

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

**MODELAGEM E SIMULAÇÃO PARA ANÁLISE DE SISTEMAS DE RECRIA-
TERMINAÇÃO DE BOVINOS DE CORTE**

LEONARDO CANALI CANELLAS

Médico Veterinário/ULBRA
Mestre em Zootecnia/UFRGS

Tese apresentada como um dos requisitos à obtenção do grau de Doutor em
Zootecnia

Área de concentração Produção Animal

Porto Alegre/RS, Brasil

Agosto, 2014

CIP - Catalogação na Publicação

Canellas, Leonardo
MODELAGEM E SIMULAÇÃO PARA ANÁLISE DE SISTEMAS DE
RECRIA-TERMINAÇÃO DE BOVINOS DE CORTE / Leonardo
Canellas. -- 2014.
104 f.

Orientador: Julio Barcellos.

Tese (Doutorado) -- Universidade Federal do Rio
Grande do Sul, Faculdade de Agronomia, Programa de
Pós-Graduação em Zootecnia, Porto Alegre, BR-RS, 2014.

1. Bovinos de corte. 2. Simulação. 3. Tomada de
decisão. 4. Análise econômica. 5. Recria e terminação.
I. Barcellos, Julio, orient. II. Título.

LEONARDO CANALI CANELLAS
Médico Veterinário e
Mestre em Zootecnia

TESE

Submetida como parte dos requisitos
para obtenção do Grau de

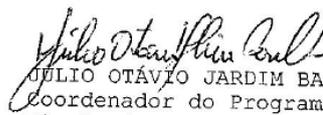
DOUTOR EM ZOOTECNIA

Programa de Pós-Graduação em Zootecnia
Faculdade de Agronomia
Universidade Federal do Rio Grande do Sul
Porto Alegre (RS), Brasil

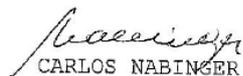
Aprovado em: 07.08.2014
Pela Banca Examinadora

Homologado em: 22.04.2015
Por


JULIO OTÁVIO JARDIM BARCELLOS
PPG Zootecnia/UFRGS
Orientador


JULIO OTÁVIO JARDIM BARCELLOS
Coordenador do Programa de
Pós-Graduação em Zootecnia


CRISTIAN R. FELDKAMP
UNIVERSIDAD DE CONCEPCIÓN DEL URUGUAY
ARGENTINA


CARLOS NABINGER
PPG Zootecnia/UFRGS


CARLOS SANTOS GOTTSCHALL
ULBRA - Canoas/RS


PEDRO ALBERTO SELBACH
Diretor da Faculdade de Agronomia

“...Por mais longe que um homem vá, jamais fugirá de si...”

Jayme Caetano Braun

AGRADECIMENTOS

À força maior que nos guia, a luz no nosso caminho.

Aos meus pais, Rosane e Édipo, pelo amor e por entenderem minhas escolhas.

A todos da família, em especial Letícia e Fabiano, Nei e Nilceia pela serenidade transmitida.

À minha esposa Jéssica pelo companheirismo e por compartilhar nosso sonho... *Me gustas tu...*

Às minhas avós Nilza (*in memoriam*) e Maria, pelo exemplo de postura e vontade de viver.

Aos irmãos de sempre, a amizade eterna, seja dentro ou fora d'água.

Ao amigo Marcos Almeida pela parceria em uma nova empreitada.

Aos parceiros do campo, pelo aprendizado. Em especial aos colaboradores da Fazenda da Saudade pelo suporte e dedicação.

Aos produtores rurais com os quais convivi ao longo do tempo. Em especial ao Marcelo Barcellos, Édipo Canellas, Luiz Arthur Fogliatto, Clóvis Magero e Alf Collins Jr. pela oportunidade de aprendizado e exemplos.

Aos colegas do NESPRO, em especial ao Dr. Sílvio Menegassi por compartilhar sua sabedoria e à Fernanda pelo convívio e auxílio. Ao Ricardo Correa pelo conhecimento compartilhado na etapa inicial da tese.

Aos professores do Departamento de Zootecnia da Universidade Federal (UFRGS) do Rio Grande do Sul pela contribuição dada à pecuária de corte sulina.

Aos irmãos sul-americanos, centro-americanos e australianos pelo exemplo de identidade cultural.

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pelo auxílio financeiro.

Um agradecimento especial ao grande amigo Dr. Vinicius Lampert, por acreditar na ideia e abraçar o projeto. Muito obrigado por tudo.

Ao professor Júlio Barcellos pela confiança, ensinamentos, oportunidades e pela convivência nesses últimos seis anos.

MODELAGEM E SIMULAÇÃO PARA ANÁLISE DE SISTEMAS DE RECRIA-TERMINAÇÃO DE BOVINOS DE CORTE¹

Autor: Leonardo Canali Canellas

Orientador: Júlio Otávio Jardim Barcellos

Co-orientador: Vinicius Nascimento Lampert

RESUMO

O objetivo do trabalho foi criar um modelo para simular intervenções de manejo e analisar o resultado em sistemas de recria-terminação de bovinos de corte, servindo como Sistema de Apoio à Decisão (SAD). O modelo foi desenvolvido e é operado de forma integrada em planilhas dinâmicas do Microsoft Excel® e foi dividido em três módulos (Sistemas de Alimentação; Desempenho Animal; e Resumo e Análise Econômica). O SAD foi criado para gerenciar individualmente a alimentação dos animais, analisar a demanda por alimentação do rebanho e confrontar esta demanda com a capacidade de suporte e fornecer o resultado econômico do sistema. Foram simuladas duas alternativas de intensificação do Sistema de Produção Base (SPB) por meio do aumento da área de campo melhorado e da incorporação do confinamento na terminação (SPCT) ou na recria (SPCR). A intensificação proposta gerou aumento na produtividade (321, 314 e 274 kg/ha/ano) e redução na idade de abate (21, 23 e 26 meses), respectivamente para os sistemas SPCT e SPCR em relação ao SPB. Na análise econômica, o sistema SPB apresentou a maior margem bruta anual por hectare, seguido pelo SPCT e SPCR. Posteriormente, o SPB foi submetido a diferentes cenários por meio do incremento no ganho de peso médio diário (GMD 20% superior) combinado com três percentuais de deságio dos preços mensais de venda do novilho em relação ao preço de compra do bezerro (0%, 20% e 40%). O aumento no GMD promoveu uma redução da idade média de abate de 26 para 25 meses e um aumento no peso médio de venda ao abate de 470 kg para 490 kg. A margem bruta anual por hectare foi superior para os cenários com menor deságio de preços, sendo este o principal fator a influenciar no retorno econômico. O modelo proposto permite que intervenções realizadas no gerenciamento da alimentação do rebanho, preços e desempenho animal de sistemas de recria-terminação sejam manejadas de forma conjunta e analisadas dentro de uma visão sistêmica.

Palavras-chave: Intervenção, sistemas de produção, produtividade, tomada de decisão, pecuária de corte.

¹ Tese de Doutorado em Zootecnia, Produção Animal. Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, RS, Brasil (109p). Agosto, 2014.

MODELING AND SIMULATION FOR STOCKER-FINISHING CATTLE SYSTEMS ANALYSIS¹

Author: Leonardo Canali Canellas

Adviser: Júlio Otávio Jardim Barcellos

Co-adviser: Vinicius Nascimento Lampert

The aim of this study was to create a model to serve as a Decision Support System (DSS) to simulate management intervention and analyze systems results. Model was developed and operated in Microsoft Excel® spreadsheet and was divided through three components (Feeding Systems; Animal Performance; and Summary & Economic Analysis). DSS allows analysis of individual and herd's feeding management, feed demand *versus* stock capacity and economic analysis. Intensification of the Pasture-Based System (PBS) was evaluated through the simulation of increasing areas of improved natural pasture and feedlot systems composing another two systems: Pasture/Feedlot-Based System for Finishing Cattle (FBSF) and Pasture/Feedlot-Based System for Stocker Cattle (FBSS). System's intensification increases productivity (321, 314 and 274 kg/hectare/year) and decreases slaughter age (21, 23 and 26 months of age), for FBSF and FBSS compared to PBS. In the economic analysis, PBS showed higher annual gross margin per hectare, followed by FBSF and FBSS. In another analysis, PBS was tested through simulation of different scenarios for average daily gain (20% increasing in the ADG) combined with three levels of difference between the prices paid and received for cattle (0%, 20% and 40%). Increasing in ADG decreases the average slaughter ages from 26 to 25 months-old and increases selling weight from 470 to 490 kg. Annual gross margin per hectare was higher to the highest selling prices scenarios, which was the major factor that influenced on the economic return. Model provides an overview of integrated management, showing major results of interventions on herd's feeding, purchase and selling prices and animal performance of stocker-finishing systems in beef cattle production.

Key-words: Intervention assessment, production systems, productivity, decision-making, beef-cattle production.

¹ Doctoral thesis in Animal Science - Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, RS, Brazil (109p). August, 2014.

SUMÁRIO

CAPITULO I	14
1. INTRODUÇÃO	15
2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	18
2.1. Contexto da produção de carne bovina	18
2.2. Intensificação, uso de tecnologias e sistemas de produção	19
2.3. Tomada de decisão, modelagem e simulação	24
3. HIPÓTESES	27
4. OBJETIVOS	28
CAPITULO II	29
Modelagem e simulação para gerenciamento e análise de sistemas de recria- terminação	30
1. Introdução.....	33
2. Metodologia	34
3. Resultados e Discussão	43
4. Conclusões.....	68
5. Referências	69
CAPÍTULO III	73
Simulação de cenários para análise econômica em um sistema de recria- terminação de bovinos de corte	74
1. Introdução	76
2. Materiais e Métodos.....	77
3. Resultados e Discussão.....	79
4. Conclusão	88
5. Referências.....	88
CAPÍTULO IV.....	91
1. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	92
2. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	95
3. VITA	104

RELAÇÃO DE TABELAS

	Página
CAPITULO II.....	29
Tabela 1. Caracterização do uso da terra e estrutura de alimentação no Sistema de Produção Base (SPB), no Sistema de Produção com Confinamento na Terminação (SPCT) e no Sistema de Produção com Confinamento na Recria (SPCR).....	45
Tabela 2. Indicadores produtivos estabilizados conforme o Uso da Terra no Sistema de Produção Base (SPB), no Sistema de Produção com Confinamento na Terminação (SPCT) e no Sistema de Produção com Confinamento na Recria (SPCR).....	55
Tabela 3. Resumo dos principais indicadores para análise econômica do Sistema de Produção Base (SPB), do Sistema de Produção com Confinamento na Terminação (SPCT) e do Sistema de Produção com Confinamento na Recria (SPCR).....	57
Tabela 4. Representação das principais sequências de alimentação utilizadas para recria-engorda de novilhos no Sistema de Produção Base (SPB), com seus respectivos ganhos médios diários efetivos (GMD) e pesos mensais desde a compra até a venda.....	58
Tabela 5. Representação das principais sequências de alimentação utilizadas para recria-engorda de novilhos no Sistema de Produção com Confinamento na Terminação (SPCT), com seus respectivos ganhos médios diários efetivos (GMD) e pesos mensais desde a compra até a venda.....	59
Tabela 6. Representação das principais sequências de alimentação utilizadas para recria-engorda de novilhos no Sistema de Produção com Confinamento na Terminação (SPCR), com seus respectivos ganhos médios diários efetivos (GMD) e pesos mensais desde a compra até a venda.....	60
Tabela 7. Preços por quilograma de peso vivo, quantidade de animais vendidos para abate por mês e peso médio de venda no Sistema de Produção Base (SPB), no Sistema de Produção com Confinamento na Terminação (SPCT) e no Sistema de Produção com Confinamento na Recria (SPCR), referentes ao período total de análise.....	61
Tabela 8. Preços por quilograma de peso vivo, quantidade de animais vendidos para recria por mês e peso médio de venda no Sistema de Produção Base (SPB), no Sistema de Produção com Confinamento na Terminação (SPCT) e no Sistema de Produção com Confinamento na Recria (SPCR) referentes ao período total de análise.....	61

CAPITULO III.....	73
Tabela 1. Caracterização do uso da terra e estrutura de alimentação no Sistema de Produção Base (SPB).....	84
Tabela 2. Descrição dos cenários simulados.....	84
Tabela 3. Desempenho animal, representado pelo ganho médio diário (GMD), no Campo Nativo (CN), Pastagem de Verão (PV), Campo Nativo Melhorado (CNM) e Pastagem de Inverno (PI), conforme cenários de desempenho otimista ou pessimista.....	85
Tabela 4. Preço por quilograma do novilho gordo (R\$/kg gordo) e do novilho recria (R\$/kg recria) e percentual de deságio em relação ao preço de compra por quilograma do bezerro (DGB e DRB) nos cenários OO, PO, ON, PN, OP e PP estabelecidos para o sistema de produção simulado.....	86
Tabela 5. Resumo dos principais indicadores para análise econômica nos cenários OO, PO, ON, PN, OP e PP estabelecidos para o sistema de produção simulado.....	87

RELAÇÃO DE FIGURAS

	Página
CAPITULO II.....	29
Figura 1. Capacidade de Suporte do Sistema de Produção Base (SPB) conforme uso da terra e estação do ano.....	49
Figura 2. Suporte vs Carga Animal do Sistema de Produção Base (SPB) conforme uso da terra e estação do ano.....	49
Figura 3. Capacidade de Suporte do Sistema de Produção com Confinamento na Terminação (SPCT) conforme uso da terra e estação do ano.....	50
Figura 4. Suporte vs Carga Animal do Sistema de Produção com Confinamento na Terminação (SPCT) conforme uso da terra e estação do ano.....	50
Figura 5. Capacidade de Suporte do Sistema de Produção com Confinamento na Recria (SPCR) conforme uso da terra e estação do ano.....	51
Figura 6. Suporte vs Carga Animal do Sistema de Produção com Confinamento na Recria (SPCR) conforme uso da terra e estação do ano.....	51
 CAPITULO III.....	 73
Figura 1. Gráfico de dispersão representando a distribuição da margem bruta anual por hectare de acordo com o deságio entre o preço por quilograma do novilho gordo em relação ao bezerro (DGB) nos cenários estudados.....	85

LISTA DE ABREVIATURAS

a.C.	Antes de Cristo
CN	Campo Nativo
CNM	Campo Nativo Melhorado
CS	Capacidade de Suporte
CA	Carga Animal
ON	Cenário Otimista-Neutro
OO	Cenário Otimista-Otimista
OP	Cenário Otimista-Pessimista
PN	Cenário Pessimista-Neutro
PO	Cenário Pessimista-Otimista
PP	Cenário Pessimista-Pessimista
Cfa	Clima Subtropical Úmido
CONF	Confinamento
DGB	Deságio Preço de Venda por Quilograma Novilho Gordo-Bezerro
DRB	Deságio Preço de Venda por Quilograma Novilho Recria-Bezerro
EUA	Estados Unidos da América
GMD	Ganho Médio Diário
GMD-E	Ganho Médio Diário Efetivo
GMD-R	Ganho Médio Diário Referência
ha	Hectare
MS	Matéria Seca
PI	Pastagem de Inverno
PV	Pastagem de Verão
Kg	Quilograma
RS	Rio Grande do Sul

SAD	Sistema de Apoio à Decisão
SPB	Sistema de Produção Base
SPCR	Sistema de Produção com Confinamento na Recria
SPCT	Sistema de Produção com Confinamento na Terminação
UT	Uso da Terra

CAPITULO I

1. INTRODUÇÃO

A concorrência pelo uso da terra tem sido um tema em evidência na atualidade. No Brasil, como em diversos lugares do mundo, essa concorrência se dá pela urbanização de áreas rurais e pela substituição do uso da terra. Nessa relação que é, sobretudo, de cunho econômico, as atividades ou ocupações mais rentáveis tomam o lugar das menos rentáveis. A pecuária de corte é uma das atividades menos rentáveis, sobretudo quando conduzida em terras aráveis e/ou na proximidade de centros urbanos, onde o valor da terra é elevado, como ocorre em muitos locais do Estado do Rio Grande do Sul (RS). Paradoxalmente, a bovinocultura de corte segue sendo uma atividade importante sob o ponto de vista econômico, social e ambiental mesmo que, em algumas situações, seja inviável economicamente para o produtor.

A pecuária de corte praticada no Brasil, particularmente na Região Sul, é uma atividade tradicionalmente conduzida de forma pouco profissional, baseada em muitas crenças e ideias formadas pelas gerações passadas. O legado dessas gerações é inegável, sobretudo pelo exemplo de pioneirismo deixado, porém a maneira de conduzir a atividade, de forma intuitiva, dificilmente permite que o negócio seja autossuficiente. Nesse contexto, a ideia de sistema ganha espaço por sua importância na transformação do modo de gestão de uma fazenda. Sistema de produção é maneira pela qual a empresa organiza seus meios e realiza suas operações de produção, adotando uma interdependência lógica entre as etapas do processo produtivo. Essa organização deve estar de acordo com os objetivos da empresa. Ou seja, somente com a definição de um sistema de produção é possível planejar e organizar a atividade e prever os resultados.

A bovinocultura de corte é uma atividade dividida em etapas, as quais contemplam a produção de bezerras (cria), o crescimento no período pós-desmama (recria) e a engorda dos produtos gerados ou descartados nas etapas anteriores (terminação). Um sistema de produção de bovinos de corte pode contemplar as três etapas (cria, recria e terminação) sendo denominado de ciclo completo. Os sistemas que realizam uma ou duas etapas são os sistemas especializados, podendo abranger somente cria, cria e recria, recria e terminação, somente recria ou somente terminação.

A complexidade de um sistema de ciclo completo conduz a uma análise abrangendo todas as etapas de produção e outra que permita a avaliação de cada etapa isoladamente, permitindo, assim, ajustes mais precisos na tomada de decisão. Nesses sistemas, a cria aparece como uma etapa bem definida e com menor flexibilidade dentro do ciclo de produção, tendo em vista o ciclo biológico da fêmea bovina. Por outro lado, as etapas de recria e terminação, bem como os sistemas especializados nessas etapas, apresentam maior flexibilidade temporal da produção, permitindo intervenções que acelerem ou desacelerem o ciclo, bem como a comercialização de diferentes produtos a qualquer momento.

A eficiência econômica dos sistemas de recria e terminação de novilhos depende de diversos fatores, alguns determinados pelas características e eficiência inerentes ao sistema de produção e outros influenciados fundamentalmente pelo mercado. No âmbito da produção, o gestor tem ampla autonomia, sendo que os níveis de produção atingidos são resultado da competência em produzir, desde que dentro das limitações biológicas e da capacidade de investimento do produtor. Por outro lado, o controle sobre o mercado é mínimo ou nulo, sobretudo no que se refere aos preços de compra e venda de animais de reposição e ao custo dos insumos. Apesar disso, os efeitos do ambiente externo podem ser minimizados com o conhecimento do mercado, adaptações e flexibilização do sistema produtivo.

Em ambientes pastoris, a intensificação do sistema requer uma crescente adoção de tecnologias e melhorias nos processos para que ocorra um aumento na produtividade por área ou uma aceleração das etapas de produção. Contudo, o lucro desses sistemas não responde igualmente a diferentes cenários de preços de compra e venda e custos de produção. Além disso, a especificidade de cada sistema de produção e o perfil do produtor rural permite que se obtenham os mais diversos resultados produtivos e econômicos em diferentes ambientes ou no mesmo ambiente. Fatores como escala de produção, capacidade de investimento e limitações de solo e clima são alguns dos componentes básicos que mais influenciam no resultado.

As decisões tomadas pelo produtor rural têm como base suas crenças e objetivos, sendo moldadas de acordo com aspectos conjunturais do negócio. Além disso, o aspecto emocional que envolve a atividade rural está sempre presente e condiciona muitas das decisões tomadas. Muitos desses produtores conduzem o negócio de forma totalmente empírica, alguns, mais proativos, habilidosos, preparados e capazes, obtêm sucesso e sustentabilidade econômica, outros apenas sobrevivem na atividade e entram em processo de descapitalização. Cabe ressaltar, entretanto, que na pecuária realizada com objetivo de subsistência outros aspectos, além do lucro, devem ser considerados. Dentre eles destacam-se o baixo endividamento, os aspectos social e cultural da permanência do homem no campo e o aspecto ambiental de preservação da paisagem e do ecossistema condicionada pela presença dos herbívoros nos ambientes pastoris.

Independentemente do perfil do produtor, todos apresentam um limite de sucesso e evolução do negócio que é proporcional à sua capacidade de intervir de forma benéfica. Os que obtiveram sucesso demoram mais para atingir seu próprio limite, os demais muitas vezes ficam estagnados e reagem aos acontecimentos. Dentro de um processo evolutivo, isso significa não conseguir mais prosperar na atividade de acordo com o aspecto determinante para sucesso, seja ele econômico, cultural, social ou ambiental. Uma vez atingido certo limite na otimização dos resultados, que é específico para cada indivíduo ou propriedade rural, a visão externa ao negócio é a única forma de transpor a barreira atingida. Nesse sentido, o trabalho desenvolvido por pesquisadores e demais profissionais envolvidos com a bovinocultura de corte encontra sua finalidade. Esses indivíduos são os responsáveis por, respectivamente, gerar e

aplicar o conhecimento científico no campo. Contudo, essa aplicação ainda é um paradigma a ser quebrado, tendo em vista a baixa adoção do conhecimento existente por parte dos produtores.

Independentemente dos motivos pelos quais o vasto conhecimento científico existente ainda é pouco aplicado no meio rural, ferramentas que auxiliem na predição do resultado de intervenções realizadas no sistema de produção apresentam grande utilidade para profissionais que pretendem transferir esse conhecimento. Em muitas situações, resultados de pesquisa são aplicados no campo com base em análises parciais do negócio, como se o simples sucesso em um dos componentes do sistema fosse garantir o melhor resultado global do negócio. Em diversas ocasiões a expectativa de resultados isolados promovem resultados sistêmicos frustrantes. Contudo, cabe reconhecer a dificuldade dos profissionais de campo em ter uma visão holística do empreendimento, e, como mencionado anteriormente, a baixa adoção por parte dos produtores das recomendações emitidas por esses profissionais.

Em diversos países os Sistemas de Apoio à Decisão (SADs) foram desenvolvidos para auxiliar profissionais e produtores na condução do negócio. Diversos pesquisadores discutiram os motivos pelos quais poucas dessas ferramentas, ao longo dos anos, foram consideradas realmente aplicáveis no campo. Esse assunto é abordado de forma sucinta na Revisão Bibliográfica deste trabalho. Com base nos trabalhos revisados durante a elaboração da tese, observou-se um grau de complexidade excessivo em muitas das ferramentas apresentadas. Embora qualquer modelo seja uma tentativa de representação da realidade, o grau de utilização ou adoção no campo aplicado fica dificultado quando o SAD requer informações muito rigorosas e de difícil obtenção. É compreensível que, na tentativa de criar modelos de alta precisão, pesquisadores sejam extremamente rigorosos, porém esses modelos correm o risco de não serem utilizados, seja pela complexidade das informações requeridas, seja pelo tempo necessário para coletá-las com a precisão necessária.

O modelo proposto na presente tese demorou aproximadamente dois anos para chegar ao estágio atual, podendo, neste momento, ser considerado um SAD. Objetivou-se construir uma ferramenta simples, flexível e que os dados de entrada fossem facilmente obtidos com base em informações corriqueiramente utilizadas em sistemas de produção. Contudo, ainda existem diversos ajustes a serem realizados para que o mesmo se torne uma ferramenta capaz de auxiliar um maior número de profissionais e produtores. Esses ajustes serão comentados nas Considerações Finais (Capítulo IV) da presente tese. No Capítulo II o modelo proposto é descrito e validado, mediante simulação de diferentes sistemas de recria-terminação, com análise dos resultados obtidos. No Capítulo III é realizada uma análise de cenários envolvendo a variação no desempenho e na relação entre preços de compra e venda dos animais.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1. Contexto da produção de carne bovina

Os homens sempre foram onívoros e mais ou menos inclinados, de acordo com as épocas e as regiões em que viveram, a comer alimentos de origem vegetal ou animal. Com a Revolução Neolítica (entre os anos 10.000 e 3.000 a.C.) e o surgimento das primeiras civilizações, diminuiu a proporção da carne resultante da caça, à medida que se desenvolveu a criação de animais de corte, tais como bovinos, ovinos, caprinos e suínos. Foi no Oriente Médio que o homem, pela primeira vez, começou a desenvolver a agricultura e a criação de animais (Flandrin, 1998).

Com o passar do tempo, em muitos países, a pecuária de corte ganhou espaço como uma atividade provedora de subsistência e satisfação para produtores, indústria e distribuidores de carne bovina e seus derivados, além de proporcionar uma importante fonte de proteína e outros bens (Field, 2007). Esses fatores são os principais responsáveis pelo desenvolvimento de uma relação simbiótica entre homem e o bovino ao longo da história (Fitzhugh, 1978).

Em muitas regiões do mundo, a pecuária de corte exerce grande influência em aspectos econômicos e culturais da população. Na América do Sul, especialmente na Argentina, Uruguai e região sul do Brasil, a introdução e multiplicação dos bovinos e equinos no início do século XVII e, um século mais tarde, dos ovinos, constituiu uma fonte de riqueza e promoveu o surgimento de uma nova sociedade, com tradições e valores próprios (Mielitz Netto, 2009). No Brasil, a pecuária tem sido importante na economia do país desde o seu descobrimento, tendo se expandido significativamente em decorrência das exigências alimentares de uma população crescente (Barros et al., 2002).

Atualmente existe uma crescente necessidade mundial de produção de alimentos em termos quantitativos. Previsões dão conta de que, em 2050, a população mundial terá aumentado em 40% e estará consumindo, em média, 3.130 kcal por dia na alimentação. O consumo per capita de carnes, que atualmente é de 37 kg, será de 52 kg em 2050 (Bruinsma, 2009). Nesse contexto, o Brasil assume destaque internacional como provedor de alimentos. O país possui o segundo maior rebanho efetivo do mundo, com aproximadamente 200 milhões de cabeças e, desde o ano de 2004, é responsável por um quinto da carne comercializada internacionalmente (MAPA, 2014). As riquezas geradas pelo agronegócio são fundamentais para a economia brasileira e propiciam condições para a melhoria da qualidade de vida da população (Gasques et al., 2004).

As preferências alimentares e a preocupação com a alimentação como elemento determinante na qualidade de vida e saúde são temas em evidência (Burkert et al., 2014). Quando se trata de um alimento de origem animal, existe uma crescente preocupação com as boas práticas no trato com os animais (Rushen et al., 2011; Mc Kendree et al., 2014) e com os aspectos qualitativos e propriedades nutricionais do alimento (Freitas et al., 2014; Hoehne et al., 2012;

Lage et al., 2012; Lobo Jr. et al., 2012). Nesse sentido, o modo como são produzidos os alimentos e como isso interfere no meio ambiente e no bem-estar da sociedade adquire grande importância (Rotz et al., 2013).

É seguro afirmar que práticas de produção sustentáveis devem focar na preservação de recursos, minimizando o impacto ambiental e assegurando o fornecimento de um alimento acessível e seguro, tudo isso realizado com métodos que sejam economicamente viáveis para o produtor (Luebbe et al., 2012; White & Capper, 2013). Nesse sentido, White & Capper (2013) propõem a adoção, nos EUA, de sistemas baseados no aumento no ganho de peso diário e no peso de abate como uma forma de reduzir o impacto ambiental, por meio de uma maior eficiência alimentar dos animais, melhorando a produtividade e o retorno econômico e tornando a produção de carne mais aceitável socialmente. Por outro lado, a infraestrutura atual da indústria de processamento/distribuição é insuficiente para trabalhar com animais pesando mais de 600 kg, além de parecer improvável que os consumidores irão demandar maiores porções de carne no futuro (Capper, 2011). Além disso, a intensificação dos sistemas é um paradigma quando se discute o bem-estar animal, tendo em vista a relação muitas vezes estabelecida pela sociedade entre a maior produção e a ética no trato com os animais.

A variabilidade de tipos de sistemas de produção existentes no mundo torna o modelo de intensificação avaliado por White & Capper (2013) questionável, sobretudo em países cujos sistemas apresentam base pastoril, como é o caso da América Latina. Nesse sentido, não há como desconsiderar o tipo de produto que está sendo buscado pelos diferentes mercados, como o de carne predominantemente produzida a pasto e os maiores riscos inerentes a sistemas estritamente dependentes de insumos externos (grãos), como o sistema de confinamento isolado. Aspectos tais como o percentual e o tipo de gordura presente na carcaça e nos cortes (Steen et al., 2003), a disponibilidade de alimentos com alto conteúdo energético, o custo da alimentação, aspectos culturais do produtor rural, entre outros, sugerem um caminho mais flexível a ser traçado por grande quantidade de produtores, os quais continuarão gerenciando sistemas com base pastoril, com uso estratégico de recursos externos.

Enquanto a produção de ruminantes cresce, frente à necessidade de aumento na oferta de alimentos, ocorre também um complexo processo de mudança técnica e geográfica (Gerber et al., 2006). A atual competição por energia, terra e água provavelmente irá continuar, tendo em vista o avanço do desenvolvimento urbano sobre áreas agrícolas (Capper, 2011). Como consequência desse avanço, a substituição no uso da terra remete a uma marginalização espacial da produção de carne bovina. Nesse sentido, o Brasil apresenta uma tendência de migração da pecuária de corte da Região Sudeste para regiões de fronteira agrícola do País, como Centro-Oeste, o Norte e o Nordeste, onde as terras são mais baratas (Dias-Filho, 2010). No sul do país, mais especificamente no Estado do Rio Grande do Sul, terras tradicionalmente ocupadas pela pecuária de corte obtiveram valorização de mais de 300% em

dez anos (IBGE, 2006), resultado da concorrência pelo uso da terra, especialmente para o cultivo de grãos e florestamento (Overbeck et al., 2009).

A expansão agrícola tem provocado a redução e substituição de áreas destinadas à bovinocultura, criando a necessidade de modernização e flexibilização dos sistemas de produção atuais. Contudo, para que essa modernização seja alcançada com retorno econômico positivo, a atividade pecuária deverá estar fundamentada em uma gestão predominantemente empresarial, garantindo assim a sua estabilidade (Dias-Filho, 2010).

2.2. Intensificação, uso de tecnologias e sistemas de produção

Historicamente, a pecuária de corte brasileira sempre foi conduzida de maneira extrativista, implantada via desmatamento e posterior formação de pastagens (Dias-Filho, 2010) ou, no caso da Região Sul, em pastagens nativas manejadas extensivamente. Esse quadro é denominado “processo produtivo automático”, ou seja, mesmo com baixo grau de interferência do homem, os pastos crescem, os animais se reproduzem, crescem, engordam e são abatidos (Gottschall, 2005). Como consequência, os sistemas pastoris tradicionais apresentam eficiência questionável, pois resultam em baixa produtividade (Rodrigues et al., 2012).

Por outro lado, na filosofia dos ecossistemas manejáveis, o rendimento por animal e o valor comercial do produto final formam a expressão econômica da sua utilização. Esta filosofia de uso da produção de forragem é conduzida com base no manejo de pastagens e rebanhos em áreas delimitadas, e com possibilidade da adição de insumos externos. No entanto, ainda se encontram muitas explorações pecuárias com a filosofia e rendimento do pastoralismo, mas alimentando as expectativas de rendimento dos ecossistemas manejáveis (Maraschin, 2009).

Na medida em que a competição por recursos naturais finitos (terra, água, combustíveis fósseis) aumenta, os sistemas de produção de ruminantes dependerão mais de terras não aráveis, resíduos agrícolas e outros recursos alimentares menos disputados (Fitzhugh, 1978). Paradoxalmente, na medida em que a produção pecuária cresce e se intensifica, ela depende menos dos recursos naturais e disponíveis localmente e mais de alimentos concentrados adquiridos externamente (Gerber et al., 2006).

Conceitualmente, Sistema de Produção é a combinação dos recursos disponíveis visando obter determinada produção, havendo uma interdependência lógica entre as etapas do processo produtivo. O termo intensificação, por sua vez, remete ao uso mais intenso dos recursos disponíveis. De um modo geral, isso significa produzir a mesma quantidade ou maior quantidade de produto ocupando menos espaço e/ou em menor tempo. A eficiência de produção tende a aumentar na medida em que um sistema é intensificado, entretanto, o mesmo pode não ocorrer com o retorno econômico, tendo em vista os custos envolvidos na aceleração dos processos produtivos.

Existem diversas formas de intensificar a produção animal, seja pela execução mais eficiente dos processos produtivos e/ou pelo uso de insumos capazes de aumentar a produção. De qualquer modo, a intensificação implica, entre outros fatores, em acelerar o crescimento e a terminação dos bovinos, de modo a promover o abate em idade precoce, tendo como base alimentar do sistema o pasto (Hoffmann et al., 2014). Nas últimas décadas tem ocorrido uma intensificação dentro dos sistemas de produção de bovinos de corte, com a adoção, em maior escala, de tecnologias como a suplementação estratégica, o semi-confinamento, o uso de suplementos minerais, os cruzamentos entre raças, novas variedades forrageiras, integração lavoura-pecuária, biotécnicas da reprodução entre outras (Barcellos et al. 2004). Contudo, essas tecnologias e processos devem ser plenamente dominados para que possam gerar resultados econômicos positivos, além de, obrigatoriamente, serem convergentes para atingir os objetivos do sistema de produção.

O conceito de intensificação está ligado diretamente à produção por área em um determinado espaço de tempo, embora não exista um indicador universal com valores precisos para determinar se um sistema é intensivo ou não. Em algumas situações a intensificação é relacionada com a lotação ou carga animal por área e pelo grau de utilização de insumos, desde que isto resulte em maior produtividade.

De um modo geral, para intensificar a produção de dado sistema é necessário saber quanto esse mesmo sistema produzia anteriormente. Se uma fazenda produz anualmente 70 kg de peso vivo por hectare e passa a produzir 100 kg por hectare ocorreu uma intensificação. Nesse sentido, Nabinger et al. (2009) reportaram, com base em experimentos desenvolvidos na Depressão Central do Rio Grande do Sul, diversos níveis de produtividade mediante o uso de diferentes tecnologias para intensificar sistemas pecuários desenvolvidos com base em campo natural. Os autores demonstraram ser possível obter produções de 200 a 700 kg de peso vivo por hectare mediante combinação de manejo adequado com uso de diferentes níveis de insumos. Os autores alertaram, entretanto, que a obtenção de altos níveis de produtividade depende de conhecimento técnico, potencial genético dos animais, controle sanitário e gerenciamento de custos e outros controles.

A alimentação é fator preponderante para intensificar a produção, representando o custo variável mais importante dentro de um sistema intensificado, desconsiderando a aquisição de animais para reposição. Diversos sistemas alimentares podem ser utilizados para manipular a curva de crescimento dos animais de acordo com a idade de compra e venda. Em sistemas extensivos, animais manejados exclusivamente a pasto podem ter seu desenvolvimento prejudicado devido à sazonalidade de produção da forragem e deficiências nutricionais da pastagem, base dos sistemas de produção nacionais (Figueiredo et al., 2007). Desse modo, o uso de pastagens cultivadas e suplementação com forragem conservada, grãos e resíduos da agroindústria permite que os animais atinjam o desenvolvimento necessário para um abate precoce (Euclides Filho et al., 2003; Rocha et al., 2003).

Na intensificação de sistemas com base pastoril, a produção animal deve resultar da utilização integrada dos diversos recursos forrageiros nela existentes. Neste contexto, as pastagens cultivadas, sobretudo em sistemas que integrem lavoura-pecuária, são elementos que devem ser considerados quando se planeja um calendário forrageiro ao longo do ano (Nabinger et al., 2009).

O confinamento é um dos mais reconhecidos meios de produção intensiva de carne bovina, devido ao alto nível de alimentação e controle sobre a produção que essa tecnologia proporciona. Embora esteja mais relacionado com a terminação dos animais, o confinamento pode ser realizado em qualquer etapa do ciclo produtivo, estar inserido dentro de um sistema pastoril de recria-engorda ou ciclo completo ou ainda ser o sistema de produção per se, sendo realizado de forma isolada, como atividade única. O confinamento estratégico de bezerras tem sido proposto como alternativa para melhorar o ganho de peso durante o inverno e, simultaneamente, redirecionar o fornecimento de grãos (insumo de alto custo), frequentemente utilizado para a terminação, para uma categoria mais eficiente na conversão do alimento (Simeone & Beretta, 2013). Contudo, o resultado econômico deve ser avaliado de forma sistêmica, tendo em vista que, após o confinamento de recria os animais permanecem no sistema e são terminados a pasto, podendo haver uma diluição dos ganhos apresentados no período de confinamento ao longo do ciclo de produção, até que o animal seja abatido. Desse modo, o confinamento realizado durante a recria pode não produzir resultado econômico favorável (Soares de Lima et al., 2013).

Trabalhando com simulação, Beretta et al. (2002) avaliaram o impacto de seis idades de abate (18, 24, 30, 36, 40 e 54 meses) sobre a eficiência biológica e produtividade em sistemas de recria e engorda de bovinos machos. Os autores concluíram que, em sistemas de recria e engorda de gado de corte, a produção de peso vivo/hectare de pastejo aumentou e o custo energético por quilo de peso produzido diminuiu conforme foi reduzida a idade de abate dos novilhos. Isso demonstra a importância da idade de abate na eficiência de sistemas de produção de bovinos de corte.

Em uma análise econômica, novilhos abatidos com diferentes idades podem proporcionar resultados distintos. Utilizando dados agregados de seis experimentos, Figueiredo et al. (2007) realizaram uma análise econômica de quatro estratégias alimentares para recria/engorda de bovinos de corte abatidos aos 18, 24, 30 e 40 meses. Os autores concluíram que a suplementação estratégica em pastagens é uma alternativa economicamente viável para recria e terminação de machos de corte. Além disso, constataram que novilhos alimentados para o abate aos 18 meses apresentaram maior eficiência econômica quando comparados com idades mais tardias. Em um estudo de viabilidade econômica de um sistema de ciclo completo intensivo com alta lotação, realizado na Região Sudeste do Brasil, Rodrigues et al. (2012), constataram que o sistema foi economicamente viável. Contudo, isso somente ocorreu para o cenário que considerou altos preços de venda e um

valor extra recebido via arrendamento da área liberada a partir da intensificação.

Existe uma tendência de que sistemas predominantemente a pasto sejam mais lucrativos do que sistemas de confinamento, principalmente nos casos em que o desempenho dos animais na pastagem pode ser otimizado por meio de um manejo adequado do pasto e uso de suplementação alimentar (Agastin et al., 2013). Anderson et al. (2005) constataram que novilhos recriados a pasto e terminados em 90 dias de confinamento apresentaram maior ganho de peso médio diário, menor eficiência alimentar e carcaças mais pesadas e com menor percentual de gordura, enquanto novilhos confinados imediatamente após o desmame, por 210 dias, apresentaram melhor conversão alimentar e maior índice de marmoreio. Na análise econômica, os autores demonstraram que o sistema em que os animais são recriados a pasto apresentou maior lucratividade, desde que os animais fossem vendidos com base no peso vivo.

Outro aspecto economicamente relevante em sistemas de produção dedicados a recria/terminação é a compra e venda dos animais. Na pecuária de corte o ato de comercialização dos produtos apresenta grande relevância, pois uma compra ou venda realizada de maneira ineficiente pode prejudicar o esforço exercido durante todo o ciclo produtivo (Christofari et al., 2009). Para que o rebanho se mantenha estável, os novilhos vendidos devem ser repostos no sistema em mesmo número por animais comprados. A reposição pode ser realizada por bezerros ou novilhos de diferentes idades, dependendo do sistema de produção.

Fatores tais como o padrão genético dos animais e a condição sanitária são fundamentais para uma boa compra. Bezerros recém-recebidos na fazenda após a compra apresentam frequentemente uma queda no consumo de alimento, resultado do estresse imposto a estes animais durante o desmame, comercialização, transporte e troca de ambiente. Desse modo, um adequado manejo no recebimento, principalmente no que se refere à alimentação, é essencial para manter a integridade do sistema imune e retomar o desempenho ótimo dos animais (McMeniman et al., 2006).

O principal aspecto a ser observado pelo produtor de novilhos no momento da compra, além da qualidade genética e da condição sanitária dos animais, é o preço que será pago pelo animal de reposição. Trabalhos de pesquisa têm demonstrado a importância da aquisição dos animais sobre o retorno econômico do processo de terminação, sendo esse item responsável por quase 70% do custo total de produção (Lopes & Magalhães, 2005). Além disso, o preço pode variar de acordo com a oferta de animais de diferentes idades dentro do ano e em diferentes anos, fator este que deve ser considerado pelo produtor na tomada de decisão. Avaliando dois sistemas de recria/terminação em pastagem de azevém e confinamento para o abate de novilhos de corte aos 15 ou 27 meses, Canellas et al. (2007) verificaram uma maior eficiência econômica para os animais mais jovens, ressaltando que a diferença de preço compra/venda (valor de transferência) foi determinante para

esse resultado, sendo o preço de compra/kg o principal fator responsável pelo resultado.

O valor de compra de um bezerro/novilho apresenta variações inerentes ao animal (peso, genética) e variações de mercado relacionadas com diversos aspectos, tais como o preço do boi gordo, o abate de matrizes em anos anteriores, a existência de um produto diferenciado, a relação oferta/demanda e a época de compra (Christofari et al., 2008). Em um trabalho que analisou dados de 30.213 bezerras comercializados no outono e primavera dos anos de 2004, 2005 e 2006 em leilões no Rio Grande do Sul, Christofari et al. (2010) constataram que o peso vivo têm influência na compra e venda de bezerras. Os autores ressaltaram que em momentos de altos preços do bezerro os compradores minimizam esse efeito adquirindo animais mais leves, o que reduz o desembolso necessário para a compra de um bezerro.

O preço de venda do novilho é de extrema importância para a rentabilidade do sistema de produção, apresentando alta correlação com o resultado econômico do negócio (Soares de Lima et al., 2013). A venda de animais gordos normalmente proporciona um alto valor agregado, tendo em vista a transferência do produto para outro elo da cadeia, representado pela indústria frigorífica (Viana et al., 2009). O preço por quilograma de boi gordo para a venda é determinado fundamentalmente pelo mercado, apresentando variações dentro do ano e em diferentes anos. Além disso, existem nichos de mercado onde há a possibilidade de diferenciação de preços de acordo com a idade, raça, peso e outras características de carcaça.

Na bovinocultura de corte, entender o contexto do sistema de produção como um sistema aberto, influenciado por fatores como os ciclos de preços do produto, é tão importante quanto entender a estrutura interna e o funcionamento do sistema em si. Sem esse conhecimento, o produtor não poderá reagir e responder eficientemente às rápidas mudanças ocorridas no complexo ambiente no qual está inserida a atividade (Turner et al., 2013). Nesse sentido, o estudo de cenários de preços de compra e venda dos animais, bem como a simulação de diferentes custos de produção para o mesmo produto são fundamentais para uma análise mais abrangente e confiável do sistema.

Os resultados dos sistemas de produção apresentados na presente revisão indicam o alto grau de complexidade existente nas relações entre sistema de alimentação, desempenho animal, tipo de produto a ser comercializado e preços de mercado, dentre outros aspectos. Desse modo, a decisão pelo uso de determinadas tecnologias na produção de animais para o abate deve ser precedida de uma análise do sistema a ser implantado, o que deve incluir aspectos biológicos, econômicos e de mercado.

2.3. Tomada de decisão, modelagem e simulação

A eficiência bio-econômica de sistemas de produção de ruminantes é resultante da interação de vários fatores, tais como o desenvolvimento e

manejo dos recursos vegetais e animais, alternativas para o uso dos recursos naturais, com avanços tecnológicos em processos e preservação, decisões políticas no setor e influência social nas preferências de alimentação das pessoas (Fitzhugh, 1978). Nesse sentido, diferentes combinações de preço da terra, preço do produto, capital investido, custos de produção e índices de produtividade afetam o resultado econômico do sistema (Lampert et al., 2012).

Para realizar o planejamento da fazenda, produtores rurais necessitam tomar decisões prévias em um ambiente de muita incerteza. No intuito de minimizar as incertezas, as organizações procuram estruturar-se e organizar-se (Tanure et al., 2013). Desse modo, o planejamento serve como um referencial (Gottschall, 2004), mas a tomada de decisão deve levar em conta os fatores determinantes para cada tipo de situação, no intuito de utilizar de modo mais eficiente os recursos de produção para atingir os objetivos do negócio (Martin et al., 2011).

Os processos que fazem parte da tomada de decisão no meio rural são constituídos por etapas analíticas e intuitivas, que envolvem a análise de distintos tipos de informação, com dados quantitativos e qualitativos, orientados à identificação de tendências (Öhlmer, 2008). No caso de profissionais de assessoria/consultoria técnica junto ao gestor do negócio, as recomendações emitidas por esses indivíduos incluem também o conhecimento das necessidades, interesses, valores e objetivos desse produtor. Por fim, na medida em que o produtor vai executando estas recomendações, se estabelece um longo processo de ajustes e aprendizagem, com incorporação frequente de mais conhecimento técnico e análise periódica de resultados (Machado & Berger, 2012).

A atividade diária do produtor rural tende a ser conduzida automaticamente, sendo que o gerenciamento é moldado com base nas experiências bem-sucedidas do passado. Contudo, o manejo deve ser modificado, quando necessário, mediante adequação dos antigos processos às mudanças no ambiente, ou possíveis vantagens a serem obtidas com a introdução de novas tecnologias no sistema de produção (McCown, 2002).

O comportamento de um sistema pode ser descrito por meio de indicadores tais como produtividade, estabilidade, equidade e complexidade, os quais resultam da interação de todos os componentes do sistema. Desse modo, a simplificação do agro ecossistema é a principal forma de aumentar a previsibilidade e, conseqüentemente, a possibilidade de manejar um sistema. (Feldkamp, 2004). Nesse contexto, a modelagem pode ser definida como uma organização de atributos de interesse particular que visa conceituar, integrar e generalizar o conhecimento científico por meio da simplificação da realidade, resultando em uma ferramenta de auxílio para simulações de diversos cenários (Muniz et al., 2007). Esses cenários modelam situações reais que processam os dados fornecidos e devolvem informações que facilitam na tomada de decisão do usuário (Tanure, et al., 2013).

Por meio do uso de informações concretas e abstratas do sistema e da introdução de uma lógica para o uso dessas informações, Sistemas de Apoio à

Decisão (SAD) são ferramentas para realização de simulações/construção de cenários concebidas por pesquisadores (“management scientists”) para serem potencialmente utilizadas pelos responsáveis pela tomada de decisão. Em extensa revisão sobre o uso dos SAD, McCown (2002) estabelece quatro “direções” para que essas ferramentas sejam úteis no futuro: um simplificado SAD para aconselhar produtores em decisões táticas; um simulador versátil para servir como laboratório de aprendizagem; uma estrutura formal de trabalho (framework) para regular e documentar práticas da fazenda com foco nos objetivos propostos; ou um simulador versátil para ser utilizado como ferramenta para consultores técnicos.

Modelos aplicados não devem objetivar a realização de previsões exatas, mas sim direcionar o gestor a tomar as decisões mais adequadas. Além disso, para modelos a serem utilizados na prática não só a acurácia do modelo é crucial, mas também a simplicidade dos dados de entrada requeridos (Feldkamp, 2004). Nesse sentido, um SAD projetado para auxiliar no gerenciamento de um processo decisório modificado tem maior aceitação no meio rural, com a oportunidade de criação conjunta de sistemas de informação que utilizem as vantagens do conhecimento prático e científico de forma integrada (McCown, 2002).

Nos trabalhos de McCown (2002), Machado & Berger (2012), Barioni et al. (2012), os autores abordaram diversos aspectos relacionados à tomada de decisão, modelagem, simulação, discutindo o escopo, a abordagem, a funcionalidade e a interface de diversos SAD criados para o setor agropecuário. Uma síntese dos principais pontos a serem destacados e do aprendizado obtido com a análise de diversos tipos de SAD realizada pelos referidos autores é descrita nos tópicos a seguir:

- Existe um grande problema de implantação de SAD no meio rural. Ou seja, ferramentas construídas para serem utilizadas de forma aplicada ao campo acabam sendo úteis a poucos usuários. Os dois pontos chave para a aceitação, por parte do usuário, são utilidade percebida e facilidade de uso;
- Um SAD pode ter como foco a recomendação ou a facilitação, dependendo a quem se destina. Se o usuário for um intervencionista (profissional da área técnica) o foco deve ser o da recomendação. Caso seja um produtor, o foco é o da facilitação;
- Propriedades rurais são “sistemas abertos” com muitas atividades em que a decisão é tomada exclusivamente pelo produtor, sua própria política, experiência e avaliação momentânea da situação corrente. Essa decisão é denominada “interna”, “subjativa” ou “intuitiva” e compete com a decisão “externa”, representada pelo entendimento científico de qual é o tipo de sistema de produção, objetivos e decisões que devem ser tomadas por este produtor. Esta última visão é a do consultor/assessor técnico;
- Ferramentas que visam gerar respostas para perguntas do tipo “e se” (“*what if*” ou “*que pasa si*”) parecem atrair decisores pelo potencial de previsão que

este tipo de SAD fornece, permitindo quantificar o impacto sobre o sistema de diferentes incertezas do ambiente onde está inserido o sistema de produção;

- A inclusão da análise de risco torna o SAD mais completo e útil no intuito de prever o comportamento de um sistema mediante modificações de manejo;
- A predominância de pesquisadores na criação e desenvolvimento dos SAD acaba tornando as ferramentas muito demandantes de informações que nem sempre estão disponíveis ao usuário, e se estivessem acessíveis requereria uma carga de dedicação imensa para coleta e processamento;
- Seja qual for o foco do SAD e a quem se destina (usuário), o mesmo deve basear-se no entendimento mútuo no que se refere à relação homem vs computador e homem (modelador) vs homem (usuário);
- É recomendado o uso da “modelagem participativa”, onde se resgata a experiência de quem vive e trabalha dia a dia em um dado sistema de produção, recuperando informações e características dos processos, assim como os fenômenos que podem não ter sido captados pelos pesquisadores. Ou seja, esse método integra os conhecimentos empírico, técnico e científico;
- O modelo deve ser bem delimitado, ficando claro a quem se destina, para que serve, em que tipo de situação e como será útil para o usuário na tomada de decisão;
- Surge, dessa forma, a figura do produtor como beneficiário do SAD, sendo que o usuário é o técnico que opera a ferramenta e traduz a informação para o produtor.

Com base nos trabalhos revisados, pode ser destacada a dificuldade dos pesquisadores em criar SAD que atendam as diversas características que permitam que os modelos sejam bem aceitos e aplicados ao campo. O que deve se ter em mente é que os modelos não são definitivos, visto que são previamente concebidos e compostos por vários elementos, os quais devem ser conhecidos e constantemente aferidos quanto aos seus limites diante das diversas situações. Não existe um modelo certo ou errado, mas sim modelos com diversos graus de aplicação para determinadas circunstâncias (Muniz et al., 2007). A modelagem, portanto, não é uma solução universal para todos os problemas. Contudo, se existir cuidado, habilidade e um pouco de ceticismo pode trazer resultados úteis (Anderson, 1972).

3. HIPÓTESES

- O modelo utilizado é capaz de calcular a produtividade e o retorno econômico de diferentes sistemas de recria-engorda de bovinos de corte;

- O Sistema de Apoio à Decisão (SAD) modelado é eficaz na simulação dos resultados de modificações gerenciais (alimentação, desempenho animal, custos e receitas) em sistemas de recria-engorda, fornecendo indicadores que permitem comparar o comportamento do sistema mediante intervenções.

4. OBJETIVOS

4.1. Objetivo geral

Propor um modelo capaz de servir como um SAD para análise e gerenciamento de sistemas de recria-terminação de bovinos de corte.

4.2. Objetivos específicos

- Validar o funcionamento operacional do modelo proposto por meio da simulação de modificações em um sistema de produção e análise gerencial e econômica dessas modificações;

- Avaliar a resposta do sistema simulado às intervenções propostas para a intensificação do mesmo;

- Avaliar a resposta do sistema quando submetido às modificações no desempenho animal e na relação entre os preços de compra e venda dos animais.

CAPITULO II¹

¹ Artigo a ser enviado para publicação.

Modelagem e simulação para gerenciamento e análise de sistemas de recria-terminação

Leonardo C. Canellas, Júlio O. J. Barcellos, Vinícius N. Lampert, Fernanda G. Moojen, Eduardo T. Azevedo, Ricardo F. Correa

Resumo

O objetivo do trabalho foi criar um modelo de apoio à gestão de sistemas de recria-terminação com base pastoril e utilizá-lo para simular a produtividade e o retorno econômico do sistema mediante duas propostas de intensificação. O modelo foi desenvolvido e é operado de forma integrada em planilhas dinâmicas do Microsoft Excel® e é dividido em três módulos: Sistemas de Alimentação; Desempenho Animal; e Resumo e Análise Econômica. O modelo foi criado para gerenciar individualmente a alimentação dos animais, analisar a demanda por alimentação do rebanho e confrontar esta demanda com a capacidade de suporte e ainda fornecer o resultado econômico do sistema. Foram simuladas duas alternativas de intensificação do Sistema de Produção Base (SPB) por meio do aumento da área de pasto nativo melhorado e da incorporação do confinamento na terminação (SPCT) ou na recria (SPCR). A intensificação proposta gerou aumento na produtividade (321 e 314 kg/ha/ano) e redução na idade de abate (21 e 23), respectivamente para os sistemas SPCT e SPCR em relação ao SPB (274 kg e 26 meses). Na análise econômica, o sistema SPB apresentou a maior margem bruta anual por hectare, seguido pelo SPCT e SPCR. O modelo proposto permite que intervenções realizadas no gerenciamento da alimentação do rebanho, preços e desempenho animal de sistemas de recria-terminação sejam manejadas de forma conjunta e analisadas dentro de uma visão sistêmica. As intervenções propostas para intensificar o sistema de produção-base reduziram o retorno econômico, sendo contraindicada sua adoção levando em consideração os valores das variáveis biológicas e econômicas utilizados na simulação. O estudo de outros cenários de preços, custos e tipos de intervenção no gerenciamento do sistema é necessário para ampliar a confiabilidade da tomada de decisão.

Palavras-chave: Intervenção, sistemas de produção, produtividade, tomada de decisão, pecuária de corte.

Modeling and simulation for stocker-finishing systems analysis

Abstract

The aim of this study was to present a management model for stocker-finishing cattle systems and to simulate productivity and economic results of two intensification scenarios. Model was developed and operated in Microsoft Excel® spreadsheets and was divided through three components (Feeding Systems; Animal Performance; and Summary & Economic Analysis). DSS allows analysis of individual and herd's feeding management, feed demand *versus* stock capacity and economic analysis. Intensification of the Pasture-Based System (PBS) was evaluated through the simulation of increasing areas of improved natural pasture and feedlot systems composing another two systems: Pasture/Feedlot-Based System for Finishing Cattle (FBSF) and Pasture/Feedlot-Based System for Stocker Cattle (FBSS). System's intensification increases productivity (321 and 314 kg/hectare/year) and decreases slaughter age (21 and 23 months of age) respectively for FBSF and FBSS compared to PBS (26 months of age and 274 kg/hectare/year). In the economic analysis, PBS showed higher annual gross margin per hectare, followed by FBSF and FBSS. The model provides an overview of integrated management, showing major results of interventions on herd's feeding, purchase and selling prices and animal performance of stocker-finishing systems in beef cattle production. Proposed interventions for system's intensification decreases economic return. Intensification is not indicated regarding biological and economic parameters used in this simulation. Scenario studies simulating purchase and selling prices, costs and another management interventions are necessary to better support the decision making process.

Key-words: Intervention assessment, production systems, productivity, decision-making, beef-cattle production.

1. Introdução

A produção de bovinos de corte em ambientes pastoris é uma atividade de alta complexidade. Nela, o pensamento do decisor sintetiza a base de comportamento do agro ecossistema, de acordo com as diferentes fontes de informação utilizadas no gerenciamento do negócio (Feldkamp, 2004). O sistema de manejo adotado pelo produtor é um componente-chave dos sistemas pecuários e é definido como o compartimento que monitora e ajusta as entradas e saídas do sistema de produção (Barioni et al., 2012). Desse modo, é possível gerenciar a fazenda com foco no retorno econômico (Anderson, 1972).

Modelagem e simulação são formas de auxiliar no gerenciamento da complexidade física e econômica dos sistemas com base pastoril e minimizar algumas das incertezas existentes no negócio (Salmon & Donnelly, 2008). Contudo, a transformação dos modelos concebidos por cientistas nas ferramentas de apoio à decisão para o meio rural requer um processo interativo e iterativo entre pesquisadores e profissionais da produção (Machado & Berger, 2012).

A redução da idade de abate é uma das principais formas de aumentar a eficiência econômica de um sistema de produção de bovinos de corte (Beretta et al., 2002). Contudo, a produção de novilhos jovens em sistemas especializados na recria-terminação depende da estruturação de um sistema de gerenciamento integrado com o desempenho animal, alimentação, custos de produção e fluxo de entradas e saídas de animais.

Por meio do uso de informações concretas e abstratas do sistema e da introdução de uma lógica para o uso dessas informações, um Sistema de Apoio à Decisão (SAD) deve tanto proporcionar um resultado preciso e confiável como ser útil para solucionar problemas do usuário. Contudo, os SAD concebidos por pesquisadores da área de manejo têm apresentado pouca adesão por parte dos decisores. Nesse sentido, um SAD projetado para auxiliar no gerenciamento de um processo decisório modificado tem maior aceitação no meio rural, com a oportunidade de criação conjunta de

sistemas de informação que utilizem as vantagens do conhecimento prático e científico de forma integrada (McCown, 2002).

O presente trabalho tem como objetivos: 1) apresentar um modelo de apoio à gestão de sistemas de recria-engorda com base pastoril; 2) utilizando o modelo apresentado, simular a produtividade e o retorno econômico de um Sistema de Produção especializado na recria-terminação de novilhos mediante duas propostas de intensificação por meio de modificações na estrutura e no gerenciamento da alimentação do rebanho.

2. Metodologia

2.1. Descrição geral do modelo

O modelo foi concebido para servir como um SAD para profissionais ou produtores rurais com conhecimento avançado, que atuam na tomada de decisão em sistemas especializados na recria-terminação ou para a análise isolada da etapa de recria-terminação em sistemas de ciclo completo de bovinos de corte. O SAD foi desenvolvido em planilhas eletrônicas do Microsoft Excel® por uma equipe multidisciplinar composta por dois médicos veterinários, um zootecnista, um engenheiro de produção e dois alunos de graduação do curso de agronomia. Além disso, participaram do processo de construção do modelo técnicos de campo e produtores rurais que desenvolvem suas atividades no Estado do Rio Grande do Sul (RS), região sul do Brasil. As informações utilizadas como base para o desenvolvimento do modelo e para as simulações realizadas foram resultantes dos dados de diferentes fontes, coletados a campo, e da revisão de literatura realizada, com destaque para os trabalhos científicos que abordam o manejo em ambiente pastoril no RS.

O SAD permite gerenciar individualmente a alimentação de todos os animais do rebanho ao longo do ciclo de produção, bem como analisar a demanda por alimentação do rebanho e confrontar esta demanda com a capacidade de suporte do sistema. O gerenciamento da alimentação é realizado de forma quantitativa, por meio da carga animal existente, e qualitativa, por meio do ganho de peso médio diário que cada recurso forrageiro ou dieta é capaz de fornecer aos animais. O modelo não prevê

qualquer tipo de condicionamento ou interação entre carga animal e potencial de ganho de peso, sendo que este aspecto deve sofrer avaliação prévia por parte do usuário e sofrer os devidos ajustes por ocasião do lançamento dos dados nas planilhas eletrônicas.

São gerados também resultados econômicos individuais e do sistema de produção. As informações são inseridas livremente pelo usuário, não havendo restrições de tipo de alimentação, capacidade de suporte dos recursos alimentares, tipo e quantidade de suplementação, peso e idade dos animais, preços de compra e venda e custos. As planilhas existentes no estágio atual do SAD suportam o gerenciamento individual de até 500 animais em um período de análise de no máximo 53 meses.

O modelo é operado em planilha eletrônica única, porém, para facilitar a compreensão, foi dividido em três módulos (*Módulo Sistemas de Alimentação*, *Módulo Desempenho Animal* e *Módulo Resumo e Análise Econômica*) interligados entre si e que serão descritos a seguir.

2.2. Módulo Sistemas de Alimentação

O *Módulo “Sistemas de Alimentação”* é utilizado para o gerenciamento da alimentação e para distribuição do rebanho nas diferentes áreas de terra da fazenda. Além disso, permite calcular os custos operacionais e a produtividade de cada recurso forrageiro ao longo do ciclo de produção. Este Módulo é composto pelos itens *Uso da Terra*, *Capacidade de Suporte*, *Carga Animal*, *Suporte vs Carga*, *Lotação*, *Peso Médio Mensal*, *Ganho Médio Diário Referência*, *Custo Pasto*, *Custo Sanidade*, *Custo Mão-de-Obra*, *Custo Suplementação*, *Custo Alimentação*, *Custo Operacional* e *Produtividade*, os quais são descritos a seguir:

2.2.1. Uso da terra (UT)

O uso da terra consiste na vegetação predominante em cada uma das subdivisões existentes na fazenda, sendo que esta cobertura vegetal é utilizada como forragem na alimentação dos animais do rebanho ao longo dos anos. Cada UT corresponde a um tipo de *recurso forrageiro*. O modelo prevê até

cinco tipos de uso da terra em um mesmo sistema de produção, admitindo qualquer proporção de ocupação da terra em termos de área física.

2.2.2. Capacidade de suporte (CS)

Expressa em kg/ha, representa o número de kg de peso vivo que pode ser alocado em cada hectare (ha) de determinado UT dentro de cada mês do ano. Essa variável quantitativa é própria de cada recurso forrageiro, estabelecido a partir do UT, sendo que os valores são arbitrados pelo usuário. A CS de uma determinada área de terra é variável ao longo do ano e pode ser modificada mediante estratégias tais como: diferimento do pasto (acúmulo de forragem em pé para uso posterior) e suplementação alimentar para aumento da capacidade de suporte ou correção de déficit nutricional (complementação da dieta com alimentos que substituam ou corrijam déficits nutricionais na produção ou composição do pasto).

2.2.3. Carga animal (CA)

A carga animal, expressa em kg/ha, representa o número de kg de peso vivo que efetivamente ocupa cada área de terra em cada mês do ano. No Módulo *“Sistemas de Alimentação”* o valor da CA aparece automaticamente, resultado da soma do peso vivo de todos os animais que ocupam a área de terra em questão, pesos estes extraídos do *Módulo Desempenho Animal*.

2.2.4. Suporte vs carga (Capacidade de Suporte vs Carga Animal)

Este indicador mostra se a CA naquele mês está compatível com a CS do recurso forrageiro em questão. Se o valor for positivo significa que a área está momentaneamente subutilizada, havendo sobra de alimento. Valores negativos indicam CS insuficiente para a CA praticada naquele mês, havendo déficit alimentar momentâneo.

2.2.5. Lotação

Expressa em número de cabeças por hectare, a *Lotação* representa a carga animal dividida pelo peso médio dos animais que ocupam a área de terra em questão em cada mês ao longo do ciclo de produção.

2.2.6. Peso médio mensal

Representa a média de peso mensal de todos os animais que ocupam determinada área de terra. O peso dos animais é extraído automaticamente do

Módulo Desempenho Animal.

2.2.7. Ganho médio diário referência (GMD-R)

É o ganho de peso médio diário, expresso em kg/dia, que dado recurso forrageiro é capaz de proporcionar aos animais. Este valor é arbitrado pelo usuário, com base no conhecimento do potencial de ganho de peso proporcionado pelos diferentes recursos forrageiros ao longo dos meses. O GMD-R varia mensalmente ao longo do ano e serve como base para o GMD-E (*Ganho Médio Diário Efetivo*) individual praticado pelos animais (*Módulo Desempenho Animal*).

2.2.8. Custo pasto

É o valor desembolsado para custeio da cobertura vegetal forrageira utilizada em cada área da fazenda, e é expresso em R\$/ha.

2.2.9. Custo sanidade

É o valor desembolsado para custeio de produtos veterinários e suplementação mineral para os animais, expresso em R\$/cabeça/mês. O custo com a mineralização dos animais foi incluído neste item, pois representa um percentual pequeno do custo total, assim como o custo sanidade.

2.2.10. Custo mão-de-obra

É o valor desembolsado com mão-de-obra, expresso em R\$/cabeça/mês.

2.2.11. Custo operacional

É a soma do custo pasto, custo sanidade, custo mão-de-obra e custo suplementação (Módulo Desempenho Animal), representado em R\$.

2.2.12. Uso com pecuária

Representa o percentual de tempo em que cada área de terra é ocupada com a atividade pecuária ou o número de hectares da respectiva área. Este indicador é utilizado para áreas de terra compartilhadas com outras atividades, como, por exemplo, agricultura para produção de grãos e recria-engorda de animais alternadamente (no verão a terra é destinada à agricultura e no inverno à pecuária, por exemplo). Desse modo, é possível realizar ajustes na produção por área e desempenho de determinado recurso forrageiro utilizado no sistema de produção que apresenta um dado grau de integração.

2.2.13. Produtividade

Indica o número de kg de peso vivo produzidos por hectare em cada área de terra e do sistema de produção como um todo.

2.3. Módulo Desempenho Animal

O Módulo *Desempenho Animal* permite o cálculo do desempenho individual de cada animal do rebanho ao longo do ciclo de produção. Partindo do pressuposto de que nos sistemas pastoris os animais muitas vezes permanecem por mais de um ano na fazenda até serem vendidos, o SAD prevê o gerenciamento de todos os animais em conjunto, ou seja, existe uma sobreposição no gerenciamento do fluxo de animais que entram no sistema de produção com outros que entraram no ano anterior e ainda não foram vendidos. Este Módulo é composto pelos itens *Idade de Compra*, *Peso de Compra*, *Preço de Compra*, *Dieta Mensal*, *Ganho Médio Diário Modificado*,

Peso Mínimo de Venda, Peso Limite, Correção do GMD de Animais Prontos, Custo Suplementação, Custo por Animal, Margem por Animal, Idade (Pronto), Venda de Animais para Recria, Idade de Venda e Receita por Animal.

2.3.1. Idade de compra

É a idade de compra do animal, expressa em meses. O modelo permite que sejam simuladas compras em qualquer mês do ciclo de produção e de animais com qualquer idade.

2.3.2. Peso de compra

É o peso individual de cada animal no momento da compra, expresso em kg.

2.3.3. Preço de compra

Representa o valor de compra em R\$/kg. Esse valor, multiplicado pelo peso de compra, determina o valor absoluto de compra por animal.

2.3.4. Dieta mensal

Representa a alimentação recebida pelo animal em cada mês do ano, ajustada para o ganho de peso proposto. O modelo permite inserir qualquer um dos alimentos disponíveis no Módulo Alimentação Animal, captando automaticamente o valor de GMD-R de determinado recurso forrageiro em dado mês e transformando esse valor em GMD-E (ganho de peso médio diário efetivo). Além disso, existe a possibilidade de modificar a dieta individualmente, por meio do uso de suplementação alimentar de qualquer tipo, de acordo com a demanda nutricional e os objetivos de ganho de peso do animal naquele mês.

2.3.5. Ganho médio diário modificado

Permite a modificação do GMD de cada animal dentro de cada mês. Ou seja, permite que o GMD-E seja diferente do GMD-R previsto no Módulo Alimentação Animal. Essa função é utilizada nos casos de suplementação

alimentar, confinamento ou em alguma eventual modificação no GMD-R de algum recurso forrageiro em determinado mês ou período.

2.3.6. Peso mínimo de venda

Representa o peso mínimo individual de venda de animais para o abate. Este valor é único para todos os animais.

2.3.7. Peso limite

Representa o peso máximo que pode ser atingido pelo animal depois de pronto para a venda como animal gordo. O valor base é expresso em percentual de peso acima do peso mínimo de venda. O valor pode variar de acordo com o tipo de animal utilizado (raça, frame, idade), e é definido livremente pelo usuário. Correção do GMD de animais prontos

Após atingir o peso mínimo de venda, é aplicado um fator de redução do ganho médio diário, sendo este valor determinado pelo usuário. Este item foi incluído tendo como base o princípio de que, na medida em que o animal aumenta o peso e deposita gordura, aproximando-se do peso adulto, o ganho de peso diário tende a diminuir, pois a energia necessária para o mesmo ganho é maior (Di Marco et al., 2007).

2.3.8. Custo suplementação

O custo suplementação é colocado diretamente no Módulo Desempenho Animal. Desse modo, o período mínimo de suplementação previsto é de 30 dias e o custo é apresentado em R\$/animal/mês.

2.3.9. Custo total por animal

O Custo total por animal é composto pelo custo da compra do animal, custo suplementação (obtidos diretamente no Módulo Desempenho Animal) e pelos custos variáveis (custo pasto, custo sanidade e custo mão-de-obra), os quais são obtidos automaticamente do Módulo Alimentação Animal.

2.3.10. Idade (Pronto)

A planilha indica e contabiliza automaticamente quando o animal está pronto para o abate e quantos animais prontos existem mensalmente, utilizando para isto o peso mínimo de venda indicado previamente pelo usuário.

2.3.11. Venda para recria

No intuito de dar mais flexibilidade e dinamismo no gerenciamento do sistema de produção, o modelo prevê a opção venda na recria, sem restrição de peso para que seja manualmente efetuada. Essa opção é utilizada também para simular a venda do estoque ao final do período de análise do sistema, permitindo assim comparar sistemas distintos com base em estoques inicial e final iguais a zero. Animais vendidos na recria são todos aqueles que foram vendidos sem que tenham atingido o peso mínimo para o abate.

2.3.12. Idade de venda

A Idade de venda é calculada pela média de idade de todos os animais por ocasião da venda do lote para recria ou abate.

2.3.13. Receita por animal

É resultado do preço por kg de venda multiplicado pelo peso de venda de cada animal.

2.3.14. Margem por animal

É resultado da subtração de todos os custos da receita obtida com a venda de cada animal.

2.3.15. Margem mensal por animal

É a margem parcial gerada por cada animal ao final de todos os meses. O valor gerado é resultante da subtração dos custos mensais por uma receita simulada. Esta receita é calculada pela multiplicação do peso vivo do animal pelo valor de venda para recria referente àquele mês, em R\$.

2.4. Módulo Resumo e Análise Econômica

O Módulo Resumo e Análise Econômica proporciona uma visualização simplificada do resultado final do sistema, processando as principais informações geradas nos três módulos do SAD. Os itens presentes neste módulo são: Número de Animais Prontos, Realização Manual de Vendas, Quantidade de Animais Vendidos, Peso médio de Venda, Idade Média de Venda, Preço por kg de Venda, Receitas, Custos, Margem por Hectare e Margem por Hectare por Ano.

2.4.1. Número de animais prontos

O número de animais prontos é indicado pelo modelo, que vai contabilizando mensalmente e cumulativamente os animais que já atingiram o peso mínimo de venda.

2.4.2. Realização manual de vendas

As vendas são realizadas de forma manual, por decisão do usuário, não havendo restrições para o número de animais vendidos por mês.

2.4.3. Quantidade de animais vendidos e peso/idade média de venda

Uma vez marcada a opção realização manual de vendas o modelo contabiliza a quantidade de animais vendidos, o peso médio de venda (kg) e a idade média de venda (meses).

2.4.4. Preço por kg de venda

O Preço por kg de venda (R\$) é definido mensalmente pelo usuário e é igual para todos os animais vendidos dentro daquele mês.

2.4.5. Receitas

Contabiliza a soma das Receitas (R\$) obtidas com a venda de animais dentro de cada mês.

2.4.6. Custo operacional total

Representa a soma de todos os custos de produção, exceto o custo de compra de animais, em reais.

2.4.7. Custo sistema

Somatório de todos os custos de produção, em reais.

2.4.8. Margem bruta por hectare

É a diferença entre o custo sistema e a soma das receitas, divididos pela área média total, em reais.

2.4.9. Margem bruta anual por hectare

É a margem por hectare calculada para um período de 12 meses, em reais.

2.4.10. Deságio kg gordo x kg bezerro ou kg recria x kg bezerro

Este valor representa a diferença percentual entre o preço por kg de venda e o preço por kg de compra.

2.4.11. Custo total operacional por kg produzido

É obtido pela divisão do custo operacional total pelo número total de kg produzidos, em reais.

3. Resultados e Discussão

3.1. Descrição dos Sistemas de Produção Analisados

3.1.1. Uso da terra e alimentação

Para validação do modelo foi simulado o Sistema de produção Base (SPB), a partir da estrutura de uso da terra e alimentação utilizadas em uma propriedade rural localizada entre as regiões fisiográficas da Depressão Central e Litoral Norte do Estado do Rio Grande do Sul, Brasil, coordenadas de latitude 29°53'24.88"S e de longitude 50°44'45.48"O. O uso da terra foi adaptado para um módulo de superfície pastoril de 100 hectares. O clima da região é

Subtropical úmido (Cfa), segundo a classificação de Köppen, com precipitação média anual de 1.394 milímetros. O solo é do tipo PVd4 (origem arenito/siltito), com os campos apresentando boa cobertura vegetal.

A vegetação do campo nativo (CN) é predominantemente composta de espécies de crescimento estival. As gramíneas habitam solos medianamente drenados e as ciperáceas que habitam os solos mal drenados. Dentre as principais gramíneas destacam-se *Paspalum dilatatum*, *P. pauciciliatum*, *P. modestum*, *P. pumilum* e *Panicum aquaticum*. Muitas leguminosas são comuns nesta região, destacando-se *Stylosanthes leiocarpa*, *Indigofera sabulicola*, *Desmodium adscendens*, *D. barbatum*, *D. incanum*, *Adesmia latifolia*, *Vigna longifolia* e *V. luteola* (Boldrini, 2009). A região é caracterizada por propriedades rurais de média escala que desenvolvem principalmente atividades de pecuária de corte, orizicultura irrigada e, mais recentemente, produção de soja.

O sistema de produção com confinamento na terminação (SPCT) e o sistema de produção com confinamento na recria (SPCR) foram simulados tendo como base o SPB, com variações no uso da terra/cobertura de forragem, suplementação alimentar no outono-inverno e confinamento. No intuito de verificar o comportamento e o retorno econômico do SPB mediante opções de intensificação, foi simulada a substituição de parte da área de CN por campo nativo melhorado (CNM), que é o CN submetido à correção do pH do solo, adubação e introdução de espécies exóticas de estação fria. Além disso, os SPCT e SPCR, de estrutura forrageira idêntica, incorporaram aos sistemas pastoris o uso do confinamento estratégico (alimentação adquirida externamente), respectivamente nas etapas de terminação (SPCT) e recria (SPCR) (Tabela 1). Ressalta-se que, no intuito de melhorar o aproveitamento das pastagens cultivadas, no SPCT 75% dos animais foram terminados em confinamento (60 a 120 dias) e 25% a pasto, enquanto que no SPCR todos os animais entraram no confinamento (90 a 150 dias) imediatamente após a compra, no desmame.

3.1.2. Compras e vendas

O peso e o preço de compra foram obtidos diretamente na propriedade rural utilizada para caracterização do SPB, com base nas compras de bezerros da raça Angus, adquiridos de produtores da mesma região, realizadas no outono e primavera do ano de 2013. Na simulação os animais ingressaram no SP no primeiro dia de maio ou de novembro de cada ano e entraram em sistemas de alimentação específicos, agrupados em lotes de 25 animais com pesos individuais distintos variando de 160 a 205 kg.

O peso mínimo de venda estabelecido foi de 460 kg. Esse peso foi escolhido considerando os critérios adotados pelos principais frigoríficos do Rio Grande do Sul. O peso limite adotado foi de 552 kg (20% acima do peso mínimo), contudo, nenhum animal excedeu mais de 5% do peso mínimo. As vendas foram realizadas quando o número acumulado de animais prontos para o abate atingia, no mínimo, 20 cabeças.

Tabela 1. Caracterização do uso da terra e estrutura de alimentação no Sistema de Produção Base (SPB), no Sistema de Produção com Confinamento na Terminação (SPCT) e no Sistema de Produção com Confinamento na Recria (SPCR).

Uso da terra	Detalhamento	Área (ha)		
		SPB	SPCT	SPCR
Campo nativo (CN)	Campo nativo com ou sem uso de suplementação alimentar ¹	50,0	30,0	30,0
Pastagem de verão (PV)	<i>Brachiaria brizantha</i> cv. Piatã	6,4	6,4	6,4
Campo nativo melhorado (CNM)	Campo nativo melhorado com trevo-branco (<i>Trifolium repens</i> L.), cornichão (<i>Lotus corniculatus</i> L.) e azevém (<i>Lolium multiflorum</i> Lam.)	13,4	31,4	31,4
Pastagem de inverno (PI) ²	Azevém (<i>Lolium multiflorum</i> Lam.)	30,2	30,2	30,2
Confinamento (CONF) Recria	Dieta total fornecida <i>ad libitum</i> ³	-	-	2,0
Confinamento (CONF) Terminação	Dieta total fornecida <i>ad libitum</i> ⁴	-	2,0	-
Total	-	100	100	100

¹ Suplementação alimentar com concentrado contendo 15% de Proteína Bruta em quantidades representando entre 1,2 e 1,5% do Peso Vivo para animais até 12 meses de idade e suplementação com suplemento mineral-proteico contendo 40% de Proteína Bruta com consumo esperado do suplemento de 50 g/100 kg de Peso Vivo para animais acima de 12 meses de idade.

² Pastagem de Inverno ocupa a terra somente durante seis meses do ano (junho a outubro), sendo a área média utilizada anualmente igual a 15,1 hectares.

³ Dieta ajustada para ganho de peso médio diário de 0,800 kg/dia conforme NRC (2000).

⁴ Dieta ajustada para ganho de peso médio diário de 1,000 kg/dia conforme NRC (2000).

Para o preço de venda por quilograma de peso vivo do novilho para abate, foram utilizados dados médios praticados no Rio Grande do Sul entre janeiro e julho do ano de 2014 (EMATER, 2014). Os preços dos demais meses (agosto a dezembro) foram ajustados com base na diferença média de preços entre os primeiros sete meses de 2013 e o mesmo período de 2014. Sobre o valor mensal obtido, aplicou-se um adicional de 7%, representando o percentual médio de bonificação praticado nos principais frigoríficos do Estado,

os quais pagam um valor superior para animais de acordo com a idade, peso, raça e acabamento. A mesma série de preços de 12 meses foi utilizada ao longo dos 53 meses de análise contemplados no modelo e foi igual para os três sistemas simulados. Para animais vendidos na recria, o preço adotado foi de 5% abaixo do preço de venda do novilho para abate, mantendo a mesma flutuação entre os 12 meses do ano.

3.2. Análise da capacidade de suporte e da carga animal

Os valores apresentados para CS e CA foram calculados com base no sistema estabilizado em número de animais, sendo considerado o intervalo de 12 meses entre o mês de junho do Ano 02 e Maio do Ano 03. A CS por hectare das pastagens utilizadas foi idêntica para os três sistemas. Desse modo, as variações na CS da área total ocorreram em razão das diferentes áreas ocupadas pelos distintos recursos forrageiros, de acordo com o SP (Tabela 1). Embora o modelo não preveja o manejo de subdivisões em poteiros dentro de cada UT, preconizou-se o uso do pastejo rotativo, no qual a entrada e saída dos animais em cada potoeiro ocorrem pela observação da condição da pastagem (Jacques et al., 2009).

Os três SP analisados apresentaram maior CS na primavera, seguida do verão, inverno e outono (Figuras 1, 3 e 5). Essa é uma característica comum em sistemas que utilizam consorciação de pastagens de verão e de inverno. Fato semelhante foi relatado por Ferreira et al. (2011), que utilizando pastagem natural e melhorada para recria-engorda de novilhos na região sudoeste do Rio Grande do Sul, obtiveram maior acúmulo de forragem na primavera, verão, inverno e outono, respectivamente.

O SPCR apresenta CS superior aos demais sistemas, pois ainda conta com o confinamento (CONF) praticado na recria. O período de primavera é caracterizado, em condições normais, por um bom volume de chuvas, luminosidade e temperaturas crescentes. A massa de matéria seca que a pastagem produz é o produto da ação integrada da altitude, do tipo de solo, das condições climáticas da região e da flora reagente, sendo que a faixa de transição climática dominante no sul do Brasil favorece mais as espécies de

crescimento estival (Maraschin, 2009). Isso explica a contribuição do campo nativo (CN) e da pastagem de verão (PV) no aumento da CS ocorrida na primavera e no verão. Além disso, na primavera, as espécies de estação fria (PI e CNM) apresentam alta taxa de crescimento e as estivais retomam sua produção, ambas apresentando alta capacidade de suporte e potencial de ganho de peso animal elevado em razão da boa qualidade da forragem.

Dentre as forrageiras exóticas preconizadas para compor o CNM utilizado na simulação, o trevo-branco é o mais persistente, apresentando excelente qualidade e boa produção ao longo do ano, o cornichão produz bem no fim do inverno e primavera (Jacques et al., 2009) e o azevém tem produção precoce (Flores et al., 2008), boa qualidade e excelente aceitação pelos animais. No caso da PI, constituída na presente simulação pelo azevém, é um recurso forrageiro muito utilizado em sistemas que também produzem grãos (Carvalho et al., 2006), podendo proporcionar maior retorno econômico para o produtor (Lopes, 2008).

No verão, a capacidade de carga total diminuiu em relação à primavera em razão da diminuição da área pastoril total, pois a área de PI, nessa época, é destinada ao cultivo de soja. Com isso, os três SP passam a contar, de novembro a abril, com 69,8 hectares e não mais 100 hectares como ocorreu durante o período de uso da PI (junho a outubro). Parte da intensificação do SPCT e do SPCR, proposta por meio da ampliação da área de CNM em substituição ao CN, refletiu em maior CS do SPCT e do SPCR (50.360 kg) em relação ao SPB. (45.960 kg), haja vista que as áreas de PV foram iguais para os três sistemas.

No outono, a CS do SPB foi um pouco superior no que se refere às pastagens, devido ao fato do CNM ter sido utilizado somente durante o primeiro mês do outono (março), permanecendo vazio nos demais meses. Contudo, nessa época, o SPCT e SPCR incorporaram o CONF para terminação e recria, respectivamente, o que refletiu em um aumento proporcional da capacidade de carga em relação à CA existente (dentro do CONF considerou-se que $CS=CA$). Essa mesma tendência ocorreu no inverno, com a manutenção do CONF no

SPCT e SPCR e adicionando-se ainda, nos três sistemas, uma CS de 18.120 kg proporcionada pelo início do período de utilização da PI.

O ajuste da CA do sistema foi realizado com base na CS agrupada de todos os recursos forrageiros, a qual apresentou comportamento flutuante ao longo do ano (Figuras 2, 4 e 6). Observa-se que, apesar do ajuste, o SPB apresentou CA maior do que a CS durante o outono-inverno. Este fato é comum nos sistemas pastoris correntes, onde a filosofia de uso da produção de forragem deve ser conduzida com base no manejo de pastagens e rebanhos em áreas delimitadas, e com possibilidade da adição de insumos externos (Maraschin, 2009). A escolha da carga animal adequada é um ponto chave no manejo do sistema (Salmon & Donnelly, 2008). Por outro lado, no SPB observou-se uma CS entre 4.000 e 12.000 kg superior à CA simulada entre o início da primavera e o final do verão (Figura 2). Com isso, pode-se inferir que existe potencial para um expressivo acúmulo de forragem após este período, resultando em uma subutilização sazonal do pasto disponível. Com isso, foi considerada a utilização destas áreas diferidas de CN para suprir parte da necessidade de matéria seca dos animais durante o período de outono-inverno, o qual apresentou déficit máximo de 7.000 kg de peso vivo (CA) em relação à CS.

No presente trabalho, o diferimento de pasto está implícito em todo o manejo preconizado na simulação dos sistemas. Essa técnica auxilia na recuperação da estrutura do solo, no aumento da matéria orgânica e da cobertura vegetal, no desenvolvimento das raízes e na ressemeadura natural de espécies desejáveis (Nabinger, 1980). Em pastagens de utilização intensa, períodos de descanso permitem o acúmulo de substâncias de reserva (carboidratos solúveis nas raízes, coroa e base dos colmos), pois a planta, ao crescer sem o estresse do pastejo, aumenta sua área foliar e, com isso, consegue absorver mais carbono atmosférico necessário para seu crescimento (Nabinger et al., 2009).

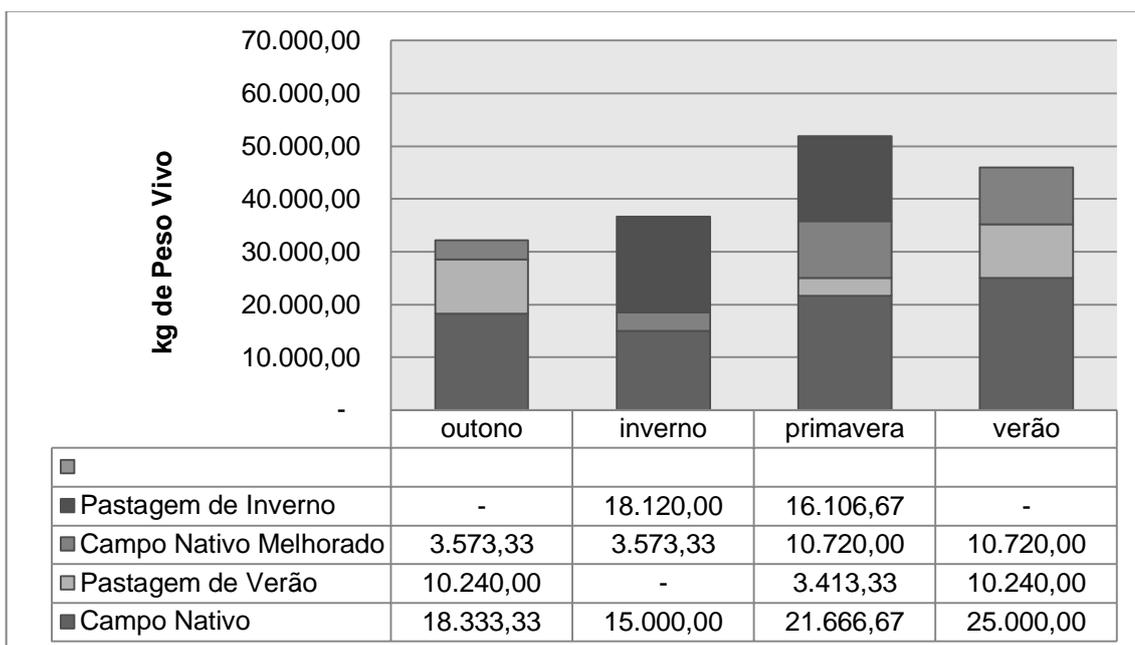


Figura 1. Capacidade de Suporte do Sistema de Produção Base (SPB) conforme uso da terra e estação do ano.

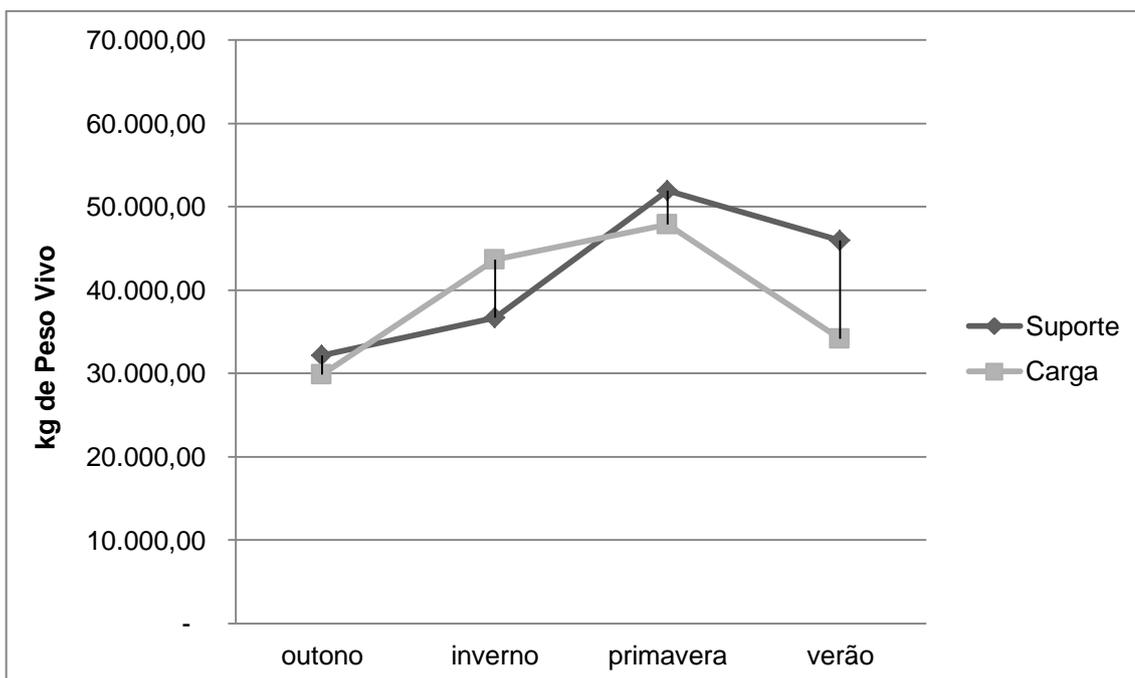


Figura 2. Suporte vs Carga Animal do Sistema de Produção Base (SPB) conforme uso da terra e estação do ano.

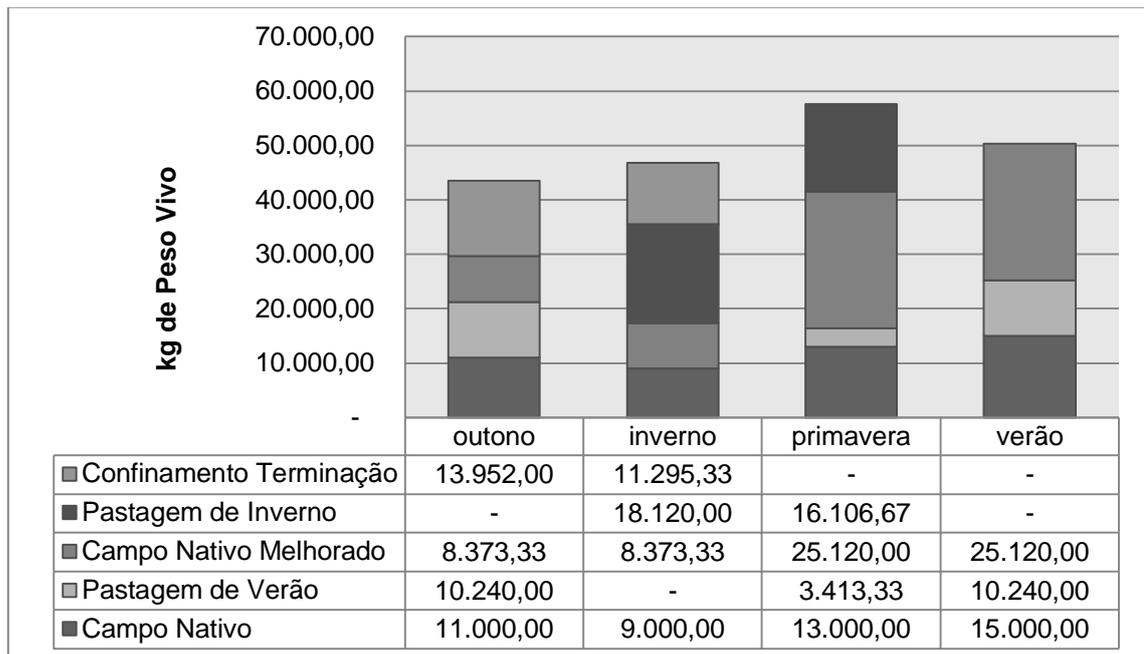


Figura 3. Capacidade de Suporte do Sistema de Produção com Confinamento na Terminação (SPCT) conforme uso da terra e estação do ano.

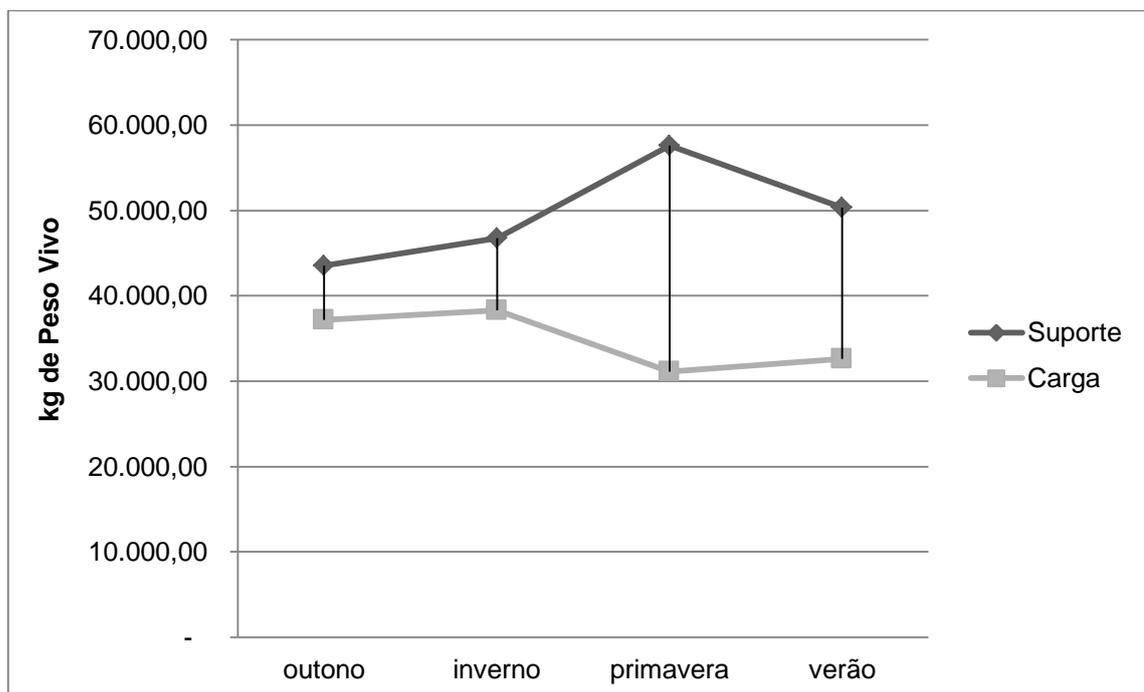


Figura 4. Suporte vs Carga Animal do Sistema de Produção com Confinamento na Terminação (SPCT) conforme uso da terra e estação do ano.

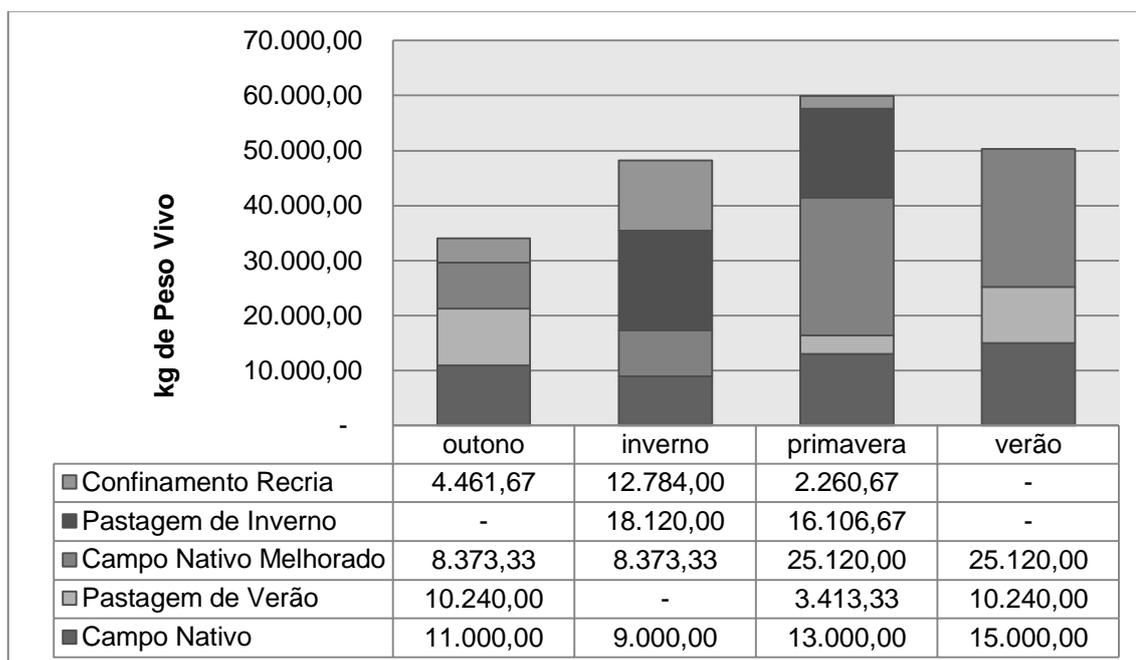


Figura 5. Capacidade de Suporte do Sistema de Produção com Confinamento na Recria (SPCR) conforme uso da terra e estação do ano.

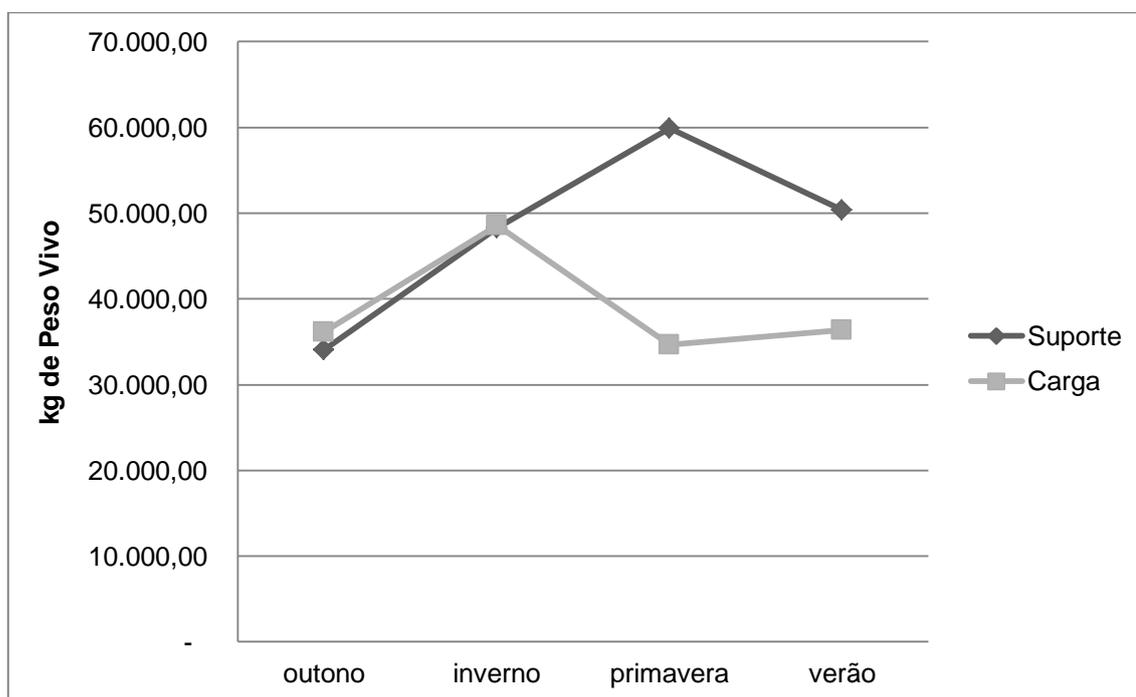


Figura 6. Suporte vs Carga Animal do Sistema de Produção com Confinamento na Recria (SPCR) conforme uso da terra e estação do ano.

O ajuste da carga animal afeta a qualidade, a produção de matéria seca, a composição botânica e a persistência da pastagem, condicionando diferentes ganhos por animal e ganhos por área (Bryant et al., 1970). Objetivou-se

manejar os animais com base no conceito de que a meta principal em sistemas pastoris consiste em alcançar o equilíbrio entre a produção de pasto nas diferentes épocas do ano e a demanda alimentar dos animais. Além disso, considerando as categorias animais utilizadas na simulação (bezerros e novilhos de sobreano), foi incluída, nesta época, suplementação com concentrado ou confinamento (Tabela 1) para contornar a carência de nutrientes do pasto diferido neste período e atingir os ganhos de peso propostos. Os suplementos podem aumentar a produção animal em pastagens, provendo nutrientes adicionais (Pardo et al., 2003) e/ou promover a substituição de parte do consumo de forragem pelo consumo de suplemento, elevando a capacidade de carga (Rocha et al., 2003).

Quando se mantém, no campo nativo, uma matéria seca (MS) residual de pelo menos 1.400 kg/ha, ao longo do período estival, resultante de uma oferta de forragem em torno de 11% do peso vivo, estima-se que essa pastagem nativa poderá alimentar, no inverno, metade da carga animal que alimentou no verão (Nabinger, 2002). Na presente simulação, o ajuste da CA foi realizado com base na manutenção de uma oferta de forragem entre 4% e 12% do peso vivo, com variações durante o ano. Contudo, o uso do diferimento torna possível o acúmulo de uma grande massa de forragem, sendo possível, por ocasião do início do uso no outono, uma oferta superior a 16% do peso vivo (Knorr et al., 2005).

A relação entre CA e CS foi de 0,93, 0,70 e 0,81 respectivamente para SPB, SPCT e SPCR, o que aparentemente representa um melhor aproveitamento da oferta de alimentos no SPB. Contudo, esse sistema apresenta teoricamente uma menor estabilidade, pois foi o que demonstrou o maior déficit de alimentação, com uma CA 19% superior à CS no inverno. Enquanto isso, no SPCR o maior déficit ocorreu no outono (6%) e no SPCT não ocorreu déficit em momento algum. As maiores sobras dentro de cada sistema ocorreram no verão para o SPB (26%) e na primavera para o SPCT (46%) e SPCR (42%).

O principal fator responsável pela redução drástica na demanda por alimentos na primavera é a redução da idade média de abate/venda ocorrida

no SPCT (21 meses) e SPCR (23 meses) em relação ao SPB (26 meses). Essa redução no tempo de permanência dos animais promove a liberação de áreas de pastagem, as quais podem ser aproveitadas por outros animais em recria (SPCT) ou em terminação (SPCR). Desse modo, sistemas que utilizam confinamento de forma estratégica e integrada ao sistema pastoril apresentam maior estabilidade, no entanto, em determinados períodos, ocorre uma subutilização da alimentação disponível.

Uma alternativa para aproveitar o excedente de alimentos em determinadas épocas do ano é utilizar animais volantes de qualquer categoria animal (Soares de Lima et al., 2013), ou seja, animais que ingressam e saem do sistema para regular a carga animal e não penalizar economicamente o sistema. Na presente simulação foram utilizados 125 animais volantes no SPCT e SPCR, os quais foram alocados em CNM, pois este era o recurso forrageiro que apresentava menor grau de utilização na primavera, o que representaria um aumento expressivo no custo pasto para os demais animais que ocupavam as áreas de CNM. Em ambos os sistemas a compra desses animais foi realizada no mês de novembro e a venda no mês de março de cada ano.

Outra opção, embora não considerada no presente trabalho, é a colheita e armazenagem do excedente de forragem produzido nos períodos mais favoráveis na forma de feno ou silagem (Martin et al., 2011). A presente análise, no entanto, se limita em utilizar os excedentes de forragem em pé nos períodos de crise alimentar e a utilizar um número limitado de animais volantes, os quais são vendidos como animais de recria. Subentende-se que a elevada quantidade de alimento excedente nos sistemas que utilizam animais confinados (SPCT e SPCR) representa uma característica inerente a estes sistemas. Maiores lotações, sobretudo em sistemas muito dependentes de insumos externos, podem gerar riscos ao negócio, pois quanto maior a carga animal maior é a variabilidade no desempenho e no retorno econômico (Salmon & Donnelly, 2008). De qualquer modo, o aproveitamento mais eficiente de eventuais excedentes de alimento nesses sistemas fica condicionado a fatores como disponibilidade de capital, utilização integrada em sistemas de

ciclo completo, arrendamento da área subutilizada, entre outras opções não contempladas na presente análise.

No gerenciamento de um sistema pastoril de alta complexidade e diversidade de recursos forrageiros, deve haver uma flexibilidade na utilização das pastagens, atingindo as exigências de alimentação de diferentes categorias animais, caracterizadas por demandas específicas e flutuantes. Nesse sentido, o produtor deve manipular a capacidade de suporte ou o fluxo das categorias animais utilizadas no sistema, modificando a demanda por forragem, ou então aumentar a oferta de alimentos por meio da suplementação ou fertilização do pasto (Feldkamp, 2004; White et al., 2004). A modelagem utilizada para simular os sistemas de produção atende a estas recomendações, permitindo uma visualização das relações entre CS e CA durante todo o ano e ao longo dos anos. Com isso, é possível realizar com mais segurança interferências de qualquer natureza sobre a oferta e/ou demanda alimentar, tornando o manejo da alimentação do rebanho mais previsível, desde que as informações colocadas se aproximem da realidade.

3.3. Resultados físicos do sistema

A análise dos indicadores produtivos estabilizados do SPB, SPCT e SPCR demonstra que o UT e, conseqüentemente, os sistemas de alimentação utilizados, modificam a produtividade obtida anualmente pelo SP e por cada UT (Tabela 2). As produções anuais de peso vivo obtidas pelo SPCT e pelo SPCR foram semelhantes entre si (321 e 314 kg/ha/ano, respectivamente) e aproximadamente 14% superiores ao que foi obtido pelo SPB (274 kg/ha/ano). Essa diferença ocorreu principalmente pelo uso do confinamento, que permitiu ao SPCT e ao SPCR atingirem alta produção por área (superior a 3.000 kg/ha), o que causa um impacto importante na produtividade global de fazendas que utilizam essa tecnologia integrada ao sistema pastoril.

Tabela 2. Indicadores produtivos estabilizados conforme o Uso da Terra no Sistema de Produção Base (SPB), no Sistema de Produção com Confinamento na Terminação (SPCT) e no Sistema de Produção com Confinamento na Recria (SPCR).

Indicadores	SP	Uso da Terra					Total
		CN	PV	CNM	PI	CONF ¹	
Área total (ha)	SPB	50,0	6,4	13,4	30,2	-	100
	SPCT	30,0	6,4	31,4	30,2	2,0	100
	SPCR	30,0	6,4	31,4	30,2	2,0	100
Uso com pecuária (% de tempo)	SPB	100	100	100	50	-	100
	SPCT	100	100	100	50	100	100
	SPCR	100	100	100	50	100	100
Uso com pecuária (ha de terra)	SPB	50,0	6,4	13,4	15,1	-	84,9
	SPCT	30,0	6,4	31,4	15,1	2,0	84,9
	SPCR	30,0	6,4	31,4	15,1	2,0	84,9
Tempo de pastoreio (meses/ano)	SPB	12	07	08	05	-	12
	SPCT	04	07	08	05	04	12
	SPCR	10	07	08	05	04	12
Produção de peso vivo (kg/ano)	SPB	11.344	2.151	3.468	6.322	-	23.286
	SPCT	2.107	1.712	7.881	9.483	6.041	27.224
	SPCR	2.283	2.151	9.351	5.339	7.551	26.675
Produtividade (kg/ha/ano)	SPB	227	336	259	419	-	274
	SPCT	70	268	251	628	3021	321
	SPCR	76	336	298	354	3776	314

¹CONF= Confinamento realizado durante a terminação no SPCT e durante a recria no SPCR.
CN= Campo Nativo; PV=Pastagem de Verão; CNM= Campo Nativo Melhorado; PI= Pastagem de Inverno.

Analisando a produção ocorrida em cada UT (exceto CONF), em todos os sistemas simulados a PI foi o recurso forrageiro que mais produziu por área, com destaque para a produtividade gerada pelo SPCT (628 kg/ha/ano), muito superior às obtidas pelo SPB (429 kg/ha/ano) e SPCR (354 kg/ha/ano). Esse resultado ocorreu devido ao fato de que no SPCT a PI foi ocupada principalmente por animais em recria, já que a terminação dos animais desse sistema ocorreu em confinamento. Ou seja, com a mesma carga animal por hectare foi projetado um número superior de animais, o que refletiu em um número maior de kg produzidos na mesma área, já que o ganho de peso

individual simulado foi o mesmo para ambas as categorias animais na PI (0,800 kg/dia). Trabalhos de literatura utilizando pastagens de aveia preta e azevém relatam produtividades entre 202 e 530 kg/ha (Lopes, 2008), 434 kg/ha (Restle et al., 1993), entre 320 e 900 kg/ha (Lupatini et al., 2013) e 534 kg/ha (Rocha et al., 2003) para bezerros (as) com dez meses de idade e de 598 kg/ha para novilhos com 22 meses de idade com ganho de peso individual de 1,5 kg/dia (Restle et al., 1993).

A pastagem de verão foi o segundo UT a apresentar maior produtividade, com valores idênticos para o SPB e SPCR (336 kg/ha) e um valor menor para o SPCT (268 kg/ha). Esse resultado pode ser justificado pelo aproveitamento menos intenso da PV no SPCT, cujo superávit na relação suporte vs carga mostrou-se elevado durante a primavera e o verão, coincidindo com o período de utilização da PV. Com isso, houve uma capacidade ociosa de produção durante esse período, resultando em queda na produtividade desse UT.

Análise semelhante pode ser feita em relação à produtividade do CN, a qual foi três vezes superior para o SPB (227 kg/ha/ano) em relação ao SPCT (70 kg/ha/ano) e ao SPCR (76 kg/ha/ano). No SPB o CN foi ocupado pelos animais durante os 12 meses do ano, diferentemente do SPCT (04 meses) e do SPCR (10 meses). Cabe ressaltar que esses valores de produtividade foram condicionados ao uso de diferentes níveis de suplementação alimentar para: bezerros dos sete aos 11 meses ou dos sete aos nove meses e novilhos dos 20 aos 21 meses de idade entre maio e setembro (SPB); bezerros dos sete aos oito e novilhos dos 20 aos 21 meses de idade entre maio e julho (SPCT); e para novilhos dos 20 aos 21 meses de idade entre maio e julho (SPCR) (Tabelas 4, 5 e 6). Desse modo, a produtividade do CN no SPB foi superior devido ao uso de suplementação alimentar para aumento da CA e do ganho de peso individual, além do uso mais intenso da terra durante todo o ano em relação ao projetado para o SPCT e SPCR.

Tabela 3. Resumo dos principais indicadores para análise econômica do Sistema de Produção Base (SPB), do Sistema de Produção com Confinamento na Terminação (SPCT) e do Sistema de Produção com Confinamento na Recria (SPCR).

Parâmetros¹	SPB	SPCT	SPCR
Compra de animais			
Número de animais comprados	375	500	500
Peso médio de compra (kg)	178	180	180
Preço médio de compra por kg (R\$)	4,50	4,50	4,50
Valor de compra por animal (R\$)	803,10	810,05	809,87
Valor total de compra (R\$)	301.163	405.023	404.933
Venda de animais para abate			
Número de animais vendidos	225	275	275
Peso médio de venda (kg)	470	476	468
Idade média de abate (meses)	26	21	23
Preço médio de venda por kg (R\$)	4,19	4,42	4,47
Receita média por animal (R\$)	1.970	2.105	2.094
Receita de animais para abate (R\$)	443.147	578.777	575.865
Deságio kg gordo x kg bezerro (%)	6,9	1,8	0,7
Venda de animais para recria			
Número de animais vendidos	150	225	225
Peso médio de venda (kg)	309	273	272
Preço médio de venda por kg (R\$)	4,25	4,16	4,16
Receita média por animal (R\$)	1.313	1.136	1.132
Receita de animais para recria (R\$)	196.966	256.276	254.965
Deságio kg recria x kg bezerro (%)	5,6	7,6	7,6
Análise econômica do sistema			
Número total de animais vendidos	375	500	500
Receita total (R\$)	640.114	835.053	830.830
Custo total de compra de animais (R\$)	301.163	405.023	404.933
Custo total manutenção ² (R\$)	69.862	64.837	69.863
Custo total alimentação (R\$)	161.792	293.518	304.509
Custo total operacional (R\$)	231.654	358.355	374.372
Custo total sistema (R\$)	532.817	763.378	779.305
Margem bruta no período (R\$)	107.297	71.675	51.525
Margem bruta anual por hectare (R\$)	286,14	191,15	137,41
Custo operacional/kg produzido (R\$)	2,25	2,98	3,18

¹ Indicadores obtidos com base no período total de simulação (maio do Ano 01 até setembro do Ano 5, totalizando 53 meses).

Tabela 4. Representação das principais sequências de alimentação utilizadas para recria-engorda de novilhos no Sistema de Produção Base (SPB), com seus respectivos ganhos médios diários efetivos (GMD) e pesos mensais desde a compra até a venda.

Ano	Mês	Idade	Sequência 01			Sequência 02			Sequência 03		
			Dieta	GMD	Peso	Dieta	GMD	Peso	Dieta	GMD	Peso
01	Mai	7	CN+S ¹	0,600	185	CN+S	0,600	176	CN+S ¹	0,600	176
01	Jun	8	CN+S ¹	0,600	203	CN+S	0,600	194	CN+S ¹	0,600	194
01	Jul	9	CN+S ¹	0,600	221	CN+S	0,600	212	CN+S ¹	0,600	212
01	Ago	10	CN+S ¹	0,600	239	CN+S	0,600	230	CN	0,000	230
01	Set	11	CN+S ¹	0,600	257	CN+S	0,600	248	CN	0,500	230
01	Out	12	CN	0,500	275	CN	0,500	266	CN	0,500	245
01	Nov	13	PV	0,600	290	CN	0,500	281	CN	0,500	260
01	Dez	14	PV	0,600	308	CN	0,350	296	CN	0,350	275
02	Jan	15	PV	0,500	326	CN	0,350	307	CN	0,350	286
02	Fev	16	PV	0,500	341	CN	0,350	317	CN	0,350	296
02	Mar	17	PV	0,400	356	CN	0,350	328	CN	0,350	307
02	Abr	18	PV	0,300	368	CN	0,200	338	CN	0,200	317
02	Mai	19	PV	0,200	377	CN	0,000	344	CN	0,000	323
02	Jun	20	PI	0,800	383	PI	0,800	344	CN	0,200	323
02	Jul	21	PI	0,800	407	PI	0,800	368	CN	0,200	329
02	Ago	22	PI	0,800	431	PI	0,800	392	CNM	0,800	335
02	Set	23	PI	0,800	455	PI	0,800	416	CNM	0,800	359
02	Out	24	-	-	479	PI	0,800	440	CNM	0,800	383
03	Nov	25	-	-	-	-	-	464	CNM	0,800	407
03	Dez	26	-	-	-	-	-	-	CNM	0,800	431
03	Jan	27	-	-	-	-	-	-	CNM	0,500	455
03	Fev	28	-	-	-	-	-	-	-	-	470

CN= Campo Nativo; PV=Pastagem de Verão; CNM= Campo Nativo Melhorado; PI= Pastagem de Inverno;
¹ Campo Nativo + Suplementação alimentar com concentrado contendo 15% de Proteína Bruta em quantidades representando entre 1,2 e 1,5% do Peso Vivo.

Tabela 5. Representação das principais sequências de alimentação utilizadas para recria-engorda de novilhos no Sistema de Produção com Confinamento na Terminação (SPCT), com seus respectivos ganhos médios diários efetivos (GMD) e pesos mensais até a venda.

Ano	Mês	Idade	Sequência 01			Sequência 02			Sequência 03		
			Dieta	GMD	Peso	Dieta	GMD	Peso	Dieta	GMD	Peso
01	Mai	7	CN+S ¹	0,600	184	CN+S ¹	0,600	180	CN+S ¹	0,600	176
01	Jun	8	PI	0,800	202	PI	0,800	198	PI	0,800	194
01	Jul	9	PI	0,800	226	PI	0,800	222	PI	0,800	218
01	Ago	10	PI	0,800	250	PI	0,800	246	PI	0,800	242
01	Set	11	PI	0,800	274	PI	0,800	270	PI	0,800	266
01	Out	12	PI	0,800	298	PI	0,800	294	PI	0,800	290
01	Nov	13	PV	0,600	322	CNM	0,800	318	CNM	0,800	314
01	Dez	14	PV	0,600	340	CNM	0,800	342	CNM	0,800	338
02	Jan	15	PV	0,500	358	CNM	0,500	366	CNM	0,500	362
02	Fev	16	PV	0,500	373	CNM	0,500	381	CNM	0,500	377
02	Mar	17	PV	0,400	388	CNM	0,500	396	CNM	0,500	392
02	Abr	18	CONF	1,000	400	CONF	1,000	411	CN	0,200	407
02	Mai	19	CONF	1,000	430	CONF	1,000	441	CN	0,000	413
02	Jun	20	CONF	1,000	460	-	-	471	CN+S ²	0,200	413
02	Jul	21	-	-	490	-	-	-	CN+S ²	0,200	419
02	Ago	22	-	-	-	-	-	-	CNM	0,800	425
02	Set	23	-	-	-	-	-	-	CNM	0,800	449
02	Out	24	-	-	-	-	-	-	-	-	473

CN= Campo Nativo; PV=Pastagem de Verão; CNM= Campo Nativo Melhorado; PI= Pastagem de Inverno; CONF= Confinamento realizado na terminação;

¹ Campo Nativo + Suplementação alimentar com concentrado contendo 15% de Proteína Bruta em quantidades representando entre 1,2 e 1,5% do Peso Vivo.

² Suplementação com suplemento mineral-proteico contendo 40% de Proteína Bruta com consumo esperado do suplemento de 50 g/100 kg de Peso Vivo.

Tabela 6. Representação das principais sequências de alimentação utilizadas para recria-engorda de novilhos no Sistema de Produção com Confinamento na Terminação (SPCR), com seus respectivos ganhos médios diários efetivos (GMD) e pesos mensais desde a compra até a venda.

Ano	Mês	Idade	Sequência 01			Sequência 02			Sequência 03		
			Dieta	GMD	Peso	Dieta	GMD	Peso	Dieta	GMD	Peso
01	Mai	7	CONF	0,800	185	CONF	0,800	180	CONF	0,800	176
01	Jun	8	CONF	0,800	209	CONF	0,800	204	CONF	0,800	200
01	Jul	9	CONF	0,800	233	CONF	0,800	228	CONF	0,800	224
01	Ago	10	PI	0,800	257	CNM	0,800	252	CONF	0,800	248
01	Set	11	PI	0,800	281	CNM	0,800	276	CONF	0,800	272
01	Out	12	PI	0,800	305	CNM	0,800	300	CN	0,500	296
01	Nov	13	PV	0,600	329	CNM	0,800	324	CN	0,500	311
01	Dez	14	PV	0,600	347	CNM	0,800	348	CN	0,350	326
02	Jan	15	PV	0,500	365	CNM	0,500	372	CN	0,350	337
02	Fev	16	PV	0,500	380	CNM	0,500	387	CN	0,350	347
02	Mar	17	PV	0,400	395	CNM	0,500	402	CN	0,350	358
02	Abr	18	PV	0,300	407	CN	0,200	417	CN	0,200	368
02	Mai	19	PV	0,200	416	CN	0,000	423	CN	0,000	374
02	Jun	20	PI	0,800	422	PI	0,800	423	CN	0,200	374
02	Jul	21	PI	0,640	446	PI	0,640	447	CN	0,200	380
02	Ago	22	-	-	465	-	-	466	CNM	0,800	386
02	Set	23	-	-	-	-	-	-	CNM	0,800	410
02	Out	24	-	-	-	-	-	-	CNM	0,800	434
02	Nov	25	-	-	-	-	-	-	CNM	0,800	458
02	Dez	26	-	-	-	-	-	-	-	-	482

CN= Campo Nativo; PV=Pastagem de Verão; CNM= Campo Nativo Melhorado; PI= Pastagem de Inverno; CONF= Confinamento realizado na recria.

Tabela 7. Preços por quilograma de peso vivo, quantidade de animais vendidos para abate por mês (N) e peso médio de venda no Sistema de Produção Base (SPB), no Sistema de Produção com Confinamento na Terminação (SPCT) e no Sistema de Produção com Confinamento na Recria (SPCR), referentes ao período total de análise.

Meses	R\$/kg	SPB		SPCT		SPCR	
		N	Peso (kg)	N	Peso (kg)	N	Peso (kg)
Janeiro	4,08	0	-	0	-	-	0
Fevereiro	4,24	75	469	0	-	-	0
Março	4,30	0	-	0	-	-	0
Abril	4,37	0	-	0	-	-	0
Maio	4,40	0	-	0	-	-	0
Junho	4,49	0	-	112	469	-	0
Julho	4,60	0	-	88	487	-	0
Agosto	4,47	0	-	0	-	200	463
Setembro	4,27	0	-	0	-	-	0
Outubro	4,12	75	475	75	472	-	0
Novembro	4,20	75	467	0	-	-	0
Dezembro	4,48	0	-	0	-	75	481
Total/Média	-	225	470	275	476	275	468

Tabela 8. Preços por quilograma de peso vivo, quantidade de animais vendidos para recria por mês (N) e peso médio de venda no Sistema de Produção Base (SPB), no Sistema de Produção com Confinamento na Terminação (SPCT) e no Sistema de Produção com Confinamento na Recria (SPCR) referentes ao período total de análise.

Meses	R\$/kg	SPB		SPCT		SPCR	
		N	Peso (kg)	N	Peso (kg)	N	Peso (kg)
Janeiro	3,87	0	-	0	-	0	-
Fevereiro	4,03	0	-	0	-	0	-
Março	4,09	0	-	125	262	125	262
Abril	4,15	0	-	0	-	0	-
Maio	4,18	0	-	0	-	0	-
Junho	4,27	0	-	0	-	0	-
Julho	4,37	0	-	0	-	0	-
Agosto	4,25	150	309	100	289	100	284
Setembro	4,03	0	-	0	-	0	-
Outubro	3,91	0	-	0	-	0	-
Novembro	3,99	0	-	0	-	0	-
Dezembro	4,26	0	-	0	-	0	-
Total/Média	-	150	309	225	273	225	272

Cabe ressaltar que, independente da produtividade alcançada pelo CN dentro de cada sistema, esse recurso apresenta um papel fundamental na estabilidade dos SP simulados. Apesar do potencial de ganho de peso apresentado pelo pasto natural no período de primavera-verão, trata-se de um recurso forrageiro que serve como “área de escape” durante todo o ano para permitir um melhor ajuste de carga das outras pastagens existentes no sistema, que notadamente apresentam maior potencial de ganho de peso individual em determinados momentos, o que é estratégico no caso de sistemas que realizam engorda de animais.

O CNM apresentou produtividade superior para SPCR (298 kg/ha) em relação ao SPB (259 kg/ha) e ao SPCT (251 kg/ha). Esse resultado pode ser explicado pelo número de animais por área, em cada mês, utilizado nos três sistemas, e pelo GMD-R projetado para cada mês do ano (0,800 kg/dia de agosto a dezembro e 0,500 kg/dia de janeiro a março). No SPCR a lotação média simulada foi de 1,9 animais/ha, sendo 2,4 animais/ha nos meses de agosto, novembro e dezembro, e 1,6 nos meses de setembro a outubro e janeiro a março. O SPB apresentou lotação média de 1,9 animais/ha, a mesma para os oito meses de utilização preconizada para o CNM. Por fim, o SPCT apresentou lotação média de 1,8 animais/ha, sendo 0,8 animais/hectare de agosto a outubro e 2,4 animais/hectare de novembro a março.

Os níveis de produtividade apresentados demonstram a importância que a relação entre lotação (em número de animais) e o potencial de ganho de peso individual exerce sobre a produtividade por área e sobre a eficiência de utilização de cada recurso forrageiro disponível, e, conseqüentemente, do uso da terra. Contudo, o aproveitamento de cada área fica condicionado à habilidade do decisor em realizar a montagem de sistemas de alimentação que atendam o ganho individual necessário para atingir o peso de venda e que respeitem os limites físicos de capacidade de suporte, além de formar lotes de animais de acordo com as áreas disponíveis. Desse modo, fica evidente a alta complexidade que existe quando essas relações são estabelecidas dentro de uma visão sistêmica.

3.4. Resultado final e análise econômica do sistema

A proposta de intensificação do SPB, por meio da simulação do SPCT e do SPCR, gerou resultados distintos para os três sistemas no período total de avaliação (Tabela 5). O número de animais comprados foi superior para o SPCT e SPCR (500 animais cada) em relação ao SPB (375 animais), consequência da maior CS e da redução da idade de abate proporcionada por esses sistemas, o que provocou a necessidade de compra de um maior número de animais para reposição (animais volantes). Este número extra, de 125 animais (SPCT e SPCR), teve compras distribuídas anualmente, sempre no mês de novembro, sendo 50 animais comprados no Ano 01 e 25 animais no Ano 02, 25 animais no Ano 03 e 25 animais no Ano 04, pesando em média 184,48 kg aos dez meses de idade. A distribuição das vendas desses animais ocorreu sempre no mês de março subsequente à compra, sendo que todos os animais comprados em novembro foram vendidos em março como animais não prontos. Essa foi uma premissa utilizada pelo SPCT e SPCR, no entanto, este tipo de operação exige muita habilidade do gestor, que deve saber avaliar o momento mais adequado para efetuar-la. Se as condições sazonais de tempo e clima forem desfavoráveis, é possível vender alguns animais para reduzir o risco de escassez de alimentos (Salmon & Donnelly, 2008).

Os 375 bezerros que constituíram a base de cada um dos três SP simulados foram comprados em maio, pesando em média 178,5 kg aos sete meses. Inicialmente optou-se por simular apenas compras de bezerros no outono, época clássica do desmame na maioria dos sistemas de cria no Brasil e, conseqüentemente, de maior oferta. Contudo, a capacidade de suporte de cada um dos três sistemas limitou o ingresso de animais no outono em 375 bezerros (75 animais por SP por ano). Como já discutido anteriormente, o SPCT e o SPCR apresentaram um superávit de suporte de animais elevado durante a primavera-verão (Figuras 3 a 6). Desse modo, o segundo critério adotado foi a compra de bezerros em novembro, que é a segunda época de maior oferta dessa categoria, na qual são comercializados animais oriundos do acasalamento de outono e/ou animais nascidos na primavera-verão e que

apresentaram baixo peso por ocasião do desmame de outono (Christofari et al., 2009; Soares de Lima & Montossi, 2012).

O preço de compra do bezerro foi igual para os três sistemas simulados (R\$ 4,50/kg). Em razão do maior número de animais comprados, o valor total gasto (desembolso) nesse item foi superior para o SPCT e SPCR em relação ao SPB. A compra de animais foi o item de maior custo, representando aproximadamente 57%, 54% e 52% do custo total do sistema, respectivamente para SPB, SPCT e SPCR. Esse resultado corrobora com trabalhos de pesquisa que demonstraram que o custo com a aquisição dos animais é o mais representativo em sistemas de recria-engorda (Pacheco et al., 2006; Missio et al., 2009; Lopes et al., 2011).

Os animais com a venda simulada para o abate foram todos oriundos das compras realizadas no outono de cada ano. Dos 375 bezerros adquiridos ao longo do período, foram vendidos para o abate 60% (225 cabeças), 55% (275 cabeças) e 55% (275 cabeças), respectivamente para SPB, SPCT e SPCR (Tabela 3). Os animais que ao final do período de análise não haviam atingido o peso mínimo de venda foram vendidos no mês de agosto do Ano 05 como novilhos não prontos (150 cabeças, 100 cabeças e 100 cabeças respectivamente para os três sistemas analisados) (Tabela 7).

Os animais terminados no SPCT foram vendidos com menor idade média (21 meses, com variação de 20 a 24 meses) em relação aos novilhos terminados a pasto do SPCR (23 meses, variando de 22 a 26 meses) e SPB (26 meses, com variação de 24 a 28 meses). Apesar disso, o peso médio de venda teve pequena variação entre os sistemas (470 kg, 476 kg e 468 kg, respectivamente para SPB, SPCT e SPCR). Considerando que os pesos de compra foram iguais para os três sistemas, o GMD-E foi o principal responsável pela variação na idade de abate, sendo, em média, maior para o SPCT (0,683) em relação ao SPCR (0,596) e ao SPB (0,520). No SPCT, 75% dos animais foram terminados em regime de confinamento, o que proporcionou um GMD-E médio superior para os animais incluídos nesse sistema alimentar (1,000 kg/animal/dia). Nos demais sistemas, nos quais a terminação de todos os animais foi a pasto, a simulação gerou menor GMD-E, superior para o SPCR,

onde o uso de confinamento na recria proporcionou um maior ganho de peso (0,800 kg/animal/dia) nos primeiros meses após a compra em relação à suplementação em campo nativo (0,600 kg/animal/dia) utilizada no SPB.

A receita total obtida e a receita média por animal apresentaram pouca variação entre o SPCT e o SPCR, sendo superiores em relação ao SPB. Este resultado ocorreu principalmente em função do maior preço médio de venda por kg obtido pelos sistemas SPCT (R\$ 4,42/kg) e SPCR (R\$ 4,43/kg) em relação ao SPB (R\$ 4,19) e também, embora com menor impacto, pelo peso de venda. Os sistemas de alimentação adotados em cada um dos SP simulados determinaram a época e o peso de venda. No SPB foram vendidos novilhos nos meses de outubro (475 kg), novembro (467 kg) e fevereiro (469 kg de peso médio), enquanto que no SPCT as vendas ocorreram nos meses de junho (469 kg), julho (487 kg) e outubro (472 kg) e no SPCR foram efetivadas nos meses de agosto (463 kg) e dezembro (481 kg).

As variações no preço de venda ao longo do ano (Tabelas 7 e 8) foram decisivas na determinação da receita obtida a partir de cada novilho gordo. Tomando como base o peso médio de venda dos animais do SPB (470 kg) e a diferença entre o preço médio por kg pago para os animais do SPCT e para os animais do SPB (R\$ 0,23/kg), a receita por animal seria superior em R\$ 108,10. Esse valor, por sua vez, representa aproximadamente 26 kg de novilho gordo, vendidos a R\$ 4,19/kg (preço médio de venda por kg no SPB). Ou seja, para obter a mesma receita por animal seria necessário vender um novilho com 496 kg por R\$ 4,19/kg ou vender o mesmo novilho com 470 kg por R\$ 4,42/kg (preço 5,2% superior). Se for estabelecido o mesmo raciocínio confrontando os preços e pesos médios de venda do SPCR com o SPB, seria necessário vender novilhos com 501 kg de peso médio (6,2% superior) ao invés de vender este novilho com 470 kg por R\$ 4,47/kg. Ou seja, quanto maior a diferença de preços/kg obtida entre um novilho e outro, maior deve ser o peso de venda para que se obtenha a mesma receita. Contudo, existem limites biológicos para o aumento de peso, os quais trazem reflexos na eficiência do ganho de peso, podendo tornar antieconômica a estratégia de aumento no peso de venda.

A receita por animal vendido para recria foi superior para o SPB (R\$ 1.313,00) em relação ao SPCT e SPCR (R\$ 1.132,00) devido ao maior peso obtido pelo SPB. Esse desempenho ocorreu, pois, para o SPB, estão contabilizados somente animais não prontos vendidos no final do ciclo de produção, ao contrário do SPCT e SPCR que realizaram vendas anuais de animais não prontos que foram como volantes. Sendo assim, animais vendidos pelo SPCT e SPCR tiveram peso e remuneração mais baixa (272 kg e R\$ 4,09/kg) em relação aos vendidos pelo SPB (309 kg e R\$ 4,25/kg).

O deságio do preço/kg comprado em relação ao preço/kg vendido ocorreu nos três sistemas tanto nas vendas de recria quanto de animais para abate (Tabela 3). O SPB obteve maior desvalorização para os quilogramas comprados (6,9%) na venda para abate em relação ao SPCT (1,8%) e SPCR (0,7%). Isso significa que, com base no peso médio de compra, cada animal apresentou, no momento da venda, uma desvalorização de R\$ 55,18 (SPB), R\$ 14,40 (SPCT) e R\$ 5,40 (SPCR). Nas vendas de recria, em relação às vendas para abate, a desvalorização foi menor para o SPB (5,6%) e mais acentuada para o SPCT e SPCR (7,6%), representando valores de R\$ -44,50 (SPB) e R\$ - 61,20 (SPCT e SPCR). Considerando que o valor de transferência fosse igual a zero, seria possível aumentar a margem bruta por animal em 16% e 13% (SPB), em 9% e 30% (SPCT) e em 5% e 63% (SPCR), respectivamente nas vendas para abate e recria.

Esses resultados demonstram a importância da relação de preços venda-compra e ressalta um aspecto muitas vezes negligenciado por alguns produtores, os quais realizam as compras de bezerras priorizando o valor nominal por cabeça e não o valor por kg. O efeito do valor de transferência negativo sobre a margem bruta fica mais acentuado quanto menor for a margem por cabeça, como ocorreu no SPCR. Considerando a pouca autoridade do produtor sobre o preço de venda, o mesmo procura ajustar os preços de compra a partir da expectativa do preço da venda (Christofari, 2007). Uma estratégia que pode ser adotada para minimizar os efeitos do alto preço de reposição no custo é a aquisição de animais mais leves (Christofari et al., 2010), multiplicando o eventual deságio obtido pela desvalorização no preço de

venda por um menor valor absoluto por cabeça . Contudo, é necessário que o decisor estabeleça qual o peso mínimo de compra que não interfira no peso de venda, tendo em vista os sistemas alimentares adotados e os atributos do novilho a ser produzido.

No cenário de preços utilizado e com base na margem bruta anual por área (Tabela 5), o melhor retorno econômico foi gerado pelo SPB (R\$ 286,14), seguido pelo SPCT (R\$ 191,15) e pelo SPCR (R\$ 137,41). Paradoxalmente, o SPB foi o sistema que teve a menor produtividade (kg/ha), contudo, apresentou também menor custo operacional por kg produzido (R\$ 2,25) em relação ao SPCT (R\$ 2,98) e SPCR (R\$ 3,18). Constata-se que a proposta de intensificação do SPB, por meio do aumento da área de campo nativo melhorado em conjunto com o confinamento de animais na recria (SPCR) ou terminação (SPCT) reduziu a eficiência econômica na recria-terminação de novilhos. A alimentação obtida por meio do pastejo é tipicamente mais econômica em relação à alimentação adquirida externamente e à forragem colhida mecanicamente (Field, 2007). Desse modo, é importante ressaltar que, caso os alimentos utilizados nos confinamentos do SPCT e do SPCR fossem produzidos na fazenda, com menores custos, o resultado econômico da intensificação proposta seria mais favorável do que o apresentado anteriormente.

Comparando o SPCT com o SPCR, observa-se que o confinamento realizado para terminação de parte dos animais foi mais benéfico para o sistema do que a utilização dessa tecnologia na recria dos animais. Além de ter aumentado o custo alimentação do SPCR, o confinamento na recria (SPCR) contribuiu para antecipação da idade média de abate em apenas três meses, enquanto que, quando utilizado na terminação (SPCT) dos novilhos, antecipou, em média, cinco meses a venda de novilhos com peso médio um pouco superior. Novilhos de corte são terminados e vendidos em grupos heterogêneos, resultando em uma considerável variação entre características de carcaça, valor de venda e lucro (Pyatt et al., 2005).

Em trabalho de simulação de diferentes sistemas alimentares para produção de novilhos precoces no Uruguai, Soares de Lima et al. (2013)

encontraram maiores valores para margem bruta por hectare nos sistemas que não utilizaram confinamento na recria. Esses autores constataram que os sistemas de alimentação simulando o uso de pastagem na recria/confinamento na engorda são tão lucrativos quanto sistemas exclusivamente a pasto. Cabe ressaltar, entretanto, que a simulação de Soares de Lima et al. (2013) considerou um preço de venda do novilho ao abate 5% superior quando o mesmo foi terminado em confinamento em relação à terminação a pasto, o que não ocorreu no presente trabalho, o qual não considerou diferenciação no preço de venda do produto final, independentemente do sistema de alimentação utilizado.

4. Conclusões

O modelo proposto permite que intervenções realizadas no gerenciamento da alimentação do rebanho, preços e desempenho animal de sistemas de recria-terminação sejam manejadas de forma conjunta e analisadas dentro de uma visão sistêmica. As intervenções propostas para intensificar o sistema de produção-base reduziram o retorno econômico, sendo contraindicada sua adoção levando em consideração os valores das variáveis biológicas e econômicas utilizados na simulação. O estudo de outros cenários de preços, custos e tipos de intervenção no gerenciamento do sistema é necessário para ampliar a confiabilidade da tomada de decisão.

5. Referências

ANDERSON, J. R. Economic models and agricultural production systems. In: **Proceedings Australian Society of Animal Production**. 1972. p. 77-83.

BARIONI, L.; ZANETT, A. T.; TONATO, F., MEDEIROS, R. S.; SILVA, R. O. Running head: Computer models for beef systems. **Revista Argentina de Producción Animal**, v. 32, n. 1, p. 77-86, 2013.

BERETTA, V.; LOBATO, J. F. P.; MIELITZ NETTO, C. G. A. Produtividade e eficiência biológica de sistemas de produção de gado de corte de ciclo completo no Rio Grande do Sul. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 31, n. 2, p. 991-1001, 2002.

BRYANT, H. T.; BLASER, R. E.; HAMMES J. R. Symposium on pasture methods for maximum production in beef cattle; effect of grazing management on animal an area output. **Journal of Animal Science**, v.30, n.1, p.153-158, 1970.

CARVALHO, P. C. D. F.; MORAES, A.; ANGHINONI, I.; LANG, C. R.; SILVA, J. L. S.; SULC, R. M.; TRACY, B. F. Manejo da integração lavoura-pecuária em sistema de plantio direto na região de clima subtropical. **Encontro Nacional de Plantio Direto na Palha**, v. 10, p. 77-184, 2006.

CHRISTOFARI, L. F. **Análise da comercialização de bezerros de corte no Rio Grande do Sul**. 2007. 156 f. Tese (Doutorado em Zootecnia) – Programa de Pós-Graduação em Zootecnia. Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2007.

CHRISTOFARI, L. F.; BARCELLOS, J. O. J.; NETO, J. B.; OAIGEN, R. P.; CANOZZI, M. E. A.; WILBERT, C. A. Manejo da comercialização em leilões e seus efeitos no preço de bezerros de corte. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 38, n. 1, p. 196-203, 2009.

CHRISTOFARI, L. F.; BARCELLOS, J. O. J.; BRACCINI NETO, J.; OAIGEN, R. P.; SANTOS, A. P. D.; CANOZZI, M. E. A. Efeitos do peso vivo sobre a comercialização de bezerros de corte em leilões. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**. Belo Horizonte. v. 62, n. 2 (abr. 2010), p. 419-428, 2010.

FELDKAMP, C. R. **Cow-calf operation in Argentina: a systems approach to intervention assessment**. Pro Business, 2004.

FERREIRA, E. T.; NABINGER, C.; ELEJALDE, D.; DE FREITAS, A. K.; SCHMITT, F.; TAROUCO, J. U. Terminação de novilhos de corte Angus e mestiços em pastagem natural na região da Campanha do RS. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 40, p. 2048-2057, 2011.

FLORES, R. A.; DALL'AGNOL, M.; NABINGER, C.; MONTARDO, D. P. Produção de forragem de populações de azevém anual no estado do Rio Grande do Sul. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 37, n. 7, p. 1168-1175, 2008.

JACQUES, A.V.A. et al. Aspectos do manejo e melhoramento da pastagem nativa. In: PILLAR, V. P. et al. **Campos Sulinos-conservação e uso sustentável da biodiversidade**. Ministério do Meio Ambiente-MMA, 2009.

KNORR, M.; PATINO, H. O.; SILVEIRA, A. D.; MÜHLBACH, P. R. F.; MALLMANN, G. M.; MEDEIROS, F. S. Desempenho de novilhos suplementados com sais proteinados em pastagem nativa. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 40, n. 8, p. 783-788, 2005.

LOPES, M. **Sistemas de integração lavoura-pecuária: desempenho de novilhos superprecoces e rendimentos subsequente da cultura de soja**. 2008. 139 f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Programa de Pós-Graduação em Zootecnia. Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2008.

LOPES, L. S.; LADEIRA, M. M.; MACHADO NETO, O. R.; SILVEIRA, A. R. M. C.; REIS, R. P.; CAMPOS, F. R. Viabilidade econômica da terminação de novilhos Nelore e Red Norte em confinamento na região de Lavras-MG. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 35, n. 4, p. 774-780, 2011.

LUPATINI, G. C.; RESTLE, J.; VAZ, R. Z.; VALENTE, A. V.; ROSO, C.; VAZ, F. N. Produção de bovinos de corte em pastagem de aveia preta e azevém submetida à adubação nitrogenada **Ciência Animal Brasileira**, v. 14, n. 2, p. 164-171, 2013.

MACHADO, C. F.; BERGER, H. Uso de modelos de simulación para asistir decisiones en sistemas de producción de carne. **Revista Argentina de Producción Animal**, v. 32, n. 1, 2012.

MARASCHIN, G. E. Manejo do campo nativo, produtividade animal, dinâmica da vegetação e adubação de pastagens nativas do sul do Brasil In: PILLAR, Valério De Patta et al. **Campos Sulinos-conservação e uso sustentável da biodiversidade**. Ministério do Meio Ambiente-MMA, 2009.

MARTIN, G.; MARTIN-CLOUAIRE, R.; RELIER, J. P.; DURU, M. A simulation framework for the design of grassland-based beef-cattle farms. **Environmental Modelling & Software**, v. 26, n. 4, p. 371-385, 2011.

MCCOWN, Robert L. Changing systems for supporting farmers' decisions: problems, paradigms, and prospects. **Agricultural Systems**, v. 74, n. 1, p. 179-220, 2002.

MISSIO, R. L.; BRONDANI, I. L.; FREITAS, L. D. S.; SACHET, R. H.; SILVA, J. D.; RESTLE, J. Desempenho e avaliação econômica da terminação de tourinhos em confinamento alimentados com diferentes níveis de concentrado na dieta. **Revista Brasileira de Zootecnia, Viçosa**, v. 38, n. 7, p. 1309-1316, 2009.

NABINGER, C. Técnicas de melhoramento de pastagens naturais do Rio Grande do Sul. In: FARSUL. (Org.). **De que pastagens necessitamos**. Porto Alegre: Grafosul, 1980, p. 28-58.

NABINGER, C. Sistemas de pastoreio e alternativas de manejo de pastagens. In: VII Ciclo de Palestras em produção e manejo de bovinos, 2005, Canoas, RS. **Anais do X Ciclo de Palestras em produção e manejo de bovinos**. Ênfase: manejo reprodutivo e sistemas de produção em bovinos de corte. Canoas, RS: ULBRA, 2002. v. 1. p. 7-60.

NABINGER, C.; FERREIRA, E.T.; FREITAS, A.K. et al. Produção animal com base no campo nativo: aplicações de resultados de pesquisa. In: PILLAR, Valério De Patta et al. **Campos Sulinos-conservação e uso sustentável da biodiversidade**. Ministério do Meio Ambiente-MMA, 2009.

PACHECO, P. S.; RESTLE, J.; VAZ, F. N.; FREITAS, A. K.; PADUA, J. T.; NEUMANN, M.; ARBOITTE, M. Z. Avaliação econômica da terminação em confinamento de novilhos jovens e superjovens de diferentes grupos genéticos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 35, n. 1, p. 309-320, 2006.

PYATT, N. A.; BERGER, L. L.; FAULKNER, D. B.; WALKER, P. M.; RODRIGUEZ-ZAS, S. L. Factors affecting carcass value and profitability in early-weaned Simmental steers: II. Days on feed endpoints and sorting strategies. **Journal of Animal Science**, v. 83, n. 12, p. 2926-2937, 2005.

RESTLE, J.; GRASSI, C. Castração de vacas de descarte e seu efeito no ganho de peso da vaca e do bezerro. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.28, n.12, p.1437-1441, 1993.

ROCHA, M. G.; RESTLE, J. ; FRIZZO, A.; DOS SANTOS, D. T.; MONTAGNER, D. B.; DE FREITAS, F. K. et al. Alternativas de utilização da pastagem hiberna para recria de bezerras de corte. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 32, n. 2, p. 383-392, 2003.

SALMON, Libby; DONNELLY, John R. Using grazing systems models to evaluate business options for fattening dairy bulls in a region with a highly variable feed supply. **Animal feed science and technology**, v. 143, n. 1, p. 296-313, 2008.

SOARES DE LIMA, J. M., MONTOSI, F. La cria vacuna en la nueva realidade ganadera: analisis y propuestas de INIA. In. **Revista INIA**, n. 31, p. 06-10, 2012.

SOARES DE LIMA, J. M. et al. Hacia la ganadería de precisión: análisis económico de diferentes combinaciones de sistemas de recría y terminación. In: **Revista INIA**, n. 35, p. 19-25, 2013.

WHITE, T. A.; BARKER, D. J.; MOORE, K. J. Vegetation diversity, growth, quality and decomposition in managed grasslands. **Agriculture, Ecosystems & Environment**, v. 101, n. 1, p. 73-84, 2004.

CAPÍTULO III¹

¹ Artigo a ser enviado para publicação.

Simulação de cenários para análise econômica em um sistema de recria- terminação de bovinos de corte

Leonardo C. Canellas, Júlio O. Jardim Barcellos, Vinícius N. Lampert,
Thomaz Z. Mercio, Eduardo T. Azevedo; Fernanda G. Moojen

Resumo

O objetivo do trabalho foi analisar o resultado econômico de um sistema de produção submetido a diferentes cenários de desempenho animal e relações entre o preço de venda do novilho e o preço de compra do bezerro. Foram simuladas intervenções no sistema de produção, combinando dois níveis de desempenho animal (alto e baixo) e três relações de preços (favorável, média e desfavorável), constituindo os seguintes cenários: Cenário OO (Otimista-Otimista); Cenário ON (Otimista-Neutro); Cenário OP (Otimista-Pessimista); Cenário PO (Pessimista-Otimista); Cenário PN (Pessimista-Neutro); e Cenário PP (Pessimista-Pessimista). O aumento no GMD promoveu uma redução da idade média de abate de 26 para 25 meses e um aumento no peso médio de venda ao abate de 470 kg para 490 kg nos cenários OO, ON e OP. A margem bruta anual por hectare foi superior para o cenário OO (R\$ 428,17), seguido dos cenários PO (R\$ 351,99), ON (R\$ 58,21), PN (R\$ -3,26), OP (R\$ -311,38) e PP (R\$ -357,18), respectivamente. O menor deságio de preços foi considerado o principal fator a influenciar no retorno econômico. Os cenários simulados permitiram a visualização do resultado econômico do sistema de produção estudado mediante diferentes combinações de desempenho animal e relações entre preços de compra e venda de animais. Com base nas informações utilizadas e combinações propostas, o percentual de deságio entre o preço de venda e o preço de compra foi mais importante na determinação da margem anual por hectare em relação ao desempenho animal.

Palavras-chave: Intervenção, sistemas de produção, produtividade, tomada de decisão, pecuária de corte.

Scenario simulation for economic analysis in stocker-finishing cattle systems

Abstract

The aim of this study was to evaluate the economic return of a production system through scenario simulations of animal performance and market prices. An intervention assessment of two levels of animal performance (high or low average daily gain, ADG) and three levels of market prices (positive, neutral or negative) were realized, composing six scenarios: Optimist-Optimist (OO); Optimist-Neutral (ON); Optimist-Pessimist (OP); Pessimist-Optimist (PO); Pessimist-Neutral (PN); and Pessimist-Pessimist (PP). Increasing in ADG decreases the average slaughter ages from 26 to 25 months-old and increases selling weight from 470 to 490 kg in OO, ON and OP scenarios. Annual gross margin per hectare was higher to OO (R\$ 428.17), followed by PO (R\$ 351.99), ON (R\$ 58.21), PN (R\$ -3.26), OP (R\$ -311.38) and PP (R\$ -357.18), respectively. Higher gross margin was obtained in highest selling prices scenarios, which was the major factor that influenced on the economic return. Model provides an overview of integrated management, showing major results of interventions on herd's feeding, purchase and selling prices and animal performance of stocker-finishing systems in beef cattle production. Based on information used market prices are the major factor determining gross margin.

Key-words: Intervention assessment, production systems, productivity, decision-making, beef-cattle production.

1. Introdução

A tomada de decisão na pecuária de corte é frequentemente realizada com base em informações escassas. Nesse tipo de negócio, é comum o decisor recorrer à sua experiência prévia para tentar atingir os resultados desejados (Salmon & Donnelly, 2008). No entanto, a produção e a qualidade da forragem em um sistema pastoril são altamente variáveis no espaço e no tempo e são influenciadas pelo manejo do pasto, solo, clima e topografia (Martin et al., 2009). Além disso, em sistemas que compram animais, a adaptação ao novo ambiente de pastejo ou confinamento e a experiência prévia de alimentação e manejo afetam a ingestão de alimentos e o ganho de peso. Desse modo, o mesmo tipo de pasto pode proporcionar diferentes níveis de desempenho animal, dependendo de fatores tais como categoria animal, peso, condição corporal, genética, sanidade, suplementação e adaptação prévia (Orr et al., 2013; Reuter & Beck, 2013).

Na bovinocultura de corte, entender o contexto da empresa rural como um sistema aberto, influenciado por fatores como o preço do produto, é tão importante quanto entender a estrutura e o funcionamento interno do sistema. Sem esse conhecimento, o produtor não poderá reagir e responder pró-ativamente às rápidas mudanças ocorridas no complexo ambiente no qual está inserido (Turner et al., 2013). Nesse sentido, o estudo de cenários de preços de compra e venda dos animais, bem como a simulação de variações no desempenho animal são fundamentais para aumentar a previsibilidade do sistema (Machado & Berger, 2012).

De uma maneira geral, as condições experimentais utilizadas na pesquisa tradicional não refletem as condições específicas encontradas quando a produção comercial é analisada de forma sistêmica. Como consequência, o desempenho real de cada componente do sistema difere do demonstrado experimentalmente (Rosa & Valente, 2012). A abordagem sistêmica da produção permite fazer ligações entre lacunas do conhecimento que muitas vezes não são contempladas em experimentos que utilizam uma abordagem clássica (Hirooka, 2010).

Em um contexto de grande dinamismo dos sistemas agropecuários, a criação de Sistemas de Apoio à Decisão (SAD) que utilizam a modelagem e simulação de cenários, é uma alternativa para obter resultados relativamente rápidos para análise prévia à decisão (Machado & Berger, 2012). Reconhecendo a necessidade de criar ferramentas simples capazes de fornecer informações que apoiem os gestores rurais ou profissionais da área de consultoria/assessoria técnica em suas decisões gerenciais de sistemas de recria-engorda, objetivou-se determinar o resultado econômico de um sistema de produção submetido a diferentes cenários de desempenho animal combinados com distintas relações entre os preços de compra e venda dos animais.

2. Materiais e Métodos

A análise foi realizada em planilhas integradas do Microsoft Excel® que constituem o Sistema de Apoio a Decisão (SAD) descrito por Canellas et al. (2014), que utilizaram modelagem para simular a produtividade e o retorno econômico em sistemas de recria-terminação de bovinos de corte. A partir dos resultados obtidos por esses autores, foi escolhido o sistema com maior margem bruta anual por hectare, denominado Sistema de Produção Base (SPB) (Tabela 1). A partir desse sistema, foram simulados seis cenários distintos, combinando dois níveis de desempenho animal (alto e baixo) e três relações de preços (favorável, média e desfavorável). Desse modo, foram constituídos os seguintes cenários: Cenário OO (Otimista-Otimista); Cenário ON (Otimista-Neutro); Cenário OP (Otimista-Pessimista); Cenário PO (Pessimista-Otimista); Cenário PN (Pessimista-Neutro); e Cenário PP (Pessimista-Pessimista) (Tabela 2). O desempenho animal foi representado pelo ganho de peso médio diário (GMD) dos animais (Tabela 3), enquanto que as relações de preço foram representadas pelo percentual de deságio do preço de venda por quilograma do novilho gordo (DGB) ou do novilho recria (DRB) em relação ao preço de compra por quilograma do bezerro (Tabela 4).

Para os cenários “otimistas” para desempenho animal (OO, ON e OP) foi considerado um GMD 20% superior para animais manejados em Pastagem de Verão (PV), Campo Nativo Melhorado (CNM) e Pastagem de Inverno (PI) em relação aos cenários “pessimistas” (PO, PN e PP). O GMD simulado para o Campo Nativo (CN) foi idêntico tanto para os cenários “pessimistas” quanto para os cenários “otimistas” em razão de ser um recurso que recebe carga animal (CA) acima da capacidade de suporte (CS) entre os meses de abril e setembro e CA abaixo da CS no restante do ano, atuando como um recurso tampão na tentativa de priorizar a eficiência de uso dos demais recursos forrageiros. Desse modo, optou-se por manter ganhos de peso mais conservadores no CN para os dois cenários, simulando um incremento no desempenho animal somente nas pastagens cultivadas ou no campo natural melhorado.

O peso e o preço de compra (R\$ 4,50/kg) foram obtidos diretamente na propriedade rural utilizada para caracterização do SPB, com base nas compras de bezerros da raça Angus, adquiridos de produtores da mesma região, realizadas no outono e primavera do ano de 2013. O peso médio de compra foi de 178 kg, com variação de 160 kg a 205 kg. Na simulação, os animais ingressaram no SP no primeiro dia dos meses de maio ou novembro de cada ano e entraram em sistemas de alimentação específicos, agrupados em lotes de 25 animais com pesos individuais distintos. O peso mínimo de venda estabelecido foi de 460 kg. As vendas foram realizadas quando o número acumulado de animais prontos para o abate atingia, no mínimo, 20 cabeças.

Para o preço de venda por quilograma de peso vivo do novilho para abate, foram utilizados dados médios praticados no Rio Grande do Sul (RS) entre janeiro e julho do ano de 2014 (EMATER, 2014). Os preços dos demais meses (agosto a dezembro) foram ajustados com base na diferença média de preços entre os primeiros sete meses de 2013 e o mesmo período de 2014. Foram utilizados preços de compra do ano de 2013 e preços de venda do ano de 2014 em razão da duração do ciclo produtivo. Sobre o valor mensal obtido, aplicou-se um adicional de 7%, representando o percentual médio de bonificação praticado pelos principais frigoríficos do RS, os quais pagam um

valor superior para animais de acordo com a idade, peso, raça e acabamento. A mesma série de preços de 12 meses foi utilizada ao longo dos 53 meses de análise contemplados no modelo e foi igual para os três sistemas simulados. Para animais vendidos na recria, o preço adotado foi de 5% abaixo do preço de venda do novilho para abate, mantendo a mesma flutuação entre os 12 meses do ano.

Para o cálculo do DGB e DRB foram estabelecidos percentuais de 0% (cenários OO e PO), 20% (cenários ON e PN) e 40% (cenários OP e PP) de deságio do preço do bezerro em relação ao preço médio por quilograma do novilho gordo. Cabe ressaltar que esses percentuais foram aplicados em todos os meses do ano. Sendo assim, o DGB e o DRB efetivos foram diferentes dos descritos anteriormente, pois foram utilizados somente os percentuais dos meses nos quais ocorreram vendas de animais. Optou-se por fixar o preço do bezerro e variar os preços de venda, pois, nesse caso, o intuito é tão somente estudar a relação de preços, e não os valores em si. Na prática, o que normalmente se paga é um ágio de preço do bezerro sobre o preço de venda atual novilho, pois as vendas são realizadas normalmente depois de transcorridos 10 ou mais meses, dependendo da idade de abate. Os custos de compra de animais e os demais custos operacionais foram iguais para todos os cenários. O detalhamento dessas e de outras informações a respeito do SPB podem ser obtidas no trabalho de Canellas et al. (2014).

3. Resultados e Discussão

O incremento no desempenho dos animais, simulado para os cenários OO, ON e OP, resultou em redução na idade de abate em um mês (26 para 25 meses) e em aumento no peso de venda para abate (de 470 kg para 490 kg) e recria (de 309 kg para 315 kg) em relação aos cenários PO, PN e PP (Tabela 5). O incremento de 20% no GMD gerou um peso de venda 4% superior para novilhos gordos e 2% superior para novilhos recria. Essa diferença ocorreu em razão do maior tempo de permanência no sistema dos novilhos vendidos para o abate em relação aos novilhos vendidos para recria, gerando um maior peso de venda.

A taxa de ganho de peso é influenciada pela sanidade, condição corporal, nutrição e potencial genético (Field, 2007). Considerando animais saudáveis e com condição corporal similar, manejados predominantemente a pasto, a nutrição pode variar de acordo com a quantidade e qualidade da forragem disponível. Esta, por sua vez, apresenta grandes variações conforme o tipo de vegetação de cada potreiro, condições de solo e topografia e alterações no clima dentro do mesmo ano e entre os anos (Martin et al. 2011). Utilizando um SAD (*GrassGro*), Salmon & Donnely (2008) relataram que a produção de matéria seca de pastagens em uma fazenda no sul da Austrália variou de 5 a 21 toneladas por hectare entre os anos de 1967 e 1992, influenciando diretamente o ganho de peso, o qual apresentou variações expressivas mesmo quando utilizada a mesma carga animal simulada considerando a produção e qualidade de forragem dessa série histórica.

A receita por animal, tanto na venda para abate quanto para recria, foi maior para o cenário OO (R\$ 2.155 e R\$ 1.389), seguido pelos cenários PO (R\$ 2.046 e R\$ 1.363), ON (R\$ 1.723 e R\$ 1.112), PN (1.636 e R\$ 1.091), OP (R\$ 1.293 e R\$ 835) e PP (R\$ 1.227 e R\$ 819). O mesmo ocorreu com a receita total do sistema e com a margem bruta anual por hectare. O DGB e DRB efetivos seguiram tendência inversa, apresentando menores receitas quanto maiores foram os deságios (Tabela 5 e Figura 1). A receita foi determinante na margem bruta, visto que os custos de produção (exceto aquisição dos animais) foram iguais para todos os cenários. Observa-se que a receita foi superior para cenários com relações de preço favorável, média e desfavorável, respectivamente. Somente geraram margens econômicas positivas os cenários OO, PO e ON. O cenário de baixo desempenho animal, combinado com relação de preços média (PN) apresentou a margem bruta mais próxima de zero. Os cenários PN, OP e PP geraram prejuízo, demonstrando que, em relações desfavoráveis de preços de compra e venda (maior deságio), nem mesmo um desempenho superior compensa o efeito negativo do preço de venda. Apesar do aumento no peso de venda normalmente ser acompanhado de maior lucro (Oltjen, 2012), esse resultado

demonstra que, nesse caso, a relação de preços foi mais importante do que o peso de venda.

O baixo desempenho simulado para o cenário PO foi compensado pelo maior peso de venda, o que fez com que a margem bruta fosse superior para esse cenário em relação ao cenário ON. Esse, por sua vez, apresentou alto desempenho, mas sofreu um DGB de 22% contra 3,3% do cenário PO. Por outro lado, confrontando os cenários PN e OP, observa-se que, mesmo com um desempenho baixo e uma relação de preços média, o cenário PN apresentou margem bruta superior, embora negativa (R\$ -3,26), em relação ao cenário OP (R\$ -311,38). Esses resultados, acompanhados dos valores de deságio, respectivamente de 22,7% e 41,3% para PN e OP, demonstram que uma relação de preços desfavorável dificilmente é compensada pelo aumento no desempenho, mesmo que esse incremento seja obtido com o mesmo custo operacional.

Diversos autores também destacaram a importância da relação entre preço de venda e preço de compra (Canellas et al., 2007; Ferreira et al., 2005; Gottschall et al., 2007; Restle et al., 2007; Pacheco et al., 2006; Pacheco et al., 2014; Pyatt et al., 2005). Esses trabalhos demonstram que existe uma tendência de aumento no retorno econômico quanto maior for o preço de venda em relação ao preço de compra, também chamado de valor de transferência, receita bruta com transferência ou ágio/deságio. A importância aumenta quanto maior for o peso de compra, pois, desse modo, o ágio ou deságio na relação de preços é aplicado em um maior número de quilogramas, causando maior impacto econômico. Além disso, na medida em que o animal fica mais pesado e diminui a margem econômica diária obtida diretamente por meio do aumento de peso, cresce a importância de uma boa comercialização para que haja aumento do lucro (Oltjen, 2012).

Em sistemas de confinamento, por exemplo, o aumento do peso ao abate depende do aumento da taxa de ganho de peso e/ou do número de dias em que os animais permanecem confinados. Em geral, nos sistemas de engorda, o custo da dieta aumenta com o passar do tempo. Enquanto isso, a eficiência de ganho diminui na medida em que o animal se aproxima do peso

de abate (Di Marco et al., 2007). Desse modo, diversos autores discutem qual é o ponto ideal de venda para animais confinados (Oltjen, 2012, Wilken et al., 2012; Pacheco et al., 2014). Sob o ponto de vista econômico, no caso de um confinamento, o animal deve ser alimentado até que o custo da dieta e demais custos do último dia excedam o valor do ganho de peso desse dia (GMD obtido nesse dia multiplicado pelo preço por quilograma de venda corrente) (Oltjen, 2012). Por outro lado, a terminação a pasto apresenta maior flexibilidade, pois o custo por unidade de área já está estabelecido, não havendo desembolso adicional caso os animais permaneçam por mais tempo em pastejo. Assim, se não houver limitação de suporte (CA maior do que CS) e/ou qualidade do pasto e for mantido um GMD positivo, animais terminados em pastagens podem permanecer por mais tempo no sistema, surgindo a possibilidade de venda dos animais com peso superior. Cabe ressaltar que esta é uma decisão muito importante e depende da habilidade do gestor em prever a quantidade de alimentação que estará disponível. Além disso, o momento da comercialização é fundamental (McHugh et al., 2010), pois existe o risco de redução no preço, podendo neutralizar o ganho econômico ocorrido em razão do maior peso de venda.

Os resultados obtidos por meio da presente simulação demonstram que existe uma variação muito grande na margem bruta de um sistema de produção de acordo com variações no desempenho animal e, principalmente, conforme as relações de preços do mercado de compra e venda. Este último fator mencionado é uma exclusividade de sistemas de produção que compram e vendem animais, ao contrário de sistemas que incorporam a etapa de cria, os quais apresentam maior estabilidade. Nesses sistemas, denominados de ciclo completo, a análise isolada da etapa de recria-terminação também é muito importante, sendo que o preço de compra pode ser representado pelo custo de produção do bezerro que é fornecido para a recria-engorda.

Sistemas de cria, cria-recria ou ciclo completo exigem do gestor um alto nível de organização dos processos produtivos, pois o resultado é estritamente dependente do que se produz. Sistemas especializados na compra e venda de animais apresentam uma exigência distinta quanto ao perfil de quem gerencia,

pois é necessária a habilidade da comercialização, a qual é vital para o negócio (Field, 2007) e é característica de apenas alguns indivíduos. Por outro lado, a eficiência da produção *per se*, depende da execução correta dos processos produtivos, por meio de um gerenciamento dos recursos disponíveis, constituindo outra habilidade importante. Em sistemas de recria-engorda esses objetivos (comercialização e produção) podem ser conflitantes em determinados momentos, pois existe grande dificuldade em controlar e maximizar esses dois aspectos simultaneamente. Esta dificuldade é agravada pelo período de tempo transcorrido entre uma tomada de decisão e o seu resultado final (Salmon & Donnely, 2008), o que pode comprometer tanto uma oportunidade de compra ou venda economicamente favorável quanto o melhor aproveitamento dos recursos alimentares do sistema.

A abordagem realizada por meio de simulação é uma forma prática e objetiva de dar suporte ao decisor, considerando a complexidade do sistema de produção (Salmon & Donnely, 2008). Em um ambiente de grande incerteza como o que estão inseridos os sistemas de recria-engorda, é necessário prever o retorno econômico dentro de valores mínimos e máximos, em razão da grande variação que pode ocorrer nos custos, desempenho animal e preço de venda. Contudo cabe reconhecer que existem outras variáveis a serem consideradas na construção dos mais diversos cenários e que existem lacunas entre o planejamento/previsão, a execução e o resultado que devem ser compreendidas. Além disso, o uso de outros métodos de análise, como a análise de risco, são necessários para aumentar a confiabilidade dos resultados, devendo ser incorporados no SAD desenvolvido.

Tabela 1. Caracterização do uso da terra e estrutura de alimentação no Sistema de Produção Base (SPB).

Uso da terra	Detalhamento	Área (ha)
Campo nativo (CN)	Campo nativo com ou sem uso de suplementação alimentar ¹	50,0
Pastagem de verão (PV)	<i>Brachiaria brizantha</i> cv. Piatã	6,4
Campo nativo melhorado (CNM)	Campo nativo melhorado com trevo-branco (<i>Trifolium repens</i> L.), cornichão (<i>Lotus corniculatus</i> L.) e azevém (<i>Lolium multiflorum</i> Lam.)	13,4
Pastagem de inverno (PI) ²	Azevém (<i>Lolium multiflorum</i> Lam.)	30,2
Total	-	100

¹ Suplementação alimentar com concentrado contendo 15% de Proteína Bruta em quantidades representando entre 1,2 e 1,5% do Peso Vivo para animais até 12 meses de idade e suplementação com suplemento mineral-proteico contendo 40% de Proteína Bruta com consumo esperado do suplemento de 50 g/100 kg de Peso Vivo para animais acima de 12 meses de idade.

² Pastagem de Inverno ocupa a terra somente durante seis meses do ano (junho a outubro), sendo a área média utilizada anualmente igual a 15,1 hectares.

Tabela 2. Descrição dos cenários simulados.

Cenários	Descrição	Desempenho animal	Relação de preços ²
Cenário OO	Otimista – Otimista	Alto GMD ¹	Favorável
Cenário ON	Otimista - Neutro	Alto GMD	Média
Cenário OP	Otimista - Pessimista	Alto GMD	Desfavorável
Cenário PO	Pessimista - Otimista	Baixo GMD	Favorável
Cenário PN	Pessimista - Neutro	Baixo GMD	Média
Cenário PP	Pessimista - Pessimista	Baixo GMD	Desfavorável

¹ Ganho médio diário de peso individual, em kg 20% superior ao Baixo GMD.

² Relação entre o preço de venda por quilograma do novilho gordo ou novilho recria em relação ao preço do bezerro. Favorável: deságio médio de 0%; Média: deságio médio de 20%; Desfavorável: deságio médio de 40%.

Tabela 3. Desempenho animal, representado pelo ganho médio diário (GMD), no Campo Nativo (CN), Pastagem de Verão (PV), Campo Nativo Melhorado (CNM) e Pastagem de Inverno (PI), conforme cenários de desempenho otimista ou pessimista.

Meses	CN ¹		PV		CNM		PI	
	O ²	P ³	O	P	O	P	O	P
Janeiro	0,350	0,350	0,600	0,500	0,600	0,500	-	-
Fevereiro	0,350	0,350	0,600	0,500	0,600	0,500	-	-
Março	0,350	0,350	0,480	0,400	0,600	0,500	-	-
Abril	0,200	0,200	0,360	0,300	-	-	-	-
Maió	0,360	0,360	0,240	0,200	-	-	-	-
Junho	0,500	0,500	-	-	-	-	0,960	0,800
Julho	0,500	0,500	-	-	-	-	0,960	0,800
Agosto	0,400	0,400	-	-	0,960	0,800	0,960	0,800
Setembro	0,570	0,570	-	-	0,960	0,800	0,960	0,800
Outubro	0,500	0,500	-	-	0,960	0,800	0,960	0,800
Novembro	0,500	0,450	0,720	0,600	0,960	0,800	-	-
Dezembro	0,350	0,350	0,720	0,600	0,960	0,800	-	-

¹Os ganhos de peso do CN entre os meses de maio e setembro foram obtidos com o uso de suplementação alimentar;

²Desempenho (GMD) "otimista" utilizado nos Cenários OO, ON e OP;

³Desempenho (GMD) "pessimista" utilizado nos Cenários PO, PN e PP.

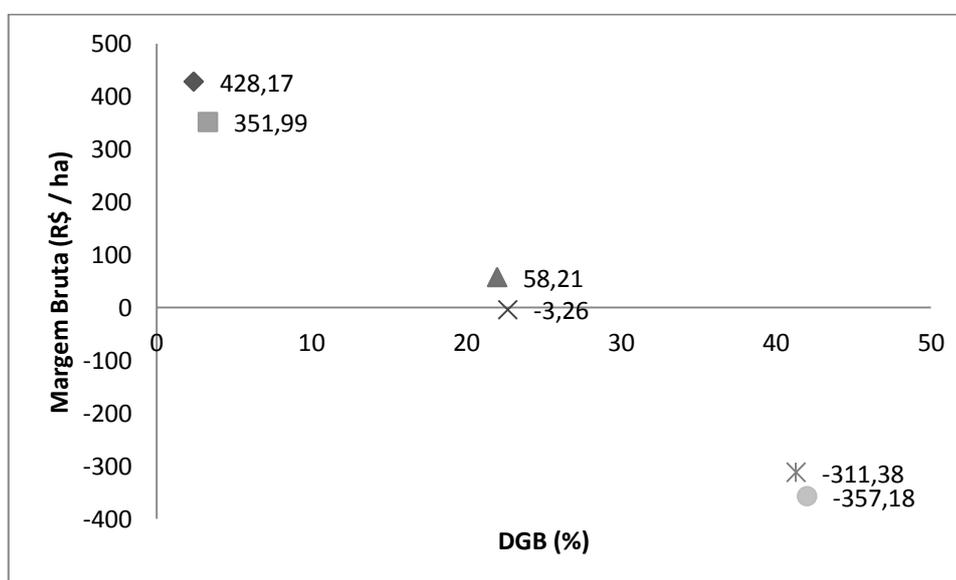


Figura 1. Gráfico de dispersão representando a distribuição da margem bruta anual por hectare de acordo com o deságio entre o preço por quilograma do novilho gordo em relação ao bezerro (DGB) nos cenários estudados.

Tabela 4. Preço por quilograma do novilho gordo (R\$/kg gordo) e do novilho recria (R\$/kg recria) e percentual de deságio em relação ao preço de compra por quilograma do bezerro (DGB e DRB) nos cenários OO, PO, ON, PN, OP e PP estabelecidos para o sistema de produção simulado.

Mês	Cenários OO e PO				Cenários ON e PN				Cenários OP e PP			
	R\$/kg gordo	DGB (%)	R\$/kg recria	DRB (%)	R\$/kg gordo	DGB (%)	R\$/kg recria	DRB (%)	R\$/kg gordo	DGB (%)	R\$/kg recria	DRB (%)
Janeiro	4,24	5,9	4,02	10,6	3,39	24,7	3,22	28,5	2,54	43,5	2,41	46,3
Fevereiro	4,40	2,2	4,18	7,1	3,52	21,7	3,35	25,6	2,64	41,3	2,51	44,2
Março	4,47	0,7	4,25	5,7	3,58	20,5	3,40	24,5	2,68	40,4	2,55	43,4
Abril	4,54	-0,8	4,31	4,2	3,63	19,4	3,45	23,4	2,72	39,5	2,59	42,5
Maiο	4,57	-1,5	4,34	3,5	3,66	18,8	3,47	22,8	2,74	39,1	2,60	42,1
Junho	4,67	-3,8	4,44	1,4	3,74	17,0	3,55	21,1	2,80	37,7	2,66	40,9
Julho	4,78	-6,2	4,54	-0,9	3,82	15,0	3,63	19,3	2,87	36,3	2,72	39,4
Agosto	4,65	-3,2	4,41	1,9	3,72	17,4	3,53	21,5	2,79	38,1	2,65	41,2
Setembro	4,41	2,1	4,19	7,0	3,53	21,6	3,35	25,6	2,64	41,2	2,51	44,2
Outubro	4,28	5,0	4,06	9,7	3,42	24,0	3,25	27,8	2,57	43,0	2,44	45,8
Novembro	4,37	2,9	4,15	7,8	3,49	22,3	3,32	26,2	2,62	41,8	2,49	44,7
Dezembro	4,66	-3,5	4,43	1,7	3,73	17,2	3,54	21,3	2,79	37,9	2,66	41,0
Média	4,50	0,0	4,28	5,0	3,60	20,0	3,42	24,0	2,70	40,0	2,57	43,0

OO = Cenário Otimista-Otimista; PO = Cenário Pessimista-Otimista; ON = Cenário Otimista-Neutro; PN = Cenário Pessimista-Neutro; OP = Cenário Otimista-Pessimista; e PP= Cenário Pessimista-Pessimista.

Tabela 5. Resumo dos principais indicadores para análise econômica nos cenários OO, PO, ON, PN, OP e PP estabelecidos para o sistema de produção simulado.

Parâmetros	OO	ON	OP	PO	PN	PP
Venda de animais para abate						
Número de animais vendidos	225	225	225	225	225	225
Peso médio de venda (kg)	490	490	490	470	470	470
Idade média de abate (meses)	25	25	25	26	26	26
Preço médio de venda por kg (R\$)	4,39	3,51	2,64	4,35	3,48	2,61
Receita média por animal (R\$)	2.155	1.723	1.293	2.046	1.636	1.227
Receita de animais para abate (R\$)	484.821	387.708	290.848	460.291	367.995	276.175
Deságio kg gordo vs kg bezerro (%)	2,4	22,0	41,3	3,3	22,7	42,0
Venda de animais para recria						
Número de animais vendidos	150	150	150	150	150	150
Peso médio de venda (kg)	315	315	315	309	309	309
Preço médio de venda por kg (R\$)	4,41	3,53	2,65	4,41	3,53	2,65
Receita média por animal (R\$)	1.389	1.112	835	1.363	1.091	819
Receita de animais para recria (R\$)	208.549	166.934	125.209	204.512	163.598	122.707
Deságio kg recria vs kg bezerro (%)	2,0	21,6	41,1	2,0	21,6	41,1
Análise econômica do sistema						
Número total de animais vendidos	375	375	375	375	375	375
Receita total (R\$)	693.370	554.642	416.058	664.804	531.593	398.882
Custo total do sistema (R\$)	532.817	532.817	532.817	532.817	532.817	532.817
Margem bruta no período (R\$)	160.553	21.826	-116.759	131.987	-1.224	-133.934
Margem bruta anual/hectare (R\$)	428,17	58,21	-311,38	351,99	-3,26	-357,18
Custo operacional/kg produzido (R\$)	1,84	1,84	1,84	2,25	2,25	2,25

OO = Cenário Otimista-Otimista; PO = Cenário Pessimista-Otimista; ON = Cenário Otimista-Neutro; PN = Cenário Pessimista-Neutro; OP = Cenário Otimista-Pessimista; e PP= Cenário Pessimista-Pessimista.

4. Conclusão

Os cenários simulados com o uso de modelagem permitiram estimar o resultado econômico do sistema de produção estudado mediante diferentes combinações de desempenho animal e relações entre preços de compra e venda de animais. Com base nas informações utilizadas e combinações propostas, o percentual de deságio entre o preço de venda e o preço de compra foi mais importante na determinação da margem anual por hectare do que o desempenho animal.

5. Referências

- CANELLAS, L. C.; MARQUES, P. R.; GOTTSCHALL, C. S.; BITTENCOURT, H. R. Avaliação do desempenho em confinamento de novilhos abatidos aos 15 ou 27 meses de idade. **Revista de Iniciação Científica da ULBRA.** , v.1, p.18 - 28, 2007.
- DI MARCO, O. N.; BARCELOS, J. O. J.; DA COSTA, E. C. **Crescimento de bovinos de corte.** 2007.
- EMATER, 2014. <disponível em <http://www.emater.tche.br/site/servicos/>> Acessado em 10/07/2014.
- FERREIRA, I. C.; SILVA, M. A.; REIS, R. P.; EUCLIDES FILHO, K.; FIGUEIREDO, G. R.; FRIDRICH, A. B. et al. Análise de sensibilidade da margem bruta da receita e dos custos do confinamento de diferentes grupos genéticos. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 57, n. 1, p. 93-103, 2005.
- FIELD, T. G. **Beef production and management decisions.** 5ª ed. 2007.
- GOTTSCHALL, Carlos Santos et al. Avaliação de três diferentes categorias de bovinos de corte terminados em regime de confinamento. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, v. 8, n. 2, 2007.
- HIROOKA, H. Systems approaches to beef cattle production systems using modeling and simulation. **Journal of Animal Science**, 81, p. 411-424, 2010.
- MACHADO, C. F.; BERGER, Horacio. Uso de modelos de simulación para asistir decisiones en sistemas de producción de carne. **Revista Argentina de Producción Animal**, v. 32, n. 1, 2012.

MARTIN, G.; MARTIN-CLOUAIRE, R.; RELIER, J-P.; DURU, M. A simulation framework for the design of grassland-based beef-cattle farms. **Environmental Modelling & Software**, n.26, p.371-385, 2011.

MARTIN, G.; HOSSARD, L.; THEAU, J. P.; THEROND, O.; JOSIEN, E.; CRUZ, P. et al. Characterizing potential flexibility in grassland use. Application to the French Aubrac area. **Agronomy for sustainable development**, v. 29, n. 2, p. 381-389, 2009.

MC HUGH, N.; FAHEY, A. G.; EVANS, R. D.; BERRY, D. P. Factors associated with selling price of cattle at livestock marts. **Animal**, v. 4, n. 08, p. 1378-1389, 2010.

OLTJEN, J. W. Bioeconomical model for best slaughter endpoint for maximum profit. **Revista Argentina de Producción Animal**, v. 32, n. 1, p. 63-68, 2012.

ORR, R. J.; TALLOWIN, J. R. B.; GRIFFITH, B. A.; RUTTER, S. M. Effects of livestock breed and rearing experience on foraging behaviour of yearling beef cattle grazing unimproved grasslands. **Grass and Forage Science**, v. 69, n. 1, p. 90-103, 2014.

PACHECO, P. S.; RESTLE, J.; VAZ, F. N.; FREITAS, A. K.; PADUA, J. T.; NEUMANN, M.; ARBOITTE, M. Z. Avaliação econômica da terminação em confinamento de novilhos jovens e superjovens de diferentes grupos genéticos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 35, n. 1, p. 309-320, 2006.

PACHECO, P. S.; PASCOAL, L. L.; RESTLE, J.; VAZ, F. N.; ARBOITTE, M. Z., VAZ, R. Z.; et al. Risk assessment of finishing beef cattle in feedlot: slaughter weights and correlation amongst input variables. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 43, n. 2, p. 92-99, 2014.

PYATT, N. A.; BERGER, L. L.; FAULKNER, D. B.; WALKER, P. M.; RODRIGUEZ-ZAS, S. L. Factors affecting carcass value and profitability in early-weaned Simmental steers: II. Days on feed endpoints and sorting strategies. **Journal of animal science**, v. 83, n. 12, p. 2926-2937, 2005.

RESTLE, J.; PACHECO, P. S.; COSTA, E.C.; et al. Apreciação econômica da terminação em confinamento de novilhos Red Angus superjovens abatidos com diferentes pesos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.36, n.4, p.978-986, 2007.

REUTER, R. R.; BECK, P. A. Southern section interdisciplinary beef cattle symposium: Carryover effects of stocker cattle systems on feedlot performance and carcass characteristics. **Journal of animal science**, v. 91, n. 1, p. 508-515, 2013.

ROSA, G. J. M.; VALENTE, B. D. Breeding and genetics symposium: Inferring causal effects from observational data in livestock. **Journal of animal science**, v. 91, n. 2, p. 553-564, 2013.

SALMON, L.; DONNELLY, J. R. Using grazing systems models to evaluate business options for fattening dairy bulls in a region with a highly variable feed supply. **Animal feed science and technology**, v. 143, n. 1, p. 296-313, 2008.

TURNER, B.L.; RHOADES, R.D.; TEDESCHI, L.O.; HANAGRIFF, R.D.; McCUISTION, K.C.; DUNN, B.H.. Analyzing ranch profitability from varying cow sales and heifer replacement rates for beef cow-calf production using system dynamics. **Agricultural Systems**, n.114, p. 6-14, 2013.

WILKEN, M. F.; SHRECK, A. L.; BERGER, L. L. **Factors Influencing Profitability of Calf-Fed Steers Harvested at Optimum Endpoint**. 2012.

CAPÍTULO IV

1. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A busca por meios para melhoria dos aspectos econômicos, sociais, éticos e ambientais que envolvem a produção de carne bovina é uma tarefa altamente complexa. Pesquisadores, profissionais e trabalhadores envolvidos com a pecuária de corte apresentam visões de mundo e necessidades distintas, de acordo com a filosofia de vida de cada um. O esforço e o trabalho desenvolvidos, seja no ensino, pesquisa, extensão, gerenciamento ou execução devem agir sinergicamente. Contudo, existem diferenças contrastantes entre a estrutura interna que governa as ações pessoais e a abordagem científica (McCown, 2002).

Nesse contexto, é fundamental que a produção de bovinos de corte seja abordada de uma forma sistêmica. Essa abordagem, como mencionado por Feldkamp (2004), apresenta uma característica essencial que determina que o comportamento de um sistema não deva ser compreendido pelo entendimento de seus componentes isolados. Dessa forma, a “melhor prática”, recomendada com base no conhecimento científico, pode tornar-se inútil ou deletéria quando avaliada mediante interação com outras práticas. Dessa forma, um dos enfoques da busca incessante por melhorias na produção animal é criar ferramentas que facilitem esta análise, permitindo o estabelecimento de uma “ponte” entre o conhecimento científico e o dia-a-dia do sistema de produção.

Dada a enorme diversidade de sistemas de produção pastoris, perfil dos gestores e fatores externos incontroláveis que influenciam as decisões e o resultado do sistema, é impossível enquadrar toda essa complexidade dentro de um modelo. Por isso, o conhecimento empírico apresenta grande importância na tentativa de direcionar o modelo e reproduzir situações reais em cenários simulados. Contudo, a simplificação da realidade depende da contribuição de pessoas com as mais diversas competências e vivências, na tentativa de compor, dessa forma, uma visão coordenada que seja capaz aproximar-se da realidade. Nesse caso, a multidisciplinaridade da equipe de trabalho envolvida na construção de um SAD é fundamental.

A motivação para tentar construir um SAD partiu da observação do trabalho de produtores e profissionais de consultoria que tomam decisões ou emitem recomendações em sistemas de recria-engorda. Nesta observação, constatou-se que o gerenciamento, as previsões e as análises, na maioria das vezes, são realizados de forma manual, por tentativa e erro e com base em métodos particulares, desenvolvidos pelo próprio indivíduo. Esse fato dificulta a transferência desse conhecimento pessoal para outros profissionais.

Posteriormente, por meio de pesquisas e revisão de literatura, procurou-se conhecer diferentes tipos de SAD e simulações aplicadas e verificar seus atributos, vantagens e limitações, procurando aprender com a experiência dos que nos antecederam nesse tipo de trabalho. Com isso, iniciou-se a tentativa de criar um modelo que fosse preciso o suficiente para gerar respostas confiáveis, flexível o suficiente para ser útil em sistemas pastoris configurados de diferentes formas e simples o suficiente para ser operado e amigável o suficiente para ser utilizado por outros profissionais.

Na construção do presente modelo, procurou-se equilibrar o rigor científico necessário para uma tese de doutorado e o foco, estabelecido desde

a sua concepção, de criar uma ferramenta aplicada para apoiar a tomada de decisão. Ao final do período de doutorado, parte do objetivo foi atingido, com o modelo apresentando viabilidade operacional. Algumas funções contempladas nas planilhas eletrônicas já podem ser consideradas definitivas, pois agregam precisão, agilidade e flexibilidade na simulação. Contudo, ainda existem diversos aspectos a serem discutidos e melhorados e outras ressalvas que devem ser feitas para utilização mais proveitosa e para que o SAD seja aperfeiçoado.

Os valores lançados no modelo são de livre escolha, ou seja, o usuário determina, com base no seu conhecimento e experiência, com quais dados as planilhas serão preenchidas. Não existem restrições prévias que limitem, por exemplo, a carga animal de determinado recurso forrageiro ou o ganho de peso diário proporcionado por determinada dieta. Por isso, atenção especial deve ser tomada neste item, sendo necessários cuidados no tratamento prévio dos dados que serão lançados no sistema.

A análise dos resultados gerados pelo modelo é fixa para um período de 53 meses, sendo que análises parciais de períodos específicos ainda não estão previstas. O modelo prevê o tratamento individualizado dos animais, contando, na versão atual, com espaço para 500 cabeças. Além disso, cinco tipos distintos de uso da terra podem ser simulados. Dentro desses limites, existe a possibilidade de múltiplas combinações de uso da terra, capacidade de suporte, carga animal, ganhos de peso, pesos de compra e venda, custos etc.

O número máximo de animais é uma limitação do modelo, devendo ser ampliado para contemplar simulações em maior escala. Na evolução do SAD, recomenda-se incorporar um seletor para modificar esse período de análise, permitindo análises parciais e apoio a intervenções de prazo mais curto. Além disso, a criação de um banco de dados com uma interface de consulta para verificação e lançamento dos dados individualizados é fundamental para dar mais rapidez às simulações.

Na análise econômica são abordados somente os custos operacionais variáveis, sem espaço para a alocação de custos fixos, custo de oportunidade e custo do capital investido. Contudo, esses custos influenciam a resposta econômica, podendo haver, no futuro, a incorporação desse item. Além disso, para maior agilidade das simulações, o SAD pode ser acoplado a uma ferramenta de fluxo de caixa, incorporando critérios de rateio e captando as informações necessárias para contabilização de custos e receitas diretamente das rubricas utilizadas pela empresa.

Dentre as limitações de cunho biológico, o modelo não prevê a interação entre categoria animal e ganho de peso, sendo que o ganho médio diário referência não considera a categoria animal em questão. O potencial genético dos animais, tamanho adulto e crescimento compensatório, entre outros fatores, não estão contemplados. Esses, por sua vez, dependem de interpretação prévia do usuário para lançamento correto dos dados.

Outro ponto a ser observado é a necessidade do uso mais eficiente do conhecimento científico disponível na área de alimentação animal e manejo do pasto, com a criação de bancos de dados sistematizados com informações científicas para consultas rápidas. Além disso, a coleta de dados realizada nas fazendas, por técnicos que atuam no campo, pode constituir uma importante

fonte de consulta para a realização de simulações em ambientes similares ao local onde as informações foram levantadas.

Em síntese, o modelo funciona satisfatoriamente e cumpre seu propósito. Apesar disso, é necessário evoluir principalmente na parte operacional, permitindo que análises sejam realizadas com maior agilidade, dinamismo e em maior escala. Para que isso seja possível, trabalhos futuros devem ser desenvolvidos com foco na tecnologia da informação, com a criação de bancos de dados para consulta, uso de informações com maior grau de confiabilidade e rigor científico e estabelecimento de uma plataforma mais convívial para operar o SAD.

2. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGASTIN, A. et al. Effects of feeding system and slaughter age on the growth and carcass characteristics of tropical-breed steers. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 91, n. 8, p. 3997-4006, 2013.

ANDERSON, R. V. et al. An evaluation of production and economic efficiency of two beef systems from calving to slaughter. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 83, n. 3, p. 694-704, 2005.

BARCELLOS, J. O. J.; SUÑE, Y. B. P.; SEMMELMANN, C. A bovinocultura de corte frente à agriculturização no sul do Brasil. In: Ciclo de Atualização em Medicina Veterinária, 11., 2004, Lages. **Anais...** Lages: CAMEVUDESC, 2004. p. 13-30.

BARIONI, L. et al. Running head: Computer models for beef systems. **Revista Argentina de Producción Animal**, Buenos Aires, v. 32, n. 1, p. 77-86, 2013.

BARROS, G. S. C. et al. **Economia da pecuária de corte na região norte do Brasil**. Piracicaba: Centro de Estudos Avançados em Economia Aplicada, 2002.

BERETTA, V.; LOBATO, J. F. P.; MIELITZ N. C. G. A. Produtividade e eficiência biológica de sistemas de produção de gado de corte de ciclo completo no Rio Grande do Sul. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 31, n. 2, p. 991-1001, 2002.

BRUINSMA, J. The resource outlook to 2050: by how much do land, water and crop yields need to increase by 2050? In: Expert Meeting on How to Feed the World in 2050, 2009, Roma. **Proceedings...** Roma, FAO, 2009. 33p.

BRYANT, H. T.; BLASER, R. E.; HAMMES J. R. Symposium on pasture methods for maximum production in beef cattle: effect of grazing management on animal an area output. **Journal of Animal Science**, Champaign, v.30, n.1, p.153-158, 1970.

CANELLAS, L. C. et al. Avaliação do desempenho em confinamento de novilhos abatidos aos 15 ou 27 meses de idade. **Revista de Iniciação Científica da ULBRA**, Canoas, v.1, p.18 - 28, 2007.

CAPPER, J. L. The environmental impact of beef production in the United States: 1977 compared with 2007. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 89, n. 12, p. 4249-4261, 2011.

CARVALHO, P. C. D. F. et al. Manejo da integração lavoura-pecuária em sistema de plantio direto na região de clima subtropical. Encontro Nacional de Plantio Direto na Palha, 10., 2006, Uberaba. **Anais...** Ponta Grossa: FEBRAPD, 2006. p. 77-184.

CHRISTOFARI, L. F. **Análise da comercialização de bezerros de corte no Rio Grande do Sul**. 2007. 156 f. Tese (Doutorado em Zootecnia) – Programa de Pós-Graduação em Zootecnia. Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2007.

CHRISTOFARI, L.F. et al. Tendências na comercialização de bezerros no Rio Grande do Sul relacionadas às características genéticas. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.37, p.171-176, 2008.

CHRISTOFARI, L. F. et al. Manejo da comercialização em leilões e seus efeitos no preço de bezerros de corte. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 38, n. 1, p. 196-203, 2009.

CHRISTOFARI, L. F. et al. Efeitos do peso vivo sobre a comercialização de bezerros de corte em leilões. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, Belo Horizonte, v. 62, n. 2, p. 419-428, 2010.

DI MARCO, O. N.; BARCELOS, J. O. J.; DA COSTA, E. C. **Crescimento de bovinos de corte**. Porto Alegre: UFRGS, 2007. 276p.

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

EUCLIDES FILHO, K. et AL. Desempenho de diferentes grupos genéticos de bovinos de corte em confinamento. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 32, n. 5, 2003.

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.

FERREIRA, E. T. et al. Terminação de novilhos de corte Angus e mestiços em pastagem natural na região da Campanha do RS. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 40, p. 2048-2057, 2011.

FERREIRA, I. C. et al. Análise de sensibilidade da margem bruta da receita e dos custos do confinamento de diferentes grupos genéticos. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, Belo Horizonte, v. 57, n. 1, p. 93-103, 2005.

FIELD, T. G. **Beef production and management decisions**. 5ª ed. Upper Saddle River: Prentice Hall, 2007. 682p.

FIGUEIREDO, D.M. et al. Análise econômica de quatro estratégias de suplementação para recria e engorda de bovinos em sistema pasto-

suplemento. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.36, n.5, p.1443-1453, 2007.

FITZHUGH, H. A. Animal size and efficiency, with special reference to the breeding female. **Animal Production**, v. 27, n. 03, p. 393-401, 1978.

FLANDRIN, J. **História da Alimentação**. São Paulo: Estação Liberdade, v. 2, 1998. 885p.

FLORES, R. A. et al. Produção de forragem de populações de azevém anual no estado do Rio Grande do Sul. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 37, n. 7, p. 1168-1175, 2008.

FREITAS, A. K. et al. Nutritional composition of the meat of Hereford and Braford steers finished on pastures or in a feedlot in southern Brazil. **Meat science**, Barking, v. 96, n. 1, p. 353-360, 2014.

GASQUES, J. G. et al. **Condicionantes da produtividade da agropecuária brasileira**. 2004.

GERBER, P. et al. Environmental Impacts of a changing livestock production: overview and discussion for a comparative assessment with other food production sectors. In: BARTLEY, D. M. (ed.). **Comparative assessment of the environment costs of aquaculture and other food production sectors: methods of meaningful comparisons**. Roma: FAO, 2007, p. 37-54. (FAO Fisheries Proceedings, 10)

GOTTSCHALL, C. S. Bovinocultura de corte: Planejamento técnico e gerencial da atividade In: Ciclo de Palestras em Produção e Manejo de Bovinos, 9., 2004, Canoas. **Anais...** Canoas, ULBRA, 2004. p. 7-34

GOTTSCHALL, C.S. **Produção de novilhos precoces** – Nutrição, manejo e custos de produção. 2ª ed. Guaíba: Agrolivros, 2005. 213p.

GOTTSCHALL, C.S. et al. Avaliação de três diferentes categorias de bovinos de corte terminados em regime de confinamento. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, Salvador, v. 8, n. 2, 2007.

HIROOKA, H. Systems approaches to beef cattle production systems using modeling and simulation. **Journal of Animal Science**, Champaign, 81, p. 411-424, 2010.

HOEHNE, A. et al. Relationships between intramuscular fat content, selected carcass traits, and fatty acid profile in bulls using a F2-population. **Meat Science**, Barking, v. 90, n. 3, p. 629-635, 2012.

HOFFMANN, A. et al. Produção de bovinos de corte no sistema de pasto-suplemento no período da seca. **Nativa**, Guarantã do Norte, v. 2, n. 2, p. 119-130, 2014.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Censo Agropecuário 2006**, Rio de Janeiro, 2006. 777p.

JACQUES, A.V. et al. Aspectos do manejo e melhoramento da pastagem nativa. In: PILLAR, V.P. et al. **Campos Sulinos: conservação e uso sustentável da biodiversidade**. Brasília: MMA, 2009.

KNORR, M. et al. Desempenho de novilhos suplementados com sais proteinados em pastagem nativa. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 40, n. 8, p. 783-788, 2005.

LAGE, J. F. et al. Influence of genetic type and level of concentrate in the finishing diet on carcass and meat quality traits in beef heifers. **Meat Science**, Barking, v. 90, n. 3, p. 770-774, 2012.

LAMPERT, V.N. et al. Development and application of a bioeconomic efficiency index for beef cattle production in Rio Grande do Sul, Brazil. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.41, n.3, p.775-782, 2012.

LOBO-JR, A. R. et al. Interaction of dietary vitamin D3 and sunlight exposure on *B. Indicus* cattle: Animal performance, carcass traits, and meat quality. **Livestock Science**, Amsterdam, v. 145, n. 1, p. 196-204, 2012.

LOPES, L. S. et al. Viabilidade econômica da terminação de novilhos Nelore e Red Norte em confinamento na região de Lavras-MG. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 35, n. 4, p. 774-780, 2011.

LOPES, M. **Sistemas de integração lavoura-pecuária: desempenho de novilhos superprecoces e rendimentos subsequente da cultura de soja**. 2008. 139 f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Programa de Pós-Graduação em Zootecnia. Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2008.

LOPES, M.A.; MAGALHÃES, G.P. Rentabilidade na terminação de bovinos de corte em confinamento: Um estudo de caso em 2003, na região oeste de Minas Gerais. **Ciências Agrotécnicas**, Lavras, v. 29, n. 5, p. 1039-1044, 2005.

LUEBBE, M. K. et al. Nutrient mass balance and performance of feedlot cattle fed corn wet distillers grains plus solubles. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 90, n. 1, p. 296-306, 2012.

LUPATINI, G. C. et al. Produção de bovinos de corte em pastagem de aveia preta e azevém submetida à adubação nitrogenada. **Ciência Animal Brasileira**, Goiânia, v. 14, n. 2, p. 164-171, 2013.

MACHADO, C. F.; BERGER, H. Uso de modelos de simulación para asistir decisiones en sistemas de producción de carne. **Revista Argentina de Producción Animal**, Buenos Aires, v. 32, n. 1, 2012.

MARASCHIN, G. E. Manejo do campo nativo, produtividade animal, dinâmica da vegetação e adubação de pastagens nativas do sul do Brasil In: PILLAR, V. P. et al. **Campos Sulinos: conservação e uso sustentável da biodiversidade**. Brasília: MMA, 2009.

MARTIN, G. et al. Characterizing potential flexibility in grassland use. Application to the French Aubrac area. **Agronomy for sustainable development**, Paris, v. 29, n. 2, p. 381-389, 2009.

MARTIN, G. et al. A simulation framework for the design of grassland-based beef-cattle farms. **Environmental Modelling & Software**, Oxford, v. 26, n. 4, p. 371-385, 2011.

MC HUGH, N. et al. Factors associated with selling price of cattle at livestock marts. **Animal**, Cambridge, v. 4, n. 08, p. 1378-1389, 2010.

MCCOWN, R. L. Changing systems for supporting farmers' decisions: problems, paradigms, and prospects. **Agricultural Systems**, Essex, v. 74, n. 1, p. 179-220, 2002.

MCKENDREE, MG S.; CRONEY, C. C.; WIDMAR, N. J. O. BIOETHICS SYMPOSIUM II: Current factors influencing perceptions of animals and their welfare. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 92, n. 5, p. 1821-1831, 2014.

MCMENIMAN, J. P. et al. Effects of an artificial sweetener on health, performance, and dietary preference of feedlot cattle. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 84, n. 9, p. 2491-2500, 2006.

MIELITZ NETTO, C.A. O futuro dos Campos: possibilidades econômicas de continuidade da In: PILLAR, V.P. et al. **Campos Sulinos: conservação e uso sustentável da biodiversidade**. Brasília: MMA, 2009.

MISSIO, R. L. et al. Desempenho e avaliação econômica da terminação de tourinhos em confinamento alimentados com diferentes níveis de concentrado na dieta. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 38, n. 7, p. 1309-1316, 2009.

MUNIZ, L. C. et al. Modelagem e simulação na agropecuária. **PUBVET**, Londrina, v. 1, n. 11, 2007.

NABINGER, C. Técnicas de melhoramento de pastagens naturais do Rio Grande do Sul. In: FARSUL (Org.). **De que pastagens necessitamos**. Porto Alegre: Grafosul, 1980, p. 28-58.

NABINGER, C. Sistemas de pastoreio e alternativas de manejo de pastagens. In: Ciclo de Palestras em produção e manejo de bovinos, 7., 2002, Canoas, **Anais....** Canoas: ULBRA, 2002. p. 7-60.

NABINGER, C. et al. Produção animal com base no campo nativo: aplicações de resultados de pesquisa. In: PILLAR, V.P. et al. **Campos Sulinos: conservação e uso sustentável da biodiversidade**. Brasília: MMA, 2009.

OHLMER, B. Need and design of computerized farm management tools: Lessons learned from a Swedish case In: ECONOMIC Science for Rural Development, Jelgava (Latvia): LLU Ekonomikas fakultate 2008. p. 190-198.

OLTJEN, J. W. Bioeconomical model for best slaughter endpoint for maximum profit. **Revista Argentina de Producción Animal**, Buenos Aires, v. 32, n. 1, p. 63-68, 2012.

ORR, R. J. et al. Effects of livestock breed and rearing experience on foraging behaviour of yearling beef cattle grazing unimproved grasslands. **Grass and Forage Science**, Oxford, v. 69, n. 1, p. 90-103, 2014.

OVERBECK, G. E. et al. Os Campos Sulinos: um bioma negligenciado. In: PILLAR, V. P. et al (editores). **Campos Sulinos: conservação e uso sustentável da biodiversidade**. Brasília: MMA, 2009.

PACHECO, P. S. et al. Avaliação econômica da terminação em confinamento de novilhos jovens e superjovens de diferentes grupos genéticos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 35, n. 1, p. 309-320, 2006.

PACHECO, P. S et al. Risk assessment of finishing beef cattle in feedlot: slaughter weights and correlation amongst input variables. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 43, n. 2, p. 92-99, 2014.

PYATT, N. A. et al. Factors affecting carcass value and profitability in early-weaned Simmental steers: II. Days on feed endpoints and sorting strategies. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 83, n. 12, p. 2926-2937, 2005.

RESTLE, J.; GRASSI, C. Castração de vacas de descarte e seu efeito no ganho de peso da vaca e do bezerro. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.28, n.12, p.1437-1441, 1993.

RESTLE, J. et al. Apreciação econômica da terminação em confinamento de novilhos Red Angus superjovens abatidos com diferentes pesos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.36, n.4, p.978-986, 2007.

REUTER, R. R.; BECK, P. A. Southern section interdisciplinary beef cattle symposium: Carryover effects of stocker cattle systems on feedlot performance and carcass characteristics. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 91, n. 1, p. 508-515, 2013.

ROCHA, M. G et al. Alternativas de utilização da pastagem hibernal para recria de bezerras de corte. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 32, n. 2, p. 383-392, 2003.

RODRIGUES, R. et al. Viabilidade econômica de um sistema de produção de pecuária bovina sob alta lotação: uso na pesquisa e na pecuária comercial. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, Salvador, v. 13, n. 1, 2012.

ROSA, G. J. M.; VALENTE, B. D. Breeding and genetics symposium: Inferring causal effects from observational data in livestock. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 91, n. 2, p. 553-564, 2013.

ROTZ, C. A. et al. A simulation-based approach for evaluating and comparing the environmental footprints of beef production systems. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 91, n. 11, p. 5427-5437, 2013.

RUSHEN, J.; BUTTERWORTH, A.; SWANSON, J. C. Animal behavior and well-being symposium: Farm animal welfare assurance: Science and application. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 89, n. 4, p. 1219-1228, 2011.

SALMON, L.; DONNELLY, J. R. Using grazing systems models to evaluate business options for fattening dairy bulls in a region with a highly variable feed supply. **Animal Feed Science and Technology**, Amsterdam, v. 143, n. 1, p. 296-313, 2008.

SIMEONE, A. Simplificando la intensificación ganadera: el autoconsumo. In: Jornada Anual de La Unidad de Producción Intensiva de Carne (UPIIC), 15., 2013, Paysandú. **Anais...** Paysandú: Fagro/UdelaR, 2013. p. 14-15.

SOARES DE LIMA, J. M. et al. Hacia la ganadería de precisión: análisis económico de diferentes combinaciones de sistemas de recria y terminación. **Revista INIA**, Montevideo, n. 35, p. 19-25, 2013.

SOARES DE LIMA, J. M.; MONTOSI, F. La cria vacuna en la nueva realidad ganadera: analisis y propuestas de INIA. **Revista INIA**, Montevideo, n. 31, p. 06-10, 2012.

STEEN, R. W. J et al. Effects of pasture and high-concentrate diets on the performance of beef cattle, carcass composition at equal growth rates, and the fatty acid composition of beef. **New Zealand Journal of Agricultural Research**, Wellington, v. 46, n. 2, p. 69-81, 2003.

TANURE, S.; NABINGER, C.; BECKER, J. L. Bioeconomic model of decision support system for farm management. Part I: Systemic conceptual modeling. **Agricultural Systems**, Essex, v. 115, p. 104-116, 2013.

TURNER, B. L. et al. Analyzing ranch profitability from varying cow sales and heifer replacement rates for beef cow-calf production using system dynamics. **Agricultural Systems**, Essex, n.114, p. 6-14, 2013.

VIANA, J.G.A.; SOUZA, R.S.; SILVEIRA, V.C. Evolução dos preços históricos da bovinocultura de corte do Rio Grande do Sul: tendência e comportamento dos preços em nível de produtor e consumidor. **Ciência Agrônômica**, Fortaleza, v. 33, n. 4, p. 1109-1117, 2009.

WHITE, T. A.; BARKER, D. J.; MOORE, K. J. Vegetation diversity, growth, quality and decomposition in managed grasslands. **Agriculture, Ecosystems & Environment**, Amsterdam, v. 101, n. 1, p. 73-84, 2004.

WHITE, R. R.; JOHNSON, K. A.; CAPPER, J. L. Exploring the production frontier. 1. A multi-objective optimization of nutritional management to simultaneously minimize cost and environmental impact of beef production in the United States. **Advances in Animal Biosciences**, v. 4, p. 393, 2013.

WILKEN, M. F.; SHRECK, A. L.; BERGER, L. L. Factors Influencing Profitability of Calf-Fed Steers Harvested at Optimum Endpoint. **Nebraska Beef Cattle Report**, Lincoln, p.110-111, 2012.

3. VITA

Leonardo Canali Canellas, nascido em Porto Alegre-RS no dia quinze de novembro de 1983 é filho de Rosane Canali Canellas e Édipo A. Gomes Canellas. É casado com Jéssica Magero Canellas.

Cursou o ensino fundamental e médio no Colégio La Salle São João e no Colégio São Judas Tadeu, em Porto Alegre/RS. Em 2002 ingressou no Curso de Medicina Veterinária da Universidade Luterana do Brasil (ULBRA), em Canoas/RS, sendo graduado pela mesma Universidade em agosto de 2008. Durante os últimos quatro anos da graduação foi Bolsista de Iniciação Científica da Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado do Rio Grande do Sul e BIC/ULBRA sob orientação do Professor Carlos Santos Gottschall.

Em dezembro de 2008 foi aprovado e ingressou no Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, vinculado à Faculdade de Agronomia da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS), cursando o Mestrado durante os anos de 2009 e 2010 sob orientação do Professor Júlio O. Jardim Barcellos. Em março de 2011 ingressou no Doutorado, no mesmo Programa, também sob orientação do Professor Júlio O. Jardim Barcellos. Foi bolsista do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) durante o Mestrado e o Doutorado.