas para se obter uma medida de eficiência econômica total (GOMES e ALVES, 2000).

O processo de negócio na categoria de novilhas da Figura 12 mostra uma decisão nutricional referente à utilização ou não da suplementação a pasto na etapa de recria mais detalhadamente. O sistema de apoio à decisão desenvolvido neste trabalho, com base na teoria da firma, permitirá apoiar a decisão nutricional tomada pelo produtor. A análise das eficiências produtivas e econômicas no nível ótimo de eficiência alocativa possibilitará escolher uma tecnologia adequada economicamente viável dentre as alternativas existentes e determinar sua intensidade de uso (Figura 13).

O sistema auxiliará duas das quatro possíveis situações deparadas na escolha de uma tecnologia. São estas as seguintes situações encontradas frente a uma nova tecnologia:

- Tecnologia mais barata que a atual, mas com melhor resposta produtiva;
- Tecnologia mais cara que a atual, mas com pior resposta produtiva;
- Tecnologia mais cara que a atual com melhor resposta produtiva;
- Tecnologia mais barata que a atual com pior resposta produtiva;

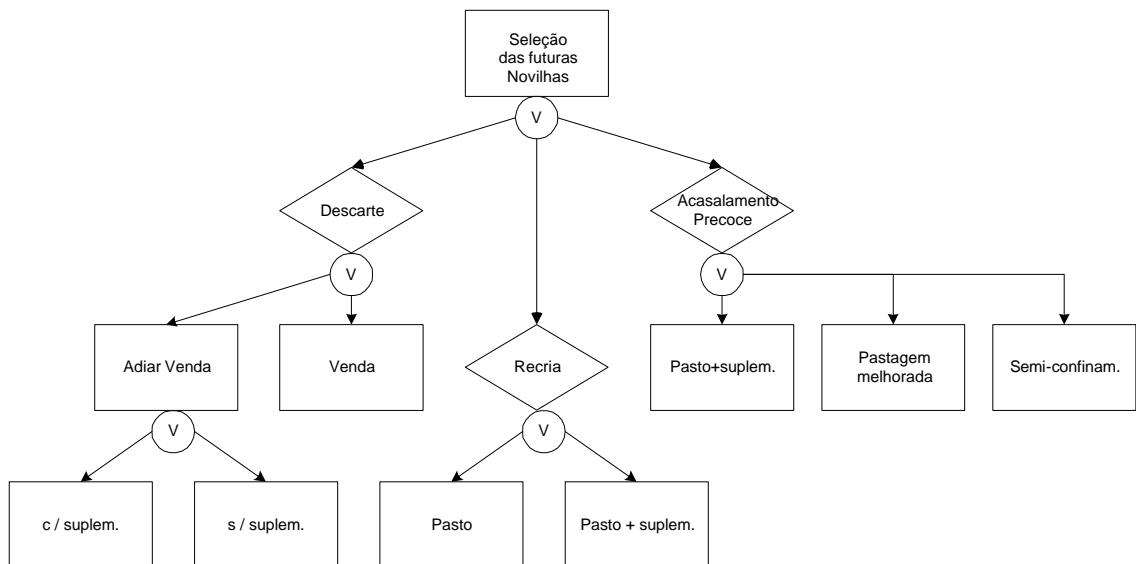


Figura 12 - O processo de negócio da categoria de novilhas.

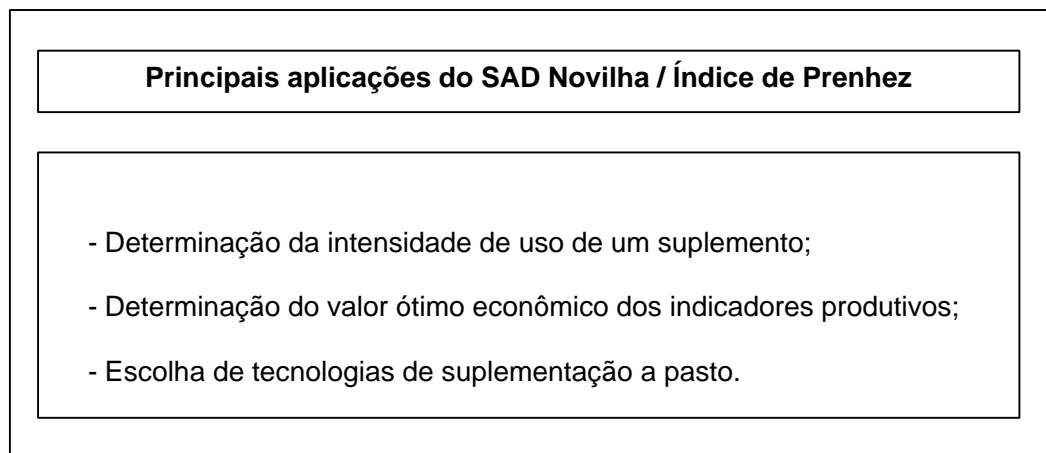


Figura 13 - Aplicações principais do SAD novilha/índice de prenhez.

A utilização da teoria da firma neste sistema denominado SAD Novilha/Índice de Prenhez irá apoiar o tomador de decisão nestas questões que envolvem custo de insumos e suas respostas produtivas nos aspectos nutricionais e reprodutivos das novilhas nulíparas suplementadas a pasto. As duas primeiras situações não geram problemas de decisão ao produtor rural. Já as duas últimas situações necessitam de uma análise marginal quantitativa, pois não podem ser resolvidas apenas qualitativamente.

Este sistema aperfeiçoa a orçamentação parcial tradicional descrita por NORONHA (1987), pois compara tecnologias a partir de uma análise contínua de retornos produtivos e não apenas em um ponto. A análise discreta num determinado nível de uso de insumo pode determinar uma escolha equivocada da tecnologia, pois não compara na situação de utilização ideal do recurso na sua máxima eficiência alocativa. Neste caso, o ponto escolhido para comparação pode favorecer aquela tecnologia que esteja um nível de uso mais próximo do seu ponto de máxima eficiência alocativa.

A modelagem dos pontos críticos detectados com a análise do processo decisório da fase de cria permitirá ao produtor simular seu sistema de produção. Assim, através da inclusão dos indicadores produtivos da propriedade e relações de preços de mercado poderá se inferir sobre os resultados produtivos e econômicos de suas decisões através desse sistema de informação computadorizado.

4.2. Apresentação do projeto estruturado

4.2.1. Projeto estruturado para o problema de índice de prenhez

4.2.1.1. Diagrama estrutural

A partir da descrição do processo de negócio da atividade pôde-se construir um esquema do sistema e na seqüência um diagrama que estabelecesse as relações internas e que definisse o que o sistema estará designado a fazer. Nesta fase, a forma de representação é abstrata as etapas ainda não estão apresentadas na ordem exata de processamento (Figura 14).

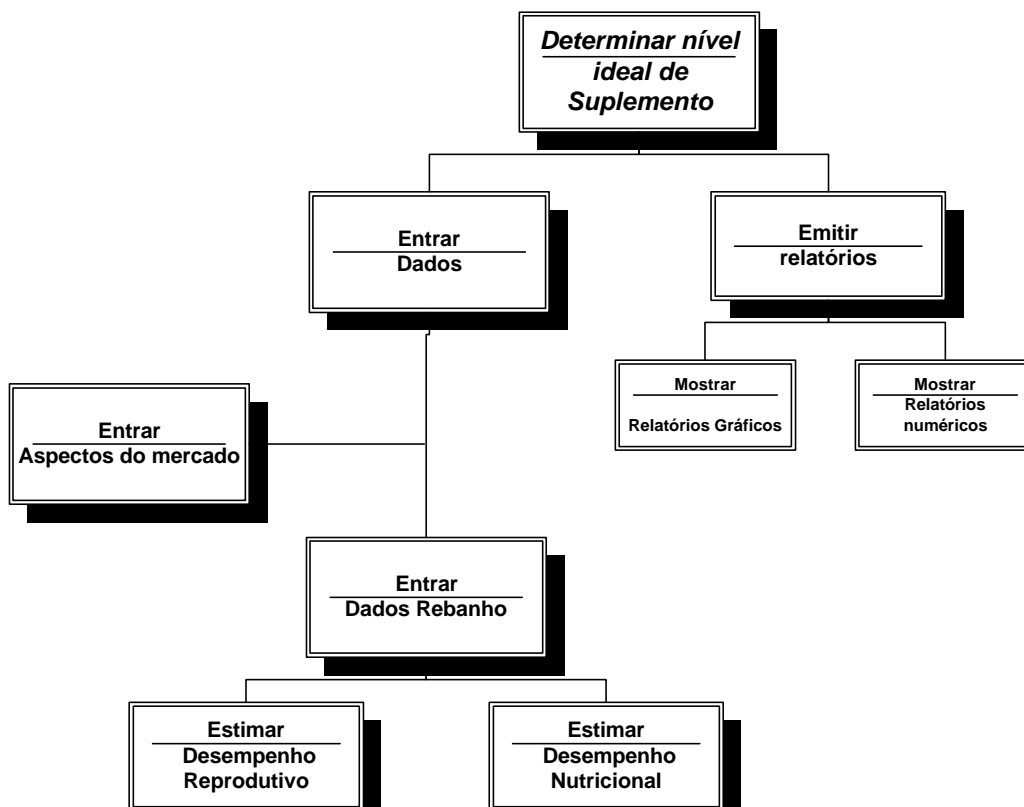


Figura 14 - Diagrama estrutural.

4.2.1.2. Projeto lógico

O projeto lógico descreve as variáveis para a operacionalização e utilização do sistema de apoio à decisão. As variáveis do sistema produtivo que afetam o resultado econômico através da elevação nos índices de prenhez com a suplementação de novilhas a pasto foram modeladas e estão descritas a seguir:

Entradas

- Níveis de desempenho nutricional do rebanho - $GMD = f(\text{consumo de suplemento})$;
- Níveis de desempenho reprodutivo - Índice prenhez (%) = $f(\text{peso de acasalamento})$;
- Peso de bezerros no desmame;
- Preço do kg do bezerro;
- Custo do insumo (suplemento);

- Peso das novilhas no início da suplementação;
- Consumo mínimo e máximo (intervalo válido);
- Período de suplementação.

Processamento

- Fazer a regressão simples para a estimativa nutricional utilizando uma equação quadrática para os três níveis de desempenho num intervalo válido de consumo (mínimo, intermediário e máximo).
- Fazer a regressão simples para a estimativa reprodutiva utilizando uma equação quadrática para os três níveis de prenhez num intervalo válido de peso de acasalamento (mínimo, intermediário e máximo).
- Calcular o consumo necessário para atingir cada nível de prenhez do intervalo válido em função do peso inicial, período de suplementação e estimativas de desempenho.
- Calcular a receita marginal em função das estimativas de desempenho e do preço do bezerro (preço por kg e peso de desmame).
- Calcular o custo marginal em função do preço do suplemento.
- Determinar o consumo ideal máximo do suplemento dada as condições de custo e desempenho desta tecnologia igualando a receita marginal e o custo marginal.
- Calcular o benefício por novilha em níveis dentro do intervalo válido de consumo.
- Calcular perdas econômicas por animal em níveis de utilização do suplemento diferente do ideal.
- Calcular o risco em utilizar níveis de insumo maiores que o ideal.
- Calcular a resposta econômica potencial (%) alcançada pelo produtor no nível utilizado em função da resposta econômica máxima possível alcançada no nível ótimo.

Saídas

- Consumo ideal de suplemento;
- Ganho médio diário (GMD);
- Peso de Acasalamento Econômico (kg);
- Expectativa de Prenhez (%);

- Condições de risco no uso adicional do suplemento.

Banco de dados

- Armazenar equações de desempenho nutricional;
- Permitir a inclusão de equações em função da troca de suplemento ou da variação na qualidade do pasto (bom, médio, ruim);
- Armazenar equações sobre o desempenho reprodutivo;
- Permitir a inclusão de novas equações em função da condição corporal (magra, média, gorda) e da raça (porte pequeno, médio e grande);
- Organizar as equações por nome a fim de identificar a equação adequada para cada caso.

Procedimentos

- Informar três níveis de ganho de peso num intervalo válido de consumo (mínimo, intermediário e máximo).
- Informar três níveis de prenhez num intervalo válido de peso de acasalamento (mínimo, intermediário e máximo).
- Escolher ou adicionar ao banco de dados os níveis de ganho de peso estimados para o suplemento utilizado;
- Indicar um consumo mínimo e máximo para o suplemento escolhido;
- Escolher ou adicionar ao banco de dados os níveis de prenhez estimados para o tipo de novilha: condição corporal e raça;
- Indicar um peso mínimo e máximo para o acasalamento;
- Informar o peso inicial das novilhas e o período de suplementação;
- Introduzir os dados sobre mercado:
Insumo: Custo do suplemento (R\$);
Produto: Peso do bezerro no desmame (kg), Preço do Kg vivo (R\$).

Controle

- Verificar a acurácia das estimativas através da comparação do previsto com o realizado;
- Criar um procedimento próprio para as condições da empresa para coleta e armazenamento de dados de desempenho nutricional e reprodutivo a fim de aumentar a precisão e segurança das estimativas em anos subseqüentes.

4.2.1.3. Fluxograma de sistemas

A descrição do Sistema de Apoio à Decisão foi realizada sem a necessidade da estruturação do fluxograma de sistemas. Este detalhamento maior do SAD tornar-se-ia relevante principalmente no desenvolvimento de um software para um problema específico da atividade.

4.3. Descrição do sistema de apoio à decisão

A teoria da firma aplicada em qualquer empresa permite determinar o nível ideal de um insumo a partir de uma função de produção e da relação de preços entre o insumo e o produto produzido. As funções de produção de atividades agrícolas são calculadas a partir da produtividade entre várias propriedades. Esta função de produção é apropriada para conhecer o potencial do insumo e determinação do seu nível tecnológico. No entanto, essa equação não se aplica em fins gerenciais de otimização do insumo, pois não representa individualmente as características de produção de cada empresa. O uso generalizado desta função de produção implica em desconsiderar os diferentes potenciais de resposta ao insumo existente entre as empresas rurais.

A função de produção obtida representa estatisticamente o efeito médio deste insumo neste meio, em que todas as propriedades são representadas por uma única equação de regressão. As diferenças de tecnologia, clima, solo e manejo determinam o fator erro desta regressão. A variação do insumo não explica isoladamente a variação do produto. A condição *ceateris paribus* é um pressuposto de difícil aceitação numa ótica gerencial numa análise entre propriedades diferentes. Desta forma, como uma mesma quantidade de insumo não apresenta um único valor de produto por ser medida em ambientes diferentes, a aplicação prática destas funções de produção são limitadas em empresas rurais.

A aplicação da teoria da firma no gerenciamento de propriedades depende da capacidade dos administradores em medir ou estimar o efeito do insumo no produto em sua propriedade a fim de determinar sua função de produção. Como os dados são uma estimativa de um acontecimento futuro, o

grau de confiança é dado pelo especialista ou produtor e não pela avaliação estatística de dados coletados no campo. No entanto, pode-se estimar este efeito mais quantitativamente, reduzindo o viés desta medida, através de dados históricos de produção e controles específicos implementados para este fim. O *ajustamento* de uma função de produção à realidade da empresa irá aumentar a *precisão* dos resultados no uso da teoria da firma no gerenciamento rural.

O cerne deste SAD é a metodologia desenvolvida que estima uma função de produção que represente a realidade da empresa num dado momento. Através de relações zootécnicas que podem ser calibradas pelo usuário do sistema determina-se o melhor modelo (função de produção) da realidade a ser otimizada. O sistema pode gerar diferentes funções de produção sendo utilizadas para prescrições e predições nas inúmeras e variáveis situações produtivas existentes na atividade agrícola.

A definição e a organização de um sistema de informações adequado para empresa deve ser tarefa coordenada pelos administradores rurais. As informações de interesse para efetuar as decisões são obtidas através de sistemas que interpretem e processem os dados fornecidos pela empresa. Os sistemas de apoio à decisão têm essa função e são planejados para a solução de problemas pouco estruturados, transformando dados brutos em informações valiosas para a tomada de decisão. Estes dados ainda servem para alimentar outros sistemas que necessitam de informações mais “requintadas” e que não funcionariam com os dados pouco sistematizados e desuniformizados geralmente encontrados nas empresas rurais. A implementação deste tipo de ferramenta depende do grau de conhecimento do problema e da habilidade em modelar e projetar soluções através de sistemas de informação. A eleição das variáveis relevantes do modelo pode ser melhorada com a participação de toda a equipe de trabalho da empresa.

Estes sistemas gerenciais devem ser adequados à qualidade e quantidade de informações disponíveis pela empresa no momento. Os dados demandados pelo sistema devem estar ajustados com os dados ofertados pela empresa. Para empresas que não adotam nenhum sistema formal de controle e armazenamento de dados, a utilização destas ferramentas pode ser viabilizada a medida que o sistema seja dimensionado à sua realidade. Inicialmente esses modelos devem ser menos sofisticados e limitados, mas

poderão ser aperfeiçoados paralelamente com o desenvolvimento e evolução de um sistema de informações personalizado para a empresa. Com certeza, a inclusão de poucas variáveis e a simplificação nos métodos de coleta de dados determinará um grau acentuado de empirismo podendo refletir numa baixa acurácia do sistema. Entretanto, o investimento crescente em tecnologia de informação poderá facilitar a aplicação prática de teorias estudadas nos meios acadêmicos de pesquisa através de uma sistematização informatizada mais eficiente dos problemas e de suas soluções. O sistema de apoio à decisão deste trabalho é um pequeno exemplo de aplicação de teorias econômicas, com o auxílio da tecnologia da informação, na resolução de problemas específicos da pecuária de corte.

4.3.1. SAD novilha/índice de prenhez

O sistema de apoio à decisão desenvolvido foi testado com dados de empresas de pecuária de corte especializada na produção de bezerras.

Este exemplo de aplicação foi apresentado em uma interface mais “amigável” que as planilhas do Microsoft® Excel 2000.

As janelas a seguir descritas apenas representam de forma ilustrativa o sistema desenvolvido em planilha eletrônica.

Este sistema se propõe a responder as seguintes perguntas:

- Qual a quantidade de insumo que determina uma máxima eficiência alocativa?
- Qual é o GMD que apresenta um melhor retorno financeiro do investimento?
- Qual será o peso de acasalamento ideal e qual a expectativa para o índice de prenhez (%).

A elevação do índice de prenhez de novilhas pode ser obtida com a utilização de diferentes tecnologias de suplementação. O uso mais intensivo de qualquer suplemento, respeitando seus limites de uso, determina índices produtivos mais elevados. No entanto, existem suplementos que apresentam uma melhor relação custo/benefício maximizando a resposta econômica deste insumo com índices produtivos mais baixos.

RÓTULO DE APRESENTAÇÃO

Nome: SAD Novilha/Índice de Prenhez
Categoria animal alvo: Novilhas nulíparas
Área de aplicação: Suplementação a pasto
Objetivo geral: Auxílio na escolha de tecnologias mais eficientes
Objetivo específico: Auxiliar na elevação do índice de prenhez de novilhas
Função: Determinar o nível econômico de insumo e de produto
Tipo específico: Seca anterior ao acasalamento

O objetivo principal do SAD Novilha/Índice de Prenhez (Figura 15) é possibilitar testar diferentes suplementos a fim de verificar, dada a relação de preços, qual destas tecnologias possibilitam atingir um maior índice de prenhez no nível ótimo econômico do insumo. Além de conhecer qual o nível de insumo que maximiza o lucro de cada suplemento testado, será possível simular variações de preço e verificar o benefício ou prejuízo obtido com a tecnologia. A alteração de valores resultará num outro gráfico de sensibilidade por animal da resposta econômica em função da variação do uso da tecnologia.

A imagem mostra a interface de usuário do sistema SAD Novilha Índice de Prenhez. No topo, há uma barra azul com o título "SAD NOVILHA / Índice de Prenhez" e um menu "Arquivo Editar Formatar Ajuda". O conteúdo principal é dividido em duas seções. À esquerda, uma caixa de texto com o título "O Problema:" contém o texto: "Qual o nível de Insumo que apresenta melhor resposta econômica?". À direita, o título "SAD Novilha Índice de Prenhez" é exibido em negrito. Abaixo dele, há uma caixa de texto com o subtítulo "Sistema de Apoio à Decisão aplicado na Suplementação a Pasto de Novilhas Nulíparas". Abaixo disso, há duas opções de modo: "Modo rápido" (desselecionada) e "Modo Completo (Recomendado)" (selecionada). Na base da interface, há dois botões: "Próximo>" e "Cancelar".

Figura 15 - Tela inicial do sistema de apoio à decisão.

Para a descrição deste sistema serão utilizados dados numéricos a fim de facilitar a compreensão de seu funcionamento deste exemplo de aplicação. A empresa deste exemplo de aplicação possuía um lote de 300 novilhas nelore no início do período das secas para serem acasaladas aos 24 meses no início de dezembro. A limitação na qualidade e disponibilidade de pasto da propriedade não permite que todos os animais atinjam o peso mínimo para o acasalamento. Como a suplementação a pasto é uma alternativa eficiente tecnicamente, a empresa pretende continuar utilizando um suplemento comercial amplamente difundido no mercado. A utilização deste insumo melhora o desempenho animal, mas o produtor não sabe em que nível ele está operando: nível ótimo ou em prejuízo econômico por escassez ou desperdício. A análise preditiva do sistema irá responder este questionamento do produtor (Figura 16).

The screenshot shows a software interface titled "SAD NOVLHA / Índice de Prenhez". The main heading is "Análise Preditiva". On the left, a text box contains the question: "O que está acontecendo?" followed by the user's input: "Estou perdendo dinheiro?" and the question: "O uso do insumo deve ser moderado ou intensivo?". The main area displays three analysis levels: 1. "Escassez" with the text "Estou deixando ganhar - Devo usar **mais** insumo". 2. "Nível Ótimo Econômico" with the text "Estou usando a quantidade **ideal** de insumo". 3. "Desperdício" with the text "Estou perdendo dinheiro - Devo usar **menos** insumo". At the bottom, there are three buttons: "<Voltar", "Próximo>", and "Cancelar".

Figura 16 - Análise preditiva realizada pelo sistema.

Especificamente na suplementação a pasto de novilhas nulíparas encontra-se o desempenho nutricional e conseqüente desempenho reprodutivo como determinante da produção de kg de bezerros desmamados por novilha. A resposta produtiva ou função de produção é equacionada através do benefício em percentual de bezerros a cada unidade adicional de suplemento. Os dados obtidos a campo não permitem fazer uma inferência direta da relação existente entre consumo de suplemento e o aumento de kg de bezerros desmamados. No entanto, através da modelagem destas relações zootécnicas em planilhas eletrônicas pôde-se desenvolver um sistema de apoio a decisão referente ao nível ideal de insumo que estabeleça relações desde o consumo do suplemento até seu efeito econômico na produção de bezerros (Figura 17).

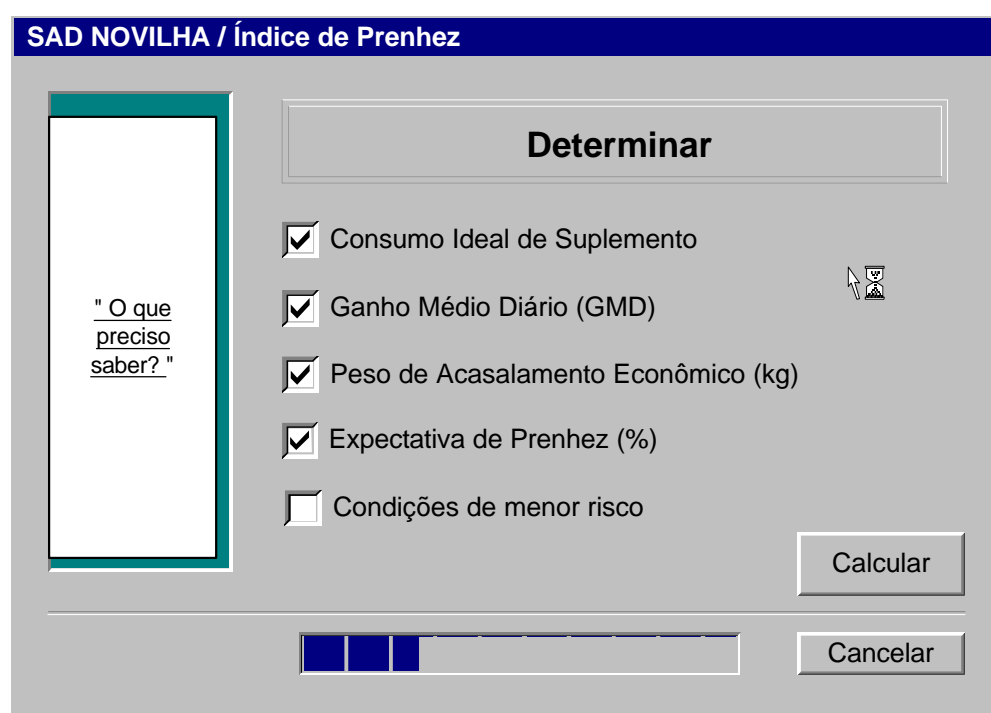


Figura 17 - Principais funções do SAD.

O desempenho dos animais é resultado de uma interação entre fatores de difícil mensuração objetiva como qualidade e quantidade do volumoso, manejo animal e forrageiro, cochos, tipo animal (idade, sexo, genética), horário de fornecimento, topografia, qualidade da água e presença de outros

suplementos. Em função deste fato, a fim de facilitar a utilização do sistema pelo usuário, preferiu-se realizar as estimativas pelos especialistas em produção animal a deixar que um modelo de regressão predissesse estas estimativas de desempenho estatisticamente.

Neste caso, para a determinação da função de produção se fez necessário realizar estimativas de desempenho nutricional e reprodutivo. A estimativa de desempenho nutricional das novilhas representa uma relação entre consumo do suplemento e desempenho medido em ganho médio diário em kg (GMD). A estimativa de desempenho reprodutivo representa a relação entre o peso de acasalamento e o índice de prenhez (%) das novilhas. Ambas estimativas apresentam uma relação direta, mas com rendimentos decrescentes. A combinação entre essas duas equações e o peso médio dos bezerros na desmama resultará na função de produção que relaciona o nível de consumo do suplemento (insumo) e a produção de kg de bezerros (produto). A Figura 18 ilustra estas relações zootécnicas em um exemplo de aplicação do sistema. Nos casos em que a taxa de mortalidade de bezerros é relevante pode-se incluí-la no modelo através do ajuste no índice de prenhez (%).

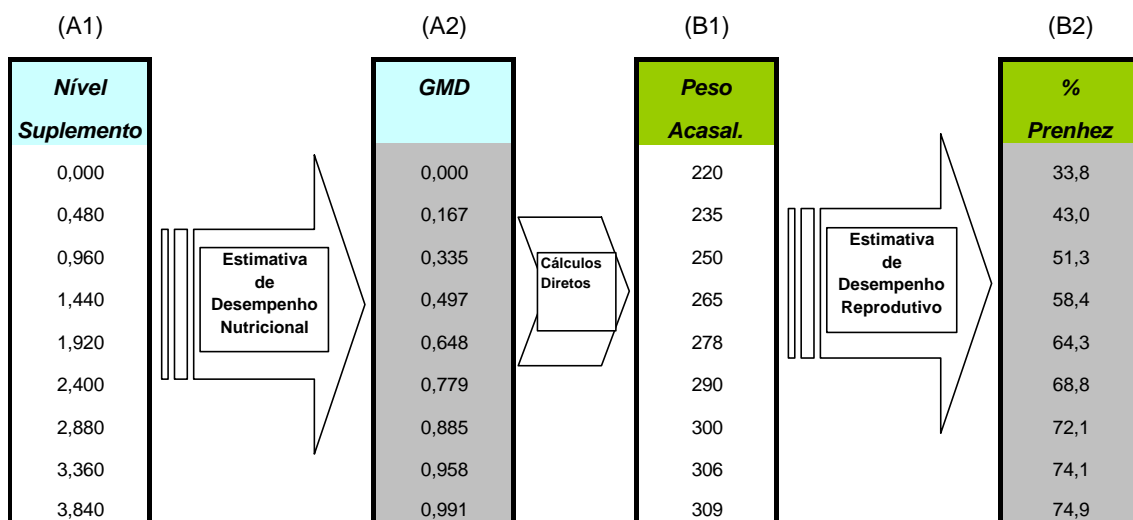


Figura 18 - Esquema exemplificado das relações zootécnicas que permitem estimar a função de produção consumo do suplemento (insumo) vs produção de kg de bezerros (produto).

Os resultados obtidos com o sistema dependem da habilidade em realizar estas estimativas. A utilização de métodos de controle entre o previsto e o realizado poderá auxiliar no aumento da precisão destas medidas. A qualidade dos dados influencia diretamente nos resultados. As relações entre as colunas são estabelecidas através de cálculos matemáticos diretos (coluna A2/B1) e através de dados informados por especialistas (colunas A1/A2 e B1/B2). As Figuras 19 e 20 mostram a interface com o usuário.

The screenshot shows a software window titled "SAD NOVILHA / Índice de Prenhez". The main section is titled "Desempenho Nutricional das Novilhas". It includes a dropdown menu for "Suplemento utilizado" set to "Mistura Múltipla" and a "Definir..." button. Below this is a "Níveis de referência" section with a table of values for "Consumo diário (kg)" and "GMD (kg)". A cow silhouette is positioned between the two columns. At the bottom, there are buttons for "Visualizar Estimativa de Desempenho", "<Voltar", "Próximo>", and "Cancelar".

Consumo diário (kg)		GMD (kg)
Mínimo	0,000	0,000
	1,920	0,700
Máximo	3,840	1,000

Figura 19 - Dados de entrada para estimativa de desempenho nutricional.

SAD NOVILHA/ Índice de Prenhez

Desempenho Reprodutivo das Novilhas

Qual o desempenho reprodutivo de minhas novilhas?

Tipo de Novilha: Definir...

Níveis de referência

Peso Acasalamento (kg)		% Prenhez
Mínimo	<input type="text" value="280"/>	<input type="text" value="50,00"/>
	<input type="text" value="330"/>	<input type="text" value="70,00"/>
Máximo	<input type="text" value="380"/>	<input type="text" value="80,00"/>

Mantenha pressionado

Visualizar Estimativa de Desempenho

<Voltar Próximo> Cancelar

Figura 20 - Dados de entrada para estimativa de desempenho reprodutivo.

Os cálculos diretos são realizados através do peso inicial das novilhas, período de suplementação e GMD (Figura 21). A Figura 22 coleta os dados referentes ao mercado. A estimativa de resposta nutricional é determinada através de três níveis de desempenho num intervalo válido de consumo (mínimo, intermediário e máximo). Utilizando a forma funcional quadrática, que segundo BERETTA (1999) é a mais apropriada para relações de produtividade animal, calcula-se uma curva de regressão que relacione de forma contínua os três dados discretos informados pelo tomador de decisão. O mesmo é realizado na estimativa de desempenho reprodutivo. As Figuras 23 e 24 ilustram este método de determinação das estimativas de desempenho animal.

SAD NOVILHA/ Índice de Prenhez

" Será que obter altos GMD vai dar bons resultados econômicos?"

Peso Novilhas e Período de Suplementação

Peso Início Suplementação

Peso Vivo (kg)

Período de Suplementação

De a

Figura 21 - Dados sobre novilhas e período de suplementação.

SAD NOVILHA / Índice de Prenhez

" Avalie o produto de suas novilhas "

Aspectos de Mercado

Características do Insumo

Nome do Suplemento

Custo do Kg

Características do Produto

Peso de Desmame (kg)

Preço do Kg

Preço do bezerro (R\$)

Figura 22 - Dados de entrada sobre aspectos de mercado.

Colunas A1/A2

Peso de acasalamento = f (peso inicial, número de dias, GMD)

Colunas A1/A2

Estimativa Nutricional:	
Cons.%PV	GMD
0	0,000
0,6	0,500
1,2	0,850

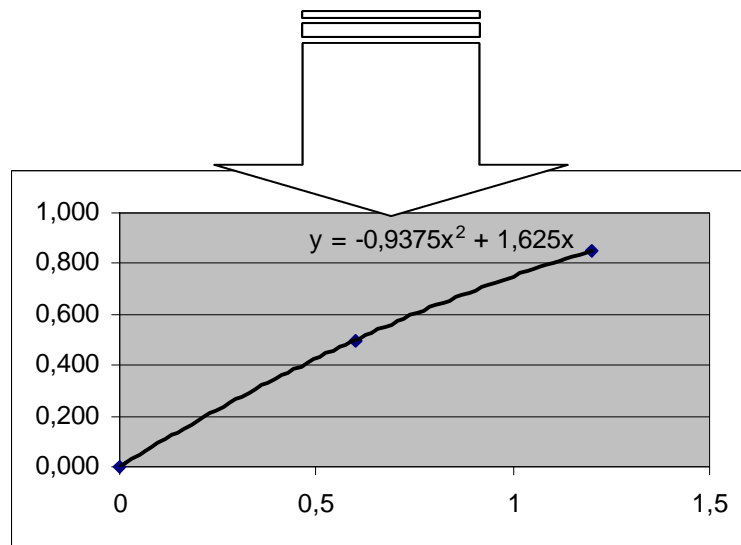


Figura 23 - Processamento de dados discretos em contínuos na estimativa de desempenho nutricional.

Colunas B1/B2

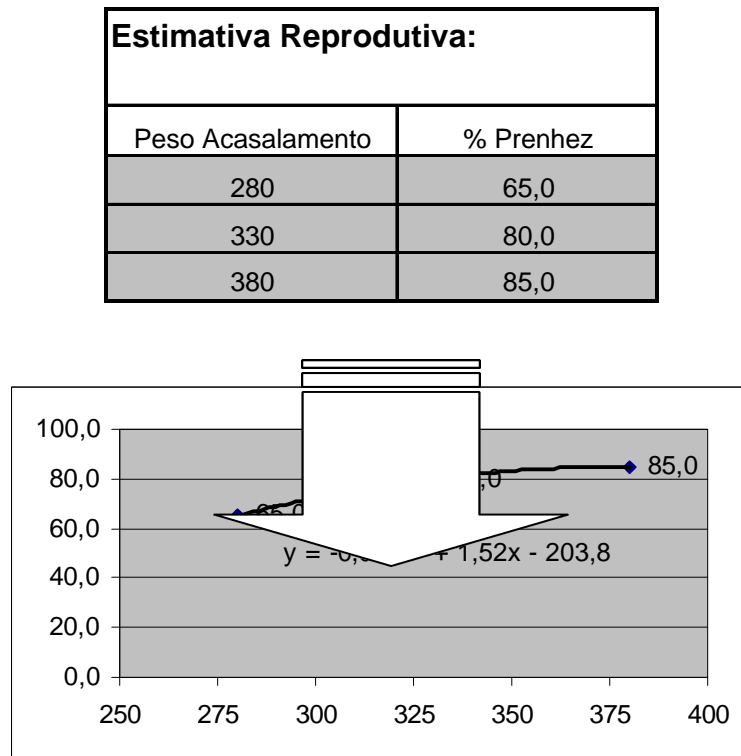


Figura 24 - Processamento de dados discretos em contínuos na estimativa de desempenho reprodutivo.

O processamento dos dados pelo sistema gera os desempenhos nutricional e reprodutivo dos animais (Figuras 25 e 26). O sistema agrega essas duas estimativas em apenas uma equação (Figura 27). Com esta função de produção e a relação de preços entre insumo e produto será possível determinar a resposta produtiva no ponto de máxima eficiência alocativa de cada tecnologia e compará-las entre si.

Os resultados foram apresentados na forma prescritiva numérica (Figura 28) e preditiva numérica e gráfica. O Quadro 1 mostra uma saída preditiva numérica.

Observa-se que este consumo de 0,960 kg de suplemento por dia determina o melhor benefício por novilha. O incremento de insumo eleva a taxa de prenhez, mas reduz o retorno econômico por novilha acasalada. O produtor pode escolher essa combinação inversa de resultados entre retornos produtivos e econômicos por animal.

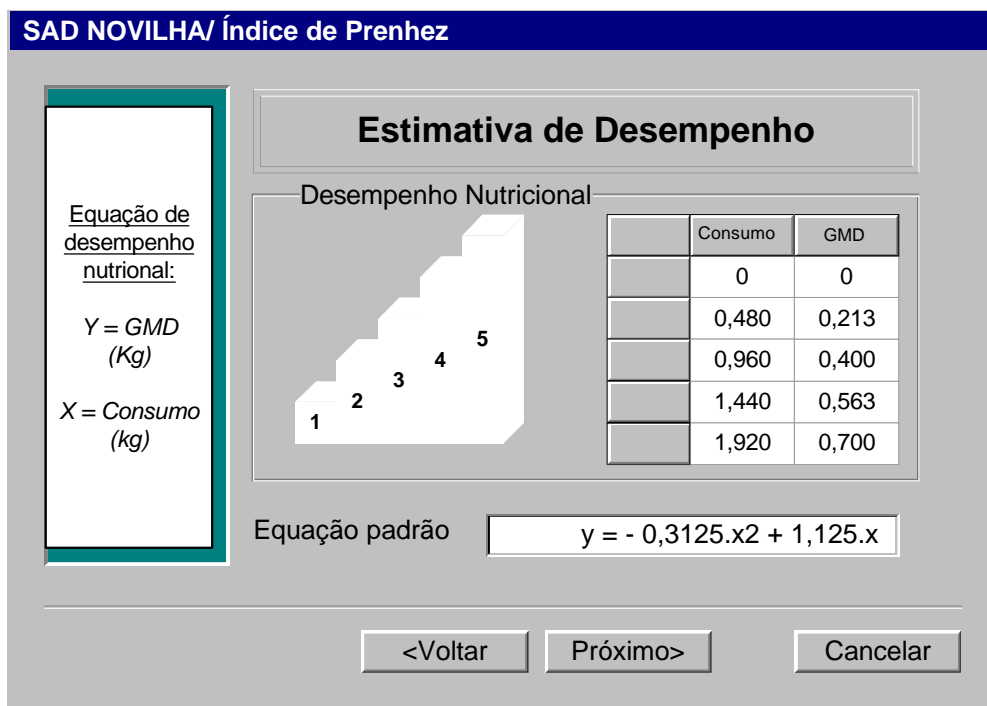


Figura 25 - Estimativa de desempenho nutricional.

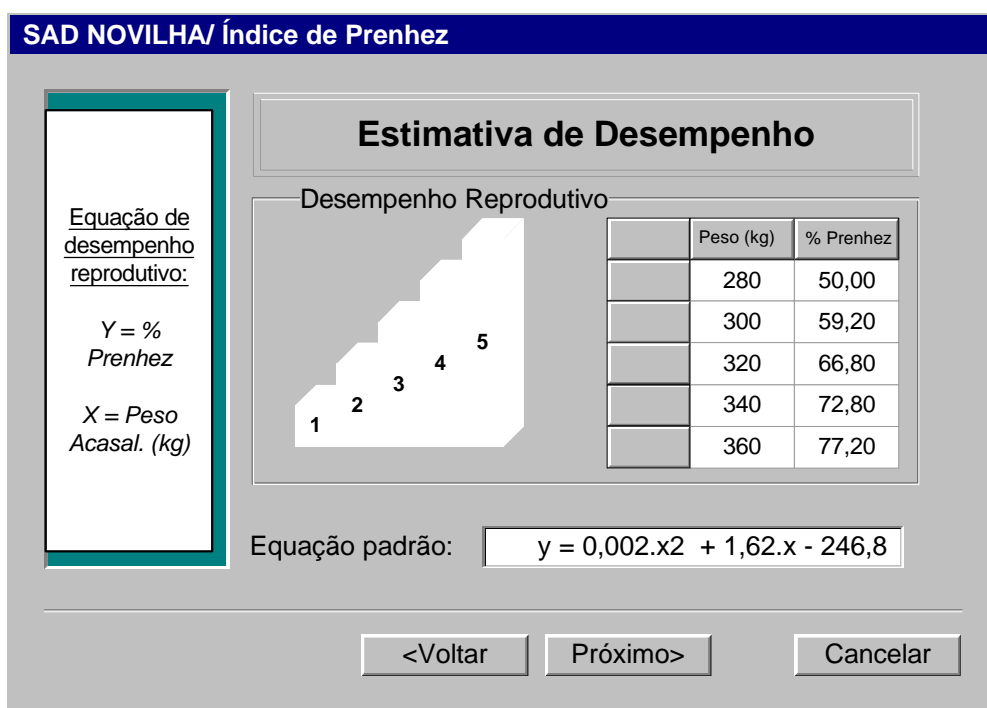


Figura 26 - Estimativa de desempenho reprodutivo.

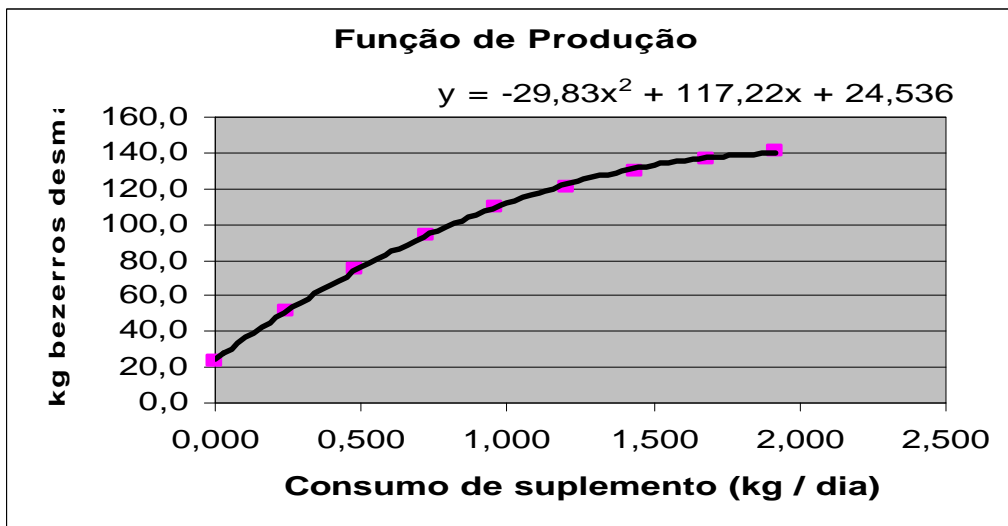


Figura 27 - Função de produção consumo do suplemento (insumo) vs produção de kg de bezerros (produto).

SAD NOVILHA / Índice de Prenhez

Resultados

Consumo Ideal de Suplemento (kg)	0,960 kg
Ganho Médio Diário (GMD)	0,400 kg
Peso de Acasalamento Econômico	304,00 kg
Expectativa de Prenhez (%)	60,85 %

" Veja sua situação no gráfico "

Figura 28 - Resultados preditivos numéricos.

Quadro 1 - Análise preditiva numérica de ganhos e perdas da mistura múltipla

Nível suplemento	GMD	Peso acasalamento	% prenhez	Custo (suplemento)	Receita (bezerros)	Benefício (R\$)	<>
0,000	0,000	220	12,80	0,0	32,0	32,0	-39,48
0,240	0,109	243	28,74	20,2	71,9	51,7	-19,79
0,480	0,213	265	41,84	40,3	104,6	64,3	-7,20
0,720	0,309	285	52,43	60,5	131,1	70,6	-0,87
0,960	0,400	304	60,85	80,6	152,1	71,5	0,00
1,200	0,484	322	67,38	100,8	168,4	67,6	-3,83
1,440	0,563	338	72,31	121,0	180,8	59,8	-11,68
1,680	0,634	353	75,89	141,1	189,7	48,6	-22,88
1,920	0,700	367	78,36	161,3	195,9	34,6	-36,86

Uma análise preditiva para o custo e a receita define o benefício (“lucro”) com a utilização da tecnologia em diferentes intensidades de uso do suplemento. A Figura 29 mostra o gráfico da análise de sensibilidade para as eficiências produtivas e econômicas das novilhas suplementadas a pasto medidas em Índice de Prenhez (%) e R\$/novilha, respectivamente. Observa-se que há uma quantidade ideal suplemento e qualquer variação por escassez ou excesso na sua intensidade determina um prejuízo financeiro por desajuste na quantidade do recurso.

Outra vez uma análise contínua ao invés de apenas em um ponto mostra-se relevante no gerenciamento de uma empresa rural. Os gráficos de sensibilidade auxiliam a visualização da “posição” do produtor frente os extremos e as possibilidades de benefício ou prejuízo existentes com a utilização de um suplemento a pasto. O Sistema de Apoio à Decisão informa através da resposta econômica potencial (Figura 30), a capacidade relativa (%) alcançada pelo tomador de decisão em otimizar o uso do suplemento sem a utilização desta ferramenta de apoio à decisão.

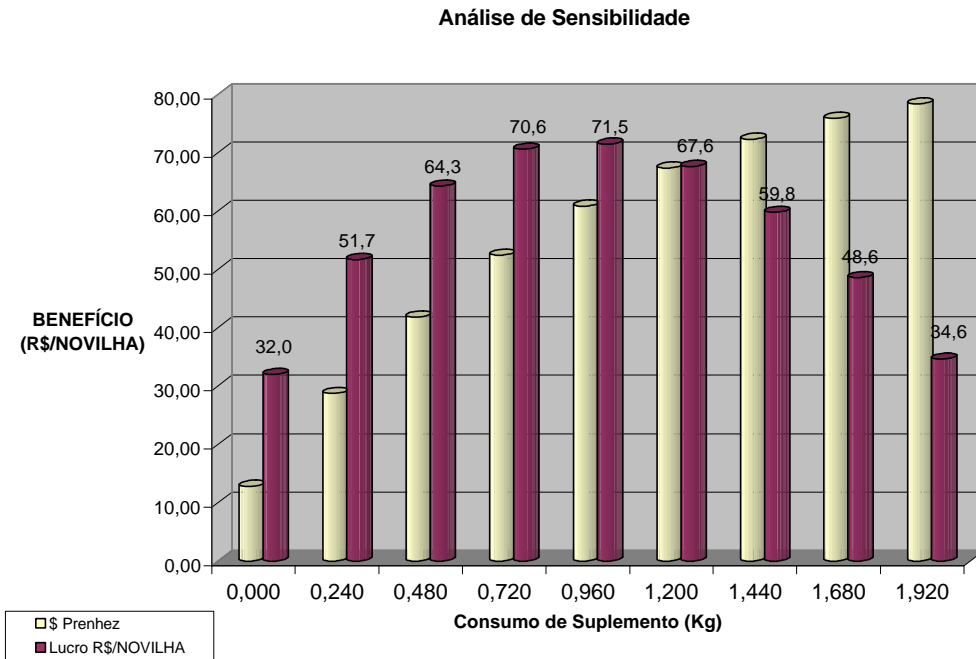


Figura 29 - Análise preditiva gráfica de benefícios para diferentes níveis de suplementação.

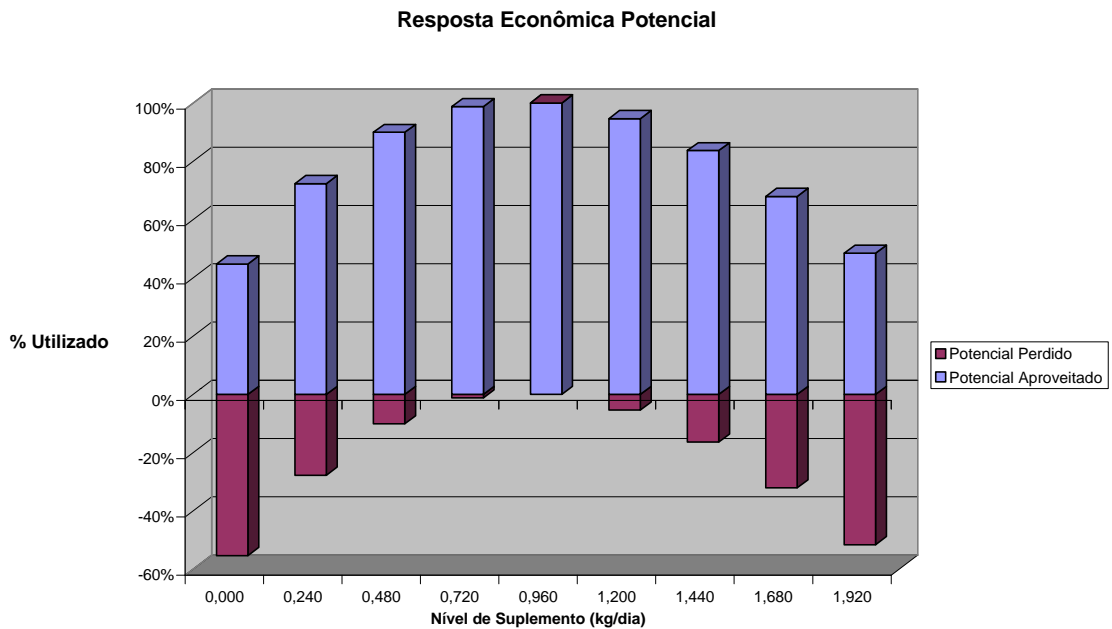


Figura 30 - Resposta econômica potencial do suplemento testado nas condições da empresa (%).

O sistema permite avaliar a eficiência produtiva e econômica de diferentes suplementos. Nesta combinação por definição obtém-se a eficiência econômica. Isto auxiliará o tomador de decisão em algumas questões que surgem no momento da compra:

- Que tipo de suplemento deve ser comprado?
- Qual quantidade de suplemento a comprar?
- O preço encontrado no mercado é viável para compra?

O Quadro 2 mostra os resultados do Sal Proteinado. Observa-se que o SP é mais eficiente economicamente, pois apresenta semelhante eficiência produtiva, mas com superior resposta econômica por novilha. Na escolha entre estes dois insumos seria aceitável a escolha pelo Sal Proteinado ao invés da Mistura Múltipla.

Quadro 2 - Análise preditiva de ganhos e perdas do sal proteinado

Nível suplemento	GMD	Peso acasalamento	% prenhez	Custo (suplemento)	Receita (bezerros)	Benefício (R\$)	<>
0,000	0,000	220	12,80	0,0	32,0	32,0	-73,45
0,240	0,109	243	28,74	12,6	71,9	59,3	-46,19
0,480	0,213	265	41,84	25,2	104,6	79,4	-26,05
0,720	0,309	285	52,43	37,8	131,1	93,3	-12,16
0,960	0,400	304	60,85	50,4	152,1	101,7	-3,73
1,200	0,484	322	67,38	63,0	168,4	105,4	0,00
1,440	0,563	338	72,31	75,6	180,8	105,2	-0,28
1,680	0,634	353	75,89	88,2	189,7	101,5	-3,93
1,920	0,700	367	78,36	100,8	195,9	95,1	-10,34

A quantidade recomendada é 0,960 kg por novilha por dia. Se o produto fosse adquirido todo em apenas um pedido a quantidade recomenda para 300 animais durante sete meses seria de 60.480 kg.

Em um processo administrativo um dos principais limitantes é escassez de capital para investimento. Os subsídios da pecuária são historicamente muito reduzidos e a sua disponibilidade geralmente está atrelada a juros elevados. Quando ocorrem programas de financiamento, os gerentes

necessitam despender grandes esforços para o cumprimento de todas as exigências burocráticas para aquisição de empréstimo nas instituições financeiras. Deste fato, ocorre um desestímulo ao investimento no seu negócio imprimindo à atividade pecuária os persistentes índices baixos de eficiência produtiva e econômica.

Nota-se que a modelagem do sistema produtivo e utilização das teorias e metodologias existentes nos campos da economia, administração e informática e outras áreas afins aliados à zootecnia pode contribuir em toda a cadeia bovina do corte do país. O autofinanciamento através de um ajuste adequado nos recursos da empresa promove uma maior satisfação dos produtores rurais predominantemente por meio dessa melhoria na eficiência econômica da atividade. Com isso, o previsto aumento na produção pode elevar a oferta de carne bovina proporcionando benefícios tanto aos consumidores, quanto à cadeia produtiva e a toda economia do país.

5. RESUMO E CONCLUSÕES

Há alguns anos, o campo tecnológico tinha primazia sobre a área de gestão, pois a agropecuária era viabilizada mediante subsídios governamentais com taxas e condições de mercado favoráveis que reduziam o risco financeiro e a necessidade de uma análise mais detalhada da tomada de decisão. Atualmente, com a necessidade crescente de sistemas produtivos sustentáveis, a sobrevivência das empresas na atividade tem se tornado cada vez mais dependente de sua competitividade sendo reflexo de seu gerenciamento pelos empresários.

Com a queda persistente dos preços dos produtos agropecuários e elevação dos custos de produção, o eixo da administração mudou do campo tecnológico para a área de gestão. No entanto, grande parte das decisões dos empresários rurais ainda são tomadas com base em regras empíricas, com pouco fundamento econômico racional quantitativo. A carência de controles gerenciais tem levado os pecuaristas ao uso de regras de decisão muitas vezes inadequadas no sentido de maximizar seus lucros. Este aspecto indica um importante ponto de estrangulamento para uma atuação empresarial dos integrantes da cadeia produtiva da pecuária de corte.

Este trabalho contribuiu com a gestão de empresas pecuárias na determinação do consumo ideal de suplemento, ganho médio diário, peso de acasalamento econômico e expectativa de prenhez que maximizam o lucro na produção de bezerros de novilhas suplementadas na seca anterior ao seu

primeiro acasalamento. Para isso, foi descrito o processo decisório da fase de cria da pecuária de corte e desenvolvido um sistema informatizado para decisões econômicas frente às flutuações de preços e produtividade comumente ocorridas ao longo do processo produtivo de uma empresa rural. Buscou-se, auxiliar na escolha de tecnologias alternativas de suplementação, visando elevar conjuntamente índices produtivos e econômicos frente a instabilidade do mercado e do desenvolvimento constante de novas tecnologias.

A pecuária de corte não apresenta um único problema que cause seus baixos índices produtivos, mas a interação deles é que explica os resultados produtivos e econômicos pouco satisfatórios da atividade. É limitada a possibilidade de criação de um modelo que abranja todos os problemas e maximize a utilização de todos os recursos da empresa. A detecção dos principais problemas das propriedades facilita o desenvolvimento de soluções através de sistemas que enfoquem primeiramente pequenos, mas importantes problemas no sistema de produção. Em função dos objetivos da empresa, outros aspectos poderão ser integrados ao sistema, numa seqüência cronológica de prioridades estabelecida em graus de importância pelos tomadores de decisão. Desta forma, o ponto crítico principal está sempre na pauta de discussão na busca de soluções.

A pecuária de corte apresenta inúmeras alternativas de manejo e possibilidades para produção de carne em todas as fases do sistema de produção. O processo de negócio da empresa (*Business Process Engineering*) abrange as diferentes etapas do processo produtivo, as alternativas de decisão de cada evento e suas informações correlacionadas. A organização do sistema através da compreensão e sistematização do processo de negócio sem uma metodologia apropriada é uma tarefa complexa e de difícil visualização integral do sistema. A limitada compreensão do funcionamento e inter-relação entre as variáveis produtivas e econômicas da atividade dificulta o planejamento e o desenvolvimento de sistemas de informação que auxiliem no seu gerenciamento. A esquematização prévia do processo de negócio de uma empresa auxilia a real compreensão do problema e a eleição de alternativas viáveis que são adequadas para a realidade do negócio.

Pôde-se observar que a maioria dos modelos agropecuários apresenta análises produtivas estritamente lineares ao longo do processo de simulação. Devido a estas pressuposições, estes modelos apresentam características limitadas de aplicação, pois a variação dos resultados do modelo fica dependente apenas das modificações no valor das variáveis. A relação linear entre variáveis estabelecida de forma generalizada no modelo desconsidera as relações não-lineares existentes no sistema real entre as variáveis de insumo e produto. A não inclusão da lei dos rendimentos decrescentes pode inviabilizar aplicação prática do modelo nos sistemas reais em que predominam a interação entre variáveis através de funções de produção.

A teoria da firma aplicada em qualquer empresa permite determinar o nível ideal de um insumo a partir de uma função de produção e da relação de preços entre o insumo e o produto produzido. As funções de produção de atividades agrícolas são calculadas a partir da produtividade entre várias propriedades. Esta função de produção é apropriada para conhecer o potencial do insumo e determinação do seu nível tecnológico. No entanto, essa equação não se aplica em fins gerenciais de otimização do insumo, pois não representa individualmente as características de produção de cada empresa. O uso generalizado desta função de produção implica em desconsiderar os diferentes potenciais de resposta ao insumo existente entre as empresas rurais.

A função de produção obtida representa estatisticamente o efeito médio deste insumo neste meio, em que todas as propriedades são representadas por uma única equação de regressão. As diferenças de tecnologia, clima, solo e manejo e outros fatores determinam o fator erro desta regressão. A variação do insumo não explica isoladamente a variação do produto. A condição *ceateris paribus* é um pressuposto de difícil aceitação numa ótica gerencial numa análise entre propriedades diferentes. Desta forma, como uma mesma quantidade de insumo não apresenta um único valor de produto por ser medida em ambientes diferentes, a aplicação prática destas funções de produção são limitadas em empresas rurais.

A aplicação da teoria da firma no gerenciamento de propriedades depende da capacidade dos administradores em medir ou estimar o efeito do insumo no produto em sua propriedade a fim de determinar sua função de produção. Como os dados são uma estimativa de um acontecimento futuro, o

grau de confiança é dado pelo especialista ou produtor e não pela avaliação estatística de dados coletados no campo. No entanto, pode-se estimar este efeito mais quantitativamente, reduzindo o viés desta medida, através de dados históricos de produção e controles específicos implementados para este fim. O *ajustamento* de uma função de produção à realidade da empresa irá aumentar a *precisão* dos resultados no uso da teoria da firma no gerenciamento rural.

O cerne deste Sistema de Apoio à Decisão (SAD) é a metodologia desenvolvida neste trabalho que estima uma função de produção que represente a realidade da empresa num dado momento. Através de relações zootécnicas que podem ser calibradas pelo usuário do sistema determina-se o melhor modelo (função de produção) da realidade a ser otimizada. O sistema pode gerar diferentes funções de produção sendo utilizadas para prescrições e predições nas inúmeras e variáveis situações produtivas existentes na atividade agrícola.

Como as teorias econômicas são aplicadas ao estudo de recursos escassos, a metodologia apresentada poderá servir de base para a modelagem de outras etapas do processo produtivo da pecuária de corte onde é comum a presença de problemas econômicos deste tipo. A construção de sistemas aplicados à agropecuária poderá ser efetuada com a atuação de equipes multidisciplinares, onde os profissionais das áreas de zootecnia, agronomia, veterinária, administração, economia e informática terão um campo de atuação profissional promissor em projetos de soluções para problemas que envolvem sistemas de informações.

Nota-se que a modelagem do sistema produtivo e utilização das teorias e metodologias existentes nos campos da economia, administração e informática e outras áreas afins aliados à zootecnia pode contribuir em toda a cadeia bovina do corte do país. O autofinanciamento através de uma alocação adequada de alguns recursos da empresa promove uma maior satisfação dos produtores rurais predominantemente por meio dessa melhoria na eficiência econômica da atividade. Com isso, o previsto aumento na produção pode elevar a oferta de carne bovina proporcionando benefícios tanto aos consumidores, quanto à cadeia produtiva e a toda economia do país.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ACKOFF, R.L., SASIENEI, M.W. **Fundamentals of operations research**. New York: John Wiley, 1968.
- ANDRADE, V.J. Manejo reprodutivo de fêmeas bovinas de corte. In: SIMPÓSIO DE PRODUÇÃO DE GADO DE CORTE, 1999, Viçosa. **Anais...** Viçosa: UFV, 1999. p. 65-136.
- ANUÁRIO ESTATÍSTICO DA PRODUÇÃO ANIMAL - ANUALPEC 99. São Paulo: Agros Comunicações, 1999. 521 p.
- ASSIS, A.G., BROCKINGTON, N.R. Sistema de produção e economia: o estado da arte. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 32, 1995, Brasília. **Resumos...** Brasília: SBZ, 1995. p. 573-582.
- BERETTA, V. **Avaliação bioeconômica de sistemas de produção de gado de corte no Rio Grande do Sul**. Porto Alegre: UFRGS, 1999. 207 p. Tese (Doutorado em Agronomia - Zootecnia) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 1999.
- BLACKBURN, H.D., CARTWRIGHT, T.C. Description and validation of the Texas A&M sheep simulation model. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 65, p. 373-386, 1987.
- CEZAR, I.M. Modelo bioeconômico de produção de bovinos de corte. I. Descrição do modelo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 17, n. 6, p. 941-949, 1981.
- CEZAR, I.M., EUCLIDES FILHO, K. **Novilho precoce: reflexos na eficiência e economicidade do sistema de produção**. Campo Grande: EMBRAPA-CNPGC, 1996. (Documento, 66).

- CORRAR, L.J. **O modelo econômico da empresa em condições de incerteza: aplicação do modelo de simulação de Monte Carlo.** São Paulo: FIECAFI/FEA-USP, 1993. 12 p. (Caderno de estudos).
- COSTA, M.A.B. **Gestão agroindustrial: pesquisa operacional aplicada à agroindústria.** São Paulo: Atlas, 1999. v. 2, cap. 1.
- CRUZ, E.R. Aspectos teóricos sobre incorporação de riscos em modelos de decisão. In: EMBRAPA-DDT. **Planejamento da propriedade agrícola: modelos de decisão.** Brasília, 1984. p. 237-260.
- DEBERTIN, D.L. **Agricultural production economics.** New York: Macmillan, 1986. 366 p.
- EUCLIDES FILHO, K., CEZAR, I.M. **Sistema de produção de novilho precoce: relações com a cadeia produtiva da carne bovina.** Campo Grande, 2000. 8 p. (Trabalho apresentado no V Encontro Nacional do Novilho Precoce).
- FARIA, V.P. Medidas para o aumento da eficiência de produção de carne bovina. In: SIMPÓSIO SOBRE PECUÁRIA DE CORTE, 3, 1983, Campinas. **Anais...** Campinas: Fundação Cargil, 1983.
- FAVARET FILHO, P. Cadeia da carne bovina: os desafios da coordenação vertical. In: SIMPÓSIO NACIONAL DE MELHORAMENTO ANIMAL, 2, 1998, Uberaba. **Anais...** Uberaba: SBMA, 1998.
- GOMES, A.P., ALVES, E. As transformações da produção de leite e seus impactos no número de produtores e na necessidade de mão-de-obra. In: MONTOYA, M.A., PARRÉ, J.L. (Orgs.). **O agronegócio brasileiro no final do século XX - realidade e perspectiva regional e internacional.** 2000. v. 2, p. 81-101.
- GONÇALVES, S.J. Mecanismos de integração na cadeia de produção de carne bovina: uma discussão da importância e dos obstáculos ao seu desenvolvimento no caso brasileiro, In: SIMPÓSIO NACIONAL DE MELHORAMENTO ANIMAL, 2, 1998, Uberaba. **Anais...** Uberaba: SBMA, 1998. p. 213-218.
- HARSH, S.S., CONNOR, L.J., SCHWAB, G.B. **Managing the farm business.** New Jersey: Prentice-Hall, 1981. 384 p.
- HARRISON, S.R. Regression of model on real-system output: an invalid test of model validity. **Agricultural Systems**, Oxford, England, v. 34, n. 2, p. 183-190, 1990.
- IEL/CNA/SEBRAE. **Estudo sobre a eficiência econômica e competitividade da cadeia agroindustrial da pecuária de corte no Brasil.** Brasília, 2000. 398 p.

- KADLEC, J.E. **Farm management: decision, operation, and control.** Englewood Cliffs: Prentice-Hall, 1985. 429 p.
- KLETKE, D. Enterprise budgets: agricultural policy analysis tools for economic development. **World Agricultural Economics and Rural Sociology Abstracts**, Boulder, Westview, v. 32, n. 6, p. 519, 1990. (Abstracts, 3768).
- KOCK, R.M., ALGEO, J.W. The beef cattle industry: changes and challenges. **Journal Animal Science**, v. 57, p. 28, 1983.
- KORVER, S., TESS, M.W., JOHNSON, T. A model of growth and growth composition for beef bulls of different breeds. **Agricultural Systems**, Barking, v. 27, p. 279-294, 1998.
- LAUDON, K.C., LAUDON, J.P. **Sistemas de informação.** Rio de Janeiro: Livros Técnicos e Científicos, 1999. 389 p.
- LAZZARINI NETO, S., LAZZARINI, S.G., PISMEL, F.S. **Pecuária de corte: a nova realidade e perspectiva no agribusiness.** São Paulo: Lazzarini & Associados, 1996.
- LEFTWICH, R.H. **O sistema de preços e a alocação de recursos.** São Paulo: Pioneira, 1979. 399 p.
- LIBERALI NETO, G. Modelos informacionais para o apoio ao gerenciamento de empresas de pecuária bovina de cria. In: CONGRESSO DA SBI-AGRO, 1997, Juiz de Fora. **Anais...** Juiz de Fora: SBI-AGRO, 1997.
- MacCARL, B.A. Model validation: an overview with some emphasis on risk models. **Review of Marketing and Agricultural Economics**, New York, v. 52, n. 3, p.153-173, 1984.
- MARTIN, M.A. **O futuro do sistema mundial de alimentos.** [09 nov. 2001]. (www.congressomundialdacarne.com.br).
- MARTINS, C.I.D. **Ponto de estrangulamento da produtividade da pecuária bovina de corte no Mato Grosso do Sul.** Porto Alegre: IEPE/FCE/UFRGS, 1994.
- MOTTA, R. A busca da competitividade nas empresas. **Revista de Administração de Empresas**, v. 35, n. 1, p. 12-16, 1995.
- MOURA, A.D. **Sistema inteligente de apoio à decisão, aplicado ao gerenciamento da produção de frangos de corte.** Viçosa: UFV, 1995. 92 p. Dissertação (Mestrado em Economia Rural) - Universidade Federal de Viçosa, 1995.
- NORONHA, J.F. **Projetos agropecuários: administração financeira, orçamentação e viabilidade econômica.** 2.ed. São Paulo: Atlas, 1987. 296 p.

- NORONHA, J.F., 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'BRIEN, J.A. **Management information systems: a managerial and user perspective**. Boston: Richard D. Irwin, 1990. 670 p.
- OLIVEIRA, D.P.R. **Sistemas, organização e métodos: uma abordagem gerencial**. 8.ed. São Paulo: Atlas, 1997. 501 p.
- PAULINO, M.F. Suplementos múltiplos para recria e engorda de bovinos em pastejo. In: SIMPÓSIO DE PRODUÇÃO DE GADO DE CORTE, 2, 2001, Viçosa. **Anais...** Viçosa: UFV, 2001. p. 187-231.
- PERES, F.C., MATTOS, Z.P.B. Simulação como auxílio à decisão de confinar bovinos de corte. In: _____. **Bovinocultura de corte**. Piracicaba: FEALQ, 1990. p. 97-108.
- PIDD, M. **Tools for thinking**. Chichester: Wiley, 1996.
- PINEDA, N. **Gerando conhecimentos, construindo confiança**. [17 jun. 2001]. (www.ruralnet.com.br).
- PIRES, J.A.A. A cadeia produtiva de carne bovina no Brasil, mercado internacional e nacional. In: SIMPÓSIO DE PRODUÇÃO DE GADO DE CORTE, 2, 2001, Viçosa. **Anais...** Viçosa: UFV, 2001. p. 1-17.
- POTTER, L. **Produtividade e análise econômica de um modelo de produção para novilhas de corte primíparas aos dois, três e quatro anos de idade**. Porto Alegre: UFRGS, 1997. 147 p. Dissertação (Mestrado em Agronomia - Zootecnia) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 1997.
- PRADO, M. O agribusiness em um mundo globalizado. In: PINAZZA, L.A., ALIMANDRO, R. **Reestruturação no agribusiness brasileiro: agronegócios no terceiro milênio**. Rio de Janeiro: Associação Brasileira de Agribusiness, 1999. 280 p.
- RAVINDRAN, A., PHILLIPS, D.T., SOLBERG, J.J. **Operations research: principles and practice**. Cingapura: John Wiley, 1987.
- RESENDE FILHO, M.A. **Desenvolvimento de um sistema de apoio ao processo de tomada de decisão em confinamento de bovinos de corte**. Viçosa: UFV, 1997. 116 p. Dissertação (Mestrado em Economia Rural) - Universidade Federal de Viçosa, 1997.
- RICHARDSON, G. **Modelling for management**. Darkmouth: Aldershol, 1996. v. 1.

- RODRIGUES, F.L. **Um modelo de otimização com simulação dos seus coeficientes de custo - um estudo de caso no planejamento florestal.** Viçosa: UFV, 1999. 24 p. (Exame de Qualificação).
- SANTOS, M., VIEIRA, W. Agricultura e desenvolvimento econômico: velhos e novos desafios. In: SANTOS, M., VIEIRA, W.. **Agricultura na virada do milênio: velhos e novos desafios.** Viçosa: UFV, 2000. 458 p.
- SHANNON, R.E. **Systems simulation: the art and science.** Englewood Cliffs: Prentice-Hall, 1975.
- SHEER, A.W. **Business process engineering: reference models for industrial enterprises.** Berlin: Springer Verlag, 1998.
- SILVA JR., A.G. **Sistema de suporte à decisão integrado a sistemas especialistas: uma aplicação para o gerenciamento de fazendas produtoras de leite.** Viçosa: UFV, 1993. 93 p. Dissertação (Mestrado em Economia Rural) - Universidade Federal de Viçosa, 1993.
- SILVA JR., A.G. **Gerenciamento rural e gestão da qualidade total em empresas rurais produtoras de leite.** Viçosa: UFV, 2001. 173 p. Dissertação (Mestrado em Economia Rural) - Universidade Federal de Viçosa, 2001.
- STAIR, R. **Princípios de sistemas de informação.** Rio de Janeiro: LTC - Livros Técnicos e Científicos, 1998.
- STERMAN, J.D. **Business dynamics - systems thinking and modeling for a complex world.** Boston: Irwin McGraw-Hill, 2000. 982 p.
- STRACK, J. **GPSS: modelagem e simulação de sistemas.** Rio de Janeiro: LTC - Livros Técnicos e Científicos, 1984.
- THIERAUF, R.J. **User-oriented decision support systems accent on problem finding.** New Jersey: Prentice Hall, 1992. 170 p.
- TOFLER, A. **A empresa flexível.** Rio de Janeiro: Record, 1985.
- TURBAN, E. **Decision support and expert system: management support systems.** New York: Macmillian, 1993. 833 p.
- TURBAN, E. **Decision support and expert system: management support systems.** New Jersey: Prentice Hall, 1995. 890 p.
- TURBAN, E., ARONSON, J.E. **Decision support systems and intelligent systems.** New Jersey: Prentice-Hall, 1998. 890 p.

VALE, S.M.L.R. **Avaliação de sistemas de informação para produtores rurais: metodologias e um estudo de caso.** Viçosa: UFV, 1995. 139 p. Tese (Doutorado em Economia Rural) - Universidade Federal de Viçosa, 1995.

VALE, S.M.L.R., COSTA, F.A. **Noções gerais de administração rural.** Brasília: ABEAS, 1997. 35 p. (Curso de Administração Rural por Tutoria à Distância - Módulo 1).

VON BERTALANFFY, L. **Teoria geral de sistemas.** Petrópolis: Vozes, 1972.

WIAZOWSKI, B.A. **Coordenação de cadeias produtivas: uma aplicação de sistemas dinâmicos ao agronegócio da carne bovina.** Juiz de Fora: Agrosoft 99, 1999.