

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL  
FACULDADE DE AGRONOMIA  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ZOOTECNIA

**PRODUTIVIDADE E EFICIÊNCIA DE SISTEMAS DE CICLO COMPLETO NA  
PRODUÇÃO DE BOVINOS DE CORTE**

VINÍCIUS DO NASCIMENTO LAMPERT  
Zootecnista / UFSM  
Mestre em Economia Aplicada / UFV

Tese apresentada como um dos requisitos à obtenção do grau de Doutor em  
Zootecnia  
Área de concentração Produção Animal

Porto Alegre (RS), Brasil  
Dezembro, 2010

## DEDICATÓRIA

*Dedico este trabalho àquele que  
trouxe ordem ao caos, que do  
pó da terra fez a vida e  
transformou o impossível em  
possível...*

*Ao meu Deus e SENHOR  
criador dos céus e da  
terra!*

## **AGRADECIMENTOS**

Acredito que a gratidão é uma qualidade valiosa nos relacionamentos. E fazer justiça com todos não é fácil, pois muitas vezes nos esquecemos de alguns e não damos a devida honra àqueles que merecem. Entretanto, me recordo dos colegas do NESPRO, professores do departamento de Zootecnia, Engenharia de Produção, CEPAN, entre outros. Lembro-me de muitos amigos, familiares e, em especial, da minha esposa, Loide, que, pelo companheirismo e carinho, “fez” o doutorado junto comigo. Lembro-me dos meus pais, Pedro Ivo e Ana Aracy, que foram instrumentos de Deus e que me trouxeram importantes instruções para que eu chegasse até esta etapa da minha vida, sem falar nas famílias Lampert, Malgarin, Berwanger e Barros, entre outras. Quero agradecer pelo importante apoio financeiro do Estado do Mato Grosso do Sul, mediante a UEMS e a FUNDECT. Agradeço aos amigos Matheus, Luiz Antônio e Leonardo pelo auxílio e comprometimento com o trabalho. E quero agradecer a um amigo que, além de entender de gestão de tecnologias, entende muito bem de gestão de pessoas – o Prof. Júlio Otávio Jardim Barcellos. Não foram poucas vezes que entrei na sua sala com dúvidas e ele, inspirado por Deus, apresentava as soluções. A convicção que ele transpira contribui para o desenvolvimento profissional e pessoal de quem o rodeia. Por isso, sigamos em frente... Como ele sempre diz, “pressão total!”.

# PRODUTIVIDADE E EFICIÊNCIA DE SISTEMAS DE PRODUÇÃO DE CICLO COMPLETO NA PRODUÇÃO DE BOVINOS DE CORTE<sup>1</sup>

Autor: Vinícius do Nascimento Lampert

Orientador: Júlio Otávio Jardim Barcellos

## RESUMO

O objetivo do trabalho foi avaliar os impactos da taxa de natalidade, da idade de acasalamento e da idade de abate na produção por hectare e na taxa de desfrute de sistemas de ciclo completo de bovinos de corte e desenvolver um indicador para determinar a eficiência bioeconômica da atividade. Para avaliar estes impactos, utilizou-se um modelo computacional determinístico que ajusta categorias animais mediante coeficientes técnicos e pressupostos de evolução do rebanho. Com dados do modelo computacional, estimaram-se modelos matemáticos para predição da produção por hectare (PH) e taxa de desfrute (TD) em função da taxa de natalidade (TN), idade de acasalamento (IAC), idade de abate (IAB) e lotação animal (LT). Os conceitos de análise de sensibilidade e princípios da teoria da utilidade marginal da microeconomia foram utilizados para avaliar os impactos marginais ao mudarem-se os indicadores zootécnicos do rebanho em 27 cenários. Pôde-se identificar o cenário de maior impacto para cada indicador e o indicador de maior impacto para cada cenário. O modelo pode também ser utilizado para identificar em que circunstâncias de aumento da lotação animal e modificação nos indicadores zootécnicos ocorre uma redução na produção por hectare. Para auxiliar nas decisões de investimento quando se pretende intensificar a produção, foi desenvolvida uma sistemática para estimar o valor da produção adicional (VPA). Por fim, um indicador de eficiência bioeconômica (IEB) foi desenvolvido utilizando-se o conceito de retorno do capital investido, sendo aplicado em um cenário teórico de referência para o Estado do Rio Grande do Sul. Com este método, sistemas produtivos eficientes são aqueles que apresentam valores superiores a 3. O cenário teórico foi ineficiente com os valores de 2,22 para o IEB e de 1,50, 2,81 e 3,06 para os componentes solo, planta e animal, respectivamente. Foram identificadas alternativas entre as variáveis que tornam a atividade eficiente, além de relações de isoeffiência em diferentes cenários. Sugerem-se a aplicação do indicador em outras atividades agrícolas e a elaboração de estudos de isoeffiência que incorporem aspectos ambientais e de bem-estar social.

**Palavras-chave:** bioeconômico, pecuária, retorno do capital, tomada de decisão

---

<sup>1</sup> Tese de Doutorado em Zootecnia – Produção Animal, Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, RS, Brasil (115p.). Dezembro, 2010.

# PRODUCTIVITY AND EFFICIENCY OF PRODUCTION IN BEEF CATTLE PRODUCTION SYSTEMS<sup>1</sup>

Author: Vinícius do Nascimento Lampert

Advisor: Júlio Otávio Jardim Barcellos

## ABSTRACT

This study aimed at assessing the impacts of calving rate, age at mating and age at slaughter on both the production per hectare and the slaughter rate of cow-calf production systems. An indicator was also developed to determine the bio-economical efficiency of this type of production. To assess these impacts, a deterministic computer model was used. The model adjusted animal categories by means of technical coefficients and assumptions about the herd evolution. Mathematical models were developed to predict production per hectare (PH) and slaughter rate (TD) in relation to calving rate (TN), age at mating (IAC), age at slaughter (IAB) and stocking rate (TL). The concepts of sensitivity analysis, along with the principles of microeconomic marginal utility theory, were used to assess the marginal impacts when the production indicators of the herd were changed in 27 scenarios. It was possible to identify the scenario that had the greatest impact for each indicator, as well as the indicator of the greatest impact in each scenario. The model was also employed to identify in which circumstances an increased number of animals and changed production levels caused a reduction in the production per hectare. To assist in the decision-making process related to investments when a higher production is intended, a systematic framework was developed to estimate the value of additional production (VPA). Finally, a bio-economical efficiency indicator (IEB) was developed by using the concept of return on investment, and this was applied to a theoretical reference scenario in Rio Grande do Sul State. With this method, efficient production systems show values that are higher than 3. The theoretical scenario was inefficient, with IEB of 2.22 and 1.50, 2.81, and 3.06 for the soil, plant and animal components, respectively. Alternatives among the variables that make the activity efficient were identified, as well as isoefficiency relationships in different scenarios. It is suggested that this indicator is applied in other agricultural activities. The design of studies of isoefficiency incorporating environmental and social welfare issues is recommended.

**Keywords:** bio-economics, cattle raising, decision-making, return on investment

---

<sup>1</sup> Doctoral thesis in Animal Science, Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, RS, Brazil, (115p.), December, 2010.

## SUMÁRIO

<b>CAPÍTULO I</b> .....	<b>1</b>
1 INTRODUÇÃO.....	2
2 HIPÓTESES.....	8
3 OBJETIVOS.....	9
3.1 Objetivo Geral.....	9
3.2 Objetivos Específicos.....	9
4 METODOLOGIA GERAL.....	10
5 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	17
5.1 Produtividade e Eficiência.....	17
5.2 Modelagem de Sistemas na Pecuária de Corte.....	21
5.3 O Processo Decisório em Empresas Rurais.....	30
<b>CAPÍTULO II</b> .....	<b>34</b>
Impacto da taxa de natalidade, idade de acasalamento e idade de abate na produção por hectare e na taxa de desfrute de sistemas de ciclo completo de bovinos de corte.....	35
Introdução.....	37
Material e Métodos.....	38
Resultados e Discussão.....	45
Conclusões.....	66
Referências.....	67
<b>CAPÍTULO III</b> .....	<b>70</b>
Desenvolvimento e aplicação de um indicador de eficiência bioeconômica para a produção de bovinos de corte no rio grande do sul, brasil.....	71
Introdução.....	73
Material e Métodos.....	74
Resultados e Discussão.....	80
Conclusões.....	89
Referências.....	89
<b>CAPÍTULO IV</b> .....	<b>93</b>
1. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	94
2. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	101
3. APÊNDICES.....	110
4. VITA.....	115

## RELAÇÃO DE TABELAS

	Página
CAPÍTULO I.....	1
1. Valores máximos e mínimos das variáveis de entrada do modelo.....	12
CAPÍTULO II.....	34
1. Valores das principais variáveis de entrada do modelo .....	40
2. Produção por hectare (PH) e taxa de desfrute do rebanho (TD) estimadas em diferentes cenários a partir dos indicadores taxa de natalidade (TN), idade de acasalamento (IAC), idade de abate (IAB) e lotação animal (LT) na produção de bovinos de corte em sistemas de ciclo completo.....	46
3. Estatística descritiva dos Impactos Marginais Relativos (IMR) da taxa de natalidade (TN), idade de acasalamento (IAC) e idade de abate (IAB) na produção por hectare (PH) e na taxa de desfrute (TD).....	49
4. Impactos Marginais Relativos (IMR) dos indicadores taxa de natalidade (TN), idade de acasalamento (IAC) e idade de abate (IAB) na produção por hectare (PH) e na taxa de desfrute (TD) de sistemas de ciclo completo na pecuária de corte.....	50
5. Impactos Marginais Qualitativos (IQ) dos indicadores taxa de natalidade (TN), idade de acasalamento (IAC) e idade de abate (IAB) na produção por hectare (PH) e na taxa de desfrute (TD) de sistemas de ciclo completo de bovinos de corte.....	55
6. Coeficiente Produtivo (CfP) para $LT = 1$ da produção atual (colunas) para a meta desejada (linhas) em $kg PV ha^{-1}$ .....	59
7. Incremento Produtivo (IP) para diferentes coeficientes produtivos (CfP) entre lotações de 0,50 e 1,50 $UA ha^{-1}$ em $kg PV ha^{-1}$ da produção atual para a meta desejada .....	60
8. Valor da Produção Adicional por Hectare (VPH) para diferentes incrementos produtivos (IP) e preços do produto ( $R\$ kg^{-1}$ ) em $R\$ ha^{-1} ano^{-1}$ .....	61
9. Valor da Produção Adicional por Hectare (VPH) para diferentes incrementos produtivos (IP) e preços do produto ( $R\$ kg^{-1}$ ) em $R\$ ha^{-1} ano^{-1}$ .....	62
CAPÍTULO III.....	69
1. Cenário teórico de referência da produção de bovinos de corte em sistemas de ciclo completo no Rio Grande do Sul, Brasil .....	74
2. Relações de isoeffiência bioeconômica avaliadas para a produção de bovinos de corte no Rio Grande do Sul.....	79
3. Cenários alternativos de eficiência bioeconômica de sistemas pecuários no Rio Grande do Sul.....	80

## RELAÇÃO DE FIGURAS

	Página
CAPÍTULO II .....	34
1. Estrutura do método de avaliação do impacto da taxa de natalidade (TN), idade de acasalamento (IAC) e idade de abate (IAB) na produção por hectare (PH) e na taxa de desfrute (TD) de sistemas de ciclo completo de bovinos de corte .....	44
2. Impactos Marginais Relativos (IMR) devido às variações da produção por hectare (kg P.V. ha <sup>-1</sup> ) proporcionadas por mudanças em IAC e IAB (na curva) e TN, IAC e IAB (entre curvas) .....	53
3. Impacto Marginal Relativo (IMR) devido às variações da taxa de desfrute (%) proporcionadas por mudanças em IAC e IAB (na curva) e TN, IAC e IAB (entre curvas) .....	53
CAPÍTULO III.....	69
1. Descrição das relações diretas e indiretas entre as variáveis que determinam a eficiência bioeconômica de sistemas de produção de bovinos de corte.....	75
2. Relação de isoeficiência de trade-off entre preço da terra e custo de produção, mantendo-se constantes a produção por hectare e o preço do produto.....	82
3. Relação de isoeficiência da relação direta entre preço da terra e produção por hectare, mantendo-se constante o preço do produto e o custo de produção.....	83
4. Relação de isoeficiência do trade-off entre produção por hectare e preço do produto, mantendo-se constante o preço da terra e o custo de produção.....	84
5. Relação de isoeficiência da relação direta entre preço do produto e custo de produção, mantendo-se constante a produtividade e o preço da terra.....	85
6. Relação de isoeficiência da relação direta entre custo de produção e a produtividade, mantendo-se constante o preço do produto e o preço da terra.....	86
7. Relação de isoeficiência da relação direta entre preço da terra e preço do produto, mantendo-se constante a produção por hectare e o custo de produção.....	87
8. Mapa das relações de isoeficiência para sistemas de ciclo completo de bovinos de corte no Rio Grande do Sul.....	87

## RELAÇÃO DE ABREVIATURAS

AE	Área explorada na produção de bovinos de corte
CS	Custo de oportunidade anual do componente solo
CP	Capital anual investido no componente planta
CA	Custo do capital imobilizado no componente animal
CfP	Coefficiente produtivo
DEA	<i>Data Envelopment Analysis</i>
ES	Eficiência do componente solo
EP	Eficiência do componente planta
EA	Eficiência do componente animal
GMD	Ganho Médio Diário
IEB	Eficiência Bioeconômica da Pecuária
IAB	Idade de abate de novilhos
IAC	Idade de acasalamento das novilhas
IMA	Impacto Marginal Absoluto
IMR	Impacto Marginal Relativo
IMQ	Impacto Marginal Qualitativo
IP	Incremento Produtivo
LT	Lotação animal
PA	Produção animal anual
PH	Produção por hectare
PP	Preço do produto
PV	Peso vivo
SA	<i>Sensitivity Analysis</i>
TD	Taxa de desfrute
TN	Taxa de natalidade
UA	Unidade animal
VPH	Valor da produção adicional por hectare
VPT	Valor da produção adicional total

## **CAPÍTULO I**

## 1 INTRODUÇÃO

O Brasil está entre os maiores produtores e exportadores de carne bovina (ABIEC, 2011; Pereira et al., 2011) e apresenta um dos menores custos de produção do mundo (Ferraz & Felício, 2010). Entre os censos de 1996 e 2006, o rebanho bovino cresceu 12,1% e a área de pastagens reduziu 10,7% (IBGE, 2010), no entanto, a produção de bovinos de corte ainda tem apresentado baixos índices de rentabilidade (SCOT, 2009; ANUALPEC, 2010).

Para ser competitiva com outras atividades agrícolas frente ao aumento dos custos (Carvalho et al., 2008) e à elevação do preço das terras (Gasques, 2008; Dias-Filho, 2010), a atividade precisa aperfeiçoar o seu processo de tomada de decisão e uso de recursos a fim de compreender a complexidade inerente aos sistemas pecuários.

As tecnologias para aumentar a produtividade estão disponíveis (Barcellos, 2007), mas a produtividade da atividade pecuária ainda é baixa quando comparada com a de outros países (Brisolara, 2001; Beretta et al., 2002; SEBRAE/SENAR/FARSUL, 2005). Uma visão otimista do futuro pode considerar o surgimento de uma nova pecuária, capaz de modelar seus processos, gerando informações adequadas às necessidades dos produtores para que produzam com maior eficiência produtiva e econômica.

Os modelos de simulação são ferramentas eficazes para analisar as

interações entre animais, sistemas de produção e recursos naturais e humanos (Jones et al., 1997). O aperfeiçoamento da atividade pode ser alcançado com o desenvolvimento de modelagens para a pecuária, com o intuito de contribuir na elevação dos seus índices de produtividade e eficiência.

Segundo Ferreira et al. (2002), a complexidade das relações existentes entre os fatores que compõem o sistema pecuário tem dificultado a tomada de decisão e a avaliação do impacto de estratégias na produtividade. Para compreender a complexidade do sistema, devem-se analisar os elementos e suas inter-relações e a influência do ambiente (Vilckas, 2004). Dessa forma, acredita-se que o pensamento sistêmico (Morin, 2005) irá predominar nas modelagens de processos produtivos nas diversas áreas do conhecimento, inclusive na pecuária de corte.

A fim de elevar a competitividade do setor, novos caminhos podem ser trilhados para compreender como se processa a elevação da produtividade e da eficiência da produção de bovinos de corte em sistemas de ciclo completo e a sua importância para a sustentabilidade. Atualmente, o aumento da produtividade não se limita aos aspectos produtivos e econômicos, pois, com a elevação da produção por hectare, a emissão de gases de efeito estufa fica reduzida e a terra não usada com pasto pode ser liberada para o aumento da produção agrícola (Lima, 2000; Cerri et al., 2010). O investimento e desenvolvimento de modelagens focadas em resultados práticos e aplicadas à produção poderão trazer benefícios à sociedade.

A modelagem comumente desenvolvida nas pesquisas envolve processos biológicos, considerando o efeito do uso alternativo de insumos ou

tecnologias. Essa é uma característica observada nas modelagens agrícolas (Feldkamp, 2004; Romera et al., 2004; Villalba et al., 2010). A eficiência e produtividade de um sistema biológico são funções de relações oriundas dos processos que resultam da transformação das entradas em saídas.

No presente trabalho, os indicadores zootécnicos são entradas, e não saídas do modelo. As tecnologias e insumos aplicados aos animais (1) exercem efeito no desempenho zootécnico do rebanho (2), que, por sua vez, determina a produtividade do sistema (3). Por isso, a maioria das pesquisas em produção animal detém-se entre (1), (2) e (3). Neste estudo, o foco são as relações existentes entre (2) e (3). Com isso, os indicadores zootécnicos são apenas variáveis independentes. A produtividade é modelada somente em relação aos coeficientes técnicos que revelam o desempenho de um rebanho, não sendo considerado o desempenho em relação ao uso de insumos e tecnologias.

Nessa perspectiva, o desempenho animal observado nas diferentes etapas produtivas determina a produtividade. Com a informação dos indicadores zootécnicos e da lotação animal, é possível estimar a produção por hectare, sem a obrigatoriedade de modelar a relação de dependência existente entre eles.

Esse enfoque não é comum na literatura. A razão desse fato talvez seja a formação dos pesquisadores de produção animal, com origem predominante em ciências agrárias, em que se busca modelar o mundo real verificado nos sistemas biológicos. Além disso, quando o interesse é avaliar a importância de um indicador zootécnico por meio do impacto que suas

mudanças têm na margem bruta, por exemplo, a recomendação dos resultados para outros sistemas produtivos pode ficar limitada.

Modelos mais amplos são interessantes, devendo ser pesquisados. Entretanto, com a redução da variabilidade pela não-inclusão no modelo de aspectos tecnológicos, tem-se a possibilidade de generalizar os resultados para uma quantidade maior de sistemas produtivos. Neste caso, não se incluem equações de crescimento ou desempenho animal em função do consumo de alimentos. A razão é que as condições genéticas, sanitárias e nutricionais estão implícitas, e seus efeitos podem ser verificados observando-se o valor dos indicadores zootécnicos.

Nesse sentido, existe uma lacuna a ser desvendada com pesquisas entre o desempenho animal e o desempenho sistêmico. Pretende-se discorrer sobre algumas relações que futuramente talvez venham a consolidar a construção de um conhecimento que possibilite prever o desempenho produtivo de sistemas de forma aplicável aos produtores, auxiliando na tomada de decisão. Esse conhecimento poderá servir de instrumento para o aumento da eficiência bioeconômica da pecuária de corte e da sustentabilidade da atividade. Talvez esse seja um dentre outros caminhos necessários para a construção de uma pecuária de precisão.

Neste trabalho, serão identificados o cenário em que cada indicador zootécnico apresenta maior resposta marginal e o indicador que apresenta maior resposta marginal em cada cenário. Além de questões sobre produtividade, serão identificados cenários alternativos em que diferentes sistemas produtivos apresentam a mesma eficiência bioeconômica. Acredita-se

que os efeitos obtidos pela análise de sensibilidade dos indicadores zootécnicos revelem que os impactos não são constantes.

Essa constatação teve origem na observação dos resultados de pesquisas realizadas na Universidade Federal do Rio Grande do Sul por Salles (1977), Mielitz Netto (1979), Rodrigues (1989), Pötter (2000), Brisolara (2001) e Beretta et al. (2002). Para o aumento da produtividade e da rentabilidade, em alguns resultados, a taxa de natalidade é mais importante que a idade de abate e, em outros, é o inverso. A indagação de comparação entre a idade de acasalamento e a idade de abate para verificar qual era o indicador mais importante também não apresentou os mesmos resultados. Como os resultados são específicos e dependem dos cenários considerados nos trabalhos, não é possível obter valores de impactos desses indicadores zootécnicos que sejam constantes para todas as circunstâncias.

Nessa ótica, a relação entre os indicadores zootécnicos e a produtividade indica não ser linear. Com o trabalho, pretende-se avaliar impactos produtivos e encontrar um modelo para prever a produtividade de sistemas pecuários através de indicadores zootécnicos e da lotação animal. Com a posterior inclusão de aspectos econômicos, pretende-se desenvolver um método para avaliar a eficiência bioeconômica da atividade.

Para isso, no Capítulo II, serão avaliados os impactos da variação dos indicadores de processos ou locais (taxa de natalidade, idade de acasalamento, idade de abate) nos indicadores globais ou sistêmicos (produção por hectare e taxa de desfrute). A produtividade será avaliada por meio da evolução do rebanho e análise de sensibilidade, alterando-se os

indicadores zootécnicos, mas sem explicitar os insumos ou alternativas tecnológicas que proporcionaram a melhoria no desempenho do rebanho. Será proposto um modelo para prever a produção por hectare e a taxa de desfrute.

No Capítulo III, será desenvolvido um indicador para estimar a eficiência bioeconômica de sistemas produtivos, identificar cenários alternativos que elevem a eficiência e construir relações de isoeffiência entre sistemas de ciclo completo na produção de bovinos de corte no Rio Grande do Sul.

A seguir, faz-se uma descrição dos objetivos e hipóteses e, depois, uma revisão de alguns conceitos importantes para o trabalho. Enquanto o Capítulo II trata da produtividade, avaliando o comportamento de variação dos impactos de alguns indicadores zootécnicos com o aumento da produtividade, o Capítulo III aborda a eficiência, descrevendo o desenvolvimento e a aplicação de um indicador para avaliação de eficiência bioeconômica entre diferentes cenários produtivos. O Capítulo IV aborda as considerações finais do trabalho.

## 2 HIPÓTESES

- ✓ A contribuição da taxa de natalidade, idade de acasalamento e idade de abate para o aumento da produção por hectare e da taxa de desfrute não tem intensidade constante, pois varia com a mudança dos indicadores zootécnicos;
- ✓ Essa contribuição, medida pelo impacto marginal, pode ser conhecida através de estimativas em diferentes cenários de desempenho zootécnico;
- ✓ A aplicação de um indicador de eficiência bioeconômica possibilita conhecer os cenários de preços da terra, preço do produto e custos de produção e produtividade em que sistemas de produção com diferentes características produtivas e econômicas apresentam eficiências equivalentes.

### **3 OBJETIVOS**

#### **3.1 Objetivo Geral**

Avaliar os impactos da taxa de natalidade, da idade de acasalamento e da idade de abate na produtividade de sistemas de produção de bovinos de corte e desenvolver um indicador para determinar a eficiência da atividade.

#### **3.2 Objetivos Específicos**

- ✓ Avaliar os impactos da taxa de natalidade, da idade de acasalamento e da idade de abate na produção por área e na taxa de desfrute de sistemas de ciclo completo de bovinos de corte;
- ✓ Desenvolver um indicador para determinar a eficiência bioeconômica e identificar as relações de isoeffiência entre preços de terra, preço do produto, produção por hectare e custo de produção para a pecuária de corte do Estado do Rio Grande do Sul.

## 4 METODOLOGIA GERAL

### 4.1. Descrição do modelo:

Para avaliar os impactos dos indicadores zootécnicos na produtividade, foi elaborado um modelo computacional determinístico, mediante pressupostos de evolução do rebanho, para estimar a produtividade e a eficiência bioeconômica na produção de bovinos de corte. O modelo determinístico estima a produtividade a partir do desempenho do rebanho, da taxa de lotação animal e de coeficientes técnicos da atividade.

A classificação do modelo mais apropriada é a descrita por Barbier e Carpentier (2000), onde o modelo é do tipo sem *framework* de otimização, pois apresenta componentes baseados em regras heurísticas (Figueiredo, 2006) quanto às variáveis produtivas e econômicas e a interação entre elas.

As variáveis de entrada e saída são as seguintes:

a) Variáveis de entrada: Área explorada (hectares); Lotação animal (UA ha<sup>-1</sup>); Taxa de natalidade (%); Taxa de mortalidade média do rebanho (%); Taxa anual de descarte de vacas (%); Taxa anual de descarte de touros (%); taxa de touros no rebanho (%); Idade de acasalamento das novilhas (anos); Idade de abate dos novilhos (anos); Peso ao desmame (kg); Peso médio das categorias (kg); Pesos de abate (kg); Ganhos médios diários (GMD) na recria e na terminação (kg dia<sup>-1</sup>); Relação entre novilha acasalada e vaca (%); Coeficiente de lotação dos animais (UA); Custo do componente solo (R\$); Custo do componente planta (R\$); Custo do componente animal (R\$) e Preço quilograma de peso vivo vendido (R\$ kg PV<sup>-1</sup>).

b) Variáveis de saída: Produção por hectare (kg de PV ha<sup>-1</sup>); Taxa de desfrute (%); Produção total (kg de PV); Eficiência do componente solo; Eficiência do componente planta; Eficiência do componente animal e Indicador de Eficiência Bioeconômica.

A produção por hectare (PH) é o quociente entre o peso vivo de animais vendidos para abate e a área explorada na produção de bovinos de corte (kg PV ha<sup>-1</sup>). A taxa de desfrute (TD) é o quociente entre o peso vivo de animais vendidos para abate (kg) e o peso vivo de animais em estoque na área explorada (%).

O modelo apresenta os seguintes pressupostos:

a) O rebanho é estabilizado, sendo que a distribuição das categorias animais reflete os efeitos dos indicadores zootécnicos no nascimento de terneiros, morte e venda de novilhos, vacas, novilhas e touros de descarte;

b) O rebanho é fechado, não se considera compra de animais, comercializando-se para o abate apenas animais produzidos na empresa.

c) A venda é exclusiva de animais para o abate, não sendo vendidos terneiros, animais para recria ou magros para terminação por terceiros;

Com o modelo, estimou-se uma equação de regressão, sendo avaliados os impactos dos indicadores zootécnicos na produtividade global do sistema (Capítulo II). O modelo também foi utilizado para determinar cenários de eficiência bioeconômica para o Estado do Rio Grande do Sul (Capítulo III).

Para esse fim, gerou-se uma matriz com valores para a produção por hectare e taxa de desfrute por meio de distribuições aleatórias uniformes entre o valor mínimo e máximo de cada variável de entrada (Tabela 1). Estes

valores foram definidos a partir dos valores apresentados por Mielitz Netto, 1979; Potter, 2000; Brisolara, 2001; Beretta et al., 2002 e SEBRAE/SENAR/FARSUL, 2005. As regras que definem as condições de uso dos valores de cada variável dentro da amplitude serão apresentadas no Apêndice 1.

TABELA 1 – Valores máximos e mínimos das variáveis de entrada do modelo

Variável de Entrada	Unidade	Valores
Área explorada	hectare	1.000
Taxa de lotação	UA ha <sup>-1</sup>	0,50 a 1,50
Taxa de natalidade	%	50 a 80
Idade de acasalamento das novilhas	anos	1 a 3
Idade de abate dos novilhos	anos	1 a 3
Taxa de mortalidade média do rebanho	%	2 a 5
Taxa anual de descarte de vacas	%	15
Taxa anual de descarte de touros	%	25
Quantidade de touros no rebanho	%	3
Peso de abate das vacas de descarte	kg	400 a 500
Peso de abate dos touros	kg	800
Peso de abate dos novilhos	kg	360 a 480
Peso de abate das novilhas de descarte	kg	350 a 415
Peso médio dos machos de 1 ano	kg	195 a 300
Peso médio dos machos de 2 anos	kg	267 a 340
Peso médio dos machos de 3 anos	kg	340 a 380
GMD recria dos machos	kg	0,199 a 0,541
Peso médio fêmeas de 1 ano	kg	140 a 325
Peso médio fêmeas de 2 anos	kg	199 a 325
Peso médio fêmeas de 3 anos	kg	260 a 325
GMD recria das fêmeas	kg	0,164 a 0,784
Peso ao desmame dos machos	kg	158 a 200
Peso ao desmame das fêmeas	kg	110 a 180

#### 4.2. Esclarecimentos metodológicos:

A escolha da utilização da produção por hectare e da taxa de desfrute como medidas de desempenho do sistema teve origem na percepção das diferenças de conceitos entre ganho animal, ganho por área e lotação animal. O objetivo foi esclarecer, de maneira sucinta, a importância de usar esses dois indicadores em conjunto, tendo em vista que a produtividade global de sistemas de ciclo completo tem sido descrita de variadas maneiras, dificultando a comparação de sistemas quando existe escassez de informações.

Para medir a produtividade da pecuária, é comum utilizar o indicador produção por hectare, como ocorre na agricultura. Entretanto, devido à existência simultânea de diferentes categorias animais, com objetivos de produção distintos e ganhos na cria e recria que não resultam necessariamente num desfrute imediato, como ocorre com os ganhos na terminação, deve-se incluir outro indicador para avaliar o desempenho de sistemas de ciclo completo.

A taxa de desfrute é este importante indicador de desempenho do rebanho na avaliação da produtividade de sistemas de ciclo completo. Ignorá-la e utilizar somente a produção por hectare ou somente o ganho médio diário como medida complementar à da produção por hectare ou, ainda, ignorar todos esses indicadores e medir a produtividade somente pela lotação animal poderá limitar a avaliação de desempenho de sistemas de ciclo completo pelo menos por três razões:

1º) O ganho por animal não é desfrutado imediatamente

A agricultura investe no solo e dele colhe seus frutos. Já na produção animal, investe-se no solo; do solo, obtém-se uma resposta nos animais pela forragem, e, dos animais, colhem-se os frutos. Como nem todos os animais que estão nos campos são extraídos do sistema, o seu desempenho individual expressa produtividade da pastagem, não necessariamente produtividade do sistema. A produtividade sistêmica dá-se pela relação entre o efetivo de que se desfruta, retirado do sistema anualmente, e o efetivo existente na área explorada, mais a variação do estoque. Isso é particularmente importante para sistemas de ciclo completo.

O intervalo de tempo entre o ganho obtido pelo animal e o desfrute obtido com a venda dos animais torna impeditivo que análises de produtividade sejam feitas utilizando-se exclusivamente o ganho médio diário. O ganho médio diário sozinho não avalia a produtividade do sistema. Dobrar esse ganho pode, na verdade, mais que dobrar a produção por área pelo aumento da taxa de natalidade, redução da idade de acasalamento e idade de abate. Aumentando-se o ganho médio diário, reduz-se o tempo necessário para a terminação dos animais e, conseqüentemente, aumenta-se a taxa de desfrute do rebanho e a produtividade do sistema. Esse intervalo existente entre o ganho por animal e o desfrute efetivo com a venda dos animais reforça a importância da utilização da taxa de desfrute como um indicador de produtividade fundamental para avaliar sistemas de ciclo completo.

## 2º) O ganho por área não revela a origem dos ganhos

Como o desempenho individual não expressa a produtividade sistêmica, pode-se erroneamente concluir que a produção por área poderia cobrir essa deficiência de medida de produtividade na produção de bovinos de corte. Isso não ocorre, porque a produção por área não revela a origem dos ganhos. Assim, fica oculto se a razão do aumento da produção por área foi o aumento da capacidade de suporte da pastagem, possibilitando aumentar a lotação e o ganho por área, ou o aumento da qualidade do pasto, que, mesmo com uma lotação constante, pode melhorar o desempenho animal, aumentando a taxa de desfrute e, conseqüentemente, o ganho por área.

A dupla possibilidade de produzir mais carne aumentando-se a qualidade do pasto (ganho no desempenho do rebanho) ou pelo aumento da quantidade de pasto (ganho pelo menos no aumento da lotação animal) faz com que se recomende a utilização conjunta da produção por hectare e da taxa de desfrute para a avaliação da produtividade de sistemas de ciclo completo.

## 3º) A lotação animal mede estoque, e não produção

Quando utilizada isoladamente, a lotação animal é um indicador limitado para a avaliação da produtividade de sistemas de ciclo completo em bovinos de corte. Isso se deve ao fato de que o aumento na quantidade de animais por hectare pode comprometer o ganho diário e o desempenho reprodutivo das matrizes, aumentar a idade ao acasalamento e ao abate e, com isso, reduzir a produção por hectare e a taxa de desfrute. Esse indicador não mede o produto oriundo da atividade pecuária, mas considera, inclusive, o

estoque em animais da cria e recria. Essas categorias são utilizadas para a produção do produto da fase de terminação. Os animais da fase de terminação saem efetivamente da propriedade no curto prazo e, dessa forma, refletem a produtividade real do sistema. A utilização isolada da lotação animal revela um viés de percepção quanto à visão sistêmica da produção, e a sua utilização isolada ou difusão indiscriminada poderá retardar a elaboração e definição de estratégias que fomentem e efetivamente proporcionem a elevação da produtividade e da eficiência da pecuária de corte.

## **5 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA**

### **5.1 Produtividade e Eficiência**

A produtividade e a eficiência produtiva foram inicialmente estudadas por Koopmans (1951) e Farrel (1957), que utilizaram conceitos de função de produção e de função distância de um ponto observado em relação à sua fronteira. Segundo esses conceitos, produtividade é a relação entre produtos e os insumos requeridos para gerá-los. As diferenças de produtividade decorrem de diferenças na tecnologia de produção, diferenças na eficiência do processo de produção e diferenças de ambiente onde a produção ocorre. Segundo Toresan (1998), a partir da produtividade, derivaram-se conceitos de eficiência, conforme Debreu (1951) e outros autores contemporâneos, como Shephard e Malmquist.

Nessa abordagem, a eficiência produtiva de um sistema de produção pode ser definida como o quociente entre a relação produto-insumo observada e a relação produto-insumo ótima. A eficiência técnica refere-se ao conjunto ótimo de possibilidades.

Ressalta-se que a utilização da produtividade como medida de eficiência é frequentemente operacionalizada como razão de produtos e insumos. Na agricultura, a produtividade do recurso terra é geralmente utilizada como indicador de desempenho. Severiano Filho (1999) define produtividade como a relação entre o volume de produção e o volume de recursos utilizados para obter-se essa produção, metrificando a eficiência do processo. Em suma, produtividade é uma medida da eficiência do processo produtivo.

A diferença entre produtividade e eficiência encontra-se basicamente no propósito da medida. Pode-se considerar a produtividade como uma medida de valores absolutos e a eficiência como uma medida de valores relativos. Como as diferenças são sutis, estes são dois conceitos que podem ser facilmente confundidos. Produtividade é o quanto se produz em relação aos recursos utilizados. Eficiência é o quanto se produz em relação ao quanto se poderia produzir; geralmente, é expressa em porcentagem.

Segundo Toresan (1998), a literatura retrata basicamente as abordagens de construção de índices de produtividade total dos fatores, abordagem econométrica e abordagem de programação linear, para a mensuração multidimensional da produtividade e da eficiência técnica de unidades produtivas, tomando por base a medida empírica estabelecida por Farrel (1957).

Na década de 70, Charnes et al. (1978) desenvolveram, utilizando programação linear, o método Análise Envoltória de Dados (DEA - Data Envelopment Analysis) para mensurar a eficiência relativa de um conjunto de unidades de produção, sem considerar o valor de mercado dos insumos e produtos. Através do uso do DEA, pode-se construir uma fronteira de produção empírica e estabelecer uma medida de eficiência com base na distância de cada unidade em relação à fronteira. DEA generaliza as medidas de Farrel (1957) e busca medir a eficiência produtiva de unidades de produção com múltiplos produtos e múltiplos insumos.

Estudos utilizaram essa técnica para avaliar a eficiência de sistemas produtivos no Brasil (Somwaru & Valdes, 2004; Abreu, 2006; Abreu et al.,

2008). O objetivo foi testar metodologias de seleção de variáveis e de modelos DEA para avaliação da eficiência da introdução e da adaptação de tecnologias em sistemas de produção. Essas pesquisas em bovinocultura são escassas no Brasil.

Apesar do potencial da análise em sistemas de produção de bovinos de corte utilizando o método de Análise Envoltória de Dados, ele não se aplica aos objetivos deste trabalho. Enquanto ele utiliza unidades eficientes como *benchmark* para as unidades ineficientes, o trabalho aqui proposto estuda e eficiência das relações absolutas inerentes a um sistema, ao invés das relações relativas entre diferentes unidades produtivas. A eficiência é medida *per si*.

Com esse enfoque, a produtividade e a eficiência na produção animal foram estudadas por Beretta et al. (2002). A quantidade de quilogramas de peso vivo produzidos por hectare foi retratada como produtividade física do sistema. A eficiência foi analisada nas perspectivas do estoque, biológica e conversão. A eficiência de estoque é a relação entre os quilogramas produzidos e o peso vivo médio em estoque no sistema. A eficiência biológica foi avaliada como a energia necessária por unidade de produto gerada no sistema. Esta foi estimada como a relação entre a energia metabolizável (EM) consumida anualmente pelo rebanho e os quilogramas de peso vivo produzidos. A eficiência de conversão do alimento representa os quilogramas de matéria seca consumidos por unidade de peso vivo ganho.

Considerando essa abordagem, a forma de medir a eficiência pode ser feita basicamente de duas formas. Mede-se a eficiência entre sistemas,

onde os valores das propriedades são comparados de forma relativa, ou dentro do mesmo sistema, onde são comparados valores obtidos de variáveis que utilizam as mesmas unidades, geralmente expressos na forma percentual.

Ressalta-se que algumas pesquisas recentes também utilizaram a expressão *eficiência biológica*, mas de distintas formas (Jorge et al., 2006; Restle et al., 2007; Vaz et al., 2010).

A eficiência e a produtividade enquadram-se numa classe de termos que sofrem interpretações diferentes e muitas vezes antagônicas (Costa, 1983). A diversidade de contribuições teóricas e práticas sobre produtividade e eficiência tem produzido um conjunto de conceitos e métodos que disputam ou se completam entre si.

Macedo (2002) aponta que a gestão da produtividade está se tornando um dos quesitos essenciais na formulação das estratégias de competitividade das empresas. Isso envolve a medição da produtividade, a identificação e a análise dos fatores determinantes dos gargalos de produtividade e a definição e aplicação de propostas de superação desses gargalos.

Outros conceitos de produtividade utilizados originalmente na indústria foram expostos por Hayes et al. (1988), que apresenta uma descrição detalhada da produtividade simples, total de fatores e agregada. Esses conceitos têm origem nas ciências econômicas e refletem igualmente essa visão multidisciplinar do assunto.

Pôde-se observar a aplicação prática desses conceitos por Gasques (2004) ao utilizar a produtividade total de fatores para medir as fontes de

crescimento da agricultura brasileira. Segundo o autor, o uso de insumos foi apenas uma primeira fonte de crescimento, dentre outras, como inovação institucional e progresso tecnológico. A pesquisa agropecuária foi outro fator apontado como um dos determinantes dos ganhos de produtividade na agricultura. Ressalta-se que o estudo sobre produtividade tem aplicações variadas e que sua caracterização tem sido flexibilizada de acordo com os objetivos do trabalho.

Son (1987) avaliou a produtividade global de indústrias a partir de dimensões de produtividade, qualidade total e flexibilidade, desenvolvendo a medida IMPM (*Integrated Manufacturing Performance Measure*). As limitações deste e de outros métodos para medição de produtividade foram discutidas por Oliveira (2005).

Dessa forma, a produtividade e a eficiência são conceitos que devem ser adaptados e aplicados às necessidades específicas para construção do conhecimento multidisciplinar, pois não apresentam definições exclusivas. Percebe-se que existe espaço para outras aplicações, a fim de atender a novos problemas de pesquisa.

## **5.2 Modelagem de Sistemas na Pecuária de Corte**

Os modelos servem como uma representação externa e explícita de parte da realidade projetada para algum propósito definido (Pidd, 1996). O processo de modelagem deve levar ao desenvolvimento de modelos tão simples quanto possível, incluindo apenas os elementos relevantes para o

objetivo para o qual é proposto. Para Sterman (1996), é importante ter um propósito bem definido como ponto de partida.

Segundo Acock & Acock (1991), citado por Lana (2002), os modelos podem ser classificados em diferentes tipos: conceituais, físicos e matemáticos. Os modelos físicos são representações em menor escala da realidade, como no caso de maquetes. Os modelos conceituais descrevem o sistema ou seu comportamento através de teorias, *frameworks* ou gráficos. Os modelos matemáticos descrevem o sistema por meio de equações matemáticas, para o que são necessários dados de entrada resultando em saída do modelo. O modelo matemático representa, quantitativamente, hipóteses assumidas sobre o sistema real.

Os modelos matemáticos podem ser classificados como estáticos ou dinâmicos, de acordo com seu comportamento em relação ao tempo. Finalmente, os modelos matemáticos podem ser estocásticos ou determinísticos, de acordo com o tratamento probabilístico dado às suas variáveis e parâmetros (Sainz & Baldwin, 2002). O modelo do presente estudo é estático e determinístico.

A elaboração de um modelo matemático, segundo Reichardt e Bacchi (1998), segue exatamente as regras básicas do método científico, que são: 1) observação de um sistema; 2) formulação de uma hipótese, na tentativa de explicar as observações; 3) predição do comportamento do sistema por meio de simulação; 4) experimentação para testar a validade das hipóteses (validação do modelo).

Entretanto, a modelagem é um processo subjetivo que, segundo

Sterman (2000), nunca poderá ser avaliado como correto, uma vez que trata de representações da realidade. Assim, no sentido mais amplo, pode-se dizer que não existe um modelo totalmente validado, já que todo modelo é algo menos que a realidade (Lana, 2002).

Validação, portanto, deve ser entendida como uma demonstração de que um modelo, dentro do seu domínio de aplicabilidade, possui abrangência satisfatória, é consistente e serve aos propósitos para o qual foi construído (Curry et al., 1989; Sterman, 2000). Dessa forma, a validação do modelo deve levar em consideração a consistência ou a lógica de sua estrutura interna (Ruth & Hannon, 1997). Essa demonstração indica que um modelo pode ser aceito para uso, sem que expresse qualquer verdade absoluta, nem mesmo que seja o melhor modelo disponível (Lana, 2002).

A modelagem do sistema proposto neste trabalho visou a compreender o comportamento de algumas variáveis, seguindo alguns pressupostos de parte da realidade existente em sistemas de ciclo completo de bovinos de corte.

Barbosa et al. (2002) descreveram vários modelos de simulação utilizados na pecuária de corte. Na pecuária, a avaliação da eficiência e as análises econômicas utilizando abordagens de programação linear intensificaram-se desde a utilização dos primeiros computadores nos meios acadêmicos. Na UFRGS, pesquisas sobre análise técnico-econômica de sistemas produtivos pecuários iniciaram na década de 70; alguns pesquisadores foram Rodrigues (1975), Salles (1977), Ely (1979), Mielitz Netto (1979), Salles & Acevedo (1982) e Rodrigues (1989).

Nesses trabalhos, os principais problemas estão relacionados com racionalização do uso de recursos produtivos, como terra e capital. O problema é estruturado utilizando-se basicamente a programação linear; com uma função objetivo sujeita às restrições de recursos, busca-se a otimização do sistema.

Esta revisão de literatura visa a descrever os problemas de pesquisa estudados e o método utilizado, seguindo uma linha de tempo que possibilite acompanhar a evolução da pesquisa nessa área. A ênfase será no método, e não nos resultados obtidos.

Rodrigues (1975) realizou a análise econômica de um experimento com bovinos de corte em confinamento através de uma função de produção. Para análise econômica, analisou as variáveis energia digestível, proteína digestível e peso inicial, para explicar o ganho de peso observado. Utilizou dois preços de venda e duas maneiras de obter a ração, totalizando quatro combinações diferentes de custos e receitas. O problema de pesquisa foi o rendimento do sistema. Um dos objetivos era determinar o ponto ótimo de abate, comparando os valores do produto marginal de cada recurso com os respectivos preços.

Os ganhos de produtividade e econômicos obtidos com dois níveis de adubação de pastagem nativa e dois sistemas de pastoreio (rotativo e contínuo) foram estudados por Salles (1977). O impacto da adoção tecnológica foi analisado através de um modelo econômico da empresa pecuária, utilizando programação matemática com função objetivo e conjunto de restrições lineares. Constatou-se que a redução na idade de abate é o coeficiente técnico que apresenta maior impacto nos índices de produtividade.

A combinação ótima de alternativas de uso de silagem de sorgo e sistemas de produção de forrageiras foi estudada por Ely (1979). O problema de pesquisa era a combinação de alternativas tecnológicas que maximizassem o lucro da pecuária. O modelo de programação linear utilizado determinou que a idade de abate e acasalamento aos dois anos, naquelas condições, maximizava o retorno total da propriedade. Para a pecuária tradicional, a opção com melhor retorno econômico foi o arrendamento do campo.

Mielitz Netto (1979) mudou a direção das pesquisas da época realizando um estudo sobre os retornos marginais das tecnologias. O enfoque foi determinar o limite de custo máximo, de modo que fossem viáveis economicamente as mudanças nos coeficientes técnicos, como taxa de natalidade, idade de abate e de primeira cobertura, na bovinocultura de corte do Rio Grande do Sul. Depois desse estudo, essa linha de pesquisa não apresentou trabalhos e só teve continuidade depois de duas décadas por Brisolara (2001).

Na matriz de programação linear utilizada por Mielitz Netto (1979), pode-se observar que as modificações que proporcionaram maiores impactos à margem bruta foram relacionadas à taxa de natalidade. Na época, foi uma constatação que contrariou a tendência generalizada de produtores, incentivada por órgãos governamentais, de reduzir a idade de abate em detrimento de práticas que provocavam as reduções de idade de cobertura.

Alguns questionamentos foram surgindo à medida que se obtinham diferentes resultados nas pesquisas. Por exemplo, qual o coeficiente ou indicador zootécnico que impacta com mais intensidade nos resultados da

propriedade rural? Quanto cada indicador contribui para o aumento da eficiência produtiva e econômica da pecuária de corte?

Uma das conclusões de Mielitz Netto (1979) foi a de adoção da prática de mudança simultânea nos indicadores, pois com isso a fronteira de viabilidade econômica era expandida. Além dessa prática, o autor sugeriu que fossem produzidas orientações que auxiliassem a tomada de decisão do produtor e possibilitassem analisar previamente o efeito da mudança dos indicadores nos resultados da propriedade. Segundo ele, a principal limitação do seu trabalho foi considerar indicadores constantes, como a mortalidade e a taxa de lotação, por exemplo. Essa pressuposição restringiu a possibilidade de generalização dos resultados. Ressalta-se que as sugestões de pesquisa de Mielitz Netto (1979) muito contribuíram para a elaboração deste trabalho.

De maneira geral, constata-se que os estudos visavam a obter resultados pontuais para seus problemas de pesquisa. O estudo e a obtenção de respostas que maximizam a eficiência produtiva ou econômica em casos pontuais são objetivos mais frequentes que o estudo e a compreensão do comportamento desses indicadores e de suas relações com a produtividade em condições flexíveis e de cenários mais amplos.

Rodrigues (1989), buscando encontrar alternativas que aliassem a produtividade e a rentabilidade, analisou a viabilidade de utilizar a pecuária de duplo propósito (carne e leite), a fim de viabilizar o investimento em tecnologias e aumentar a produtividade de forma viável economicamente. A produção de leite e a taxa de natalidade são os indicadores mais importantes para viabilização do processo. A redução da idade de abate apresentou melhores

resultados que a redução da idade de acasalamento. O melhor resultado foi o incremento da natalidade na pecuária tradicional a custo quase zero. Nas condições do trabalho de Rodrigues (1989), o indicador taxa de natalidade retomou sua importância.

Ao analisar esses trabalhos, parece que o comportamento marginal dos indicadores não é constante e que os demais indicadores e seus valores combinados influenciam o valor do impacto marginal dos indicadores. A partir desses estudos, surge a hipótese de que o impacto do sistema varia, provocando o interesse em descobrir um padrão de regularidade nesta variação.

Pesquisas recentes incorporaram a utilização de outras ferramentas, além da programação linear. As planilhas eletrônicas são muito utilizadas devido à sua flexibilidade e facilidade de uso. Predomina a sua utilização em trabalhos mais recentes, como os de Pötter et al. (2000), Brisolara (2001), Beretta et al. (2002), Guedes & Mattos (1993) e Barbosa et al. (2010). No Brasil, esses trabalhos tornaram-se importantes fontes de consulta sobre avaliações produtivas e econômicas. Outras publicações tratam de questões semelhantes, como as de Ogle & Tither (2000), Feldkamp (2004), Romera (2004), Romera et al. (2006) e Woodward et al. (2008).

Uma característica quase generalizada encontrada nesses trabalhos é que os modelos elaborados estimam ou utilizam equações que consideram o desempenho animal a partir do uso de insumos, ou seja, a partir de uma dada quantidade de insumo, tem-se uma resposta produtiva. Estabelecem-se relações entre o consumo de insumo e o desempenho individual dos animais.

Logo, o foco principal da maioria dessas pesquisas em produção animal é o desempenho dos animais.

Outros trabalhos utilizam os modelos bioeconômicos para obtenção de valores econômicos de características de interesse econômico em sistemas de produção de gado de corte. Têm sido crescentes as pesquisas que envolvem aspectos econômicos no melhoramento genético. Justifica-se, pois, segundo Harris et al. (1970), que o objetivo da seleção deve ser uma das seguintes opções: lucro, retorno do investimento ou custo por unidade de produto. Os estudos de Wolfová et al. (2005), Jorge Júnior et al. (2006), Wolf (2008) e Hirooka (2010) enfocam essas características bioeconômicas.

Entretanto, observa-se que a variabilidade econômica, biológica, climática e tecnológica existente nos sistemas limita a determinação de valores econômicos gerais. A importância das características altera-se especialmente com a variabilidade existente nos aspectos econômicos. A mudança de preços e custos alteraria o valor econômico das características.

Após conhecer os princípios e o impacto de alguns fatores na produtividade, talvez seja possível incorporar aspectos econômicos e, assim, auxiliar a tomada de decisão que proporcione maiores retornos econômicos. Esses aspectos serão vistos nos Capítulos II e III deste estudo.

No presente trabalho, os indicadores zootécnicos são entradas, e não saídas do modelo. Os aspectos biológicos de consumo de alimentos e os efeitos no desempenho não foram modelados. Nesta perspectiva, o desempenho animal nos processos produtivos é a causa da variação da produtividade numa ótica sistêmica. Os indicadores zootécnicos e a lotação

animal são informados para estimar a produção por hectare, entretanto, sem modelar a relação de dependência existente entre eles.

Existe uma predominância de pesquisas em produção animal que estudam relações entre insumos e desempenho dos animais. O produto considerado não é, em sua maioria, a produção final obtida em relação a recursos limitantes, ou seja, um produto sob diferentes óticas de produtividade. Com essa abordagem, prioriza-se o desempenho individual dos animais, e não o desempenho sistêmico.

A utilização de indicadores zootécnicos como meio da análise, e não fim, é a principal característica deste trabalho. Os indicadores zootécnicos sozinhos expressam desempenho do rebanho, e não sistêmico. Por isso, são pré-requisitos para estimar a produtividade, e não sinônimos dela. Com isso, é necessária a utilização de indicadores sistêmicos. Isso não é observado na agricultura, onde as entradas geram as saídas de maneira direta.

Além disso, para Ferreira et al. (2002), é preciso contar com informações atualizadas que permitam auxiliar na tomada de decisões do produtor rural. Essas informações não devem ser pontuais, mas sim contar com uma visão sistêmica dos processos biológicos e econômicos que influenciam os resultados da propriedade.

Esses modelos são úteis para o aumento da capacidade de previsão de resultados de diferentes decisões e estudo da sensibilidade do sistema a diferentes estratégias de manejo e alocação de fatores de produção (Barioni et al. 2002).

### 5.3 O Processo Decisório em Empresas Rurais

O processo de tomada de decisão é um estudo proposto inicialmente por Simon (1945). A partir dele, muitas pesquisas vêm sendo realizadas com o intuito de racionalizar esse processo (Turban & Aronson, 1998; Strauss, 2009; Scherbaum, 2010). Um exemplo é a sua aplicação em propriedades agrícolas (Keating & Mc Cown, 2001; Zahra et al., 2006; Waithaka et al., 2006; Magne et al., 2010).

A tomada de decisão representa o processo pelo qual uma alternativa de comportamento ou estratégia é selecionada e realizada em determinado momento (Simon, 1965). Simon afirma que o comportamento real não alcança a racionalidade objetiva (a melhor escolha), pois o indivíduo é limitado e influenciado, muitas vezes, por sua capacidade física, pelos seus valores e pela extensão de seus conhecimentos (Albuquerque & Estevão Filho, 2005).

Quanto à limitação de conhecimentos, Simon (1965) propõe que, ao administrar, não é possível ter acesso a todas as possibilidades de ação, medindo todas as opções, tendo-se em vista a impossibilidade de obter todas as informações, devido a problemas de tempo e custo. O administrador contenta-se em adquirir um número limitado de informações, um nível satisfatório que possibilite a identificação dos problemas e algumas soluções alternativas. “O que o indivíduo faz, na realidade, é formar uma série de expectativas das conseqüências futuras, que se baseiam em relações empíricas já conhecidas e sobre informações acerca da situação existente”

(Simon, 1965, p.81).

Mesmo que fosse possível o ser humano ter acesso a todas as informações de que necessita, ele não seria capaz de interpretar todas as informações disponíveis, tendo em vista a impossibilidade física de relacionar todos os fatos, tornando improvável a escolha da solução ideal ou a melhor alternativa (Motta & Vasconcelos, 2002). Em resumo, para Simon, é impossível o indivíduo conhecer todas as alternativas de que dispõe e as suas consequências. No seu modelo de racionalidade limitada, as decisões são satisfatórias, mas não ótimas.

A administração da organização deve trabalhar nos limites da racionalidade (capacidade, valores e extensão dos conhecimentos) que afetam o indivíduo na tomada de decisão, proporcionando as condições ideais para uma escolha satisfatória. Para isso, é necessário definir pressupostos como bases para a escolha. Devem-se definir os critérios que limitam o processo de escolha e o número de alternativas disponíveis (Motta & Vasconcelos, 2002) que os participantes irão considerar antes de decidirem por uma alternativa satisfatória, e não ótima.

Nesse sentido, a tomada de decisão pode ser descrita em uma série de passos lógicos e ordenados. Esses passos formalizam o processo de tomada de decisão. São 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 por eles.

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). Esse salto pode ser obtido por melhorias na gestão. As decisões dos produtores envolvem basicamente a escolha de tecnologias que apresentem viabilidade econômica. Nesse sentido, compreender os fatores que afetam a adoção de tecnologias facilitará o entendimento do processo de tomada de decisão do produtor.

As decisões dos agricultores são influenciadas por uma série de fatores, que podem ser agrupados em seis categorias: sociodemográficas, psicológicas, características do agregado familiar, estrutura da exploração agrícola, meio social e características da inovação a ser adotada (Edwards-Jones, 2006).

Segundo Vicente (2002), os fatores condicionantes da adoção e do uso de tecnologias são divididos em três grupos: fatores estruturais, conjunturais e ambientais. O primeiro grupo representa terra, capital, trabalho, capital humano, capacidade de armazenamento, transportes, disponibilidade de insumos, pesquisa e extensão rural, entre outros, sendo fatores menos flexíveis no curto prazo. Já o segundo grupo é composto pela disponibilidade de crédito, preços de produtos e de insumos, sofrendo maiores interferências de instrumentos de política agrícola. Clima e solo fazem parte do terceiro grupo.

Ainda de acordo com Vicente (1998), outros fatores, como escolaridade, idade e aversão ao risco, são capazes de afetar a adoção tecnológica. O impacto da extensão sobre a produtividade verificou-se mais quando associada a baixos níveis de escolaridade e de infra-estrutura

(Birkhaeuser et al., 1989).

Nos últimos anos, os aspectos relacionados ao risco têm sido entendidos como um fator predominante para a tomada de decisão do produtor. Hardaker & Lien (2010) afirmam que métodos devem ser mais bem estudados e explorados visando este fim. A adoção de tecnologias está muito vinculada ao risco, à incerteza e ao aprendizado (Marra et al., 2003).

A simples adoção de tecnologias não garante a viabilidade do negócio e a permanência do produtor na atividade. Conhecer os fatores que afetam a adoção de tecnologias por parte do produtor é necessário, mas não é suficiente. Alguns dos desafios recentes da pesquisa científica parecem ser compreender os mecanismos que afetam a produtividade e gerar soluções aplicáveis ao produtor, auxiliando no seu processo decisório de adoção de tecnologias para garantir sua permanência no negócio em longo prazo.

## **CAPÍTULO II<sup>1</sup>**

---

<sup>1</sup> Artigo elaborado conforme as Normas da Revista Brasileira de Zootecnia (Apêndice 1).

**Impacto da taxa de natalidade, idade de acasalamento e idade de abate na produção por hectare e na taxa de desfrute de sistemas de ciclo completo de bovinos de corte**

Vinícius do Nascimento Lampert<sup>1,2,3</sup>, Júlio Otávio Jardim Barcellos<sup>2,3,4</sup>, Concepta Macmanus<sup>3</sup>, Matheus Dill<sup>2,3</sup>; Luiz Antônio Vieira Queiroz Filho<sup>2,3</sup>

**RESUMO** - Conhecer e predizer os impactos da taxa de natalidade (TN), idade de acasalamento (IAC) e idade de abate (IAB) na produtividade global de sistemas tem um papel importante na definição de estratégias produtivas em longo prazo. Para avaliar esses impactos, foi elaborado um modelo computacional determinístico que ajusta categorias animais mediante coeficientes técnicos e pressupostos de evolução do rebanho. Com dados do modelo computacional, estimaram-se equações para predição da produção por hectare (PH) e taxa de desfrute (TD) em função de TN, IAC e IAB e lotação animal (LT). Os conceitos de análise de sensibilidade e princípios da teoria da utilidade marginal da microeconomia foram utilizados para avaliar os impactos marginais ao mudar os níveis de produção do rebanho em 27 cenários. Pôde-se identificar o cenário de maior impacto para cada indicador e o indicador de maior impacto para cada cenário. A melhoria exclusiva da TN aumenta a produtividade a taxas decrescentes, e a melhoria de IAC ou IAB potencializa o efeito de TN, pois, neste caso, seu impacto marginal cresce a taxas crescentes. O modelo pode também ser utilizado para identificar em que circunstâncias de aumento da lotação e redução no desempenho zootécnico ocorre uma redução na produção por hectare. Para auxiliar nas decisões de investimento ao se intensificar a produção, foi desenvolvida uma sistemática para estimar o valor da produção adicional (VPA). A perspectiva é que a elaboração de sistemáticas desse tipo poderá contribuir para a mudança de um enfoque em custos para um enfoque nos ganhos.

**Palavras-chave:** eficiência produtiva, pecuária, zootecnia

---

<sup>1</sup> Faculdade de Agronomia – UEMS. Bolsista FUNDECT. E-mail: [vinlampert@bol.com.br](mailto:vinlampert@bol.com.br). (\*) Autor para correspondência.

<sup>2</sup> Núcleo de Estudos em Sistemas de Produção de Bovinos de Corte e Cadeia Produtiva – NESPRO/ UFRGS

<sup>3</sup> Programas de Pós-graduação em Zootecnia – UFRGS

<sup>4</sup> Programa de Pós-graduação em Agronegócios – UFRGS.

**Impact of calving rate, mating age, and slaughter age on production per hectare  
and slaughter rate in cow-calf production systems**

**ABSTRACT** - Knowing and predicting the impacts of stocking rate, mating age and slaughter age on the global productivity of systems plays an important role in defining long-term production strategies. To assess these impacts, a deterministic computer model was designed to adjust animal categories by means of technical coefficients and assumptions about herd evolution. Equations were estimated to predict production per hectare (PH) and slaughter rate (TD), considering calving rate (TN), age of heifers at mating (IAC), and age of steers at slaughter (IAB). The concepts of sensitivity analysis, along with the principles of microeconomic marginal utility theory were used to assess marginal impacts when animal production indicators of the herd were changed in 27 scenarios. It was possible to identify the scenario that had the greatest impact for each indicator, as well as the indicator with the greatest impact in each scenario. Improved TN alone increases productivity at decreasing rates, and improved IAC or IAB potentializes the effect of TN, since, in this case, its marginal impact increases at increasing rates. The model can also be employed to identify in which circumstances of increased number of animals and changed production levels there is a reduction in the production per hectare. To assist in the decision-making process related to investments when the production is intensified, a systematic framework was developed to estimate the value of additional production (VPA). The design of other systematic frameworks of this kind should contribute to a change from a focus on cost to a focus on earnings

**Keywords:** cattle farming, productive efficiency, zootechnics

## Introdução

As variações do desempenho zootécnico de bovinos de corte impactam a produção por hectare e a taxa de desfrute em sistemas de ciclo completo. Conhecer e prever os impactos da taxa de natalidade, idade de acasalamento e idade de abate na produtividade global de sistemas tem um papel importante na definição de estratégias produtivas em longo prazo. Os modelos de simulação são ferramentas eficazes para analisar as interações entre animais, sistemas de produção e recursos naturais e humanos (Jones et al., 1997; Parsons et al., 2011).

Esses impactos foram analisados por Salles (1977), Mielitz Netto (1979), Pötter et al. (2000), Brisolara (2001) e Beretta et al. (2002), evidenciando que as tecnologias e seus efeitos nos indicadores zootécnicos influenciam o desempenho produtivo e econômico do sistema. Outras pesquisas mais recentes (Feldkamp, 2004; Romera et al., 2004; Villalba et al., 2010) também avaliaram o desempenho do sistema a partir de mudanças tecnológicas ou intensidade de uso dos insumos.

Sabe-se que o aumento da capacidade de suporte da pastagem e a melhoria dos indicadores zootécnicos promovem um aumento na taxa de desfrute do rebanho e na produção por hectare. Sem abordar os aspectos tecnológicos que promoveram essas melhorias, desenvolveu-se um modelo computacional determinístico e estimaram-se equações de regressão para prever a produtividade em função dos indicadores zootécnicos e da lotação animal e para entender o comportamento dos impactos.

Para avaliar esses impactos, utilizaram-se conceitos de análise de sensibilidade (Pannell, 1997; Eschenbach, 1992) em conjunto com os princípios da teoria da utilidade marginal abordados pela teoria microeconômica (Varian, 1994).

O objetivo deste trabalho foi avaliar o impacto da taxa de natalidade (TN), da idade de acasalamento (IAC) e da idade de abate (IAB) na produção por hectare (PH) e na taxa de desfrute (TD) de sistemas de ciclo completo de bovinos de corte.

### **Material e Métodos**

Os dados para a análise foram oriundos de um modelo computacional determinístico que ajusta categorias animais mediante coeficientes técnicos e pressupostos de evolução do rebanho para sistemas de ciclo completo de bovinos de corte. O modelo apresenta as seguintes características: a) O rebanho é estabilizado, sendo que a distribuição das categorias animais reflete os efeitos dos indicadores zootécnicos no nascimento de terneiros, morte e venda de novilhos, vacas, novilhas e touros de descarte; b) A venda é exclusiva de animais para o abate, não sendo vendidos terneiros, animais para recria ou magros para terminação; c) O rebanho é fechado, não se considera compra de animais, comercializando-se para o abate apenas animais produzidos na empresa.

Os indicadores zootécnicos utilizados foram a taxa de natalidade (TN), a idade de acasalamento das novilhas (IAC) e a idade de abate de novilhos (IAB). A idade de acasalamento pressupõe fêmeas em condições de obter taxas de prenhez semelhantes às de vacas adultas.

Esses indicadores, de acordo com Zimmer & Euclides Filho (1997), são fundamentais para aumentar a produtividade do sistema. Os indicadores zootécnicos TN, IAC e IAB são as variáveis independentes do modelo. As variáveis dependentes são os indicadores sistêmicos produção por hectare (PH) e taxa de desfrute (TD).

Foi avaliado o impacto das mudanças dos indicadores zootécnicos TN, IAC e IAB

em PH e TD. A produção por hectare (PH) é o quociente entre o peso vivo de animais vendidos para abate e a área explorada na produção de bovinos de corte (kg PV ha<sup>-1</sup>). A taxa de desfrute (TD) é o quociente entre o peso vivo de animais vendidos para abate (kg) e o peso vivo de animais em estoque na área explorada (%).

A TD representa a proporção de quilogramas produzidos de novilhos, vacas, touros e novilhas descarte em condições de abate em relação ao estoque, sintetizando aspectos de desempenho biológico dos animais. Esses indicadores, denominados sistêmicos ou globais, foram utilizados de forma semelhante por Beretta et al. (2002), mas foram denominados de indicadores de produtividade física do sistema.

O modelo elaborado é do tipo sem *framework* de otimização, pois apresenta componentes baseados em regras heurísticas quanto às variáveis produtivas e econômicas (Barbier & Carpentier, 2000; Figueiredo, 2006). A validação do modelo foi realizada utilizando o *software* Gerenpec® 1.0 da Embrapa (Costa et al., 2004), que calcula a produtividade do sistema a partir de dados de rebanhos. A correlação do modelo para produção por hectare foi de 0,76 e, para a taxa de desfrute, foi de 0,88, servindo este modelo como uma representação da realidade (Pidd, 1996).

Os indicadores de entrada e saída do modelo, utilizados para atender aos objetivos deste trabalho foram os seguintes:

a) Indicadores de entrada: Taxa de natalidade (%); Taxa de mortalidade média do rebanho (%); Lotação animal (UA ha<sup>-1</sup>); Taxa anual de descarte de vacas (%); Taxa anual de descarte de touros (%); Taxa de touros no rebanho (%); Idade de acasalamento (anos); Idade de abate (anos); Peso ao desmame (kg); Pesos médios das categorias (kg); Pesos de abate (kg); Ganhos médios diários (GMD) na recria e na terminação (kg dia<sup>-1</sup>); Relação entre novilha acasalada e vaca (%); Coeficiente de lotação dos animais (UA).

b) Indicadores de saída: Produção por hectare (kg de PV ha<sup>-1</sup>) e Taxa de desfrute (%).

Os valores das variáveis de entrada foram definidos a partir dos valores apresentados por Mielitz Netto (1979), Potter et al. (2000) Brisolara (2001), Beretta et al. (2002) e SEBRAE/SENAR/FARSUL, 2005. Como o modelo computacional determinístico, gerou-se uma matriz de resultados de produção por hectare e taxa de desfrute por meio de distribuições aleatórias uniformes atribuídas para cada variável de entrada entre o valor mínimo e máximo (Tabela 1) a partir de fórmulas, regras e condições dentro da amplitude para cada variável.

Tabela 1 – Valores das principais variáveis de entrada do modelo

Variável de Entrada	Unidade	Valores
Taxa de natalidade	%	50 a 80
Idade de acasalamento das novilhas	anos	1 a 3
Idade de abate dos novilhos	anos	1 a 3
Taxa de mortalidade média do rebanho	%	2 a 5
Peso de abate das vacas de descarte	kg	400 a 500
Peso de abate dos novilhos	kg	360 a 480
Peso de abate das novilhas de descarte	kg	350 a 415

Não se avaliou TN acima de 80%, pois, conforme identificou Beretta et al. (2002), existe um ponto máximo de produtividade física (PH) em sistemas de ciclo completo que em alguns sistemas chega a 80%, sendo economicamente irracional produzir acima do ponto de máxima produção física (Varian, 1994), ou seja, é inviável obter taxas muito altas de natalidade que diminuam a produção por hectare. Isso ocorre com o aumento da retenção de vacas prenhas e o descarte de novilhas jovens mais leves. Barbosa et al. (2010) identificaram rendimentos decrescentes da produção por hectare em taxas de natalidade superiores a 83%.

Entretanto, observou-se que redução na PH pode ser temporária ao descartar animais leves ou mais jovens a fim de ajustara carga de maneira imediata. Com a permanência de taxas elevadas de natalidade reduz-se o número de vacas acasaladas para atingir um novo ajuste das categorias do rebanho e com o posterior descarte de fêmeas que anteriormente estavam prenhas, retoma-se a elevação da produtividade.

A análise de sensibilidade foi realizada a partir da estimativa de equações de regressão (Kleijnen, 1995). Segundo Pannell (1997), essa abordagem fornece equações que se aproximam da relação funcional entre os valores de parâmetro e a variável dependente. Estimou-se equações de regressão múltipla para produção por hectare e taxa de desfrute em função da taxa de natalidade, idade de acasalamento e idade de abate. O modelo matemático, obtido por método stepwise, foi o seguinte:

$$Y_{ijk} = b_0 + b_1 TN_i + b_2 IAC_j + b_3 IAB_k + \dots + b_8 TN_i^2 + b_9 IAC_j^2 + b_{10} IAB_k^2 + \varepsilon_{ijk}, \text{ em que:}$$

$Y_i$  = valor das variáveis dependentes PH e TD obtidas no modelo de avaliação de desempenho para o cenário  $i$ , onde se pratica a taxa de natalidade  $i$ , a idade ao primeiro acasalamento  $j$  e a idade de abate  $k$ ;  $b_0$  a  $b_{10}$  são coeficientes de regressão do modelo;  $\varepsilon_{ijk}$  é o erro aleatório inerente a cada observação.

Inicialmente, incluiu-se a variável lotação animal (LT) no modelo, mas verificou-se que seu efeito, mantendo os níveis de produção constantes, foi diretamente proporcional à produção por hectare (PH) e nulo na taxa de desfrute (TD). Desse modo, fez-se a análise de regressão para uma lotação animal constante de 1 UA/ha para  $PH_{LT=1}$ , e posteriormente multiplicou-se  $PH_{LT=1}$  por LT, obtendo-se o modelo geral para PH.

Os parâmetros da análise de sensibilidade foram especificados com intervalos de igual tamanho entre os níveis (Nordblom et al., 1994) totalizando 27 cenários, sendo

resultantes da combinação fatorial entre os seguintes fatores e níveis: 1) TN de 50, 65 e 80%; 2) IAC de 3, 2 e 1 ano de idade; 3) IAB de 3, 2 e 1 ano de idade. Esses cenários equidistantes abrangeram possibilidades desde baixa até alta produtividade. Entenda-se cenário como uma combinação de valores entre TN, IAC e IAB.

As equações estimam a produtividade global do sistema, e, por meio das análises de sensibilidade, avaliam-se os diferentes impactos de TN, IAC e IAB em PH e TD. Os impactos avaliados foram o Impacto Marginal Relativo (IMR), o Impacto Marginal Absoluto (IMA) e o Impacto Marginal Qualitativo (IMQ).

As variações que ocorrem na produtividade sistêmica com a melhoria dos indicadores zootécnicos foram analisadas pelos impactos marginais. O Impacto Marginal Relativo (IMR) é a variação percentual dos indicadores de produtividade global para cada unidade de variação dos indicadores zootécnicos. O Impacto Marginal Absoluto (IMA) é a variação absoluta na mesma unidade dos indicadores de produtividade global resultante da variação unitária dos indicadores zootécnicos.

Para apresentar os valores do IMR basta uma tabela, pois os resultados não dependem da lotação animal. Entretanto, para IMA é necessária uma tabela para cada valor de lotação. A fim de evitar apresentar os resultados do IMA para lotações específicas, optou-se utilizar Impacto Marginal Qualitativo (IMQ), embora os valores absolutos sejam diferentes para cada lotação, a intensidade comparativa entre cenários e indicadores não mudam.

O Impacto Marginal Qualitativo (IMQ) é uma escala que compara qualitativamente os impactos absolutos, possibilitando identificar o cenário de maior impacto para cada indicador e o indicador de maior impacto para cada cenário. A contribuição individual de cada indicador na mudança dos indicadores PH e TD foi

representada por uma escala de sinais de “+” entre 1 e 5. Quanto maior o número de sinais, maior é a contribuição do indicador para o aumento da produtividade global do sistema.

A sistemática para auxiliar na tomada de decisão foi elaborada a partir do modelo que estima as produtividades. Os passos são os seguintes:

1º) Calcula-se o valor da  $PH_i$  (produção atual) e  $PH_f$  (produção desejada) a partir da equação de regressão de PH.

2º) Calcula-se o incremento produtivo:  $IP = PH_f - PH_i$

3º) Calcula-se o valor da produção adicional por hectare:  $VPH = IP \times PP$

4º) Calcula-se o valor da produção adicional total:  $VPT = VPH \times AE$

Seguem-se esses passos, ou utiliza-se a fórmula geral:

$$VPT = (PH_f - PH_i) \times PP \times AE$$

Onde se tem que: PH – Produção por hectare (kg de peso vivo por hectare); LT – Lotação (UA por hectare); TN – Taxa de Natalidade (%); IAC – Idade de acasalamento (anos); IAB – Idade de abate (anos); IP – Incremento produtivo (kg por hectare); PP – Preço do produto (R\$ por quilograma de peso vivo); VPH – Valor da produção adicional por hectare (R\$ por hectare); VPT – Valor da produção adicional total (R\$); AE – Área explorada (hectares).

A Figura 1 ilustra de forma resumida o método utilizado neste trabalho.

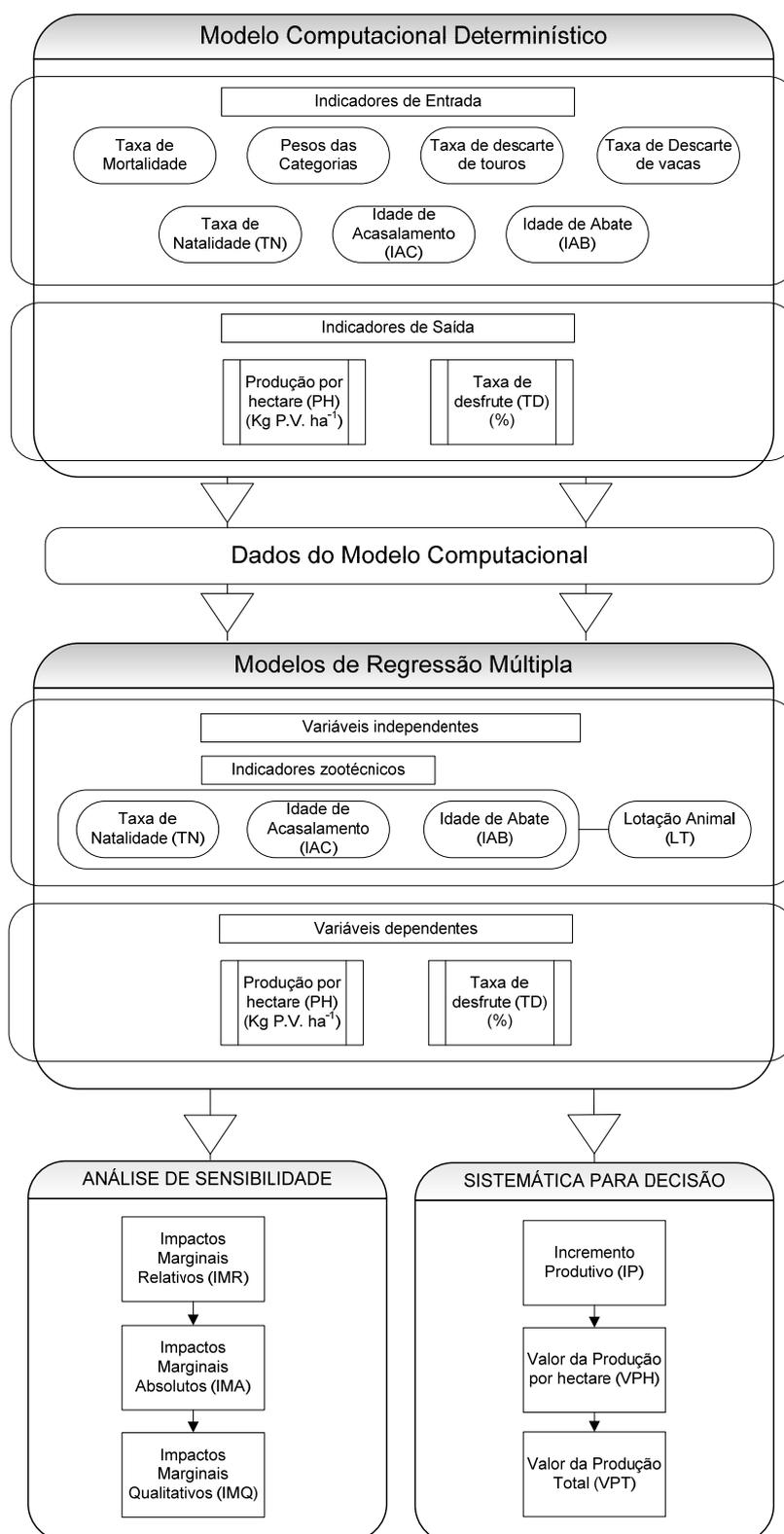


Figura 1 – Estrutura do método de avaliação do impacto da taxa de natalidade (TN), idade de acasalamento (IAC) e idade de abate (IAB) na produção por hectare (PH) e na taxa de desfrute (TD) de sistemas de ciclo completo de bovinos de corte

## Resultados e Discussão

Foram identificadas as circunstâncias em que indicadores apresentam maiores respostas produtivas. Posteriormente, foi desenvolvida uma sistemática para estimar o incremento na produtividade e no valor da produção proporcionado por melhorias nos indicadores zootécnicos.

A produtividade global é representada pela produção por hectare (PH) e pela taxa de desfrute (TD) estimada pela equação de regressão a partir de valores de taxa de natalidade (TN), idade de acasalamento (IAC) e idade de abate (IAB) em 27 cenários. A melhoria desses indicadores zootécnicos eleva TD. A produção por hectare (PH) depende de TN, IAC e IAB, mas também da lotação animal (LT).

Se, com o aumento da lotação, ocorrer uma redução significativa nos indicadores zootécnicos, essa elevação na quantidade de animais por hectare resultará em redução da produção por hectare. Observe-se que, se LT aumentar (0,75 para 1,00), mas os indicadores zootécnicos piorarem (80-2-2 para 50-3-3), a PH passará de 119,5 para 109,2 kg PV ha<sup>-1</sup>. A taxa de desfrute reduziu-se de 37,4% para 25,8% (Tabela 2). Neste caso, a taxa de desfrute varia apenas com a mudança dos indicadores; ela não muda com a variação da lotação animal. Com esse exemplo, tem-se um aumento na lotação em 50%, mas uma redução da produção por hectare em 8,7%.

Um aumento isolado na lotação animal nada informa sobre o seu impacto na produção por hectare. É preciso informar também o desempenho zootécnico do rebanho para que se estime a produtividade (PH e TD).

Tabela 2 – Produção por hectare (PH) e taxa de desfrute do rebanho (TD) estimadas em diferentes cenários a partir dos indicadores taxa de natalidade (TN), idade de acasalamento (IAC), idade de abate (IAB) e lotação animal (LT) na produção de bovinos de corte em sistemas de ciclo completo.

Cenários			Produtividade global					TD (%)
TN (%)	IAC (anos)	IAB (anos)	PH (kg PV ha <sup>-1</sup> )					
			LT*=0,50	LT=0,75	LT=1,00	LT=1,25	LT=1,50	
50	3	3	54,6	81,9	109,2	136,5	163,8	25,8
		2	57,0	85,5	114,0	142,5	171,0	26,8
		1	60,4	90,6	120,8	151,0	181,2	28,0
	2	3	57,9	86,8	115,7	144,7	173,6	27,2
		2	61,6	92,4	123,2	153,9	184,7	28,7
		1	66,2	99,4	132,5	165,6	198,7	30,4
	1	3	62,8	94,2	125,6	156,9	188,3	29,1
		2	67,3	100,9	134,6	168,2	201,9	31,1
		1	71,4	107,1	142,8	178,5	214,2	33,3
65	3	3	61,1	91,6	122,2	152,7	183,3	29,1
		2	65,2	97,9	130,5	163,1	195,7	30,8
		1	70,3	105,5	140,7	175,8	211,0	32,8
	2	3	66,0	99,0	132,0	165,0	198,0	31,2
		2	71,4	107,1	142,9	178,6	214,3	33,4
		1	77,8	116,7	155,6	194,5	233,4	35,9
	1	3	71,7	107,6	143,4	179,3	215,1	33,8
		2	78,3	117,5	156,6	195,8	235,0	36,5
		1	84,8	127,2	169,5	211,9	254,3	39,5
80	3	3	66,0	99,0	132,0	165,1	198,1	31,6
		2	71,9	107,8	143,8	179,7	215,7	34,1
		1	78,7	118,1	157,4	196,8	236,1	36,9
	2	3	72,5	108,8	145,1	181,4	217,6	34,4
		2	79,7	119,5	159,4	199,2	239,1	37,4
		1	87,8	131,7	175,6	219,5	263,4	40,6
	1	3	79,0	118,6	158,1	197,6	237,1	37,7
		2	87,5	131,3	175,1	218,9	262,6	41,2
		1	96,2	144,4	192,5	240,6	288,7	44,9

\*LT descrito em UA ha<sup>-1</sup>

A eficiência reprodutiva é um dos componentes mais importantes da eficiência da produção em sistemas de produção de bovinos de corte (Trenkle e Willham, 1977). O desempenho reprodutivo é uma característica de suma importância nas comparações de produtividade (Barcellos et al., 1996)

Na Tabela 2, verifica-se que, ao reduzir-se a idade de acasalamento (IAC) de 3 para 2 anos, quando TN igual a 50% e IAB igual a 3 anos, o incremento na produção por hectare (PH) é de 3,3 kg de peso vivo (57,9-54,6). Entretanto, o incremento aumenta se essa redução de idade é praticada com taxas de natalidade mais elevadas; por exemplo, para TN igual a 80% e IAB igual a 3 anos, o incremento ao reduzir IAC atinge um valor de 6,5 kg (72,5-66,0), evidenciando que esse incremento ocorre a taxas crescentes.

Observe-se que o impacto da taxa de natalidade diminui à medida que essa taxa aumenta. Ao elevar-se a taxa de natalidade de 50% para 65%, mantendo-se IAC e IAB constantes em 3 anos, a produção por hectare aumenta em 6,5 kg (61,1 - 54,6); para um aumento de natalidade de 65% para 80%, o impacto aumenta em 5,1 kg (66,0 - 61,1). O incremento ocorre a taxas decrescentes.

Com os dados do modelo computacional, gerou-se equações de regressão que podem ser utilizadas para estimar os indicadores de produtividade sistêmica PH e TD a partir de três indicadores zootécnicos e da lotação animal. É possível pôr em evidência as circunstâncias em que um aumento da lotação animal e mudança nos indicadores zootécnicos reduz a produtividade.

Conforme Pannell (1997), esse tipo de abordagem estatística em análises de sensibilidade fornece uma equação que se aproxima da relação funcional entre os valores de parâmetro e a variável dependente. As equações são destinadas para sistemas com idade de acasalamento e idade de abate entre 1 e 3 anos e taxas de natalidade entre 50% e 80%. São elas:

$$PH_{LT=1} = 48,23 + 3,01.TN - 10,95.IAC - 5,83.IAB - 0,216.TN.IAC - 0,23.TN.IAB + 2,57.IAC.IAB - 0,007.TN^2 + 1,495.IAC^2 + 0,957.IAB^2 \quad (1)$$

$$PH = LT \times (48,23 + 3,01.TN - 10,95.IAC - 5,83.IAB - 0,216.TN.IAC - 0,23.TN.IAB$$

$$+ 2,57.IAC.IAB - 0,007.TN^2 + 1,495.IAC^2 + 0,957.IAB^2) \quad (2)$$

$$TD = 8,67 + 0,709.TN - 1,83.IAC - 0,64.IAB - 0,046.TN.IAC - 0,05.TN.IAB \\ + 0,48.IAC.IAB - 0,00175.TN^2 + 0,25.IAC^2 + 0,14.IAB^2 \quad (3)$$

A lotação animal (LT) foi incluída no modelo (2) posteriormente à análise de regressão do modelo (1), pois seu efeito é diretamente proporcional à PH. A lotação animal não foi incluída na equação (3), pois o seu efeito na TD é nulo.

Tanto no modelo computacional determinístico quanto nos modelos matemáticos (1) e (2), a lotação animal afeta a produtividade pelo aumento de animais por unidade de área, e não por modificações nos indicadores TN, IAC e IAB. Como os indicadores zootécnicos e lotação animal são variáveis de entrada, não foi modelado o efeito da lotação animal nos indicadores zootécnicos. Esse efeito não foi previsto, mas informado. Os modelos predizem a produtividade através de informações do desempenho animal (indicadores zootécnicos) e da lotação animal. A regressão apresentou um  $R^2$  ajustado de 0,984 para PH e de 0,967 para TD. As equações de regressão têm potencial para prever a produtividade global de propriedades rurais que produzem bovinos de corte em sistemas de ciclo completo.

Uma grande quantidade de informação pode ser gerada em análise de sensibilidade, tanto que existe um risco de que o volume de dados obscureça as questões importantes (Eschenbach & McKeague, 1989). Devido aos inúmeros relatórios que podem ser gerados com a análise de sensibilidade, devem-se evitar análises extensas que saiam do objetivo central do trabalho (Pannell, 1997); por isso, as principais características dos impactos marginais relativos, absolutos e qualitativos serão resumidas em apenas três tabelas e dois gráficos.

A variação da lotação não tem efeito sobre o Impacto Marginal Relativo (IMR)

para um mesmo cenário de indicadores zootécnicos. Dessa forma, em qualquer lotação animal, um aumento da taxa de natalidade em um ponto percentual resulta num aumento médio da produção por hectare em 0,84% e na taxa de desfrute em 0,88%; a redução na idade de acasalamento em 1 ano resulta num aumento médio da produção por hectare em 9,19% e na taxa de desfrute em 8,81%; e a redução na idade de abate em 1 ano resulta num aumento médio da produção por hectare em 8,11% e na taxa de desfrute em 7,19%. Estes valores são médios, entretanto, a mudança de cenários resulta em mudanças nos impactos que atingem um coeficiente de variação em até 29,1% em sistemas de produção de ciclo completo (Tabela 3).

Tabela 3 – Estatística descritiva dos Impactos Marginais Relativos (IMR) da taxa de natalidade (TN), idade de acasalamento (IAC) e idade de abate (IAB) na produção por hectare (PH) e na taxa de desfrute (TD).

	PH (kg PV ha <sup>-1</sup> )			TD (%)		
	TN (%)	IAC (anos)	IAB (anos)	TN (%)	IAC (anos)	IAB (anos)
Valor mínimo	0,41%	6,01%	4,43%	0,44%	5,59%	3,88%
Média	0,84%	9,19%	8,11%	0,88%	8,81%	7,19%
Valor máximo	1,33%	11,55%	10,76%	1,31%	10,53%	9,18%
Coeficiente de variação	29,1%	13,9%	21,2%	28,6%	14,9%	20,8%

Essa variabilidade entre cenários é possivelmente uma das causas para a diversidade de resultados entre pesquisas. Além disso, tal variabilidade pode ser ainda maior quando é modelado o uso de insumos ou tecnologias para estimar o desempenho biológico em conjunto com análises e viabilidade econômicas dos sistemas. Salienta-se que os impactos de TN (%) não podem ser comparados com os do IAC (anos) e IAB (anos), pois apresentam unidades de medida diferentes. Com IMR, apenas IAC e IAB podem ser comparados entre si. As estimativas em diferentes cenários de desempenho zootécnico estão descritas na Tabela 4. Neste caso, uma única tabela ilustra melhor que

vários gráficos os diferentes impactos nos cenários avaliados.

Tabela 4 – Impactos Marginais Relativos (IMR) dos indicadores taxa de natalidade (TN), idade de acasalamento (IAC) e idade de abate (IAB) na produção por hectare (PH) e na taxa de desfrute (TD) de sistemas de ciclo completo na pecuária de corte.

TN (%)	IAC (anos)	IAB (anos)	PH (kg PV ha <sup>-1</sup> )			TD (%)		
			TN	IAC	IAB	TN	IAC	IAB
50	3	3	0,88%	6,0%	4,4%	0,95%	5,6%	3,9%
		2	1,05%	8,0%	5,9%	1,10%	7,2%	4,8%
		1	1,18%	9,7%	-	1,23%	8,6%	-
	2	3	1,02%	8,5%	6,4%	1,07%	7,1%	5,4%
		2	1,15%	9,3%	7,6%	1,19%	8,4%	6,1%
		1	1,24%	7,8%	-	1,28%	9,5%	-
	1	3	1,03%	-	7,2%	1,15%	-	6,7%
		2	1,17%	-	6,1%	1,24%	-	7,2%
		1	1,33%	-	-	1,31%	-	-
65	3	3	0,62%	8,0%	6,8%	0,66%	7,3%	6,0%
		2	0,75%	9,5%	7,8%	0,78%	8,5%	6,6%
		1	0,86%	10,6%	-	0,89%	9,4%	-
	2	3	0,74%	8,7%	8,2%	0,76%	8,4%	7,1%
		2	0,84%	9,6%	8,9%	0,86%	9,3%	7,5%
		1	0,92%	8,9%	-	0,94%	10,0%	-
	1	3	0,75%	-	9,2%	0,84%	-	8,0%
		2	0,86%	-	8,2%	0,91%	-	8,2%
		1	0,97%	-	-	0,97%	-	-
80	3	3	0,41%	9,9%	8,9%	0,44%	8,9%	7,9%
		2	0,54%	10,9%	9,5%	0,56%	9,7%	8,2%
		1	0,64%	11,6%	-	0,65%	10,3%	-
	2	3	0,52%	9,0%	9,9%	0,54%	9,7%	8,7%
		2	0,62%	9,8%	10,2%	0,63%	10,2%	8,7%
		1	0,70%	9,6%	-	0,70%	10,5%	-
	1	3	0,55%	-	10,8%	0,61%	-	9,2%
		2	0,63%	-	9,9%	0,68%	-	9,1%
		1	0,72%	-	-	0,74%	-	-

Observe-se que os cenários em que os indicadores zootécnicos apresentam os maiores impactos marginais são 50-1-1 para TN, 80-2-1 para IAC e 80-1-3 para IAB. Existe um padrão para esta constatação. Nestas condições, os impactos marginais de um indicador são sempre os maiores quando o seu valor é mínimo e o dos demais indicadores é máximo. O indicador “gargalo” apresenta a maior resposta marginal.

Deixou-se sem valor os cenários onde os indicadores não apresentam possibilidades de melhoria a fim de estimar o impacto marginal.

Com a redução da idade de abate, a contribuição marginal da TN aumenta de 0,88% para 1,05% e para 1,18%, nos cenários 50-3-3, 50-3-2 e 50-3-1, respectivamente. Com a redução da idade de acasalamento, a contribuição marginal da TN aumenta de 0,88% para 1,02% e para 1,03% nos cenários 50-3-3, 50-2-3 e 50-1-3.. Com o aumento da taxa de natalidade, sua contribuição marginal diminuiu de 0,88% para 0,62% entre os cenários 50-3-3 e 65-3-3.

Em suma, o padrão de comportamento na elevação da produtividade (PH e TD) é diminuir o impacto marginal de TN com a sua melhoria, mantendo IAC e IAB constantes, e aumentar o seu impacto marginal com a melhoria de IAC e IAB, mantendo TN constante.

A melhoria isolada da TN aumenta a produtividade a taxas decrescentes, e a melhoria de IAC ou IAB potencializa o efeito de TN, pois, neste caso, seu impacto marginal cresce a taxas crescentes. Ressalta-se que um impacto decrescente não significa diminuir a produtividade, mas que o aumento da produtividade diminui de intensidade a cada aumento da taxa de natalidade.

Aumentar persistentemente apenas a TN reduz o impacto. O aumento exclusivo tem maior resposta quando a taxa de natalidade é baixa e os demais indicadores têm valores elevados. A medida que TN aumenta, os incrementos produtivos com sua melhoria são cada vez menores, podendo comprometer a intensificação da produção pela aumento da natalidade se o valor da produção adicional for menor que os custos desta intensificação.

A redução na idade de acasalamento apresenta um maior impacto que a redução

da idade de abate em todos os cenários avaliados. Entretanto, observa-se que esta diferença entre IAC e IAB reduz à medida que a produtividade vai aumentando. Dessa forma, a contribuição de IAC no aumento de PH e TD é relativamente maior em cenários de baixa e média produtividade, e a contribuição de IAB é relativamente menor em cenários de média e alta produtividades.

Embora predominem impactos crescentes para IAC e IAB, não foi identificado um padrão para sua variação, assim como ocorreu para TN. Existem intervalos em que o impacto é crescente e outros em que é decrescente. Assim, acredita-se que a compreensão de uma regularidade de mudança dos impactos marginais de IAC e IAB poderá ser obtida, gerando equações para sistemas de produção específicos onde a variabilidade dos resultados é menor.

No entanto, na forma gráfica, pode-se compreender o padrão da variação conjunta dos indicadores TN, IAC e IAB quanto aos seus impactos marginais relativos. As Figuras 2 e 3 ilustram uma parte dessas complexas relações de forma simplificada. Nas duas figuras, o IMR é uma variável dependente de PH e TD. Essas duas variáveis independentes mudam com a variação isolada ou simultânea de TN, IAC e IAB.

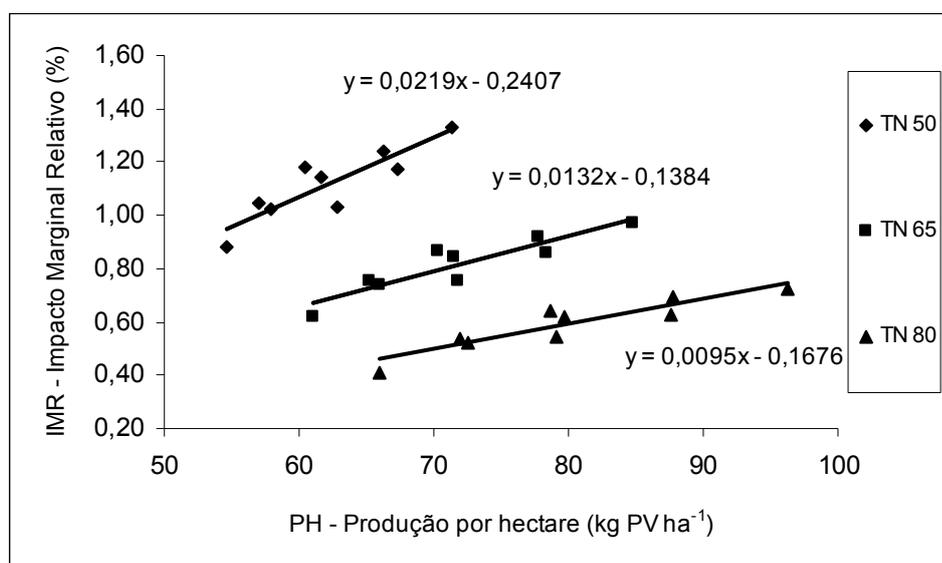


Figura 2 – Impactos Marginais Relativos (IMR) devido às variações da produção por hectare (kg P.V. ha<sup>-1</sup>) proporcionadas por mudanças em IAC e IAB (na curva) e TN, IAC e IAB (entre curvas).

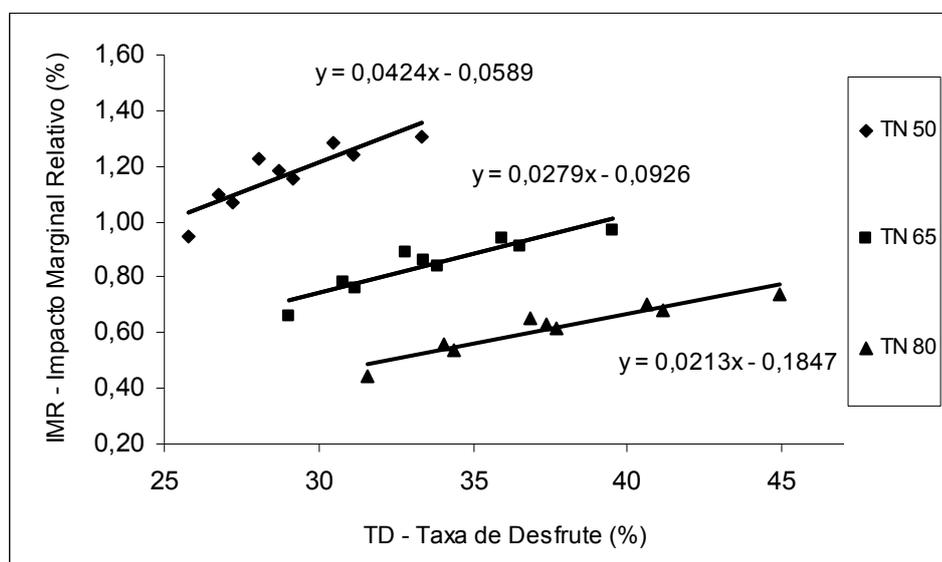


Figura 3 – Impacto Marginal Relativo (IMR) devido às variações da taxa de desfrute (%) proporcionadas por mudanças em IAC e IAB (na curva) e TN, IAC e IAB (entre curvas).

Os valores dos impactos marginais relativos (IMR) crescem de maneira linear, pois são oriundos da derivada das equações de regressão que apresentam comportamentos não-lineares. O comportamento desses impactos ocorre de duas formas:

1<sup>a</sup>) Na curva: o IMR cresce a taxas constantes. Nesse caso, a TN é fixa e IAC e IAB variam.

2<sup>a</sup>) Entre as curvas: com o aumento de PH, o IMR cresce a taxas decrescentes, observadas pela redução da inclinação das retas com o aumento de TN. Nesse caso, TN, IAC e IAB variam.

O comportamento da lei dos rendimentos decrescentes observado por Beretta

(2002) para TN, neste trabalho, foi encontrado somente com aumentos simultâneos de TN, IAC e IAB, mas num intervalo que não atinge o ponto de máximo. Com aumentos simultâneos de IAC e IAB, o PH e a TD crescem a taxas crescentes (IMR aumenta).

Embora o comportamento de mudanças das Figuras 2 e 3 seja similar, isso não descarta a importância de usar PH e TD em conjunto, pois, como descrito na metodologia geral, o seu uso permite revelar a origem dos ganhos, isto é, se estes ocorreram por aumento da quantidade de animais por área ou pela melhoria do desempenho zootécnico do rebanho, medido pela taxa de desfrute, que pode apresentar o mesmo valor com diferentes taxas de lotação.

Enquanto o Impacto Marginal Relativo (IMR) compara apenas os impactos relativos (%) de IAC e IAB, o Impacto Marginal Qualitativo (IMQ) compara os impactos absolutos (em kg PV ha<sup>-1</sup>) dos indicadores TN, IAC e IAB entre si. A Tabela 5 mostra, em cada um dos cenários, qual o indicador que impacta com maior ou menor intensidade os indicadores sistêmicos PH e TD. A simples inspeção na tabela possibilita comparar os impactos absolutos entre cenários para um mesmo indicador (análise na coluna) ou dentre cenários para diferentes indicadores (análise na linha).

Dessa forma, pode-se identificar o cenário de maior impacto para cada indicador e o indicador de maior impacto para cada cenário. Quanto maior o número de sinais positivos, maior é a contribuição do indicador para o aumento da produtividade global do sistema (PH e TD). Os impactos absolutos não foram apresentados, servindo apenas para calcular os impactos qualitativos.

Tabela 5 – Impactos Marginais Qualitativos (IQ) dos indicadores taxa de natalidade (TN), idade de acasalamento (IAC) e idade de abate (IAB) na produção por hectare (PH) e na taxa de desfrute (TD) de sistemas de ciclo completo de bovinos de corte

TN (%)	IAC (anos)	IAB (anos)	PH (kg PV ha <sup>-1</sup> )			TD (%)		
			TN	IAC	IAB	TN	IAC	IAB
50	3	3	++	+	+	+++	+	+
		2	+++	+	+	+++	+	+
		1	++++	++		++++	++	
	2	3	+++	++	+	+++	+	+
		2	++++	++	++	++++	++	+
		1	+++++	++		+++++	++	
	1	3	+++		+	++++		+
		2	++++		+	+++++		++
		1	+++++			+++++		
65	3	3	++	++	+	++	++	+
		2	++	++	++	+++	++	+
		1	+++	+++		+++	+++	
	2	3	++	++	++	+++	++	++
		2	+++	+++	++	+++	+++	++
		1	++++	+++		++++	+++	
	1	3	+++		++	+++		++
		2	++++		++	++++		++
		1	+++++			+++++		
80	3	3	+	++	++	+	++	++
		2	++	+++	+++	++	+++	++
		1	+++	++++		+++	+++	
	2	3	++	++	+++	++	+++	++
		2	++	+++	+++	+++	+++	+++
		1	+++	+++		+++	++++	
	1	3	++		+++	+++		+++
		2	+++		+++	+++		+++
		1	++++			++++		

A identificação do comportamento de mudanças isoladas ou simultâneas no impacto dessas variáveis poderá auxiliar na definição de estratégias e na ordenação de prioridades de investimentos na melhoria de indicadores zootécnicos. Parece plausível considerar que os riscos de investimentos no sistema são menores em momentos em que os indicadores apresentam impactos marginais maiores.

Entretanto, embora a idade de acasalamento apresente impactos crescentes, devem-se analisar as vantagens e desvantagens de acasalar novilhas em idades mais precoces. Short et al. (1994) afirmam que o retorno do investimento é mais rápido, a vida produtiva de cada vaca aumenta e reduz-se a quantidade de fêmeas em recria;

entretanto, como desvantagens, podem ocorrer elevação dos custos com alimentação e aumento de partos distócicos. As pesquisas sobre manejo e aspectos reprodutivos e nutricionais do rebanho de cria apresentam uma vasta literatura e orientam nesse sentido; por essa razão, isso não foi abordado no presente trabalho.

Outras pesquisas com enfoque sistêmico poderão auxiliar na compreensão dos efeitos produtivos ao melhorarem-se os indicadores isolada ou simultaneamente. Abreu et al. (2003) ressalta que melhorar a eficiência de produção não é concentrar esforços em um único componente do sistema de produção. Isso significa que as atividades produtivas devem ser entendidas e manejadas dentro de um enfoque sistêmico.

O efeito da modificação dos indicadores zootécnicos foi potencializado pelas melhorias simultâneas nos indicadores TN, IAC e IAB. A melhoria conjunta apresenta impactos maiores que a soma dos impactos individuais, ou seja, existe interação entre eles (Mielitz Netto, 1979). A falta de conhecimento sobre a resposta integral dos sistemas, tanto biológica quanto econômica, pode estar limitando a adoção de tecnologias, devendo-se buscar conhecer os princípios que regem o funcionamento da produtividade global do sistema como efeito de alterações nos indicadores zootécnicos (Beretta et al. 2002).

No presente trabalho, os efeitos desses impactos em PH puderam ser medidos por meio do cálculo do incremento produtivo (IP), valor da produção adicional por hectare (VPH) e valor da produção adicional total (VPT), podendo ser úteis na tomada de decisão quanto à intensificação do sistema produtivo em diversos cenários.

Brisolara (2001) comenta a importância de gerar novas alternativas partindo-se do limite de custo para a implantação de tecnologias e do seu poder de gerar soluções mais próximas das necessidades dos produtores. O mesmo autor analisou alternativas

tecnológicas em diversos cenários de desempenho produtivo e custos.

Walker (2002) afirma que, além de gerar soluções, um objetivo apropriado para sistemas que auxiliam a tomada de decisão é reforçar a capacidade de aprendizagem. Ele sugere investigar as maneiras mais eficazes e eficientes no desenvolvimento da capacidade dos tomadores de decisão.

A sistemática descrita nas Tabelas 6 a 9 atende ao modelo de racionalidade limitada, proposto por Simon (1965), onde as decisões são satisfatórias, e não ótimas. Segundo Motta & Vasconcelos (2002), devem-se definir critérios de escolha. Para Vale & Costa (1997), as etapas são desenvolvidas a partir do reconhecimento, pelo tomador de decisão, da diferença existente e da distância entre a situação atual e a desejada.

A tomada de decisão quanto à adoção de tecnologias deve observar em que situação se encontra o produtor. Segundo Beretta et al. (2002), a resposta bioeconômica dos sistemas depende da taxa de natalidade, da capacidade de suporte de pastagens e dos preços recebidos pelo produto. Conforme Barcellos et al. (2008), na atividade pecuária, é fundamental estabelecer princípios e regras para a tomada de decisão em diferentes cenários.

A sistemática desenvolvida para estimar o incremento na produtividade e no valor da produção proporcionado por melhorias nos indicadores zootécnicos pode ser apresentada por meio das Tabelas 6 a 9. Elas servem como auxílio na compreensão dos efeitos da intensificação produtiva por área (PH) através da melhoria de indicadores zootécnicos (TN, IAC, IAB). Os resultados mostram os incrementos produtivos e o valor da produção adicional que uma mudança no desempenho zootécnico promove na empresa rural.

Considere-se que um produtor que explore uma área de 1.000 hectares, com

lotação de 0,70 UA/ha, comercializando seu produto por R\$ 3,00 por quilograma de peso vivo em média e apresentando atualmente uma taxa de natalidade (%), idade de acasalamento (anos), idade de abate (anos) de 50 – 3 – 3, respectivamente, com uma meta de 65 – 2 – 2, obterá um valor da produção adicional de R\$ 72.000,00. Essa informação fornece o limite de investimento que pode ser feito para passar da produção atual para a meta desejada.

Os passos intermediários obtidos para se chegar a esse valor foram encontrados na Tabela 6 (CfP igual a 33,7 kg), na Tabela 7 (IP igual a 23,80 kg) e na Tabela 8 (VPH aproximado de R\$ 72,00). Este é um exemplo dentre outras 729 possibilidades apresentadas nestas tabelas ao se passar da produção atual para a meta desejada.

Tabela 6 – Coeficiente Produtivo\* (CfP) para LT = 1 da produção atual (colunas) para a meta desejada (linhas) em kg PV ha<sup>-1</sup>

		TN	50									65									80								
		IAC	3			2			1			3			2			1			3			2			1		
TN	IAC	IAB	3	2	1	3	2	1	3	2	1	3	2	1	3	2	1	3	2	1	3	2	1	3	2	1	3	2	1
50	3	3	-	4,8	11,6	6,6	14,0	23,3	16,4	25,4	33,6	13,0	21,3	31,5	22,8	33,7	46,4	34,2	47,4	60,4	22,9	34,6	48,2	35,9	50,2	66,4	48,9	65,9	83,3
		2	-4,8	-	6,8	1,7	9,1	18,5	11,5	20,6	28,8	8,2	16,5	26,7	18,0	28,8	41,6	29,4	42,6	55,5	18,0	29,8	43,4	31,1	45,4	61,6	44,1	61,1	78,5
		1	-11,6	-6,8	-	-5,0	2,4	11,7	4,8	13,8	22,0	1,4	9,7	19,9	11,2	22,1	34,8	22,7	35,9	48,8	11,3	23,0	36,7	24,3	38,6	54,8	37,3	54,3	71,7
	2	3	-6,6	-1,7	5,0	-	7,4	16,7	9,8	18,8	27,1	6,4	14,7	24,9	16,2	27,1	39,9	27,7	40,9	53,8	16,3	28,0	41,7	29,3	43,6	59,9	42,3	59,3	76,7
		2	-14,0	-9,1	-2,4	-7,4	-	9,3	2,4	11,4	19,6	-1,0	7,3	17,5	8,8	19,7	32,5	20,3	33,5	46,4	8,9	20,6	34,3	21,9	36,2	52,5	34,9	51,9	69,3
		1	-23,3	-18,5	-11,7	-16,7	-9,3	-	-6,9	2,1	10,3	-10,3	-2,0	8,2	-0,5	10,4	23,1	11,0	24,2	37,1	-0,4	11,3	25,0	12,6	26,9	43,1	25,6	42,6	60,0
	1	3	-16,4	-11,5	-4,8	-9,8	-2,4	6,9	-	9,0	17,3	-3,4	4,9	15,1	6,4	17,3	30,1	17,9	31,1	44,0	6,5	18,2	31,9	19,5	33,8	50,1	32,5	49,5	66,9
		2	-25,4	-20,6	-13,8	-18,8	-11,4	-2,1	-9,0	-	8,2	-12,4	-4,1	6,1	-2,6	8,3	21,0	8,8	22,0	35,0	-2,5	9,2	22,8	10,5	24,8	41,0	23,5	40,5	57,9
		1	-33,6	-28,8	-22,0	-27,1	-19,6	-10,3	-17,3	-8,2	-	-20,6	-12,3	-2,1	-10,8	0,0	12,8	0,6	13,8	26,7	-10,8	1,0	14,6	2,3	16,6	32,8	15,3	32,3	49,7
65	3	3	-13,0	-8,2	-1,4	-6,4	1,0	10,3	3,4	12,4	20,6	-	8,3	18,5	9,8	20,7	33,4	21,2	34,4	47,4	9,9	21,6	35,2	22,9	37,2	53,4	35,9	52,9	70,3
		2	-21,3	-16,5	-9,7	-14,7	-7,3	2,0	-4,9	4,1	12,3	-8,3	-	10,2	1,5	12,4	25,1	13,0	26,2	39,1	1,6	13,3	27,0	14,6	28,9	45,1	27,6	44,6	62,0
		1	-31,5	-26,7	-19,9	-24,9	-17,5	-8,2	-15,1	-6,1	2,1	-18,5	-10,2	-	-8,7	2,2	14,9	2,8	16,0	28,9	-8,6	3,1	16,8	4,4	18,7	34,9	17,4	34,4	51,8
	2	3	-22,8	-18,0	-11,2	-16,2	-8,8	0,5	-6,4	2,6	10,8	-9,8	-1,5	8,7	-	10,9	23,6	11,4	24,6	37,6	0,1	11,8	25,4	13,1	27,4	43,6	26,1	43,1	60,5
		2	-33,7	-28,8	-22,1	-27,1	-19,7	-10,4	-17,3	-8,3	0,0	-20,7	-12,4	-2,2	-10,9	-	12,8	0,6	13,8	26,7	-10,8	0,9	14,6	2,2	16,5	32,8	15,2	32,2	49,6
		1	-46,4	-41,6	-34,8	-39,9	-32,5	-23,1	-30,1	-21,0	-12,8	-33,4	-25,1	-14,9	-23,6	-12,8	-	-12,2	1,0	13,9	-23,6	-11,8	1,8	-10,5	3,8	20,0	2,5	19,5	36,9
	1	3	-34,2	-29,4	-22,7	-27,7	-20,3	-11,0	-17,9	-8,8	-0,6	-21,2	-13,0	-2,8	-11,4	-0,6	12,2	-	13,2	26,1	-11,4	0,3	14,0	1,7	16,0	32,2	14,7	31,7	49,1
		2	-47,4	-42,6	-35,9	-40,9	-33,5	-24,2	-31,1	-22,0	-13,8	-34,4	-26,2	-16,0	-24,6	-13,8	-1,0	-13,2	-	12,9	-24,6	-12,9	0,8	-11,5	2,8	19,0	1,5	18,5	35,9
		1	-60,4	-55,5	-48,8	-53,8	-46,4	-37,1	-44,0	-35,0	-26,7	-47,4	-39,1	-28,9	-37,6	-26,7	-13,9	-26,1	-12,9	-	-37,5	-25,8	-12,1	-24,5	-10,1	6,1	-11,5	5,6	22,9
80	3	3	-22,9	-18,0	-11,3	-16,3	-8,9	0,4	-6,5	2,5	10,8	-9,9	-1,6	8,6	-0,1	10,8	23,6	11,4	24,6	37,5	-	11,7	25,4	13,0	27,4	43,6	26,0	43,1	60,4
		2	-34,6	-29,8	-23,0	-28,0	-20,6	-11,3	-18,2	-9,2	-1,0	-21,6	-13,3	-3,1	-11,8	-0,9	11,8	-0,3	12,9	25,8	-11,7	-	13,7	1,3	15,6	31,8	14,3	31,3	48,7
		1	-48,2	-43,4	-36,7	-41,7	-34,3	-25,0	-31,9	-22,8	-14,6	-35,2	-27,0	-16,8	-25,4	-14,6	-1,8	-14,0	-0,8	12,1	-25,4	-13,7	-	-12,3	2,0	18,2	0,7	17,7	35,1
	2	3	-35,9	-31,1	-24,3	-29,3	-21,9	-12,6	-19,5	-10,5	-2,3	-22,9	-14,6	-4,4	-13,1	-2,2	10,5	-1,7	11,5	24,5	-13,0	-1,3	12,3	-	14,3	30,5	13,0	30,0	47,4
		2	-50,2	-45,4	-38,6	-43,6	-36,2	-26,9	-33,8	-24,8	-16,6	-37,2	-28,9	-18,7	-27,4	-16,5	-3,8	-16,0	-2,8	10,1	-27,4	-15,6	-2,0	-14,3	-	16,2	-1,3	15,7	33,1
		1	-66,4	-61,6	-54,8	-59,9	-52,5	-43,1	-50,1	-41,0	-32,8	-53,4	-45,1	-34,9	-43,6	-32,8	-20,0	-32,2	-19,0	-6,1	-43,6	-31,8	-18,2	-30,5	-16,2	-	-17,5	-0,5	16,9
	1	3	-48,9	-44,1	-37,3	-42,3	-34,9	-25,6	-32,5	-23,5	-15,3	-35,9	-27,6	-17,4	-26,1	-15,2	-2,5	-14,7	-1,5	11,5	-26,0	-14,3	-0,7	-13,0	1,3	17,5	-	17,0	34,4
		2	-65,9	-61,1	-54,3	-59,3	-51,9	-42,6	-49,5	-40,5	-32,3	-52,9	-44,6	-34,4	-43,1	-32,2	-19,5	-31,7	-18,5	-5,6	-43,1	-31,3	-17,7	-30,0	-15,7	0,5	-17,0	-	17,4
		1	-83,3	-78,5	-71,7	-76,7	-69,3	-60,0	-66,9	-57,9	-49,7	-70,3	-62,0	-51,8	-60,5	-49,6	-36,9	-49,1	-35,9	-22,9	-60,4	-48,7	-35,1	-47,4	-33,1	-16,9	-34,4	-17,4	-

INSTRUÇÃO: Encontre o valor de CfP (linha cruza com coluna) e siga para a Tabela 7 \*O CfP equivale ao IP de 1 UA/ha  $CfP = PH_{LT=1(f)} - PH_{LT=1(i)}$

$$PH_{LT=1} = 48,23 + 3,01.TN - 10,95.IAC - 5,83.IAB - 0,216.TN.IAC - 0,23.TN.IAB + 2,57.IAC.IAB - 0,007.TN^2 + 1,495.IAC^2 + 0,957.IAB^2$$

Tabela 7 - Incremento Produtivo (IP) para diferentes coeficientes produtivos (CfP) entre lotações de 0,50 e 1,50 UA ha<sup>-1</sup> em kg PV ha<sup>-1</sup> da produção atual para a meta desejada

CfP	Lotação Animal (kg PV ha <sup>-1</sup> )										
	0,50	0,60	0,70	0,80	0,90	1,00	1,10	1,20	1,30	1,40	1,50
2	1,00	1,20	1,40	1,60	1,80	2,00	2,20	2,40	2,60	2,80	3,00
4	2,00	2,40	2,80	3,20	3,60	4,00	4,40	4,80	5,20	5,60	6,00
6	3,00	3,60	4,20	4,80	5,40	6,00	6,60	7,20	7,80	8,40	9,00
8	4,00	4,80	5,60	6,40	7,20	8,00	8,80	9,60	10,40	11,20	12,00
10	5,00	6,00	7,00	8,00	9,00	10,00	11,00	12,00	13,00	14,00	15,00
12	6,00	7,20	8,40	9,60	10,80	12,00	13,20	14,40	15,60	16,80	18,00
14	7,00	8,40	9,80	11,20	12,60	14,00	15,40	16,80	18,20	19,60	21,00
16	8,00	9,60	11,20	12,80	14,40	16,00	17,60	19,20	20,80	22,40	24,00
18	9,00	10,80	12,60	14,40	16,20	18,00	19,80	21,60	23,40	25,20	27,00
20	10,00	12,00	14,00	16,00	18,00	20,00	22,00	24,00	26,00	28,00	30,00
22	11,00	13,20	15,40	17,60	19,80	22,00	24,20	26,40	28,60	30,80	33,00
24	12,00	14,40	16,80	19,20	21,60	24,00	26,40	28,80	31,20	33,60	36,00
26	13,00	15,60	18,20	20,80	23,40	26,00	28,60	31,20	33,80	36,40	39,00
28	14,00	16,80	19,60	22,40	25,20	28,00	30,80	33,60	36,40	39,20	42,00
30	15,00	18,00	21,00	24,00	27,00	30,00	33,00	36,00	39,00	42,00	45,00
32	16,00	19,20	22,40	25,60	28,80	32,00	35,20	38,40	41,60	44,80	48,00
34	17,00	20,40	23,80	27,20	30,60	34,00	37,40	40,80	44,20	47,60	51,00
36	18,00	21,60	25,20	28,80	32,40	36,00	39,60	43,20	46,80	50,40	54,00
38	19,00	22,80	26,60	30,40	34,20	38,00	41,80	45,60	49,40	53,20	57,00
40	20,00	24,00	28,00	32,00	36,00	40,00	44,00	48,00	52,00	56,00	60,00
42	21,00	25,20	29,40	33,60	37,80	42,00	46,20	50,40	54,60	58,80	63,00
44	22,00	26,40	30,80	35,20	39,60	44,00	48,40	52,80	57,20	61,60	66,00
46	23,00	27,60	32,20	36,80	41,40	46,00	50,60	55,20	59,80	64,40	69,00
48	24,00	28,80	33,60	38,40	43,20	48,00	52,80	57,60	62,40	67,20	72,00
50	25,00	30,00	35,00	40,00	45,00	50,00	55,00	60,00	65,00	70,00	75,00
52	26,00	31,20	36,40	41,60	46,80	52,00	57,20	62,40	67,60	72,80	78,00
54	27,00	32,40	37,80	43,20	48,60	54,00	59,40	64,80	70,20	75,60	81,00
56	28,00	33,60	39,20	44,80	50,40	56,00	61,60	67,20	72,80	78,40	84,00
58	29,00	34,80	40,60	46,40	52,20	58,00	63,80	69,60	75,40	81,20	87,00
60	30,00	36,00	42,00	48,00	54,00	60,00	66,00	72,00	78,00	84,00	90,00
62	31,00	37,20	43,40	49,60	55,80	62,00	68,20	74,40	80,60	86,80	93,00
64	32,00	38,40	44,80	51,20	57,60	64,00	70,40	76,80	83,20	89,60	96,00
66	33,00	39,60	46,20	52,80	59,40	66,00	72,60	79,20	85,80	92,40	99,00
68	34,00	40,80	47,60	54,40	61,20	68,00	74,80	81,60	88,40	95,20	102,00
72	36,00	43,20	50,40	57,60	64,80	72,00	79,20	86,40	93,60	100,80	108,00
76	38,00	45,60	53,20	60,80	68,40	76,00	83,60	91,20	98,80	106,40	114,00
80	40,00	48,00	56,00	64,00	72,00	80,00	88,00	96,00	104,00	112,00	120,00
84	42,00	50,40	58,80	67,20	75,60	84,00	92,40	100,80	109,20	117,60	126,00
88	44,00	52,80	61,60	70,40	79,20	88,00	96,80	105,60	114,40	123,20	132,00
92	46,00	55,20	64,40	73,60	82,80	92,00	101,20	110,40	119,60	128,80	138,00
96	48,00	57,60	67,20	76,80	86,40	96,00	105,60	115,20	124,80	134,40	144,00
100	50,00	60,00	70,00	80,00	90,00	100,00	110,00	120,00	130,00	140,00	150,00

INSTRUÇÃO: Encontre o valor de IP e siga para a Tabela 8

$$IP = CP_{LT=1} \times LT$$

Tabela 8 – Valor da Produção Adicional por Hectare (VPH) para diferentes incrementos produtivos (IP) e preços do produto (R\$ kg<sup>-1</sup>) em R\$ ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup>

IP	Preço do produto (R\$ / kg Vivo)										
	2,00	2,50	3,00	3,50	4,00	IP	2,00	2,50	3,00	3,50	4,00
1	2,00	2,50	3,00	3,50	4,00	64	128,00	160,00	192,00	224,00	256,00
2	4,00	5,00	6,00	7,00	8,00	66	132,00	165,00	198,00	231,00	264,00
3	6,00	7,50	9,00	10,50	12,00	68	136,00	170,00	204,00	238,00	272,00
4	8,00	10,00	12,00	14,00	16,00	70	140,00	175,00	210,00	245,00	280,00
5	10,00	12,50	15,00	17,50	20,00	72	144,00	180,00	216,00	252,00	288,00
6	12,00	15,00	18,00	21,00	24,00	74	148,00	185,00	222,00	259,00	296,00
7	14,00	17,50	21,00	24,50	28,00	76	152,00	190,00	228,00	266,00	304,00
8	16,00	20,00	24,00	28,00	32,00	78	156,00	195,00	234,00	273,00	312,00
9	18,00	22,50	27,00	31,50	36,00	80	160,00	200,00	240,00	280,00	320,00
10	20,00	25,00	30,00	35,00	40,00	82	164,00	205,00	246,00	287,00	328,00
11	22,00	27,50	33,00	38,50	44,00	84	168,00	210,00	252,00	294,00	336,00
12	24,00	30,00	36,00	42,00	48,00	86	172,00	215,00	258,00	301,00	344,00
13	26,00	32,50	39,00	45,50	52,00	88	176,00	220,00	264,00	308,00	352,00
14	28,00	35,00	42,00	49,00	56,00	90	180,00	225,00	270,00	315,00	360,00
15	30,00	37,50	45,00	52,50	60,00	92	184,00	230,00	276,00	322,00	368,00
16	32,00	40,00	48,00	56,00	64,00	94	188,00	235,00	282,00	329,00	376,00
17	34,00	42,50	51,00	59,50	68,00	96	192,00	240,00	288,00	336,00	384,00
18	36,00	45,00	54,00	63,00	72,00	98	196,00	245,00	294,00	343,00	392,00
19	38,00	47,50	57,00	66,50	76,00	100	200,00	250,00	300,00	350,00	400,00
20	40,00	50,00	60,00	70,00	80,00	102	204,00	255,00	306,00	357,00	408,00
21	42,00	52,50	63,00	73,50	84,00	104	208,00	260,00	312,00	364,00	416,00
22	44,00	55,00	66,00	77,00	88,00	106	212,00	265,00	318,00	371,00	424,00
23	46,00	57,50	69,00	80,50	92,00	108	216,00	270,00	324,00	378,00	432,00
24	48,00	60,00	72,00	84,00	96,00	110	220,00	275,00	330,00	385,00	440,00
25	50,00	62,50	75,00	87,50	100,00	112	224,00	280,00	336,00	392,00	448,00
26	52,00	65,00	78,00	91,00	104,00	114	228,00	285,00	342,00	399,00	456,00
28	56,00	70,00	84,00	98,00	112,00	116	232,00	290,00	348,00	406,00	464,00
30	60,00	75,00	90,00	105,00	120,00	118	236,00	295,00	354,00	413,00	472,00
32	64,00	80,00	96,00	112,00	128,00	120	240,00	300,00	360,00	420,00	480,00
34	68,00	85,00	102,00	119,00	136,00	122	244,00	305,00	366,00	427,00	488,00
36	72,00	90,00	108,00	126,00	144,00	124	248,00	310,00	372,00	434,00	496,00
38	76,00	95,00	114,00	133,00	152,00	126	252,00	315,00	378,00	441,00	504,00
40	80,00	100,00	120,00	140,00	160,00	128	256,00	320,00	384,00	448,00	512,00
42	84,00	105,00	126,00	147,00	168,00	130	260,00	325,00	390,00	455,00	520,00
44	88,00	110,00	132,00	154,00	176,00	132	264,00	330,00	396,00	462,00	528,00
46	92,00	115,00	138,00	161,00	184,00	134	268,00	335,00	402,00	469,00	536,00
48	96,00	120,00	144,00	168,00	192,00	136	272,00	340,00	408,00	476,00	544,00
50	100,00	125,00	150,00	175,00	200,00	138	276,00	345,00	414,00	483,00	552,00
52	104,00	130,00	156,00	182,00	208,00	140	280,00	350,00	420,00	490,00	560,00
54	108,00	135,00	162,00	189,00	216,00	142	284,00	355,00	426,00	497,00	568,00
56	112,00	140,00	168,00	196,00	224,00	144	288,00	360,00	432,00	504,00	576,00
58	116,00	145,00	174,00	203,00	232,00	146	292,00	365,00	438,00	511,00	584,00
60	120,00	150,00	180,00	210,00	240,00	148	296,00	370,00	444,00	518,00	592,00
62	124,00	155,00	186,00	217,00	248,00	150	300,00	375,00	450,00	525,00	600,00

INSTRUÇÃO: Encontre o valor de VPH e siga para a Tabela 9

$$VPH = IP \times PP$$

Tabela 9 – Valor da Produção Adicional Total (VPT) para diferentes Valores de Produção Adicional por ha (VPH) e tamanhos de áreas exploradas R\$ ano<sup>-1</sup>

VPH	Área explorada - Ciclo Completo (ha)								
	500	1.000	5.000	10.000	VPH	500	1.000	5.000	10.000
1	500	1.000	5.000	10.000	130	65.000	130.000	650.000	1.300.000
2	1.000	2.000	10.000	20.000	140	70.000	140.000	700.000	1.400.000
3	1.500	3.000	15.000	30.000	150	75.000	150.000	750.000	1.500.000
4	2.000	4.000	20.000	40.000	160	80.000	160.000	800.000	1.600.000
5	2.500	5.000	25.000	50.000	170	85.000	170.000	850.000	1.700.000
6	3.000	6.000	30.000	60.000	180	90.000	180.000	900.000	1.800.000
7	3.500	7.000	35.000	70.000	190	95.000	190.000	950.000	1.900.000
8	4.000	8.000	40.000	80.000	200	100.000	200.000	1.000.000	2.000.000
9	4.500	9.000	45.000	90.000	210	105.000	210.000	1.050.000	2.100.000
10	5.000	10.000	50.000	100.000	220	110.000	220.000	1.100.000	2.200.000
11	5.500	11.000	55.000	110.000	230	115.000	230.000	1.150.000	2.300.000
12	6.000	12.000	60.000	120.000	240	120.000	240.000	1.200.000	2.400.000
13	6.500	13.000	65.000	130.000	250	125.000	250.000	1.250.000	2.500.000
14	7.000	14.000	70.000	140.000	260	130.000	260.000	1.300.000	2.600.000
15	7.500	15.000	75.000	150.000	270	135.000	270.000	1.350.000	2.700.000
16	8.000	16.000	80.000	160.000	280	140.000	280.000	1.400.000	2.800.000
17	8.500	17.000	85.000	170.000	290	145.000	290.000	1.450.000	2.900.000
18	9.000	18.000	90.000	180.000	300	150.000	300.000	1.500.000	3.000.000
19	9.500	19.000	95.000	190.000	310	155.000	310.000	1.550.000	3.100.000
20	10.000	20.000	100.000	200.000	320	160.000	320.000	1.600.000	3.200.000
21	10.500	21.000	105.000	210.000	330	165.000	330.000	1.650.000	3.300.000
22	11.000	22.000	110.000	220.000	340	170.000	340.000	1.700.000	3.400.000
23	11.500	23.000	115.000	230.000	350	175.000	350.000	1.750.000	3.500.000
24	12.000	24.000	120.000	240.000	360	180.000	360.000	1.800.000	3.600.000
25	12.500	25.000	125.000	250.000	370	185.000	370.000	1.850.000	3.700.000
26	13.000	26.000	130.000	260.000	380	190.000	380.000	1.900.000	3.800.000
27	13.500	27.000	135.000	270.000	390	195.000	390.000	1.950.000	3.900.000
28	14.000	28.000	140.000	280.000	400	200.000	400.000	2.000.000	4.000.000
29	14.500	29.000	145.000	290.000	410	205.000	410.000	2.050.000	4.100.000
30	15.000	30.000	150.000	300.000	420	210.000	420.000	2.100.000	4.200.000
35	17.500	35.000	175.000	350.000	430	215.000	430.000	2.150.000	4.300.000
40	20.000	40.000	200.000	400.000	440	220.000	440.000	2.200.000	4.400.000
45	22.500	45.000	225.000	450.000	450	225.000	450.000	2.250.000	4.500.000
50	25.000	50.000	250.000	500.000	460	230.000	460.000	2.300.000	4.600.000
55	27.500	55.000	275.000	550.000	470	235.000	470.000	2.350.000	4.700.000
60	30.000	60.000	300.000	600.000	480	240.000	480.000	2.400.000	4.800.000
65	32.500	65.000	325.000	650.000	490	245.000	490.000	2.450.000	4.900.000
70	35.000	70.000	350.000	700.000	500	250.000	500.000	2.500.000	5.000.000
75	37.500	75.000	375.000	750.000	510	255.000	510.000	2.550.000	5.100.000
80	40.000	80.000	400.000	800.000	520	260.000	520.000	2.600.000	5.200.000
85	42.500	85.000	425.000	850.000	530	265.000	530.000	2.650.000	5.300.000
90	45.000	90.000	450.000	900.000	540	270.000	540.000	2.700.000	5.400.000
95	47.500	95.000	475.000	950.000	550	275.000	550.000	2.750.000	5.500.000
100	50.000	100.000	500.000	1.000.000	560	280.000	560.000	2.800.000	5.600.000
105	52.500	105.000	525.000	1.050.000	570	285.000	570.000	2.850.000	5.700.000
110	55.000	110.000	550.000	1.100.000	580	290.000	580.000	2.900.000	5.800.000
115	57.500	115.000	575.000	1.150.000	590	295.000	590.000	2.950.000	5.900.000
120	60.000	120.000	600.000	1.200.000	600	300.000	600.000	3.000.000	6.000.000

$$VPT = VPH \times AE$$

Com as tabelas ou das equações, pode-se estimar o impacto produtivo quando os indicadores variam simultaneamente. O benefício de se usar essa sistemática é evitar a análise financeira de alternativas de produção a posteriori. Cezar (2001) relata a necessidade de uma abordagem sistêmica para prever impactos bioeconômicos. Segundo Pannell (1997), a análise de sensibilidade pode ser usada para testar se uma estratégia de decisão é suficiente ou se é necessária uma condição complexa de modificações. Nesse caso, podem-se analisar os efeitos produtivos das modificações simultâneas dos indicadores zootécnicos.

Com o uso de equações, pode-se obter o aumento da produção por hectare, obtido variando-se os índices zootécnicos e a lotação animal por hectare para valores intermediários não fornecidos pelas tabelas. Por exemplo, qual é o incremento produtivo ao passar de uma lotação de 0,90 UA/ha, com cenário 51 – 3 – 3, para uma lotação de 0,79 UA/ha, com cenário 69 – 2 – 3?

A fórmula geral para estimar o Valor da Produção Adicional (VPT) é a seguinte:

$$VPT = (PH_f - PH_i) \times PP \times AE .$$

Os valores de  $PH_i$  e  $PH_f$  são estimados por:

$$PH = LT \times (48,23 + 3,01.TN - 10,95.IAC - 5,83.IAB - 0,216.TN.IAC - 0,23.TN.IAB + 2,57.IAC.IAB - 0,007.TN^2 + 1,495.IAC^2 + 0,957.IAB^2)$$

Em que: PH – Produção por hectare (kg de peso vivo por hectare); LT – Lotação (UA por hectare); TN – Taxa de Natalidade (%); IAC – Idade de acasalamento (anos); IAB – Idade de abate de novilhos (anos); IP – Incremento Produtivo (kg por hectare); PP – Preço do produto (R\$ por quilograma de peso vivo); VPH – Valor da Produção adicional por hectare (R\$ por hectare); VPT – Valor da Produção adicional total (R\$); AE – Área explorada (hectares).

Utilizando-se as equações do exemplo anterior, constata-se que a produção por hectare passa de 99,14 kg por hectare para 107,28 kg por hectare – um aumento de 8,2%.

O conceito de valor da produção adicional é similar ao conceito de custo limite proposto pelos destacados trabalhos de Mielitz Netto (1979) e Brisolara (2001). Entretanto, no presente trabalho, preferiu-se dar ênfase à expressão *valor da produção*, a fim de caracterizar ganhos em vez de custos.

No presente trabalho, não foi considerado o valor do dinheiro no tempo. Como, na prática, as despesas são efetuadas antes de se auferirem as receitas, os valores obtidos estão superestimados. Podem ser corrigidos de forma aproximada, pois, considerando-se uma taxa de 6% a.a e despesas uniformes ao longo dos meses, o valor da produção adicional será aproximadamente 12% inferior ao VPT informado na Tabela 9.

Com essa sistemática, podem-se prever as receitas através da estimativa da produtividade e do valor da produção. Embora o trabalho não tenha sido concebido com este objetivo, essas informações podem ainda ser utilizadas para se obterem valores econômicos. Entende-se valor econômico como a diferença marginal no lucro decorrente do aumento de uma unidade de cada característica, mantendo-se as outras constantes, para o interesse de maximização do lucro (Hazel, 1943; Groen et al., 1997).

Os valores econômicos consideram a diferença entre receitas e custos, enquanto o valor da produção adicional aborda apenas o impacto na receita com o aumento da produção animal. O valor da produção adicional pode fornecer informações para o cálculo de valores econômicos em diferentes cenários para uma determinada região ou sistema de produção depois da escolha de tecnologias e incorporação de seus custos. Com a variabilidade existente nos aspectos econômicos, fica limitada a identificação de

um valor econômico geral aplicado para todos os sistemas.

O processo de adoção de tecnologias ocorre por um processo de decisão em que o produtor inicialmente escolhe um conjunto de técnicas que pretende empregar e, posteriormente, efetua a alocação de recursos (Feder et al., 1985). Sugere-se uma ampliação do modelo de difusão de tecnologias discutido por Souza (1987).

Dessa forma, parte-se de uma previsão de aumento de receitas, com esse valor adicional, buscam-se as tecnologias disponíveis. Ao invés de priorizar conhecer os custos das tecnologias, buscar-se-á identificar as receitas auferidas com a alternância de um cenário para outro. A utilização desse método poderá contribuir para a mudança de um enfoque em custos para um enfoque nos ganhos.

## **Conclusões**

A produção por hectare e a taxa de desfrute podem ser estimadas pela taxa de natalidade, idade de acasalamento e idade de abate, considerando-se a lotação animal em sistemas de ciclo completo de bovinos de corte. A melhoria exclusiva da taxa de natalidade aumenta a produção por hectare e a taxa de desfrute a taxas decrescentes. A melhoria na idade de acasalamento ou idade de abate potencializa o efeito da taxa de natalidade, pois, neste caso, o impacto marginal da taxa de natalidade é crescente. A redução na idade de acasalamento apresenta um maior impacto que a redução da idade de abate nos cenários avaliados, entretanto, a diferença entre os impactos destes dois indicadores reduz à medida que a produtividade aumenta. O modelo pode ser utilizado para identificar em que circunstâncias de desempenho zootécnico um aumento da lotação animal reduz a produtividade. A avaliação de impactos na produtividade sistêmica tem potencial para contribuir na geração de soluções e definição de estratégias; na ordenação de prioridades de investimentos; na política de escolha de tecnologias e no reforço da capacidade de aprendizagem.

## **Agradecimentos**

À Fundação de Apoio ao Desenvolvimento do Ensino, Ciência e Tecnologia do Estado de Mato Grosso do Sul (FUNDECT), pela bolsa de estudo concedida ao doutorando Vinícius do Nascimento Lampert, e ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), pela bolsa de Produtividade em Pesquisa concedida ao Prof. Júlio Otávio Jardim Barcellos.

## Referências

- ABREU, U.G.P.; CEZAR, I.M.; TORRES, R.A. Análise bioeconômica da introdução de período de monta em sistemas de produção de rebanhos de cria na região do Brasil Central. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.30, n.5, p.1198-1206, 2003.
- BARBIER, B.; CARPENTIER, C. The conditions for sustainability of tropical Agriculture: Bioeconomic models applied to five contrasting farming systems. In: MINI-SYMPOSIUM ON MODELING AT THE INTERNATIONAL ASSOCIATION OF AGRICULTURAL ECONOMISTS CONFERENCE, 2000. **Proceedings...** Berlim, 2000. Disponível em: <<http://www.jircas.affrc.go.jp/>> Acesso em: 31/01/2011.
- BARBOSA, F.A.; GRAÇA, D.S.; ANDRADE, V.J. et al. Produtividade e eficiência econômica de sistemas de produção de cria, recria e engorda de bovinos de corte na região sul do estado da Bahia. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, Belo Horizonte, v.62, n.3, p.677-685, 2010.
- BARCELLOS, J.O.J.; LOBATO, J.F.P.; FRIES, L.A. Eficiência de vacas primíparas Hereford e cruzas Hereford-Nelore acasaladas no outono/inverno ou na primavera/verão. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.25, n.3, p.414-427, 1996.
- BARCELLOS, J.O.J. **Inserção da Tecnologia na Pecuária de Corte para Superar os Desafios do Setor**. Disponível em <<http://www.ufrgs.br/zootecnia/nespro/Destaques/Inser%C3%A7%C3%A3o%20de%20tecnologias%20na%20pecu%C3%A1ria%20de%20corte%20gerdau.pdf>> Acesso em: 31/01/11
- BERETTA, V; LOBATO, J.F.P.; MIELITZ NETTO, C.G. Produtividade e eficiência biológica de sistemas de produção de gado de corte de ciclo completo no Rio Grande de Sul. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.31, n.2, p. 991-1001, 2002.
- BRISOLARA, C.S. **Análise intertemporal de alternativas tecnológicas na bovinocultura de corte gaúcha**. 2001. Dissertação (Mestrado - Economia Rural) – Instituto Estudos e Pesquisas Econômicas, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2001.
- CEZAR, I.M. Racionalização de investimentos em pastagens: uma abordagem sistêmica no processo decisório. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO DE PASTAGENS, 18., 2001, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba, 2001. p.351-369.
- COSTA, F.P.; CORRÊA, E.S.; FEIJÓ, G.L.D. **Gerenpec**: aplicativo para planejamento da fazenda de gado de corte. Campo Grande, MS: Embrapa Gado de Corte, 2004. 33 p. (Embrapa Gado de Corte. Documentos, 143).
- ESCHENBACH, T. G.; McKEAGUE, L. S. "Exposition on using graphs for sensitivity

- analysis", **The Engineering Economist**, Philadelphia, v.34, p.315-333, 1989.
- ESCHENBACH, T.G. Spiderplots versus Tornado diagrams for Sensitivity Analysis. **Interfaces**, Madison, v.6, p.40, 1992.
- FEDER, G.; JUST, R.E.; ZILBERMAN, D. Adoption of agricultural innovations in developing countries: a survey. **Economic Development and Cultural Change**, Chicago, v.33, v.2, p.255-298, 1985.
- FELDKAMP, C. R. **Cow-Calf Operation in Argentina: a Systems Approach to Intervention Assessment**. 2004. 205f. Tese (Doutorado) – Fakultät der Humboldt-Universität zu Berlin zur Verleihung des akademischen Grades doctor rerum agriculturarum (Dr. rer. agr.), 2004.
- GROEN, A.F.; STEINE, T.; COLLEAU, J.J. et al. Economic values in dairy cattle breeding, with special reference to functional traits. **Livestock Production Science**, Amsterdam, v.49, p.1-21, 1997.
- HAZEL, L.N., The genetic basis for constructing selection indexes. **Genetics**, Menasha, v.28, p.476–490, 1943.
- JONES, J.W.; LUYTEN, J.C.. Simulation of biological processes. In: PEART, R.M.; CURRY, R.B. (ed.) **Agricultura systems modeling and simulation**. New York: Marcel Dekker, 1997. p.19–62.
- KLEIJNEN, J.P.C. Sensitivity analysis and optimization of system dynamics models: regression analysis and statistical design of experiments. **System Dynamics Review**, Malden, v.11, p.1-14, 1995.
- MIELITZ NETTO, C.G.A. **Análise das Mudanças de Alguns Coeficientes Técnicos na Criação de Bovinos de Corte**. 1979. 62f. Dissertação (Mestrado - Economia Rural) – Instituto de Estudos e Pesquisas Econômicas, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 1979.
- MOTTA, F.C.P.; VASCONCELOS, I.F.G. **Teoria Geral da Administração**. São Paulo: Pioneira Thomson Learning, 2002.
- NORDBLOM, T.; PANNELL, D.J.; CHRISTIANSEN, S. et al. From weed to wealth? Prospects for medic pastures in Mediterranean farming systems of northwest Syria. **Agricultural Economics**, Purdue, v.11, p.29-42, 1994.
- PANNELL, D.J. Sensitivity analysis of normative economic models: Theoretical framework and practical strategies. **Agricultural Economics**, Purdue, v.16, p.139-152, 1997.
- PARSONS D.; NICHOLSON C.F.; BLAKE R.W. et al. Application of a simulation model for assessing integration of smallholder shifting cultivation and sheep production in Yucatan, Mexico. **Agricultural Systems**, Amsterdam, v.104, n.1, p.13-19, 2011.

- PIDD, M. **Tools for Thinking: Modelling in Management Science**. New York: John Wiley & Sons, 1996.
- PÖTTER, L.; LOBATO, J.F.P.; MIELITZ NETTO, C.G.A. Análises econômicas de modelos de produção com novilhas de corte primíparas aos dois, três e quatro anos de idade. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.29, n.3, 2000.
- ROMERA A.J. **Simulation of cow-calf systems in the salado region of Argentina**. 2004. Thesis (PhD) - Massey University, Palmerston North, New Zealand, 2004. Unpublished
- SALLES, P.A. **Análise econômica de dois experimentos de adubação e manejo da pastagem nativa e sua implicação na produtividade da pecuária**. 1977. 141f. Dissertação (Mestrado - Economia Rural) - Instituto Estudos e Pesquisas Econômicas, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, Porto Alegre, 1977.
- SHORT, R.E.; STAIGMILLER, R.B.; BELLOWS, R.A. et al. Breeding heifers at one year of age: biological and economic considerations. In: FIELDS, M.J.; SAND, R.S. (Eds.) **Factors Affecting Calf Crop**. Boca Raton: CRC Press, 1994. p.55-68.
- SIMON, H.A. 'The logic of rational decision'. **British Journal for the Philosophy of Science**, Oxford, v.16, n.63, p.169–186, 1965.
- SOUZA, I. S. F. Difusão de tecnologia para o setor agropecuário: A experiência brasileira. **Cadernos de Difusão de Tecnologia**, Brasília, v.4, n.2, p.187-196, 1987.
- TRENKLE, A.; WILHAM, R. L. Beef Production Efficiency. **Science**, Washington, v. 198 p.1009-1015, 1977.
- VALE, S.M.L.R.; COSTA, F.A. **Noções gerais de administração rural**. Brasília: ABEAS, 1997. 35p. (Curso de Administração Rural por Tutoria à Distância – Módulo, 1).
- VARIAN, H.R. **Microeconomia: Princípios Básicos**. 2.ed., Rio de Janeiro: Campus, 1994. 710p.
- VILLALBA, D.; RIPOLL, G.; RUIZ, R. et al. Long-term stochastic simulation of mountain beef cattle herds under diverse management strategies. **Agricultural Systems**, cidade de publicação, v. 103, n. 4, 2010.
- WALKER, D.H. Decision support, learning and rural resource management. **Agricultural Systems**, Amsterdam, v.73, p.113- 127, 2002.
- ZIMMER, A. H.; EUCLIDES FILHO, K. As pastagens e a pecuária de corte brasileira . In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL SOBRE PRODUÇÃO ANIMAL EM PASTEJO, 1997, Viçosa, MG. **Anais ...** Viçosa, MG, 1997. p.349-379.

## **CAPÍTULO III<sup>1</sup>**

---

<sup>1</sup> Artigo elaborado conforme as Normas da Revista Brasileira de Zootecnia (Apêndice 1).

## **Desenvolvimento e aplicação de um indicador de eficiência bioeconômica para a produção de bovinos de corte no Rio Grande do Sul, Brasil**

Vinícius do Nascimento Lampert<sup>9,10,3,\*</sup>, Júlio Otávio Jardim Barcellos<sup>2,11,4</sup>, Francisco José Kliemann<sup>4</sup>, Leonardo Canali Canellas<sup>2,3</sup>, Matheus Dill<sup>2,4</sup>, Maria Eugênia Andrighetto Canozzi<sup>2,3</sup>

### **RESUMO**

Os objetivos deste trabalho foram desenvolver um indicador que estime a eficiência bioeconômica de sistemas produtivos, identificar cenários alternativos que elevem a eficiência da atividade e construir relações de isoeffiência entre sistemas de produção de bovinos de corte no Rio Grande do Sul. O indicador foi desenvolvido utilizando-se o conceito de retorno do capital investido, sendo eficientes os cenários que apresentam valores superiores a 3. O indicador de eficiência bioeconômica (IEB) da pecuária do cenário teórico de referência foi ineficiente, com valor de 2,22, e as eficiências individuais dos componentes solo, planta e animal foram de 1,50, 2,81 e 3,06, respectivamente. Existem pelo menos quatro modificações em variáveis do método que o tornam a atividade bioeconomicamente eficiente. Essas circunstâncias foram estudadas por meio de análises de sensibilidade com modificações teóricas nos cenários ao se alterarem as variáveis de duas a duas, mantendo-se as demais constantes. Para o Estado do Rio Grande do Sul, foram identificadas alternativas que tornam a atividade eficiente alterando-se a produtividade, o custo de produção, o preço da terra e o preço do produto; posteriormente, foram identificadas relações de isoeffiência em diferentes cenários. Sugerem-se a aplicação do indicador em outras atividades agrícolas e a elaboração de estudos de isoeffiência incorporando aspectos ambientais e de bem-estar social.

**Palavras-chave:** otimização, pecuária, produtividade

---

<sup>9</sup> Faculdade de Agronomia – UEMS. Bolsista FUNDECT. E-mail: [vinlampert@bol.com.br](mailto:vinlampert@bol.com.br). (\*) Autor para correspondência.

<sup>10</sup> Núcleo de Estudos em Sistemas de Produção de Bovinos de Corte e Cadeia Produtiva (NESPRO) – UFRGS.

<sup>11</sup> Programa de Pós-graduação em Zootecnia – UFRGS

<sup>4</sup> Programa de Pós-graduação em Agronegócios – UFRGS

## **Development and Application of a Bio-Economic Efficiency Indicator for Beef Cattle Production in Rio Grande do Sul, Brazil**

### **ABSTRACT**

An indicator was developed to estimate bio-economical efficiency of production systems, identifying alternative scenarios that improve efficiency, and building isoefficiency relations in beef cattle production systems in Rio Grande do Sul. The concept of return on investment was used to develop the indicator. Scenarios regarded as efficient showed values that were higher than 3. The bio-economical efficiency indicator (IEB) for beef cattle production in the theoretical reference scenario was considered inefficient, with the value of 2.22, and individual efficiencies of the soil, plant and animal components were 1.50, 2.81, and 3.06, respectively. At least four modifications in the method variables made it a bio-economically efficient activity. These circumstances were studied through sensitivity analyses, with theoretical changes in the scenarios, when variables were changed two by two while the others were kept constant. In Rio Grande do Sul, alternatives that make the activity efficient were identified by changing productivity, production cost, land price, and product price. Iso-efficiency relationships were identified in other scenarios. The application of this indicator in other agricultural activities is suggested, as well as the design of studies of bio-efficiency incorporating both environmental and social welfare features.

**Key Words:** cattle farming, optimization, productivity

## Introdução

Com a valorização de terras (ANUALPEC, 2010), aumento da demanda por alimentos (FAO, 2011; Foresight, 2011) e necessidade de resolução de questões ambientais (Carvalho et al., 2010), a produção de bovinos de corte brasileira tem sido pressionada a melhorar a produtividade (Costa, 2010). As diferentes combinações que podem ser adotadas entre as variáveis preço da terra, preço do produto, custo de produção, produtividade e capital investido em animais determinam a eficiência bioeconômica do sistema.

O crescimento da agricultura tem elevado os preços de terras (ANUALPEC, 2010; Dias-Filho, 2010) e aumentado os investimentos na produção agropecuária por investidores brasileiros e estrangeiros (Gasques et al., 2008). Entretanto, embora o país ainda tenha um dos menores custos de produção de carne do mundo (Ferraz & Felício, 2010), o custo tem aumentado (Carvalho et al., 2008), o que colabora para que a rentabilidade seja baixa se comparada com a de outras atividades.

Com a perspectiva de expansão do agronegócio no Brasil, o qual permanece entre os poucos países que ainda têm potencial para aumentar significativamente a área agrícola e a produtividade (Gasques et al., 2008), é pertinente identificar relações que facilitem a análise de cenários no aumento ou na manutenção da eficiência bioeconômica da atividade. Existe um desafio de pesquisa para caracterizar os diferentes componentes que constituem o sistema de produção, conhecer suas interações e desenvolver métodos de síntese que permitam quantificar e acompanhar o processo de melhoria da eficiência do sistema como um todo (Abreu & Lopes, 2005).

Os custos de produção variam entre regiões (ANUALPEC, 2010); a produtividade e a rentabilidade mudam entre sistemas e dentro de um mesmo sistema em anos diferentes por razões climáticas, de mercado e de gestão. Devido a essa variabilidade e à

falta de informações oficiais precisas, o presente trabalho foi elaborado utilizando um cenário teórico de referência. Dessa maneira, desenvolveu-se um método e aplicou-se ao Rio Grande do Sul, pois este Estado apresenta diversos sistemas de produção oriundos de diferentes combinações de atividades produtivas (SEBRAE/SENAR/FARSUL, 2005).

Os objetivos deste trabalho foram desenvolver um indicador para estimar a eficiência bioeconômica de sistemas produtivos, identificar cenários alternativos que elevem a eficiência e, com isso, construir relações de isoeffiência entre sistemas na produção de bovinos de corte no Rio Grande do Sul.

### Material e Métodos

Os dados do cenário teórico de referência foram obtidos a partir de informações do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, da FNP Consultoria e do diagnóstico da pecuária de corte no Estado do Rio Grande do Sul realizado pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul (Tabela 1).

Tabela 1 – Cenário teórico de referência da produção de bovinos de corte em sistemas de ciclo completo no Rio Grande do Sul, Brasil

Variável	Unidade	Valor
Área explorada	Hectares	1.000,00
Preço da terra	R\$ ha <sup>-1</sup>	3.128,61
Preço do produto	R\$ kg vivo <sup>-1</sup>	2,74
Custo de produção	R\$ ha <sup>-1</sup>	100,00
Lotação animal	UA ha <sup>-1</sup>	0,70
Produção por hectare	kg PV ha <sup>-1</sup>	102,60
Taxa de desfrute	%	21,00
Capital imobilizado em animais	R\$ UA <sup>-1</sup>	616,50
Taxa de juros a.a.	%	6,00

Fonte: área explorada (cálculo do autor a partir de dados do IBGE, 2006); preço da terra - pastagens (Gasques et al., 2008), preço do produto, custo de produção e capital em animais (cálculos a partir de dados do ANUALPEC, 2010); lotação animal, produção por hectare e taxa de desfrute (cálculos a partir de dados de SEBRAE/SENAR/FARSUL, 2005); taxa de juros (estimativa do autor para que o custo de oportunidade do capital seja similar a aplicações na caderneta de poupança).

Produzir em terras baratas, com custos menores e baixa produção por hectare ou produzir em terras caras, com custos maiores e elevada produção por hectare podem ser sinônimos de baixa eficiência. A eficiência bioeconômica não depende exclusivamente da produtividade, do preço recebido na comercialização ou dos preços da terra. É possível ser eficiente com valores baixos ou elevados para qualquer uma das variáveis, desde que haja uma compensação nas outras variáveis. O que determina a eficiência é o resultado da combinação entre essas variáveis. O indicador de eficiência bioeconômica (IEB) permite avaliar essa combinação por meio de relações de isoeffiência.

A relação de isoeffiência é um conjunto de diferentes valores que não modificam o IEB. Este indicador pode ser aumentado ou diminuído através de relações diretas ou indiretas (*trade-off*) entre as variáveis existentes no método. As variáveis do método são classificadas em variáveis de entrada (referente às receitas) e em variáveis de saída (referentes às despesas) (Figura 1).

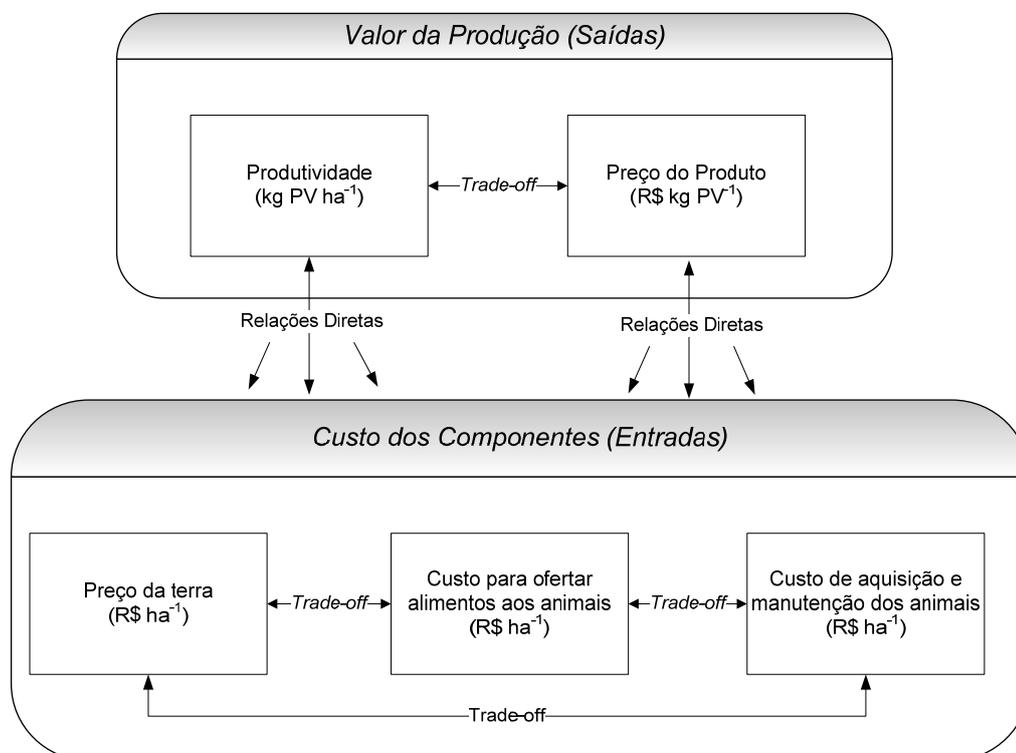


Figura 1 – Descrição das relações diretas e indiretas entre as variáveis que determinam a eficiência bioeconômica de sistemas de produção de bovinos de corte

Quando as variáveis são analisadas duas a duas, existem dez combinações possíveis entre as variáveis do indicador. O IEB pode permanecer inalterado, desde que as duas variáveis mudem de valor no mesmo sentido (relações diretas) ou em sentidos contrários (relações indiretas). Foram denominados de sistemas isoeicientes bioeconomicamente àqueles que apresentaram valores iguais de IEB.

O método propõe estimar individualmente as eficiências bioeconômicas dos componentes solo, planta e animal de sistemas de produção de bovinos de corte de ciclo completo e agregá-las através da eficiência ponderada, considerando como ponderador os pesos do capital envolvido em cada componente em regime de fluxo de caixa. A eficiência é medida pelo quociente entre o valor da produção e o custo.

As eficiências individuais dos componentes solo, planta e animal são as seguintes:

a) Eficiência do Componente Solo (ES): avalia a relação entre o valor da produção e o custo de oportunidade anual investido em terras e instalações.

$$ES = \frac{(PA \times PP)}{CS} \quad \text{em que:}$$

*PA*: produção animal anual em quilogramas de peso vivo (kg de PV); *PP*: preço médio do produto (R\$ kg PV<sup>-1</sup>); *CS*: custo de oportunidade anual do componente solo (R\$).

O CS é obtido pelo valor de mercado de aquisição da área explorada multiplicado por uma taxa de juros anual. A taxa de juros considerada foi de 6% a.a., referente ao custo de oportunidade e ao risco do capital, comparando-se de maneira similar a uma aplicação alternativa na caderneta de poupança.

b) Eficiência do Componente Planta (EP): avalia a relação entre o valor da produção e o custo anual para implantação de pastagens, produção e fornecimento de alimentos e suplementos aos animais.

$$EP = \frac{(PA \times PP)}{CP} \quad \text{em que:}$$

*PA*: produção animal anual (kg de PV); *PP*: preço médio do produto (R\$ kg PV<sup>-1</sup>);  
*CP*: capital anual investido no componente planta (R\$).

O capital investido do componente planta refere-se ao custo para ofertar energia na forma de alimentos e medicamentos aos animais. Fornecer alimentos aos animais representa a despesa de maior custo em todo o sistema de produção animal, inclusive em bovinos de corte (Archer et al., 1999).

A fim de facilitar a operacionalização do cálculo, todas as despesas de custeio da produção foram incluídas nesse componente, como mão-de-obra, produtos veterinários, manutenção de cercas, benfeitorias e equipamentos. Esse componente representa todo o custo de produção, com exceção do custo de arrendamento ou de oportunidade da terra e da aquisição e manutenção de animais, pois foram considerados em outros componentes.

c) Eficiência do Componente Animal (EA): avalia a relação entre o valor da produção e o valor do capital investido em animais.

$$EA = \frac{(PA \times PP)}{CA} \quad \text{em que:}$$

*PA*: produção animal anual (kg de peso vivo); *PP*: preço médio do produto (R\$/kg de peso vivo); *CA*: capital investido no componente animal (R\$).

O CA é dividido em dois tipos, capital para aquisição de animais e custo do capital imobilizado. O primeiro refere-se aos animais que são comprados para repor os vendidos no ano corrente, e o segundo, aos animais que permanecem em estoque. O CA representa o somatório do valor desembolsado com os animais comprados e o custo de oportunidade dos animais que permanecem em estoque para o ano seguinte.

O indicador de eficiência bioeconômica (IEB) mede o quociente entre o valor da

produção e o capital anual referente aos três componentes. O ponderador do indicador é o custo dos componentes.

$$IEB = \frac{(ES \times CS) + (EP \times CP) + (EA \times CA)}{CS + CP + CA} \quad (1)$$

Matematicamente, faz-se uma simplificação do Indicador de Eficiência Bioeconômica da pecuária (IEB) e obtém-se uma fórmula equivalente:

$$IEB = 3 \times \frac{PA \times PP}{CS + CP + CA} \quad (2)$$

Cada uma das três medidas de eficiência pode ser comparada individualmente com o indicador IEB, permitindo realizar a análise da eficiência relativa de cada componente com o indicador ponderado.

O indicador IEB dividido por três tem um conceito similar ao de retorno do capital investido. Quando a exploração pecuária avaliada atinge um IEB igual a 3, significa que o retorno em produto é igual ao capital investido nos três componentes produtivos, ou seja, o quociente entre o valor do produto e a soma dos custos dos componentes é igual a 1.

A interpretação do resultado é a seguinte: IEB maior ou igual a 3: atividade eficiente; IEB menor que 3: atividade ineficiente. A unidade do indicador é adimensional. O valor da taxa de juros que torna o IEB igual a três é chamado de taxa de eficiência bioeconômica (TEB) e representa a taxa limite entre a eficiência e a ineficiência bioeconômica medida pelo IEB.

O método pode ser aplicado em outras atividades agrícolas. Para isso, é necessário definir os componentes que serão avaliados e representá-los com seu devido valor econômico. O VP é a generalização do valor da produção obtido na pecuária pela multiplicação entre PP e PA. A fórmula geral generalizada a partir da anterior é a

$$\text{seguinte: } IEB = N \times \frac{\sum_{i=1}^k VP_k}{\sum_{i=1}^N C_N}$$

Onde: N: número de componentes (recursos); K: quantidade de produtos da atividade;  $VP_k$ : valor da produção da saída  $k$  (R\$);  $C_N$ : custo de produção do componente  $N$  (R\$). A interpretação do resultado é a seguinte: IEB maior ou igual a N: eficiente; IEB menor que N: ineficiente. Com esse indicador, podem-se comparar eficiências de recurso dentro da mesma propriedade.

Teoricamente, existe a possibilidade de sistemas terem a mesma eficiência com produtividades diferentes ou apresentarem eficiências diferentes com a mesma produtividade. Esse fato depende das diferentes combinações existentes entre variáveis de entrada e saída, que proporcionam eficiências equivalentes entre os sistemas.

A fim de compreender essas relações na pecuária de corte do Rio Grande do Sul, foram realizadas modificações teóricas em algumas variáveis do método. As variáveis utilizadas foram o preço da terra, o preço do produto, a produtividade e os custos de produção, com exceção do capital imobilizado em animais, que permaneceu fixo. Nesta análise, variaram-se duas de cada vez, fixando-se as demais e totalizando seis relações de isoeffiência (Tabela 2).

Tabela 2 – Relações de isoeffiência bioeconômica avaliadas para a produção de bovinos de corte no Rio Grande do Sul

Relações	Variáveis		Constantes	
1	Preço da terra	Custo de produção	Preço do produto	Produtividade
2	Preço da terra	Produtividade	Preço do produto	Custo de produção
3	Produtividade	Preço do produto	Preço da terra	Custo de produção
4	Custo de produção	Preço do produto	Preço da terra	Produtividade
5	Custo de produção	Produtividade	Preço da terra	Preço do produto
6	Preço da terra	Preço do produto	Produtividade	Custo de produção

Esses cenários descrevem uma aplicação do método utilizando as principais

variáveis que exercem efeito na eficiência bioeconômica. Com a utilização posterior do método, poderão ser elaboradas e avaliadas outras combinações de cenários com dados de diferentes regiões. O método pode ser utilizado para comparar a eficiência entre sistemas ou dentro de um mesmo sistema em anos diferentes.

### Resultados e Discussão

O indicador de eficiência bioeconômica (IEB) da pecuária do cenário teórico de referência foi ineficiente, com valor de 2,22, e as eficiências individuais dos componentes solo, planta e animal foram de 1,50, 2,81 e 3,06, respectivamente. Entretanto, existem quatro cenários teóricos que fazem com que a eficiência da atividade deixe de ser desfavorável (Tabela 3). Essas alternativas referem-se a mudanças nas demais variáveis do indicador. O cenário 1 considerou uma redução no preço da terra; o cenário 2, um aumento no preço do produto; o cenário 3, uma redução no custo de produção; e o cenário 4, um aumento na produtividade.

Tabela 3 – Cenários alternativos de eficiência bioeconômica de sistemas pecuários no Rio Grande do Sul

Variável	Unidade	Situação atual	Cenário 1	Cenário 2	Cenário 3	Cenário 4
Produtividade	kg PV ha <sup>-1</sup>	102,6	<b>138,5</b>	102,6	102,6	102,6
Preço do produto	R\$ kg vivo <sup>-1</sup>	2,74	2,74	<b>4,16</b>	2,74	2,74
Custo de produção	R\$ ha <sup>-1</sup>	100,00	100,00	100,00	<b>2,00</b>	100,00
Preço da terra	R\$ ha <sup>-1</sup>	3.128,61	3.128,61	3.128,61	3.128,61	<b>1.489</b>
Variação	%	-	35,1	51,8	98,0	52,4
IEB		2,22	3,00	3,00	3,00	3,00

Para que a eficiência passe a ser favorável (IEB igual a três), mantendo sempre as demais variáveis do cenário teórico constantes, para o cenário 1, a produção de peso vivo por hectare deveria ser 138,5 kg em vez de 102,6 kg (aumento de 35,1%), utilizando os mesmos recursos com os mesmos custos. Para o cenário 2, o preço do

produto deveria ser R\$ 4,16 em vez de R\$ 2,74 (aumento de 51,8%). Para o cenário 3, o custo de produção deveria ser de R\$ 2,00 em vez de R\$ 100,00 por hectare (redução de 98,0%). Para o cenário 4, o preço da terra deveria ser R\$ 1.489,00 em vez de R\$ 3.128,61 por hectare (redução de 52,4%) para que a atividade tivesse uma rentabilidade similar a uma taxa de remuneração de capital de 6% a.a.

Ao se considerar que o capital não tem valor no tempo, o IEB apresenta um valor de 4,85. É evidente que valores elevados na taxa de remuneração do capital tornam a atividade eficiente e que valores mais baixos tornam a atividade ineficiente. A taxa de eficiência bioeconômica (TEB) é de 3,13% a.a (que torna IEB igual a três). Esse valor é um pouco superior ao encontrado no ANUALPEC (2010), em que a rentabilidade da atividade na região com maior concentração de bovinos no Estado do Rio Grande do Sul é de 1,6% a.a. para escalas de 500 unidades animais (UA) e de 3,1% a.a. para escalas de 5.000 UA. Para a escala do presente trabalho (1.200 UA), obtida por meio de interpolação, a rentabilidade na região é de 1,83% a.a.

As relações de isoeffiência foram construídas alterando-se, de duas em duas, as variáveis da Tabela 3. Essas relações podem ser usadas como respostas a alguns questionamentos, principalmente quando se pretende permanecer em regiões sujeitas às perdas de eficiência pelo aumento do preço da terra ou dos custos de produção. Os cenários retratam as seguintes indagações:

Cenário I) Em que circunstâncias sistemas apresentam a mesma eficiência: com um custo menor em terras caras ou um custo maior em terras baratas?

A perda da rentabilidade da pecuária, aliada a pressões externas, como boa atratividade econômica da soja, do milho e da cana-de-açúcar, influencia o pecuarista a reduzir ou até acabar com a área destinada à criação de gado. Esse fenômeno promove o deslocamento da produção bovina para regiões marginais, onde o custo de oportunidade

da terra é menor (Carvalho et al. 2008).

Com o aumento dos preços da terra, a eficiência bioeconômica torna-se equivalente, desde que o custo de produção seja reduzido em R\$ 60,00 por hectare para cada R\$ 1.000,00 de aumento no preço da terra (Figura 2). Nas relações de isoeffiência, mantêm-se constantes as demais variáveis.

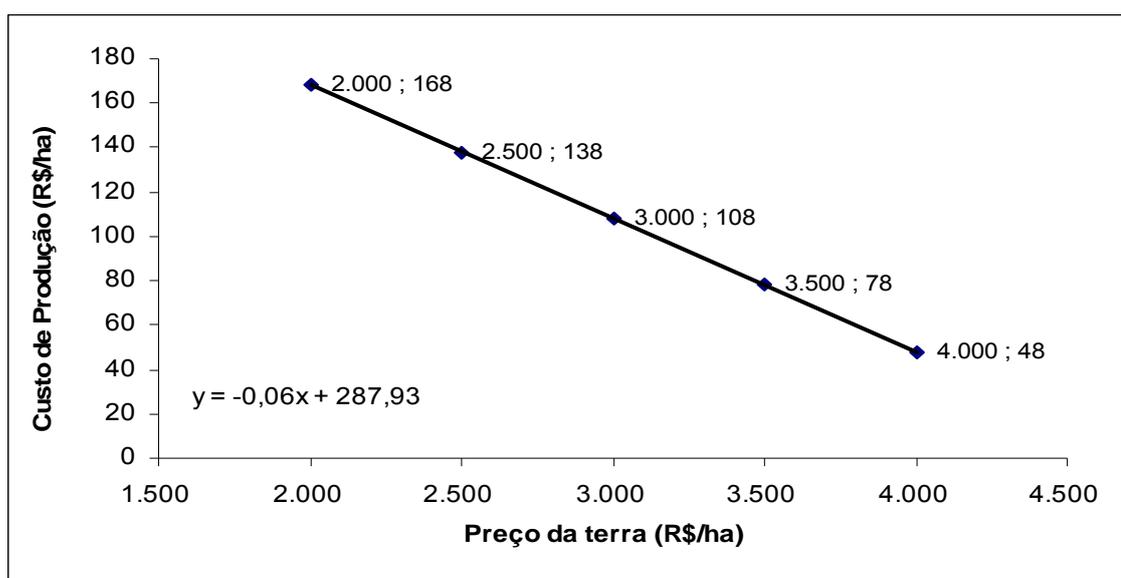


Figura 2 – Relação de isoeffiência de *trade-off* entre preço da terra e custo de produção, mantendo-se constantes a produção por hectare e o preço do produto.

Cenário II) Em que circunstâncias sistemas apresentam a mesma eficiência: produzindo menos em terras baratas ou mais em terras caras?

Com a tendência de migração da pecuária para regiões de fronteira agrícola no país, como o norte, onde a terra é mais barata, pode ocorrer uma diminuição na demanda tecnológica da pecuária em grande parte dessas áreas (Homma, 1999; Barros et al. 2002; Dias-Filho, 2010). De maneira geral, em terras mais baratas, a pressão econômica para aumentar a produção por hectare é menor. Nesse sentido, a atividade pecuária tem se mantido produzindo pouco em terras baratas ou muito em terras caras.

Segundo Dias-Filho (2010), o aumento do custo da terra algumas vezes traz como

consequência o abandono da atividade ou a intensificação da produção. Diante do maior custo da oportunidade da terra, a pecuária pode melhorar seus resultados econômicos melhorando seus índices zootécnicos (Carvalho et al., 2008) ou através do aumento da capacidade de suporte das pastagens. Dessa forma, uma alternativa para permanecer produzindo nas regiões com terra valorizada é intensificar a produção. A mesma eficiência bioeconômica é alcançada se a produção aumenta em 16,2 kg de peso vivo por hectare para cada mil reais de valorização do hectare (Figura 3). Outras análises podem ser realizadas, considerando-se a mudança de três variáveis, como, por exemplo, o efeito conjunto do aumento do preço da terra, do custo e da produtividade.

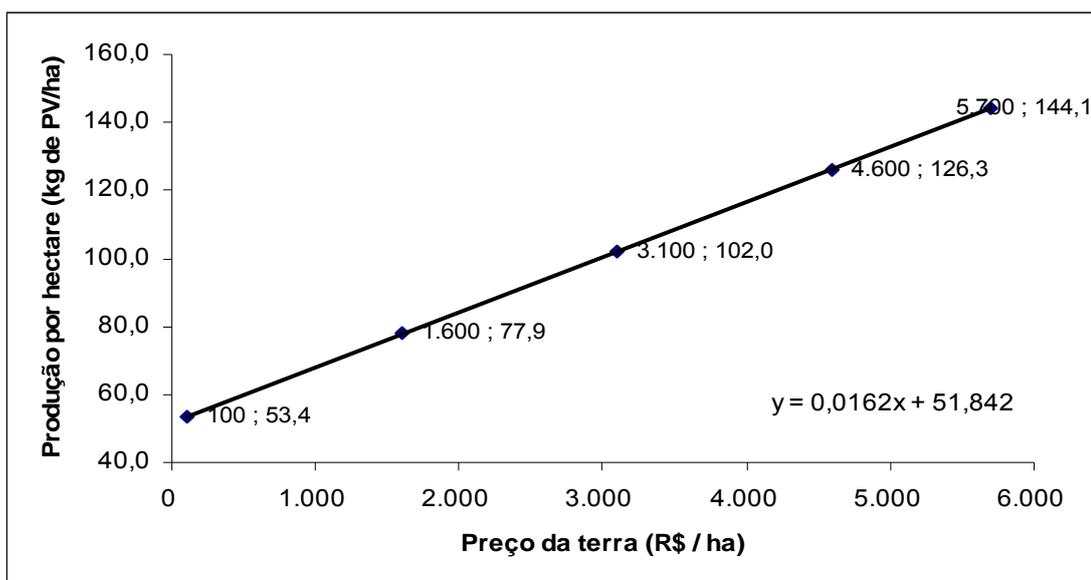


Figura 3 – Relação de isoeffiência da relação direta entre preço da terra e produção por hectare, mantendo-se constante o preço do produto e o custo de produção

Cenário III) Em que circunstâncias sistemas apresentam a mesma eficiência: ao produzir menos com preços elevados ou mais com preços baixos?

Com a sazonalidade existente nos preços da atividade pecuária (Sachs & Pinatti, 2007), o risco de perdas com a redução nos preços pode ser menor quando a produção é maior se houver um benefício no fluxo de caixa da atividade. Observe-se que a

capacidade de manter a eficiência bioeconômica aumenta com a elevação da produtividade. Para cada aumento em 10 kg na produção de peso vivo por hectare, a eficiência mantém-se constante, ainda que o preço do produto seja reduzido em R\$ 0,50 por kg de peso vivo. Nessa relação de isoeffiência, a eficiência não fica comprometida quando se perde no preço, mas se ganha em produtividade (Figura 4).

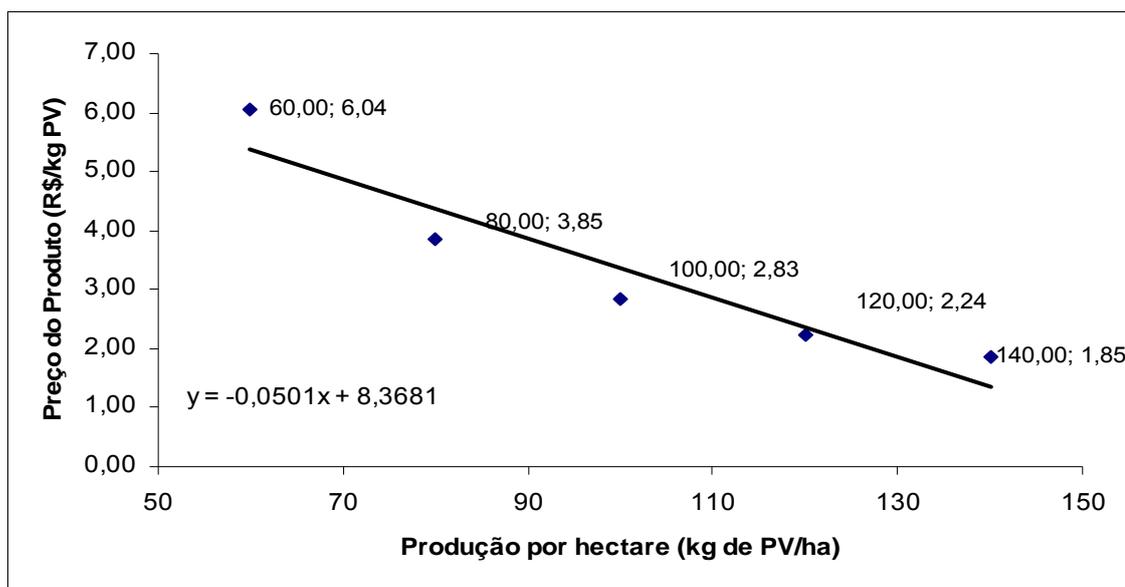


Figura 4 – Relação de isoeffiência do *trade-off* entre produção por hectare e preço do produto, mantendo-se constante o preço da terra e o custo de produção

Cenário IV) Em que circunstâncias sistemas apresentam a mesma eficiência: produzindo a mesma quantidade com maiores ou menores custos e preços?

O indicador do boi gordo ESALQ/BM&FBovespa (São Paulo, à vista – CDI) acumulou alta de 47,2%, avançando de R\$ 79,56 para R\$ 117,18, em termos reais (valores deflacionados pelo IGP-DI) (CEPEA, 2010). A elevação de preços estimula a intensificação da produção, sendo que isso também é verdadeiro quando ocorre em sentido contrário.

Com o aumento ou a redução no preço de R\$ 0,50 por quilograma de peso vivo, a

eficiência bioeconômica permanece inalterada se o custo de produção oscila no mesmo sentido no valor de R\$ 52,55 por hectare (Figura 5).

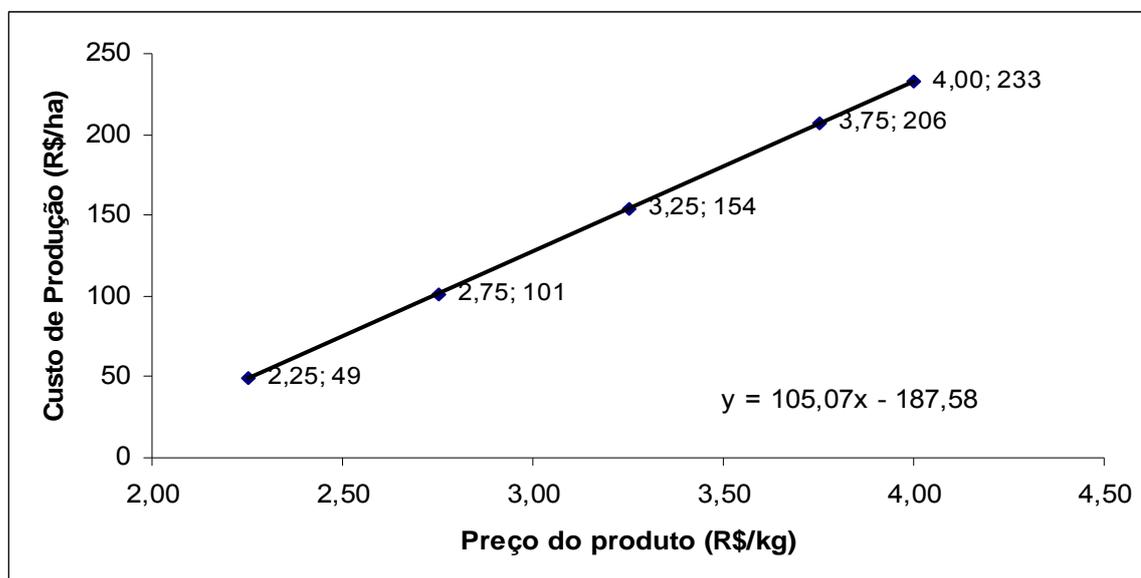


Figura 5 – Relação de isoeffiência da relação direta entre preço do produto e custo de produção, mantendo-se constante a produtividade e o preço da terra.

Cenário V) Em que circunstâncias sistemas apresentam a mesma eficiência: produzindo menos com custos baixos ou mais com custos elevados?

Sob um prisma econômico, o aumento de produção é viável quando o aumento das receitas é maior que o aumento dos custos. Nessas condições, para manter eficiência bioeconômica inalterada, um aumento por hectare no custo de produção em R\$ 50,00 deverá proporcionar um aumento de 13,5 kg de peso vivo por hectare na produtividade da pecuária (Figura 6). Segundo Carvalho et al. (2010), em algumas regiões do Brasil, com o aumento de investimento para aumentar a capacidade de suporte da pastagem, a produção poderá triplicar, tornando a rentabilidade do setor quatro vezes maior.

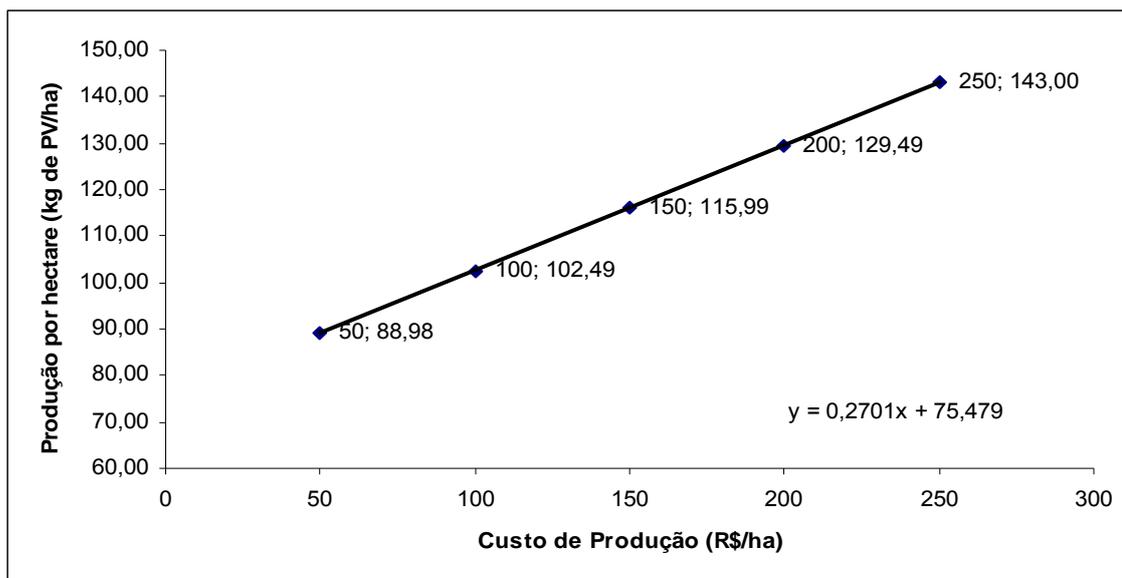


Figura 6 – Relação de isoeffiência da relação direta entre custo de produção e a produtividade, mantendo-se constante o preço do produto e o preço da terra.

Cenário VI) Em que circunstâncias sistemas apresentam a mesma eficiência: em terras baratas com preço reduzido ou em terras mais caras com preço mais elevado?

A região Norte apresenta preços inferiores aos de outras regiões do Brasil. O Estado do Pará, por exemplo, nos últimos cinco anos, tem um preço médio inferior ao do Estado de São Paulo em aproximadamente 17,7% (ANUALPEC, 2010). Para regiões com terras mais baratas, o desempenho bioeconômico pode ser mantido equivalente se o preço do quilograma comercializado for R\$ 0,60 mais baixo para cada R\$ 1.000,00 a mais no preço do hectare. Considerando-se somente esses aspectos e as demais variáveis constantes, o preço recebido na região Norte está dentro do limite para manter a eficiência bioeconômica, pois, nessa situação, essa diferença equivale a um preço 21,9% inferior em São Paulo (Figura 7).

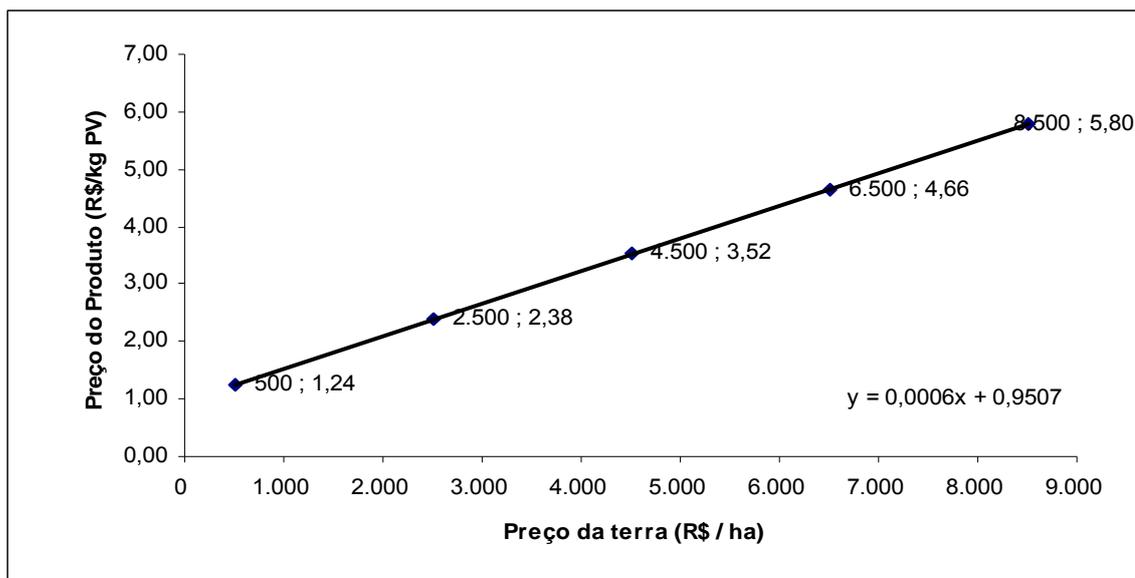


Figura 7 – Relação de isoeffiência da relação direta entre preço da terra e preço do produto, mantendo-se constante a produção por hectare e o custo de produção.

A Figura 8 descreve o mapa resumido das seis relações de isoeffiência obtidas.

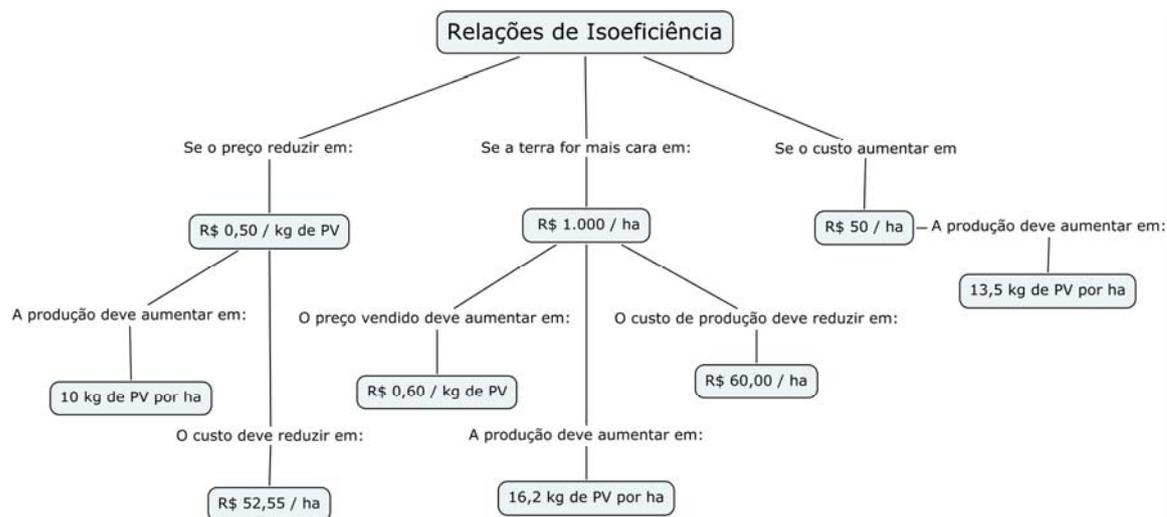


Figura 8 – Mapa das relações de isoeffiência para sistemas de ciclo completo de bovinos de corte no Rio Grande do Sul.

Não foram encontrados trabalhos com esse tipo de análise; entretanto, em produção animal, existem mais de 40 índices de eficiência do uso de alimentos (Almeida, 2005). Esses índices relacionam, na maioria das vezes, um recurso produtivo, como, por exemplo, o hectare ou o quilograma de alimento consumido, com o

quilograma de peso vivo produzido.

Isso pode ser visto no trabalho de Santos et al. (2008), em que utilizou a expressão *eficiência bioeconômica* para avaliar diferentes doses de nitrogênio e os seus efeitos na margem bruta por hectare e na relação benefício/custo. Em outro estudo, em vacas leiteiras, Rennó et al. (2008) avaliaram a eficiência bioeconômica da relação entre o custo da alimentação e a receita bruta. Já Barros et al. (2005) num estudo com ovinos, analisaram a eficiência bioeconômica das margens brutas por kg de cordeiro produzido.

Outra técnica utilizada para avaliar a eficiência de sistemas é a Análise Envoltória de Dados. Os trabalhos pioneiros no Brasil que utilizaram essa metodologia (Somwaru & Valdes, 2004; Abreu et al., 2006; Abreu et al., 2008) avaliaram a eficiência de diferentes sistemas produtivos na pecuária de corte. Apesar do potencial do método para sistemas de produção de bovinos de corte, ele não se aplica aos objetivos deste trabalho. Enquanto ele utiliza unidades eficientes como *benchmark* para as unidades ineficientes, o presente trabalho avalia as relações bioeconômicas absolutas entre o valor dos recursos e o valor da produção dentro de uma empresa, ao invés das relações produtivas entre diferentes unidades de produção. A eficiência é medida per si, pois considera aspectos produtivos e econômicos do sistema, objetivando um maior retorno do capital investido.

O indicador de eficiência bioeconômica (IEB) pode ser adaptado para outras atividades; inclusive, sugere-se incorporar os conceitos de valoração econômica de bens e serviços ambientais com um foco no bem-estar social. Para adicionar componentes referentes aos aspectos sociais ou ambientais, podem-se associar os métodos de valoração econômica ambiental propostos por Motta (1998), Nogueira et al. (2000) e Maia et al. (2004).

### **Conclusões**

O cenário teórico de referência para a produção de bovinos de corte em sistemas de ciclo completo no Rio Grande do Sul é ineficiente. Identificaram-se cenários alternativos para aumentar a eficiência bioeconômica da atividade no Estado, obtendo-se relações de isoeffiência entre as variáveis preço da terra, custo de produção, produção por hectare e preço do produto. A melhoria da eficiência bioeconômica depende da habilidade gerencial em realizar alterações na atividade dentro dos limites das variáveis do mapa de isoeffiência, considerando as características produtivas e mercadológicas locais. O método tem potencial para auxiliar em decisões estratégicas, como em compra de terras e intensificação da produção, e também pode ser utilizado em outras atividades agrícolas.

### **Agradecimentos**

À Fundação de Apoio ao Desenvolvimento do Ensino, Ciência e Tecnologia do Estado de Mato Grosso do Sul (FUNDECT), pela bolsa de estudo concedida ao doutorando Vinícius do Nascimento Lampert, e ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), pela bolsa de Produtividade em Pesquisa concedida ao Prof. Júlio Otávio Jardim Barcellos.

### Referências

- ABREU, U.G.P.; LOPES, P.S. **Análise de sistemas de produção animal** – Bases conceituais. Corumbá: Embrapa Pantanal, 2005.
- ABREU, U.G.P.; LOPES, P.S.; BATISTA, A.J.M.S. et al. Avaliação da introdução de tecnologias no sistema de produção de gado de corte no Pantanal: análise de eficiência. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.35, n.3, p.1245-1250, 2006 (supl.).
- ABREU, U.G.P.; GOMES, E.G.; LOPES, P.S. et al. Avaliação sistêmica da introdução de tecnologias na pecuária de gado de corte do Pantanal por meio de modelos de análise envoltória de dados (DEA). **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.37, n.11, p.2069-2076, 2008.
- ALMEIDA, R. **Consumo e eficiência alimentar de bovinos em crescimento**. 2005. Tese (Doutorado-Agronomia) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade Federal de São Paulo, Piracicaba.
- ANUALPEC 2010. **Anuário da pecuária brasileira**. São Paulo: Instituto FNP, 2010. 360p.
- ARCHER J.A.; RICHARDSON E.C.; HERD R.M. et al. Potential for selection to improve feed efficiency of beef cattle: a review. **Australian Journal of Agricultural Research**, v.50, n.2, p.147-162, 1999.
- BARROS, G.S.C.; ZEN, S.; BACCHI, M.R.P. et al. **Economia da pecuária de corte na região norte do Brasil**. Piracicaba: Centro de Estudos Avançados em Economia Aplicada, 2002. 75p.
- BARROS, N.N.; VASCONCELOS, V.R.; WANDER, A.E. et al. Eficiência bioeconômica de cordeiros F1 Dorper x Santa Inês para produção de carne. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.40, n.8, p.825-831, 2005.
- CARVALHO, T.B.; FERREIRA, P.C.; DE ZEN, S. Competitividade da pecuária de corte do Estado de São Paulo vs Mato Grosso do Sul e Mato Grosso. In: CONGRESSO DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ECONOMIA, SOCIOLOGIA E ADMINISTRAÇÃO RURAL, 46., 2008, Rio Branco. **Anais...** Rio Branco, 2008.
- CARVALHO, T.B.; FURLANETTO, LV.; DE ZEN, S. et al. Potencial da produtividade e rentabilidade da pecuária de corte no Mato Grosso. In: CONGRESSO DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ECONOMIA, SOCIOLOGIA E ADMINISTRAÇÃO RURAL, 48., 2010, Campo Grande-MS. **Anais...** Campo Grande-MS, 2010.
- CEPEA. **BOI/CEPEA**: Valores recordes marcam pecuária de corte em 2010. Disponível em: [http://www.cepea.esalq.usp.br/imprensa/?id\\_page=340&id\\_art=3861](http://www.cepea.esalq.usp.br/imprensa/?id_page=340&id_art=3861) Acesso em: 31/01/11.
- COSTA, F. P. **Natureza econômica e impacto das pastagens no custo de produção da pecuária de corte**. Campo Grande, MS: Embrapa Gado de Corte, 2010. 2p.

(Embrapa Gado de Corte. Documentos, 181).

DIAS-FILHO, M.B. Produção de bovinos a pasto na fronteira agrícola. In: ZOOTECA 2010 – XX CONGRESSO BRASILEIRO DE ZOOTECNIA, 20., 2010, Palmas. **Anais..** Palmas: Editora, 2010. p.131-145.

FAO – **How to feed the world in 2050**. Disponível em: [http://www.fao.org/fileadmin/templates/wsfs/docs/Issues\\_papers/HLEF2050\\_Global\\_Agriculture.pdf](http://www.fao.org/fileadmin/templates/wsfs/docs/Issues_papers/HLEF2050_Global_Agriculture.pdf). Acesso em: 31/01/11.

FERRAZ, J.B.S.; FELÍCIO, P.E.D. Production systems an example from Brazil. **Meat Science**, Campaign, v.84, n.2, p.238-243, 2010.

FORESIGHT. 2011. Disponível em: <http://www.bis.gov.uk/assets/bispartners/foresight/docs/food-and-farming/11-546-future-of-food-and-farming-report.pdf> Acesso em: 31/01/11.

GASQUES, J.G.; BASTOS, E.T; VALDES, C. Preços da terra no Brasil. In: CONGRESSO DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ECONOMIA, SOCIOLOGIA E ADMINISTRAÇÃO RURAL, 46., 2008, Rio Branco. **Anais...** Rio Branco, 2008.

HOMMA, A.K.O. As questões emergentes e a agricultura na Amazônia In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ECONOMIA E SOCIOLOGIA RURAL, 37., 1999, Foz do Iguaçu. **Anais...** [Foz do Iguaçu], [1999] (Compact disk).

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. [2006]. **Pecuária - estabelecimento na agropecuária - hectares**. Rio de Janeiro. Disponível em: <http://www.sidra.ibge.gov.br/bda/pecua/default.asp?z=t&o=23&i=P> Acesso em: 31/01/11.

MAIA, A.G.; ROMEIRO, A.R.; REYDON, B.P. **Valoração de recursos ambientais: metodologias e recomendações**. Campinas: IE.UNICAMP, 2004. p.1-39.

MOTTA, R.S. **Manual para valoração econômica de recursos ambientais**. Brasília, DF: Ministério do Meio Ambiente, dos Recursos Hídricos e da Amazônia Legal, 1998. 218p.

NOGUEIRA, J.M., MEDEIROS, M.A., ARRUDA, F.S. Valoração econômica do meio ambiente: ciência ou empiricismo? **Cadernos de Ciência & Tecnologia**, Brasília, v.17, n.2, p.81-115, 2000.

RENNÓ, F.P.; PEREIRA, J.C.; LEITE, C.A.M. et al. Eficiência bioeconômica de vacas de diferentes níveis de produção de leite por lactação e estratégias de alimentação. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.37, n.4, p.765-772, 2008.

SACHS, R.C.C.; PINATTI, E. Análise do comportamento dos preços do boi gordo e do boi magro na pecuária de corte paulista, no período de 1995 a 2006. **Revista de Economia e Agronegócio**, Viçosa, v.5, n.3, p.329-351, 2007.

SANTOS, D.T.; CARVALHO, P.C.F.; NABINGER, C. et al. Eficiência bioeconômica da adubação de pastagem natural no sul do Brasil. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.38, n.2, p.437-444, 2008.

SEBRAE; SENAR; FARSUL. **Diagnóstico da pecuária de corte no Estado do Rio Grande do Sul**. Porto Alegre, 2005. Relatório. 265p.

SOMWARU, A.; VALDES, C. [2004]. Brazil's beef production and its efficiency: A comparative study of scale economies. In: GTAP CONFERENCE ON GLOBAL ECONOMIC ANALYSIS, 70., 2004, Purdue. Disponível em: <https://www.gtap.agecon.purdue.edu/resources/download/1860.pdf> Acesso em: 31/01/11.

## **CAPÍTULO IV**

## 1. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Por mais que se avance e se desenvolvam mais pesquisas empíricas em situações ainda não estudadas, dificilmente conseguiremos recursos e tempo suficiente para gerar respostas para todas as perguntas em todas as possibilidades de produção de bovinos de corte. É preciso avaliar a atividade por diferentes óticas e desvendar os princípios que regem esta complexa relação entre aspectos produtivos e econômicos. A partir da consolidação desses conhecimentos, eles poderão ser transformados em ferramentas efetivas para auxílio na tomada de decisão dos produtores rurais.

No Capítulo II, avaliaram-se circunstâncias em que alguns indicadores zootécnicos apresentam maior contribuição para a elevação da produtividade na pecuária de ciclo completo. Para isto, utilizou-se um modelo computacional e com ele gerou-se equações de regressão para prever a produção por hectare e a taxa de desfrute em função da taxa de natalidade, idade de acasalamento e idade de abate, levando-se em consideração a lotação animal.

No Capítulo III, pôde-se desenvolver um indicador de eficiência bioeconômica e, através de relações de isoeffiência, foi possível identificar circunstâncias em que a eficiência bioeconômica é equivalente em diferentes cenários de preços da terra, preço do produto, custos de produção e

produtividade.

A melhoria da produtividade da atividade pode ser obtida através da priorização de melhoria dos indicadores zootécnicos que apresentam maior reposta marginal (Capítulo II) ou pelo aumento da eficiência bioeconômica (Capítulo III), que avalia os aspectos produtivos e econômicos conjuntamente. O aumento da produtividade é necessário, mas não é suficiente para o aumento da rentabilidade da atividade. O indicador IEB poderá auxiliar na tomada de decisões nessa situação.

O trabalho aqui proposto procurou iniciar a elucidação da lacuna de análise existente entre o desempenho animal e a produção do sistema. Outras pesquisas devem ser efetuadas. Com relação ao indicador de eficiência bioeconômica, este precisa ser testado. Nesse sentido, uma linha de pesquisa deve ser fortalecida através de grupos de pesquisa multidisciplinares; aliada ao uso da tecnologia da informação, poderá contribuir para o desenvolvimento de uma pecuária de precisão.

A principal limitação do trabalho refere-se à capacidade de predição da produtividade devido quantidade de variáveis utilizadas. Esta capacidade pode ser melhorada se forem adicionadas outras variáveis além da taxa de natalidade, idade de acasalamento, idade de abate e lotação. No entanto, as equações obtidas possuem características importantes de predição, pois são oriundas de diferentes valores de mortalidade, lotação e pesos de abate.

Salienta-se que os aspectos biológicos que a ciência em produção animal domina podem ser incorporados posteriormente aos princípios que regem o aumento da produtividade, os quais serão descobertos, consolidados

ou abandonados ao longo de outras pesquisas. Se uma teoria for construída no decorrer de outras pesquisas, deverá ser testada.

“O conhecimento científico pode ser comparado com uma receita. É o instrumento usado como ferramenta: instrumento para a ação. Se depois de várias repetições o bolo sai sempre ruim, é porque há algo errado com a teoria (receita). Ela é então abandonada. É assim que acontece com as teorias científicas” (Alves, 2006, p. 53).

A construção do conhecimento ocorre com o desenvolvimento de pesquisas com outras percepções, podendo-se posteriormente descobrir novos paradigmas. O novo precisa ser desejado e aceito para discussões. Talvez, se mudarmos as perguntas, encontraremos novas respostas. As mudanças mais fundamentais na ciência resultam nem tanto da invenção de novas técnicas de pesquisa, mas antes de uma nova maneira de olhar para os dados. Dados estes que podem ter existido por longo tempo (Gouldner, 1970).

Num contexto mais amplo da pesquisa científica, a maioria das perguntas está sem resposta. Para reforçar a falta de respostas, algumas das que temos pouco servem, pois as perguntas não têm uma grande demanda da sociedade. Há, ainda, perguntas que suscitam a necessidade crescente de estudar questões ambientais, por exemplo, como produzir alimentos de forma sustentável. Note-se como a ciência é pressionada para compreender rapidamente conceitos novos e produzir soluções.

Nesse sentido, conforme Carlos Nobre, do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (Inpe), nossa geração tem o desafio de “inventar um novo paradigma de desenvolvimento baseado em conhecimento, reconhecendo que

os usos racionais dos abundantes recursos naturais renováveis e da biodiversidade podem ser a grande alavanca para o desenvolvimento sustentável” (Nobre, 2008, p. 17).

O conceito de inovação, segundo os debates efetuados no 3º Congresso Internacional de Inovação, de 2010, realizado na Federação das Indústrias do Estado do Rio Grande do Sul (FIERGS), em Porto Alegre, passa pelo processo de alavancar a criatividade, gerando valor. Uma ideia não tem valor por si só – precisamos de produtos e serviços que atendam às demandas e necessidades.

Isso fica evidente na participação do Brasil na produção científica e de patentes. O Brasil produziu, em 2009, 2,7% dos *papers* do mundo, segundo a MCT/Reuters, mas ainda contribuiu com apenas 0,07% dos registros das patentes mundiais, de acordo com o United States Patent and Trademark Office (USPTO) (Regalado, 2010). A inovação e a cultura do empreendedorismo ainda são incipientes no país.

A escassez de inovação e empreendedorismo e o distanciamento do setor privado são alguns desafios a serem vencidos pela pesquisa no Brasil, conforme um artigo publicado na Revista *Science* (Regalado, 2010). Porém, o país está avançando e construindo uma cultura de inovação na pesquisa. O artigo relata que o país tem se destacado positivamente em ciências agrárias, citando o papel da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa). A busca por inovação deve ser um alvo constante.

O novo paradigma, baseado em conhecimento, é a chave para o desenvolvimento sustentável – e a sustentabilidade passa pela habilidade de

prever os efeitos que ações humanas desencadearão no futuro. Essa previsão implica a descoberta de uma ordem, uma lógica, uma regularidade inerente ao sistema. A descoberta da ordem é a primeira inspiração da ciência. O seu objetivo é descobrir um padrão invisível que transforme os fatos do enigma em conhecimento (Alves, 2006), e as teorias servem para explicar como se processa a ordem e para fazer previsões. A ciência em produção animal pouco estuda a ordem, o geral, o que não muda. O mundo muda, mas a ordem existe, ainda que seja temporária.

De forma análoga, os agentes da cadeia produtiva bovina reconhecem a limitação de uma coordenação entre os elos. A cadeia produtiva bovina é um caos, se comparada com a de outras carnes. A dificuldade de discutir ideias e estabelecer alvos comuns mostra a razão do atraso.

A maioria das questões que discutimos hoje são as mesmas de um século atrás. Não conseguimos resolver questões básicas de baixa produtividade e eficiência, e a razão não é a falta de esforço. Muito se sabe sobre manejo, nutrição, reprodução e sanidade. As pesquisas nesses aspectos são muito bem-sucedidas, e temos excelência nesse campo. Em 2008, durante a III Jornada do Núcleo de Estudos em Sistemas de Produção de Bovinos de Corte e Cadeia Produtiva Sistemas de Produção (NESPRO), o Prof. José Fernando Piva Lobato muito bem retratou a evolução de resultados de pesquisas em pecuária de corte.

O que pouco se sabe é como equacionar essas variáveis, aliando a eficiência produtiva e econômica e considerando a diversidade de ambientes e de sistemas existentes entre empresas pecuárias. Embora existam pesquisas

sobre o tema, ainda temos pouco domínio sobre a inter-relação entre desempenho produtivo e econômico. Desse modo, o desenvolvimento do indicador de eficiência bioeconômica (IEB) apresentado no Capítulo III buscou atender parcialmente esta demanda.

Os resultados de pesquisa que analisam a eficiência econômica muitas vezes não se aplicam a propriedades diferentes e nem à mesma propriedade em anos diferentes. Para cumprir com o tripé de sustentabilidade – aspectos econômicos, sociais e ambientais –, é necessário adequar os diferentes sistemas de produção aos diferentes ambientes. Nesse sentido, o Capítulo III apresentou o desenvolvimento de um indicador que permitiu avaliar relações isoeficientes em diferentes cenários.

No 18º Congresso Mundial da Carne, realizado em Buenos Aires em 2010, foi abordada por vários palestrantes a sustentabilidade na pecuária de corte. A intensificação da produção é o caminho central para a sustentabilidade a fim de aumentar a oferta de alimentos, mas não é uma regra única. A viabilidade econômica, sim, é um pré-requisito para alcançar a sustentabilidade. Se a intensificação sozinha fosse uma receita de sucesso garantido, o problema estaria resolvido, pois já há algum tempo detemos as técnicas para elevar a produtividade da pecuária de corte.

De maneira geral, a pesquisa em ciência animal analisa dados e não produz teorias. São as teorias que tratam de padrões de comportamento do animal, da pastagem ou do sistema. Dados muitas vezes não geram teorias. “A lógica do jogo não é obtida por observação. A observação sugere, mas não é a resposta. É necessário imaginação. A observação dá apenas a descrição do

tabuleiro e do movimento das peças” (Alves, 2006, p. 31). Observe-se que dominar o movimento das peças num tabuleiro de xadrez não é sinônimo de jogar bem.

Segundo Alves (2006), durante muito tempo, pensou-se que o caminho seguro da ciência era fazer declarações isentas de emoções, metódicas e impessoais. O cientista não deveria “falar”. Na língua portuguesa, ainda é comum fazer ciência sem escrever na primeira pessoa do singular. No entanto, a grande maioria das ideias não ocorre aos cientistas por meio de um processo metódico consciente, mas sim inconsciente. A criação e a inovação são fundamentais.

Para concluir, o novo paradigma, baseado em conhecimento, necessário para alavancar o desenvolvimento sustentável poderá surgir mediante instituições que tenham ações alinhadas estrategicamente aos objetivos estabelecidos em comum acordo por entidades como o governo, universidades e o setor privado.

Nesse sentido, a inovação é a chave para o futuro da pesquisa científica. Ainda existe um abismo entre o conhecimento que produzimos e seu impacto na vida das pessoas. Parafraseando Thomas Kuhn, o conteúdo das pesquisas científicas agregará mais valor para uma sociedade em constante evolução quando estivermos menos interessados na preservação de paradigmas do que na sua falsificação.

## 2. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABIEC. Associação Brasileira das Indústrias Exportadoras de Carne, Estatísticas. **[Informações]**. Disponível em: <[http://www.abiec.com.br/download/stat\\_mercadomundial.pdf](http://www.abiec.com.br/download/stat_mercadomundial.pdf)> Acesso em: 31/01/11.
- ABREU, U.G.P.; LOPES, P.S.; BATISTA, A.J.M.S. et al. Avaliação da introdução de tecnologias no sistema de produção de gado de corte no Pantanal: análise de eficiência. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.35, n.3, 2006.
- ABREU, U.G.P.; GOMES, E.G.; LOPES, P.S. et al Avaliação sistêmica da introdução de tecnologias na pecuária de gado de corte do Pantanal por meio de modelos de análise envoltória de dados (DEA). **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 37, n.11, 2008.
- ACOCK, B.; ACOCK, M.C.; Potential for using long-term field research data to developed and validate crop simulators. **Agronomy Journal**, Madison, v.83, p. 56-61, 1991.
- ALBUQUERQUE, A.F.; FILHO, E.E. [2005]. **Administrar é decidir: A visão de Herbert A. Simon.** Disponível em: <[http://www.cptl.ufms.br/dcs/dconline/artigos/artigo\\_01.pdf](http://www.cptl.ufms.br/dcs/dconline/artigos/artigo_01.pdf)> Acesso em: 26/11/2010.
- ALVES, R. **Filosofia da ciência**.11.ed. São Paulo: Loyola, 2006. p.223.
- ANUALPEC 2010. **Anuário da pecuária brasileira**. São Paulo: Instituto FNP, 360p.
- BARBIER, B.; CARPENTIER, C. The conditions for sustainability of tropical Agriculture: Bioeconomic models applied to five contrasting farming systems. In: MINI-SYMPOSIUM ON MODELING AT THE INTERNATIONAL ASSOCIATION OF AGRICULTURAL ECONOMISTS CONFERENCE, 2000, Berlim. **Proceedings....** Disponível em: <<http://www.jircas.affrc.go.jp/>> Acesso em: 31/01/2011.
- BARBOSA, P.F.; COSTA, M.A.B.; TORRES, I. Modelos de simulação como ferramentas de auxílio à tomada de decisões em sistemas de produção de gado de corte. In: BARBOSA P.F.; ASSIS, A.G.; COSTA, M.A.B. (Org.). **Modelagem e Simulação de Sistemas de Produção Animal**. São Carlos: Embrapa Pecuária Sudeste, 2002. V.1. p. 97-119.
- BARBOSA, F.A. et al. Produtividade e eficiência econômica de sistemas de produção de cria, recria e engorda de bovinos de corte na região sul do estado da Bahia. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e**

- Zootecnia**, Belo Horizonte, v.62, n.3, p 677-685, 2010.
- BARCELLOS, J.O.J.; OAIGEN, R.P.; CHRISTOFARI, L.F. Gestão de Tecnologias Aplicadas Na Produção de Carne Bovina: Pecuária de Cria. **Archivos Latinoamericanos de Producción Animal**, Cusco, v.15, p.23-32, 2007.
- BARIONI, L.G.; VELOSO, R.F.; MARTHA JÚNIOR, G.B. Modelos de tomadas de decisão para produtores de ovinos e bovinos de corte. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE PRODUÇÃO ANIMAL: MODELOS PARA A TOMADA DE DECISÕES NA PRODUÇÃO DE BOVINOS E OVINOS, 2002, Santa Maria. **Anais...** Santa Maria, 2002. p.05-58.
- BERETTA, V.; LOBATO, J.F.P.; MIELITZ NETTO, C.G. Produtividade e eficiência biológica de sistemas de produção de gado de corte de ciclo completo no Rio Grande de Sul. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.31, n.2, p.991-1001, 2002.
- BIRKHAUSER, D.; EVENSON, R.E.; FEDER, G. The economic impact of agricultural extension: a review. In: WORKSHOP SOBRE METODOLOGIAS DE AVALIAÇÃO SÓCIOECONÔMICA DA PESQUISA AGROPECUÁRIA, 4., 1989, Bento Gonçalves. **Anais...** Brasília, 1989. p.1-62.
- BRISOLARA, C.S. **Análise intertemporal de alternativas tecnológicas na bovinocultura de corte gaúcha**. 2001. Dissertação (Mestrado - Economia Rural) – Instituto Estudos e Pesquisas Econômicas, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2001.
- BYRNE, T.J.; AMER, P.R.; FENNESSY, P.F. et al. Breeding objectives for sheep in Ireland: A bio-economic approach. **Livestock Science**, Amsterdam, v.132, n.1-3, p.135-144, 2010.
- CARVALHO, T. B.; FERREIRA, P. C.; DE ZEN, S. Competitividade da Pecuária de Corte do Estado de São Paulo vs Mato Grosso do Sul e Mato Grosso. In: CONGRESSO DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ECONOMIA, SOCIOLOGIA E ADMINISTRAÇÃO RURAL, 46., Rio Branco, 2008. **Anais...** Rio Branco, 2008.
- CERRI, C.C.; BERNOUX, M.; MAIA S.M.F. Greenhouse gas mitigation options in Brazil for land-use change, livestock and agriculture. **Scientia Agrícola**, Piracicaba, v.67, n.1, p.102-116, 2010.
- COSTA, A. L. M. C. A questão da Produtividade. In: FLEURY, A.C..C.; VARGAS, N. (Coord.) 1983. **Organização do Trabalho**: uma Abordagem Interdisciplinar. São Paulo : Atlas, 1983. 232p.
- CHARNES, A.; COOPER, W.W.; RHODES, E. Measuring the Efficiency of

- Decision Making Units. **European Journal of Operational Research**, Amsterdam, v.2, n.6, p.424- 444, 1978.
- CURRY, G.L.; DEUERMEYER, B.L.; FELDMAN, R.M. **Discrete Simulation**. Oakland, CA: Holden-Day, 1989. p.297.
- DEBREU, G. The coefficient of resource utilization. **Econometrica**, Princeton, NJ, v.19, n.3, p.273-292, 1951.
- DIAS-FILHO, M.B. Produção de bovinos a pasto na fronteira agrícola. In: ZOOTEC 2010 – CONGRESSO BRASILEIRO DE ZOOTECNIA, 20., 2010, Palmas. **Anais das Palestras...** Palmas, 2010. p. 131-145.
- EDWARDS-JONES, G. Modelling farmer decision-making: concepts, progress and challenges. **Animal Science**, Penicuik, Midlothian, Scotland, v.82, p.783-790, 2006.
- ELY, A. **Análise Econômica da Exploração de Gado de Corte: Alternativas Tecnológicas de Produção Forrageira e Animal, numa Região do Rio Grande do Sul**. 1979. 101f. Dissertação (Mestrado - Economia Rural) — Instituto Estudos e Pesquisas Econômicas, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 1979.
- FARREL, M.J. The Measurement of Productive Efficiency. **Journal of the Royal Statistical Society**, Oxford, Séries A, Parte III, p. 253-290, 1957.
- FELDKAMP, C.R. **Cow-Calf Operation in Argentina: a Systems Approach to Intervention Assessment**. 2004. 205f. Tese (Doutorado) – Fakultät der Humboldt-Universität zu Berlin zur Verleihung des akademischen Grades doctor rerum agriculturalarum (Dr. rer. agr.), 2004.
- FERRAZ, J.B.S.; FELÍCIO, P.E.D. Production systems an example from Brazil. **Meat Science**, Champaign, v. 84, n. 2, p. 238-243, 2010.
- FERREIRA, G.; CARDOZO, O.; LIMA, J.M.S. Modelo bio-econômico para la toma de decisiones en engorde de novillos a pastoreo. In: EVERLING, D.M. QUADROS, F.L.; VIÉGAS, J. et al. (Ed). **Modelos para a tomada de decisões na produção de bovinos e ovinos**. Santa Maria, RS: Pallotti, 2002. p.121-145.
- FIGUEIREDO, E.M.L. **Uma Abordagem Quantitativa para Desenvolvimento de Software Orientado a Aspectos**. 2006. 140f. Dissertação (Mestrado - Informática) - Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2006.
- GASQUES, J.G. et al. **Condicionantes da produtividade da agropecuária brasileira**. Brasília: IPEA, 2004. 30 p. (Texto para Discussão. IPEA, 1017).

- GASQUES, J.G.; BASTOS, E.T.; VALDES, C. Preços da Terra no Brasil. In: CONGRESSO DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ECONOMIA, SOCIOLOGIA E ADMINISTRAÇÃO RURAL, 46., Rio Branco, 2008. **Anais...** Rio Branco, 2008.
- GOULDNER, A.W. **The Coming Crisis in Western Sociology**. London: Heinemann, H.E.B. 1970.
- GUEDES, T.M.M.; MATTOS, Z.P.B. Um Modelo de Planejamento para Pecuária de Corte: Cria, Recria e Engorda. **Informações Econômicas**, Porto Alegre, v.23, n.8, p.9-22, 1993.
- HARDAKER, J.B.; LIER, G. Stochastic efficiency analysis with risk aversion bounds: a comment. **Australian Journal of Agricultural and Resource Economics**, Armidale, v.54, p.379–383, 2010.
- HARRIS, D.L. Breeding for Efficiency in Livestock Production: Defining the Economic Objectives. **Journal of Animal Science**, Madison, v.30, p.860-865, 1970.
- HAYES, R.H.; WHEELWRIGHT, S.C.; CLARK, K.B. **Dynamic manufacturing: creating the learning organization**. New York: The Free Press, 1988. 429p.
- HIROOKA, H. Systems approaches to beef cattle production systems using modeling and simulation. **Journal of Animal Science**, Madison, v.81, p.411-424, 2010.
- IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Pecuária - estabelecimento na agropecuária- hectares**, [2006]. Disponível em: < [http://www.ibge.gov.br/home/presidencia/noticias/noticia\\_visualiza.php?id\\_noticia=1464&id\\_pagina=1](http://www.ibge.gov.br/home/presidencia/noticias/noticia_visualiza.php?id_noticia=1464&id_pagina=1)> Acesso em: 31/01/11.
- JONES, J.W.; LUYTEN, J.C. Simulation of biological processes. In: PEART R.M.; CURRY, R.B.; ed. **Agricultura systems modeling and simulation**. New York: Marcel Dekker, 1997. p.19–62.
- JORGE JUNIOR, J.; CARDOSO, V.L.; ALBUQUERQUE, L.G. Modelo bio econômico para cálculo de custos e receitas em sistemas de produção de gado de corte visando à obtenção de valores econômicos de características produtivas e reprodutivas. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.35, n.5, p.2187-2196, 2006.
- JORGE, A.M.; ANDRIGHETTO, C.; MILLEN, D.D. et al. Desempenho e eficiência biológica de bubalinos de três grupos genéticos terminados em confinamento e abatidos em diferentes estádios de maturidade. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.35, n.1, p.252-257, 2006.

- KEATING, B.A.; McCOWN, R.L. Advances in farming systems analysis and intervention, **Agricultural Systems**, Amsterdam, v.70, p.555–579, 2001.
- KOOPMANS, T.C. An analysis of production as an efficient combination of activities. In: KOOPMANS, T.C. (Ed.) **Activity analysis of production and allocation**. New York : Cowles Commission for Research in Economics, 1951.
- LANA, C.M. **Sistema de Apoio à Decisão no Planejamento da Produção de Leite na Região de Viçosa, Minas Gerais**. 2002. 118f. Dissertação (Mestrado - Economia Rural) - Universidade Federal de Viçosa, Minas Gerais, 2002.
- LIMA, M. A. Emissão de gases de efeito estufa provenientes de sistemas agrícolas no Brasil. **Biotecnologia Ciência & Desenvolvimento**. Disponível em: <[http://www.biotecnologia.com.br/revista/bio17/17\\_egee.pdf](http://www.biotecnologia.com.br/revista/bio17/17_egee.pdf) , 2000> Acesso em: 31/01/11.
- MACEDO, M.M. Gestão da produtividade nas empresas. **Revista FAE Business**, Curitiba, n.3, p.18-23, 2002.
- MAGNE, M.A.; CERF, M.; INGRAND, S. A conceptual model of farmers' informational activity: a tool for improved support of livestock farming management. **Animal**, Penicuik, Midlothian, Scotland, v.4, p.842-852, 2010.
- MARRA, M.; PANNELL, D.J.; GHADIM, A.A. The economics of risk, uncertainty and learning in the adoption of new agricultural technologies: where are we on the learning curve? **Agricultural Systems**, Amsterdam, v.75, n.2-3, p.215-234, 2003.
- MIELITZ NETTO, C.G.A. **Análise das mudanças de alguns coeficientes técnicos na criação de bovinos de corte**. 1979. 62f. Dissertação (Mestrado - Economia Rural) - Instituto Estudos e Pesquisas Econômicas, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 1979.
- MORIN, E. **O método 3: o conhecimento do conhecimento**. Porto Alegre: Sulina, 2005.
- MOTTA, F.C.P.; VASCONCELOS, I.F.G. **Teoria Geral da Administração**. São Paulo: Pioneira Thomson Learning, 2002.
- NOBRE, C. Mudanças Climáticas e o Brasil: Contextualização. **Parcerias Estratégicas**, Brasília, n.27, 2008.
- OGLE, G.; TITHER, P. An analysis of the risks and benefits of beef intensification. **Proceedings of the New Zealand Grassland Association**, Wellington, v.62, p.25–29, 2000.

- OLIVEIRA, J.R. **Estudo sobre as limitações dos sistemas de medição da produtividade numa unidade industrial do setor cervejeiro**. 2005. 284f. Dissertação (Mestrado - Engenharia de Produção) – Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa, 2005.
- PEREIRA, P.R.R.X.; BARCELLOS, J.O.J.; FEDERIZZI, L.C. et al. Advantages and challenges for Brazilian export of frozen beef. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 40, n.1, 2011.
- PIDD, M. **Tools for Thinking: Modelling in Management Science**. New York: John Wiley & Sons, 1996.
- PÖTTER, L.; LOBATO, J.F.P.; MIELITZ NETTO, C.G.A. Análises econômicas de modelos de produção com novilhas de corte primíparas aos dois, três e quatro anos de idade. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.29, n.3, 2000.
- REGALADO, A. Brazilian Science: Rinding a Gusher. **Science**, Washington, v.3 p.1306-1312, 2010.
- REICHARDT, K.; BACCHI, O.O.S.; DOURADO NETO, D. et al. Principles of crop modeling and simulation: I. Uses of mathematical models in agricultural science. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v.55, n.especial, p.46-50, 1998.
- RESTLE, J.; PACHECO, P.S.; FREITAS, A.K. et al. Influência das taxas de ganho de peso pré-desmame das vacas e do tipo de pastagem no período pós-parto sobre a eficiência biológica de vacas e de bezerros de corte. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.36, n.4, p.874-880, 2007.
- RODRIGUES, F.A.C. **Análise Econômica Comparativa entre a Bovinocultura de Corte e a de Duplo-Propósito no Rio Grande do Sul**. 1989. 143f. Dissertação (Mestrado - Economia Rural) - Instituto Estudos e Pesquisas Econômicas, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 1989.
- RODRIGUES, P.C. **Análise Econômica de um Sistema de Engorda de Bovinos em Confinamento - RS**. 1975. 96f. Dissertação (Mestrado - Economia Rural) - Instituto Estudos e Pesquisas Econômicas, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 1975.
- ROMERA, A. J. **Simulation of cow-calf systems in the Salado region of argentina**. 2004. Thesis(PhD) - Massey University, Palmerston North, New Zealand, 2004. Unpublished
- ROMERA A.J.; MORRIS S.T.; HODGSON J, STIRLING WD, WOODWARD

- SJR. 5.The influence of replacement policies on stability of production in a simulated cow-calf farm system. **New Zealand Journal of Agricultural Research**, Wellington, v.49, p.35–44, 2006.
- RUTH, M., HANNON, O. The facets of the modelling and validation process in operations research. **European Journal of Operational Research**, Amsterdam, v.66, n.2, p.216-234, 1997.
- SAINZ, R.D.; BALDWIN, R .L. Models of growth, lactation and digestion in cattle. In: EVERLING, D.M.; QUADROS, F.L.; VIÉGAS, J. et al. (Eds) **Modelos Para a Tomada de Decisões na Produção de Bovinos e Ovinos**. Santa Maria, RS: Pallotti, 2002.
- SALLES, P.A. **Análise Econômica de dois Experimentos de Adubação e Manejo da Pastagem Nativa e sua Implicação na Produtividade da Pecuária**. 1977. 141f. . Dissertação (Mestrado - Economia Rural) - Instituto Estudos e Pesquisas Econômicas, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 1977.
- SALLES, P. A.; ACEVEDO, A .S. **Benefício Econômico do Cultivo de Pastagem e sua Determinação Através da Produtividade**. Bagé: EMBRAPA/UEPAE, 1982. 31p. (Circular Técnica, 01/82).
- SCHERBAUM, S.; DSHEMUCHADSE, M.; FISCHER, R. et al. How decisions evolve: The temporal dynamics of action selection. **Cognition**, Amsterdam, v.115, n.3, p.407-416, 2010.
- SCOT Consultoria. Resultados em 2009. Disponível em: <<http://www.bigma.com.br/artigos.asp?id=40,2009>> Acesso em: 31/01/11.
- SEBRAE; SENAR; FARSUL. **Diagnóstico da pecuária de corte no Estado do Rio Grande do Sul**. Porto Alegre, 2005. 265p. Relatório
- SEVERIANO FILHO, C. **Produtividade e Manufatura avançada**. João Pessoa: Edições PPGE, 1999. 284p.
- SIMON, H.A. **Administrative behavior**. New York: MacMillan, 1945.
- SIMON, H.A. 'The logic of rational decision'. **British Journal for the Philosophy of Science**, Oxford, v.16, n.63, p.169–186, 1965.
- SOMWARU, A.; VALDES, C. Brazil's beef production and its efficiency: A comparative study of scale economies. In: GTAP ANNUAL CONFERENCE ON GLOBAL ECONOMIC ANALYSIS, 70., 2004, Purdue. Disponível em: <<https://www.gtap.agecon.purdue.edu/resources/download/1860.pdf>> Acesso em: 31/01/11.
- SON, Y.K. **An Economic Evaluation model for advanced manufacturing**

**systems**. 1987. Tese(Doutorado) - Auburn University, 1987

STERMAN, J. A skeptic's guide to computer models. In: RICHARDSON, G.P. (Ed.) **Modelling for management: simulation in support of systems thinking**. Cambridge: Dartmouth, 1996. 493p.

STERMAN, J. **Business Dynamics**. New York: McGraw-Hill, 2000. 891p.

STRAUSS, K. "Cognition, context, and multimethod approaches to economic decision making". **Environment and Planning A**, London, v.41, n.2, p.302–317, 2009.

TORESAN, L. **Sustentabilidade e desempenho produtivo na agricultura: uma abordagem multidimensional aplicada a empresas agrícolas**. 1998. Tese (Doutorado em Engenharia de Produção) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 1998.

TURBAN, E.; ARONSON, J.E. **Decision Support Systems and Intelligent Systems**. 5.ed. [S.l.] : Prentice Hall, 1998. 890 p.

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

VAZ, R.Z.; LOBATO, J.F.P.; RESTLE, J. Influence of weaning age on the reproductive efficiency of primiparous cows. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.39, n.2, 2010.

VICENTE, J.R. **Pesquisa, Adoção de Tecnologia e Eficiência na Produção Agrícola**. São Paulo: APTA, 2002.

VICENTE, J.R. Determinantes da adoção de tecnologia na agricultura paulista. **Estudos Econômicos**, São Paulo, v.28, n.3, p.421-451, 1998.

VILCKAS, M. **Determinantes da tomada de decisão sobre as atividades produtivas rurais: proposta de um modelo para a produção familiar**. 2004. 139f. Dissertação (Mestrado) - Programa de Pós-Graduação em Engenharia da Produção, Faculdade de Engenharia, Universidade Federal de São Carlos, São Paulo, 2004.

VILLALBA, D.; RIPOLL, G.; RUIZ, R. et al. Long-term stochastic simulation of mountain beef cattle herds under diverse management strategies, **Agricultural Systems**, Cidade de publicação, v.90, n.1-3, p.243–271, 2006.

WOLF, J. ECOWEIGHT 2.0-C programs for modelling the economic efficiency of production systems in beef and dairy cattle (short communication). **Archiv fur Tierzucht-Archives of Animal Breeding**, Dummerstorf, v.51,

n.4, p.397-401, 2008.

WOLFOVÀ, M.; WOLF, J.; PŘIBYL, J. et al. Breeding objectives for beef cattle used in different production systems. 1. Model development. **Livestock Production Science**, Amsterdam, v.95, n.3, p.201–215, 2005.

WOODWARD, S.R.J.; ROMERA, A.; BESKOW, W. et al. Better simulation modelling to support farming system innovation: review and synthesis, **New Zealand Journal of Agricultural research**, Wellington, v.51, p.235-252, 2008.

ZAHRA, S.A.; SAPIENZA, H.J.; DAVIDSSON, P. Entrepreneurship and Dynamic Capabilities: A Review, Model and Research Agenda. **Journal of Management Studies**, Hoboken, NJ, v.43, p.917-955, 2006.

### 3. APÊNDICES

#### APÊNDICE 1: Condições de uso das variáveis de entrada do modelo

Variável de Entrada	Unidade	Valores
Área explorada	hectare	1.000
Taxa de lotação	UA ha <sup>-1</sup>	0,50 a 1,50
Taxa de natalidade	%	50 a 80
Taxa de mortalidade média do rebanho	%	2 a 5
Taxa anual de descarte de vacas	%	15
Taxa anual de descarte de touros	%	25
Quantidade de touros no rebanho	%	3
Idade de acasalamento das novilhas	anos	1 a 3
Idade de abate dos novilhos	anos	1 a 3
Peso de abate dos novilhos com 1 ano	kg	360 a 400
Peso de abate dos novilhos aos 2 anos	kg	400 a 440
Peso de abate dos novilhos aos 3 anos	kg	440 a 480
Peso de abate das novilhas de descarte	kg	350 a 415
Peso de abate das vacas de descarte	kg	400 a 500
Peso de abate dos touros	kg	800
Peso ao desmame machos (IAB = 3)	kg	158
Peso ao desmame machos (IAB = 2)	kg	177
Peso ao desmame machos (IAB = 1)	kg	200
Peso ao desmame fêmeas (IAC = 3)	kg	110
Peso ao desmame fêmeas (IAC = 2)	kg	130
Peso ao desmame fêmeas (IAC = 1)	kg	180
Peso médio machos de 1 ano (IAB = 3)	kg	195 a 203
Peso médio machos de 2 anos (IAB = 3)	kg	267 a 291
Peso médio machos de 3 anos (IAB = 3)	kg	340 a 380
GMD recria dos machos (IAB = 3)	kg	0,199 a 0,243
Peso médio machos de 1 ano (IAB = 2)	kg	218 a 232
Peso médio machos de 2 anos (IAB = 2)	kg	300 a 340

GMD recria dos machos (IAB = 2)	kg	0,224 a 0,296
Peso médio dos machos (IAB = 1)	kg	260 a 300
GMD recria dos machos (IAB = 1)	kg	0,324 a 0,541
Peso médio fêmeas de 1 ano (IAC = 3)	kg	140 a 152
Peso médio fêmeas de 2 anos (IAC = 3)	kg	199 a 238
Peso médio fêmeas de 3 anos (IAC = 3)	kg	260 a 325
GMD recria das fêmeas (IAC = 3)	kg	0,164 a 0,235
Peso médio fêmeas de 1 ano (IAC = 2)	kg	173 a 194
Peso médio fêmeas de 2 anos (IAC = 2)	kg	260 a 325
GMD recria das fêmeas (IAC = 2)	kg	0,236 a 0,355
Peso médio fêmeas de 1 ano (IAC = 1)	kg	260 a 325
GMD recria das fêmeas (IAC = 1)	kg	0,432 a 0,784
GMD terminação das vacas	kg	1,000
GMD terminação das novilhas	kg	1,000
Relação entre novilha acasalada e vaca	%	65
Coeficiente das vacas de cria	UA	0,92 a 1,08
Coeficiente das vacas descarte	UA	0,74 a 0,92
Coeficiente das novilhas 3	UA	0,66 a 0,78
Coeficiente das novilhas 2	UA	0,54 a 0,78
Coeficiente dos novilhos 1	UA	0,42 a 0,78
Coeficiente dos novilhos 3	UA	0,81 a 0,88
Coeficiente dos novilhos 2	UA	0,68 a 0,81
Coeficiente dos novilhos 1	UA	0,53 a 0,74
Coeficiente dos touros	UA	1,32

## APÊNDICE 2: Normas da Revista Brasileira de Zootecnia

### Normas para preparação de trabalhos científicos para publicação na Revista Brasileira de Zootecnia

A fim de prestigiar a comunidade científica nacional, é importante que os autores citem mais artigos disponíveis na literatura brasileira.

Não são aceitos cabeçalhos de terceira ordem. Os parágrafos devem iniciar a 1,0 cm da margem esquerda.

#### Instruções gerais

A RBZ publica artigos científicos originais nas áreas de Aqüicultura, Forragicultura, Melhoramento, Genética e Reprodução, Monogástricos, Produção Animal, Ruminantes, e Sistemas de Produção e Agronegócio.

O envio dos manuscritos é feito exclusivamente pela *home page* da RBZ (<http://www.sbz.org.br>), link Revista, juntamente com a carta de encaminhamento, conforme instruções no link "Envie seu manuscrito".

O texto deve ser elaborado segundo as normas da RBZ e orientações disponíveis no link "Instruções aos autores".

O pagamento da taxa de tramitação (pré-requisito para emissão do número de protocolo), no valor de R\$ 40,00 (quarenta reais), deverá ser realizado por meio de boleto bancário, disponível na *home page* da SBZ (<http://www.sbz.org.br>).

A taxa de publicação para 2009 é diferenciada para associados e não-associados da SBZ. Para associados, será cobrada taxa de R\$ 115,00 (até 8 páginas no formato final) e R\$ 45,00 para cada página excedente. Uma vez aprovado o manuscrito, todos os autores devem estar em dia com a anuidade da SBZ do ano corrente, exceto co-autor que não milita na área zootécnica (estatístico, químico, entre outros), desde que não seja o primeiro autor e que não publique mais de um artigo no ano corrente (reincidência). Para não-associados, serão cobrados R\$ 90,00 por página (até 8 páginas no formato final) e R\$ 180,00 para cada página excedente.

No processo de publicação, os artigos técnico-científicos são avaliados por revisores *ad hoc* indicados pelo Conselho Científico, composto por especialistas com doutorado nas diferentes áreas de interesse e coordenados pela Comissão Editorial da RBZ. A política editorial da RBZ consiste em manter o alto padrão científico das publicações, por intermédio de colaboradores de renomada conduta ética e elevado nível técnico. O Editor Chefe e o Conselho Científico, em casos especiais, têm autonomia para decidir sobre a publicação do artigo.

**Língua:** português ou inglês

#### Formatação de texto

O texto deve ser digitado em fonte Times New Roman 12, espaço duplo (exceto Resumo, Abstract e Tabelas, que devem ser elaborados em espaço 1,5), margens superior, inferior, esquerda e direita de 2,5; 2,5; 3,5; e 2,5 cm, respectivamente.

O manuscrito pode conter até 25 páginas, numeradas seqüencialmente em algarismos arábicos.

As páginas devem apresentar linhas numeradas (a numeração é feita da seguinte forma: MENU ARQUIVO/ CONFIGURAR PÁGINA/LAYOUT/NÚMEROS DE LINHA.../NUMERAR LINHAS), com paginação contínua e centralizada no rodapé.

#### Estrutura do artigo

O artigo deve ser dividido em seções com cabeçalho centralizado, em negrito, na seguinte ordem: Resumo, Abstract, Introdução, Material e Métodos, Resultados e Discussão, Conclusões, Agradecimento e Literatura Citada.

#### Título

Deve ser preciso e informativo. Quinze palavras são o ideal e 25, o máximo. Digitá-lo em negrito e centralizado, segundo o exemplo: Valor nutritivo da cana-de-açúcar para bovinos em crescimento. Deve apresentar a chamada "1" somente no caso de a pesquisa ter sido financiada. Não citar "parte da tese ...."

#### Autores

Deve-se listar até **seis autores**. A primeira letra de cada nome/sobrenome deve ser maiúscula (Ex.: Anacleto José Benevenuto). Não listá-los apenas com as iniciais e o último sobrenome (Ex.: A.J. Benevenuto).

Outras pessoas que auxiliaram na condução do experimento e/ou preparação/avaliação do manuscrito devem ser mencionadas em **Agradecimento**.

Digitar o nome dos autores separados por vírgula, centralizado e em negrito, com chamadas de rodapé numeradas e em sobrescrito, indicando apenas a instituição e/ou o endereço profissional dos autores. Não citar o vínculo empregatício, a profissão e a titulação dos autores. Informar o endereço eletrônico somente do responsável pelo artigo.

No **ato da publicação**, todos os autores devem estar em dia com a anuidade da SBZ do ano corrente. Se entre os autores houver algum não associado, exceto co-autores que não militam na área zootécnica, como estatísticos, químicos, entre outros (desde que não sejam o primeiro autor), serão cobrados valores diferenciados.

#### Resumo

Deve conter no máximo 1.800 caracteres com espaço. As informações do resumo devem ser precisas e informativas. Resumos extensos serão devolvidos para adequação às normas.

Deve sumarizar objetivos, material e métodos, resultados e conclusões. Não deve conter introdução. Referências nunca devem ser citadas no resumo.

O texto deve ser justificado e digitado em parágrafo único e espaço 1,5, começando por RESUMO, iniciado a 1,0 cm da margem esquerda.

#### Abstract

Deve aparecer obrigatoriamente na segunda página e ser redigido em inglês científico, evitando-se traduções de aplicativos comerciais.

O texto deve ser justificado e digitado em espaço 1,5, começando por ABSTRACT, em parágrafo único, iniciado a 1,0 cm da margem esquerda.

#### Palavras-chave e Key Words

Apresentar até seis (6) palavras-chave e Key Words imediatamente após o RESUMO e ABSTRACT, respectivamente, em ordem alfabética. Devem ser elaboradas de modo que o trabalho seja rapidamente resgatado nas pesquisas bibliográficas. Não podem ser retiradas do título do artigo. Digitá-las em letras minúsculas, com alinhamento justificado e separado por vírgulas. Não devem conter ponto final.

## Introdução

Deve conter no máximo 2.500 caracteres com espaço. Deve-se evitar a citação de várias referências para o mesmo assunto.

Trabalhos com introdução extensa serão devolvidos para adequação às normas.

## Material e Métodos

Descrição clara e com referência específica original para todos os procedimentos biológicos, analíticos e estatísticos. Todas as modificações de procedimentos devem ser explicadas.

## Resultados e Discussão

Os resultados devem ser combinados com discussão. Dados suficientes, todos com algum índice de variação incluso, devem ser apresentados para permitir ao leitor a interpretação dos resultados do experimento. A discussão deve interpretar clara e concisamente os resultados e integrar resultados de literatura com os da pesquisa para proporcionar ao leitor uma base ampla na qual possa aceitar ou rejeitar as hipóteses testadas.

Evitar parágrafos soltos e citações pouco relacionadas ao assunto.

## Conclusões

Devem ser redigidas em parágrafo único e conter no máximo 1.000 caracteres com espaço.

Não devem ser repetição de resultados. Devem ser dirigidas aos leitores que não são necessariamente profissionais ligados à ciência animal. Devem explicar claramente, sem abreviações, acrônimos ou citações, o que os resultados da pesquisa concluem para a ciência animal.

## Agradecimento

Deve iniciar logo após as Conclusões.

## Abreviaturas, símbolos e unidades

Abreviaturas, símbolos e unidades devem ser listados conforme indicado na *home page* da RBZ, link "Instruções aos autores".

- Usar **36%**, e não 36 % (sem espaço entre o nº e %)
  - Usar **88 kg**, e não 88Kg (com espaço entre o nº e kg, que deve vir em minúsculo)
  - Usar **136,22**, e não 136.22 (usar vírgula, e não ponto)
  - Usar **42 mL**, e não 42 ml (litro deve vir em L maiúsculo, conforme padronização internacional)
  - Usar **25°C**, e não 25 °C (sem espaço entre o nº e °C)
  - Usar (**P<0,05**), e não (P < 0,05) (sem espaço antes e depois do <)
  - Usar **521,79 ± 217,58**, e não 521,79±217,58 (com espaço antes e depois do ±)
  - Usar **r<sup>2</sup> = 0,95**, e não r<sup>2</sup>=0,95 (com espaço antes e depois do =)
  - Usar asterisco nas tabelas apenas para probabilidade de P: (\*P<0,05; \*\*P<0,01; \*\*\*P<0,001)

Deve-se evitar o uso de abreviações não consagradas e de acrônimos, como por exemplo: "o T3 foi maior que o T4, que não diferiu do T5 e do T6". Este tipo de redação é muito cômoda para o autor, mas é de difícil compreensão para o leitor.

## Tabelas e Figuras

É imprescindível que todas as tabelas sejam digitadas segundo menu do Word "Inserir Tabela", em células distintas

(não serão aceitas tabelas com valores separados pelo recurso ENTER ou coladas como figura). Tabelas e figuras enviadas fora de normas serão devolvidas para adequação.

Devem ser numeradas sequencialmente em algarismos arábicos e apresentadas logo após a chamada no texto.

O título das tabelas e figuras deve ser curto e informativo, devendo-se adotar as abreviaturas divulgadas oficialmente pela RBZ.

A legenda das Figuras (chave das convenções adotadas) deve ser incluída no corpo da figura. Nos gráficos, as designações das variáveis dos eixos X e Y devem ter iniciais maiúsculas e unidades entre parênteses.

Figuras não-originais devem conter, após o título, a fonte de onde foram extraídas, que deve ser referenciada.

As unidades, a fonte (Times New Roman) e o corpo das letras em todas as figuras devem ser padronizados.

Os pontos das curvas devem ser representados por marcadores contrastantes, como círculo, quadrado, triângulo ou losango (cheios ou vazios).

As curvas devem ser identificadas na própria figura, evitando o excesso de informações que comprometa o entendimento do gráfico.

As figuras devem ser gravadas no programa Word, Excel ou Corel Draw (extensão CDR), para possibilitar a edição e possíveis correções.

Usar linhas com, no mínimo, 3/4 ponto de espessura.

No caso de gráfico de barras, usar diferentes efeitos de preenchimento (linhas horizontais, verticais, diagonais, pontinhos etc). Evite os padrões de cinza porque eles dificultam a visualização quando impressos.

As figuras deverão ser exclusivamente monocromáticas.

Não usar negrito nas figuras.

Os números decimais apresentados no interior das tabelas e figuras devem conter vírgula, e não ponto.

## Citações no texto

As citações de autores no texto são em letras minúsculas, seguidas do ano de publicação. Quando houver dois autores, usar & (e comercial) e, no caso de três ou mais autores, citar apenas o sobrenome do primeiro, seguido de et al.

## Comunicação pessoal (ABNT-NBR 10520).

Não fazem parte da lista de referências, sendo colocadas apenas em nota de rodapé. Coloca-se o sobrenome do autor seguido da expressão "comunicação pessoal", a data da comunicação, o nome, estado e país da Instituição à qual o autor é vinculado.

## Literatura Citada

Baseia-se na Associação Brasileira de Normas Técnicas – ABNT (NBR 6023).

Devem ser redigidas em página separada e ordenadas alfabeticamente pelo(s) sobrenome(s) do(s) autor(es).

Digitá-las em espaço simples, alinhamento justificado e recuo até a terceira letra a partir da segunda linha da referência. Para formatá-las, siga as seguintes instruções:

No menu FORMATAR, escolha a opção PARÁGRAFO... RECUO ESPECIAL, opção DESLOCAMENTO... 0,6 cm.

Em obras com dois e três autores, mencionam-se os autores separados por ponto-e-vírgula e, naquelas com mais de três autores, os três primeiros vêm seguidos de et al. As iniciais dos autores não podem conter espaços. O termo et al. não deve ser italizado nem precedido de vírgula.

O recurso tipográfico utilizado para destacar o elemento título será negrito e, para os nomes científicos, itálico.

Indica(m)-se o(s) autor(es) com entrada pelo último sobrenome seguido do(s) prenome(s) abreviado(s), exceto para nomes de origem espanhola, em que entram os dois últimos sobrenomes.

No caso de homônimos de cidades, acrescenta-se o nome do estado (ex.: Viçosa, MG; Viçosa, AL; Viçosa, RJ).

### Obras de responsabilidade de uma entidade coletiva

A entidade é tida como autora e deve ser escrita por extenso, acompanhada por sua respectiva abreviatura. No texto, é citada somente a abreviatura correspondente.

Quando a editora é a mesma instituição responsável pela autoria e já tiver sido mencionada, não é indicada.

ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTRY - AOAC. **Official methods of analysis**. 16.ed. Arlington: AOAC International, 1995. 1025p.

UNIVERSIDADE FEDERAL DE VIÇOSA - UFV. **Sistema de análises estatísticas e genéticas - SAEG**. Versão 8.0. Viçosa, MG, 2000. 142p.

### Livros e capítulos de livro

Os elementos essenciais são: autor(es), título e subtítulo (se houver), seguidos da expressão "In:", e da referência completa como um todo. No final da referência, deve-se informar a paginação.

Quando a editora não é identificada, deve-se indicar a expressão *sine nomine*, abreviada, entre colchetes [s.n.].

Quando o editor e local não puderem ser indicados na publicação, utilizam-se ambas as expressões, abreviadas, e entre colchetes [S.I.: s.n.].

LINDHAL, I.L. Nutrición y alimentación de las cabras. In: CHURCH, D.C. (Ed.) **Fisiología digestiva y nutrición de los ruminantes**. 3.ed. Zaragoza: Acríbia, 1974. p.425-434.

NEWMANN, A.L.; SNAPP, R.R. **Beef cattle**. 7.ed. New York: John Wiley, 1997. 883p.

### Teses e dissertações

Deve-se evitar a citação de teses, procurando referenciar sempre os artigos publicados na íntegra em periódicos indexados. Entretanto, caso os artigos ainda não tenham sido publicados, devem-se citar os seguintes elementos: autor, título, ano, página, área de concentração, universidade e local.

CASTRO, F.B. **Avaliação do processo de digestão do bagaço de cana-de-açúcar auto-hidrolisado em bovinos**. 1989. 123f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz"/Universidade de São Paulo, Piracicaba, 1989.

### Boletins e relatórios

BOWMAN, V.A. **Palatability of animal, vegetable and blended fats by equine**. (S.L.): Virginia Polytechnic Institute and State University, 1979. p.133-141 (Research division report, 175).

### Artigos

O nome do periódico deve ser escrito por extenso. Com vistas à padronização deste tipo de referência, não é necessário citar o local; somente volume, número, intervalo de páginas e ano.

RESTLE, J.; VAZ, R.Z.; ALVES FILHO, D.C. et al. Desempenho de vacas Charolês e Nelore destermeiradas aos três ou sete meses. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.30, n.2, p.499-507, 2001.

### Congressos, reuniões, seminários etc

Citar o mínimo de trabalhos publicados em forma de resumo, procurando sempre referenciar os artigos publicados na íntegra em periódicos indexados.

CASACCIA, J.L.; PIRES, C.C.; RESTLE, J. Confinamento de bovinos inteiros ou castrados de diferentes grupos genéticos. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 30., 1993, Rio de Janeiro. **Anais...** Rio de Janeiro: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 1993. p.468.

EUCLIDES, V.P.B.; MACEDO, M.C.M.; OLIVEIRA, M.P. Avaliação de cultivares de *Panicum maximum* em pastejo. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 36., 1999, Porto Alegre. **Anais...** São Paulo: Sociedade Brasileira de Zootecnia/Gmosis, [1999]. (CD-ROM).

### Artigo e/ou matéria em meios eletrônicos

Na citação de material bibliográfico obtido via internet, o autor deve procurar sempre usar artigos assinados, sendo também sua função decidir quais fontes têm realmente credibilidade e confiabilidade.

Quando se tratar de obras consultadas *on-line*, são essenciais as informações sobre o endereço eletrônico, apresentado entre os sinais < >, precedido da expressão "Disponível em:" e a data de acesso do documento, precedida da expressão "Acesso em:".

NGUYEN, T.H.N.; NGUYEN, V.H.; NGUYEN, T.N. et al. [2003]. Effect of drenching with cooking oil on performance of local yellow cattle fed rice straw and cassava foliage. **Livestock Research for Rural Development**, v.15, n.7, 2003. Disponível em: <<http://www.cipav.org.co/lrrd/lrrd15/7/nhan157.htm>> Acesso em: 28/7/2005.

REBOLLAR, P.G.; BLAS, C. [2002]. **Digestión de la soja integral en ruminantes**. Disponível em: <[http://www.ussoymeal.org/ruminant\\_s.pdf](http://www.ussoymeal.org/ruminant_s.pdf)> Acesso em: 12/10/2002.

SILVA, R.N.; OLIVEIRA, R. [1996]. Os limites pedagógicos do paradigma da qualidade total na educação. In: CONGRESSO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA DA UFPe, 4., 1996, Recife. **Anais eletrônicos...** Recife: Universidade Federal do Pernambuco, 1996. Disponível em: <<http://www.propesq.ufpe.br/anais/anais.htm>> Acesso em: 21/1/1997.

#### **4. VITA**

Vinícius do Nascimento Lampert é brasileiro, nascido em Porto Alegre, no Estado do Rio Grande do Sul, no dia 02 de outubro de 1973. Filho de Pedro Ivo Costa Lampert e Ana Aracy do Nascimento Lampert.

Cursou o ensino fundamental entre 1980 e 1987 iniciando em Porto Alegre e, em 1990, concluiu o ensino médio em Santa Maria - RS.

Concluiu o curso de graduação em Zootecnia na Universidade Federal de Santa Maria no ano de 1998.

Em 1999, concluiu o curso de especialização em Administração Rural e, em 2002, o curso de mestrado em Economia Aplicada pela Universidade Federal de Viçosa, no Estado de Minas Gerais, sendo bolsista da CAPES.

É professor efetivo na Faculdade de Agronomia da Universidade Estadual do Mato Grosso do Sul (UEMS) desde 2005. Iniciou o curso de doutorado do Programa de Pós-Graduação em Zootecnia da UFRGS em março de 2008, sendo membro do Núcleo de Estudos em Sistemas de Produção de Bovinos de Corte e Cadeia Produtiva (NESPRO). Foi bolsista da Fundação de Apoio ao Desenvolvimento do Ensino, Ciência e Tecnologia do Estado de Mato Grosso do Sul (FUNDECT).