

**UNIJUI - UNIVERSIDADE REGIONAL DO NOROESTE DO ESTADO
DO RIO GRANDE DO SUL**

ANGÉLICA DE OLIVEIRA

**O PADRÃO TECNOLÓGICO NA PRODUÇÃO DE LEITE E O
DESENVOLVIMENTO RURAL: UMA ANÁLISE BASEADA NOS SISTEMAS DE
PRODUÇÃO DO MUNICÍPIO DE IJUÍ (RS)**

**Ijuí (RS)
2010**

ANGÉLICA DE OLIVEIRA

**O PADRÃO TECNOLÓGICO NA PRODUÇÃO DE LEITE E O
DESENVOLVIMENTO RURAL:
UMA ANÁLISE BASEADA NOS SISTEMAS DE PRODUÇÃO DO MUNICÍPIO DE
IJUÍ (RS)**

Dissertação de Mestrado apresentada ao Curso de Pós Graduação *Stricto - Sensu* em Desenvolvimento - Linha de Pesquisa: Integração Regional e Desenvolvimento Local Sustentável, da Universidade Regional do Noroeste do Estado do Rio Grande do Sul - UNIJUÍ/RS, como requisito para a obtenção do título de Mestre em Desenvolvimento.

Orientador: Dr. DAVID BASSO

**Ijuí (RS)
2010**

Catalogação na Publicação

O48p

Oliveira, Angélica de.

O padrão tecnológico na produção de leite e o desenvolvimento rural : uma análise baseada nos sistemas de produção do município de Ijuí (RS) / Angélica de Oliveira. – Ijuí, 2010. –

135 f. : il. ; 29 cm.

Dissertação (mestrado) – Universidade Regional do Noroeste do Estado do Rio Grande do Sul (Campus Ijuí). Desenvolvimento.

“Orientação: David Basso”.

1. Bovinocultura leiteira. 2. Desenvolvimento rural. 3. Sistemas de produção. 4. Modelagem dos sistemas de produção agropecuários. I. Basso, David. II. Título. III. Título: Uma análise baseada nos sistemas de produção do município de Ijuí (RS).

CDU: 338.43
636.2

Aline Morales dos Santos Theobald
CRB10 / 1879

UNIJUÍ - Universidade Regional do Noroeste do Estado do Rio Grande do Sul
Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento – Mestrado

A Banca Examinadora, abaixo assinada, aprova a Dissertação

**O PADRÃO TECNOLÓGICO NA PRODUÇÃO DE LEITE E O
DESENVOLVIMENTO RURAL: UMA ANÁLISE BASEADA NOS SISTEMAS DE
PRODUÇÃO DO MUNICÍPIO DE IJUÍ (RS)**

elaborada por

ANGÉLICA DE OLIVEIRA

como requisito parcial para a obtenção do grau de
Mestre em Desenvolvimento

Banca Examinadora:

Prof. Dr. David Basso (UNIJUÍ): _____

Prof. Dr. Benedito Silva Neto (UFFS): _____

Prof. Dr. Argemiro Luís Brum (UNIJUÍ): _____

Ijuí (RS), 25 de fevereiro de 2010.

DEDICATÓRIA

Ao meu esposo Marco Antônio, à minha mãe Vera Lúcia, ao meu pai Valdir e a minha filha Manuela que está prestes a nascer, dedico esta conquista.

AGRADECIMENTOS

Ao professor Dr. Benedito Silva Neto, pela orientação, dedicação e atenção que sempre demonstrou, estando sempre disposto a compartilhar seus conhecimentos.

Ao professor Dr. David Basso pela orientação e apoio, principalmente na etapa final desta pesquisa.

Ao professor Dr. Arlindo Jesus Prestes de Lima que esteve sempre disposto a contribuir com seus ensinamentos.

Aos agricultores do município de Ijuí por todas as entrevistas fornecidas.

Aos meus pais, Valdir e Vera, por sempre estarem ao meu lado, ensinando, cuidando, apoiando e dando força para seguir adiante e enfrentar os obstáculos.

Ao meu esposo, pelo incentivo, companheirismo, paciência, e por compartilhar o tempo durante a realização dessa etapa.

Aos amigos e colegas acadêmicos do curso de mestrado em Desenvolvimento, especialmente a Cristiane De Conti Hennig e a Tânia Maria Radaelli.

RESUMO

Por meio de uma política de preços relacionada com a escala de produção, as empresas lácteas estão forçando os agricultores a adotarem um padrão tecnológico baseado em sistemas de produção altamente intensivos em escala e rendimento. Essa orientação está levando a uma redução do número de agricultores produtores de leite, os quais não possuem condições de aderir a estas exigências. O estudo tem como objetivo analisar a contribuição da atividade leiteira no desenvolvimento rural no noroeste do Rio Grande do Sul, avaliando a possibilidade de uma política de desenvolvimento baseada na produção de leite socialmente mais inclusiva e economicamente mais produtiva. Para conhecer e compreender a dinâmica da agricultura da região noroeste do Rio Grande do Sul utilizou-se o método de Análise-Diagnóstico no município de Ijuí/RS, onde foram identificados cinco tipos de agricultores que possuem a bovinocultura de leite presente nos sistemas de produção. A partir dessa análise, foi utilizada a programação matemática para realizar a modelagem dos sistemas de produção e verificar o potencial de produção e as possíveis modificações do sistema, sugeridas na solução dos modelos formulados para maximizar o resultado econômico dos diferentes tipos de agricultores. Verificou-se que a recomendação das indústrias não é a melhor alternativa para o desenvolvimento rural, pois quando se analisa as especificidades e as condições de produção de cada tipo de agricultor observa-se que cada sistema apresenta condições diferenciadas e por isso não é possível recomendar um único modelo de desenvolvimento. De acordo com os modelos pode-se afirmar que a maioria dos agricultores familiares está produzindo muito próximo do potencial indicado e que, um aumento na escala e rendimento, além de não ser possível devido suas condições específicas de produção, não seria economicamente vantajoso para estes agricultores. Os resultados das simulações também evidenciam que a produção com escala e rendimentos muito elevados, como acontece nos sistemas de produção dos agricultores patronais, só é viável se os preços pagos aos produtores forem mais elevados do que os preços pagos à grande massa dos agricultores familiares.

Palavras-Chave:

bovinocultura leiteira - desenvolvimento rural - sistemas de produção - modelagem dos sistemas de produção agropecuários.

ABSTRACT

Through a pricing policy related to scale of production the milk companies are forcing the dairy farmers towards a technologic standardization employment based on intensive production systems in scale and efficiency. This orientation is causing a decrease on the number of dairy farmers, who has not conditions to support such demands. This study aims to analyze the dairy farming contributions to Brazilian rural development, more precisely on northwest of Rio Grande do Sul state, evaluating the possibility of developmental policies for milk production concerned with socially inclusive and economically more productive ways of production. In order to better know and understand the region's agriculture dynamics, it was employed Analysis of Diagnostic method in Ijuí/RS being identified five kinds of dairy farmers. From this analysis, mathematic programming was employed to accomplish the modeling of production systems, verify the production potential and the feasible system modifications, suggested on models solutions, formulated as a way maximize the economic results for the different kinds of farmers. It has been verified industry recommendations are not the best choices for rural development, when considering production conditions of each kind of dairy farmer and their specificities, it is observed that is not possible to indicate a single model of development. According to the models could be affirmed most part of family dairy farmers' productions are very close from indicated potential although an increase on scale and efficiency is not possible due to specific conditions of production, would not be profitable to these farmers. The simulations' results have also shown up that high efficiency and high scale production, as practiced on corporate farming, will be only possible if a higher price is paid to the mass of family dairy farmers.

Key-words:

Dairy Cattle-Breeding; Rural Development; Productive Systems; Modeling of Agriculture and Cattle-Raising Productive Systems

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Microrregiões Geográficas do Município de Ijuí – RS.....	46
Figura 2: Diferenciação Social e Trajetórias de Acumulação de Capital.....	51
Figura 3: Reprodução Social dos Tipos de Agricultores Patronais.....	53
Figura 4: Reprodução Social dos Tipos de Agricultores Familiares.....	53
Figura 5: Modelo da composição da Renda Agrícola do Tipo Patronal Grãos/Leite.....	56
Figura 6: Modelo da composição da Renda Agrícola do Tipo Familiar Leite / Grãos TMC / Suíno.....	58
Figura 7: Modelo da composição da Renda Agrícola do Tipo Familiar Vitivinicultura/Grãos/Leite.....	59
Figura 8: Modelo da composição da Renda Agrícola do Tipo Familiar Grãos/Leite Extensivo.....	60
Figura 9: Modelo da composição da Renda Agrícola do Tipo Familiar Leite Intensivo/Grãos.....	61
Figura 10: Influência do preço na formação da RA/UTf de dois sistemas de produção agropecuária – Ijuí/RS – 2009.....	65

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Estrutura fundiária do município de Ijuí – RS, 2006.....	44
Tabela 2: Sistemas de produção e reprodução social dos tipos de agricultores.....	54
Tabela 3: Composição da renda agropecuária do tipo Patronal Grãos Leite.....	62
Tabela 4: Composição da renda agropecuária do tipo Familiar Leite Grãos.....	63
Tabela 5: Composição da renda agropecuária do tipo Patronal Grãos Leite, com preço do leite de R\$ 0,51 por litro.....	64
Tabela 6: Comparação entre as rendas, atual e maximizada, dos SPA com bovinocultura de leite.....	79
Tabela 7: Atividades do sistema de produção atual e as indicadas pela maximização, do tipo Patronal Grãos Leite.....	80
Tabela 8: Potencial de produção do tipo Patronal Grãos Leite, com preço do leite de R\$ 0,51.....	81
Tabela 9: Atividades do sistema de produção atual e as indicadas pela maximização, do tipo Familiar Leite Grãos Suíno.....	82
Tabela 10: Atividades do sistema de produção atual e as indicadas pela maximização, do tipo Familiar Vitivinicultura Grãos Leite Extensivo.....	83
Tabela 11: Atividades do sistema de produção atual e as indicadas pela maximização, do tipo Familiar Grãos Leite Extensivo.....	84
Tabela 12: Atividades do sistema de produção atual e as indicadas pela maximização, do tipo Familiar Leite Intensivo Grãos.....	85

LISTA DE ABREVIATURAS / SIGLAS

ADSA: Análise-Diagnóstico de Sistemas Agrários

CI: Consumo Intermediário

D: Depreciação

DVA: Distribuição do Valor Agregado

GP/ha: Gastos Proporcionais à Superfície

GNP/UTf: Gastos não Proporcionais por Unidade de Trabalho Familiar

ha: hectare

MB: Margem Bruta

NRS: Nível de Reprodução Social

PB: Produção Bruta

PM: Programação Matemática

RA / UTF: Renda Agrícola por Unidade de Trabalho Familiar

RA: Renda Agrícola ou Renda Agropecuária

SAU / UTF: Superfície Agrícola Útil por Unidade de Trabalho Familiar

SAU: Superfície Agrícola Útil

SPA: Sistema de Produção Agropecuária

SP: Sistema de Produção

ST: Superfície Total

TMC ou MC: Tração Mecanizada Completa

TMI ou MI: Tração Mecanizada Incompleta

UT: Unidade Trabalho

UTF: Unidade Trabalho Familiar

VA / UT: Valor Agregado por Unidade de Trabalho ou Produtividade do Trabalho

VA: Valor Agregado

VAB / ha: Valor Agregado Bruto por hectare

VAB: Valor Agregado Bruto

LISTA DE SÍMBOLOS

AV - aveia (ha)

AVN (1, 2, 3, ...,12) - área consumida de aveia pelas novilhas nos determinados meses (ha)

AVTER (1, 2, 3, ...,12) - área consumida de aveia pelos terneiros nos determinados meses (ha)

AVVL (1, 2, 3, ...,12) - área consumida de aveia pelas vacas em lactação nos determinados meses (ha)

AVVS (1, 2, 3, ...,12) - área consumida de aveia pelas vacas secas nos determinados meses (ha)

AZ - azevém (ha)

AZN (1, 2, 3, ..., 12) - área consumida de azevém pelas novilhas nos determinados meses (ha)

AZTER (1, 2, 3, ..., 12) - área consumida de azevém pelos terneiros nos determinados meses (ha)

AZVL (1, 2, 3, ..., 12) - área consumida de azevém pelas vacas em lactação nos determinados meses (ha)

AZVS (1, 2, 3, ..., 12) - área consumida de azevém pelas vacas secas nos determinados meses (ha)

CA – Cana (ha)

CA (1,2,3, ...,12) - cana total nos determinados meses

CAN – área total consumida de cana pelas novilhas

CAN (1,2,3, ..., 12) - área consumida de cana pelas novilhas nos determinados meses

CATER – área total consumida de cana pelos terneiros

CATER (1,2,3, ..., 12) - área consumida de cana pelos terneiros nos determinados meses

CAVL – área total consumida de cana pelas vacas em lactação

CAVL (1,2,3, ..., 12) - área consumida de cana pelas vacas em lactação nos determinados meses

CAVS – área total consumida de cana pelas vacas secas

CAVS (1,2,3, ..., 12) - área consumida de cana pelas vacas secas nos determinados meses

CEL – Capim elefante (ha)

CELN (1,2,3, ..., 12) - área consumida de capim elefante pelas novilhas nos determinados meses (ha)

CELTER (1,2,3, ..., 12) - área consumida de capim elefante pelos terneiros nos determinados meses (ha)

CELVL (1,2,3, ..., 12) - área consumida de capim elefante pelas vacas em lactação nos determinados meses (ha)

CELVS (1,2,3, ..., 12) - área consumida de capim elefante pelas vacas secas nos determinados meses (ha)

CID - coeficiente de ingestão de massa seca

CING - coeficiente de ingestão de matéria seca

CS - capim sudão (ha)

CSN(1, 2, 3, ..., 12) - área consumida de capim sudão pelas novilhas nos determinados meses (ha)

CSTER (1, 2, 3, ..., 12) - área consumida de capim sudão pelos terneiros nos determinados meses (ha)

CSVL (1, 2, 3, ..., 12) - área consumida de capim sudão pelas vacas em lactação nos determinados meses (ha)

CSVS (1, 2, 3, ..., 12) - área consumida de capim sudão pelas vacas secas nos determinados meses (ha)

EAV - energia metabolizável da aveia (mega calorias)

EAZ - energia metabolizável do azevém (mega calorias)

ENCA - energia metabolizável da cana (mega calorias)

ECEL - energia metabolizável do capim elefante (mega calorias)

ECS - energia metabolizável do capim sudão (mega calorias)

ENMG - energia metabolizável do milho grão (mega calorias)

EMT - energia metabolizável do milheto (mega calorias)

ENRAC - energia metabolizável da ração (mega calorias)

ENSIL - energia metabolizável da silagem (mega calorias)

ETIF - energia metabolizável da tifton (mega calorias)

EPOT - energia metabolizável do potreiro (mega calorias)

L (1, 2, 3, ..., 12) - restrição para o leite mensal x anual, produção leite em cada mês

LCAN - restrição de ligação da cana mensal x anual para as novilhas

LCATER - restrição de ligação da cana mensal x anual para os terneiros

LCAVL - restrição de ligação da cana mensal x anual para as vacas em lactação

LCAVS - restrição de ligação da cana mensal x anual para as vacas secas

LCAT - restrição de ligação da cana total

LEIT - restrição de ligação do leite total

LMGN - restrição de ligação do milho grão mensal x anual para as novilhas

LMGTER - restrição de ligação do milho grão mensal x anual para os terneiros

LMGVL - restrição de ligação do milho grão mensal x anual para as vacas em lactação

LMGVS - restrição de ligação do milho grão mensal x anual para as vacas secas

LMGT – restrição de ligação do milho grão total

LRN - restrição de ligação da ração mensal x anual para as novilhas

LRTER - restrição de ligação da ração mensal x anual para os terneiros

LRVL - restrição de ligação da ração mensal x anual para as vacas em lactação

LRVS - restrição de ligação da ração mensal x anual para as vacas secas

MG – Milho grãos (ha)

MGN– milho grãos total destinado as novilhas

MGN (1,2,3, ...,12) - milho grão destinado as novilhas nos determinados meses

MGTER – milho grãos total destinado aos terneiros

MGTER (1,2,3, ...,12) - milho grão destinado aos terneiros nos determinados meses

MGVL – milho grãos total destinado as vacas em lactação

MGVL (1,2,3, ...,12) - milho grão destinado as vacas em lactação nos determinados meses

MGVS – milho grãos total destinado as vacas secas

MGVS (1, 2, 3, ...,12) - milho grão destinado as vacas secas nos determinados meses

MORT - taxa de mortalidade

MSIL - milho silagem total safra e/ou safrinha (ha)

MSIL (1,2,3, ...,12) - milho silagem total nos determinados meses

MSILJAN – plantio do milho silagem no mês de janeiro (safrinha)

MSILSET – plantio do milho silagem no mês de setembro (safra)

MSILN – milho silagem total destinado as novilhas

MSILN (1,2,3, ...,12) - milho silagem destinado as novilhas nos determinados meses

MSILT – restrição de ligação da silagem total

MSILTER – milho silagem total destinado aos terneiros

MSILTER (1,2,3, ...,12) - milho silagem destinado aos terneiros nos determinados meses

MSILVL – milho silagem total destinado as vacas em lactação

MSILVL (1,2,3, ...,12) - milho silagem destinado as vacas em lactação nos determinados meses

MSILVS – milho silagem total destinado as vacas secas

MSILVS (1, 2, 3, ...,12) - milho silagem destinado as vacas secas nos determinados meses

MT - milheto (ha)

MTN (1, 2, 3, ...,12) - área consumida de milheto pelas novilhas nos determinados meses (ha)

MTTER (1, 2, 3, ...,12) - área consumida de milheto pelos terneiros nos determinados meses (ha)

MTVL (1, 2, 3, ...,12) - área consumida de milheto pelas vacas em lactação nos determinados meses (ha)

MTVS (1, 2, 3, ...,12) - área consumida de milheto pelas vacas secas nos determinados meses (ha)

N - novilhas (nº de animais)

NECN - necessidade de energia para a manutenção das novilhas (mega calorias)

NECPN - necessidade de proteína bruta para a manutenção das novilhas

NECPT - necessidade de proteína bruta para a manutenção dos terneiros

NECPVL - necessidade de proteína bruta para as vacas em lactação

NECPVS - necessidade de proteína bruta para a manutenção das vacas secas

NECT - necessidade de energia para a manutenção dos terneiros (mega calorias)

NECVL - necessidade de energia para as vacas em lactação (mega calorias)

NECVS - necessidade de energia para a manutenção das vacas secas (mega calorias)

PAV - proteína bruta da aveia (kg)

PAZ - proteína bruta do azevém (kg)

PCA - proteína bruta da cana (kg)

PCS - proteína bruta do capim sudão (kg)

PCEL - proteína bruta do capim elefante (kg)

PMG - proteína bruta do milho grão (kg)

PMT - proteína bruta do milheto (kg)

PNOV - peso da novilha (kg)

POT - potreiro (ha)

POTN (1, 2, 3, ..., 12) - área consumida de potreiro pelas novilhas nos determinados meses (ha)

POTTER (1, 2, 3, ..., 12) - área consumida de potreiro pelos terneiros nos determinados meses (ha)

POTVL (1, 2, 3, ..., 12) - área consumida de potreiro pelas vacas em lactação nos determinados meses (ha)

POTVS (1, 2, 3, ..., 12) - área consumida de potreiro pelas vacas secas nos determinados meses (ha)

PPOT - proteína bruta do potreiro (kg)

PRAC - proteína bruta da ração (kg)

PSIL - proteína bruta da silagem (kg)

PTERN - peso do terneiro (kg)

PTIF - proteína bruta da tifton (kg)

PV - peso da vaca adulta (kg)

R - ração (kg)

RENDV - rendimento da pastagem de aveia em kg/ha

RENDV (1, 2, 3, ...,12) - rendimento da aveia em todos os meses do ano

RENDZ - rendimento da pastagem de azevém em kg/ha

RENDZ (1, 2, 3, ..., 12) - rendimento do azevém em todos os meses do ano

RENDCA – rendimento da cana em kg/ha

RENDCEL - rendimento do capim elefante em kg/ha

RENDCEL (1, 2, 3, ...,12) - rendimento do capim elefante em todos os meses do ano

RENDCS - rendimento do capim sudão em kg/ha

RENDCS (1, 2, 3, ...,12) rendimento do capim sudão em todos os meses do ano

RENDMSIL - rendimento do milho silagem (kg/ha)

RENDMT - rendimento do milheto em kg/ha

RENDMT (1, 2, 3, ..., 12) – rendimento do milheto em todos os meses do ano

RENDMG - rendimento do milho grão em kg/ha

RENDPOT - rendimento do potreiro em kg/ha

RENDPOT - (1, 2, 3, ...12) - rendimento do potreiro em todos os meses do ano

RENDTIF - rendimento da tifton em kg/ha

RENDTIF (1, 2, 3, ...,12) – rendimento da tifton em todos os meses do ano

R - ração total (kg)

R (1, 2, 3,..., 12) - ração total consumida nos determinados meses (kg)

RN - ração consumida pelas novilhas (kg)

RN (1, 2, 3, ...,12) - ração consumida pelas novilhas nos determinados meses (kg)

RTER - ração consumida pelos terneiros (kg)

RTER (1, 2, 3, ...,12) - ração consumida pelos terneiros nos determinados meses (kg)

RTOT – restrição de ligação da ração total

RVL - ração consumida pelas vacas em lactação (kg)

RVL (1, 2, 3, ...,12) - ração consumida pelas vacas em lactação nos determinados meses (kg)

RVS - ração consumida pelas vacas secas (kg)

RVS (1, 2, 3, ...,12) - ração consumida pelas vacas secas nos determinados meses (kg)

RVLVT - relação vaca em lactação e vaca total

SAU – superfície agrícola útil em hectares

SWC – salário mensal da mão-de-obra contratada

SN - restrição de ligação da silagem mensal x anual para as novilhas

STER - restrição de ligação da silagem mensal x anual para os terneiros

SVL - restrição de ligação da silagem mensal x anual para as vacas em lactação

SVS - restrição de ligação da silagem mensal x anual para as vacas secas

T - terneiros (nº. de animais)

TIF - tifton (ha)

TIFN (1, 2, 3, ...,12) - área consumida de tifton pelas novilhas nos determinados meses (ha)

TIFTER (1, 2, 3, ...,12) - área consumida de tifton pelos terneiros nos determinados meses (ha)

TIFVL (1, 2, 3, ...,12) - área consumida de tifton pelas vacas em lactação nos meses (ha)

TIFVS (1, 2, 3, ...,12) - área consumida de tifton pelas vacas secas nos determinados meses (ha)

VD - vaca descarte (nº. de animais)

VL - vaca em lactação (nº. de animais)

VLN - restrição de ligação das categorias do rebanho (vaca em lactação e novilhas)

VLT - restrição de ligação das categorias do rebanho (vaca em lactação e terneiros)

VLVD - restrição de ligação das categorias do rebanho (vaca em lactação e vaca descarte)

VLVS - restrição de ligação das categorias do rebanho (vaca em lactação e vaca seca)

VOLN (1, 2, 3, ..., 12) - ingestão de volumosos pelas novilhas nos determinados meses

VOLTER (1, 2, 3, ..., 12) - ingestão de volumosos pelos terneiros nos determinados meses

VOLVL (1, 2, 3, ..., 12) - ingestão de volumosos pelas vacas em lactação nos determinados meses

VOLVS (1, 2, 3, ..., 12) - ingestão de volumosos pelas vacas secas nos determinados meses

VS - vaca seca (nº. de animais)

WF – horas de trabalho familiar

WC – horas de trabalho contratado

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO.....	18
1 METODOLOGIA	22
1.1 ANÁLISE-DIAGNÓSTICO DE SISTEMAS AGRÁRIOS: PRINCÍPIOS METODOLÓGICOS E PROCEDIMENTOS	22
1.2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA DA METODOLOGIA.....	27
1.2.1 A Complexidade e o Desenvolvimento Local.....	27
1.2.2 Teoria da Complexidade e o Realismo Crítico	27
1.2.3 A Complexidade dos Sistemas Agrários	29
1.2.4 Sistemas de Produção Agropecuários como Sistemas Complexos	31
1.2.5 A Teoria da Complexidade e o Uso da Programação Matemática.....	32
1.3 MODELAGEM DOS SISTEMAS DE PRODUÇÃO	33
1.3.1 Formulação de Restrições	34
1.3.2 Modelagem da Bovinocultura Leiteira na Unidade de Produção.....	36
2 TRANSFORMAÇÕES RECENTES DO SETOR LEITEIRO E O DESENVOLVIMENTO RURAL.....	39
2.1 A REESTRUTURAÇÃO DO SETOR.....	39
2.2 AS ESTRATÉGIAS DAS EMPRESAS DO SETOR LÁCTEO	41
2.3 ATIVIDADE LEITEIRA E O DESENVOLVIMENTO RURAL.....	42
3 DINÂMICA DA AGRICULTURA DO MUNICÍPIO DE IJUÍ/RS	45
3.1 CARACTERÍSTICAS GERAIS DO MUNICÍPIO DE IJUÍ	45
3.2 ZONEAMENTO AGROECOLÓGICO DO MUNICÍPIO.....	46
3.3 EVOLUÇÃO E DIFERENCIAÇÃO DA AGRICULTURA.....	48
3.4 SISTEMAS DE PRODUÇÃO E A REPRODUÇÃO SOCIAL DOS TIPOS DE AGRICULTORES	52
3.5 TIPOS DE SISTEMAS DE PRODUÇÃO COM BOVINOCULTURA LEITEIRA	56
4 ANÁLISE DA RELAÇÃO ENTRE ESCALA E TIPO DE SISTEMA DE PRODUÇÃO NA BOVINOCULTURA LEITEIRA.....	63
4.1 CONSTRUÇÃO DOS MODELOS	67
4.1.1 Função Objetivo.....	68
4.1.2 Parâmetros de Entrada	69
4.1.3 Restrições.....	71
4.1.4 Ligações	75
4.2 ANÁLISE DA PRODUÇÃO LEITEIRA	79
CONCLUSÃO.....	88
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	91
APÊNDICES	94

INTRODUÇÃO

Nos últimos anos o setor leiteiro vem sofrendo profundas transformações, muitas das quais ainda estão em pleno andamento. Uma destas mudanças que está relacionada com essa pesquisa e que terá um efeito no desenvolvimento rural é a provável redução do número de produtores de leite e o aumento da produção de leite por produtor. Mas muitos especialistas não concordam com isto, acreditam que esta informação acaba sendo mascarada pela concentração dos produtores menores em cooperativas familiares.

A percepção de desenvolvimento rural aqui utilizada considera a relação entre a produção agropecuária e o local onde a mesma ocorre, procurando assim, assumir uma visão do território das atividades econômicas, inclusive da agropecuária. Segundo Silva Neto e Basso (2007), o desenvolvimento rural e o desenvolvimento agropecuário nem sempre são processos que estão positivamente correlacionados, pois o aumento da produção e da produtividade na agricultura de um determinado local nem sempre tem um efeito de aumentar a renda e melhorar as condições de vida da sua população. O tema geral do estudo é a relação do desenvolvimento rural com a produção de leite e, mais especificamente, dessa atividade nos sistemas de produção agropecuários. Essa relação terá uma influência de acordo com o tipo de sistema de produção praticado e é essa influência que irá determinar a dinâmica do sistema agrário analisado.

O grau de incerteza a respeito das variáveis que compõem o cenário futuro do setor é bastante elevado. Considerando que a agricultura familiar é muito expressiva na região noroeste do Estado do Rio Grande do Sul e foi importante no processo de desenvolvimento da região, essa pesquisa analisou a atividade leiteira como uma alternativa para a promoção do desenvolvimento rural. Isto porque a atividade é aconselhada para unidades de produção agropecuária de menores dimensões, que em função da sua estrutura dependem de atividades mais intensivas para garantir níveis mínimos de renda, sendo o leite uma alternativa por agregar um bom nível de geração de renda por unidade de área e ter um efeito potencial de mercado.

Análises efetuadas por Silva Neto e Frantz (2005) explicam que a história da urbanização do interior do Estado do Rio Grande do Sul reflete no seu processo de desenvolvimento rural. A velocidade nos desmembramentos ao longo do século XX foi sempre muito maior nas regiões de colonização com predominância da agricultura familiar, devido a sua maior dinamicidade econômica, explicada pelas características desta forma de organização da agricultura, capaz de gerar riqueza necessária à efetivação de uma dinâmica econômica mais abrangente e diversificada.

Os mesmos autores enfatizam que é provável que o fenômeno do crescimento da diversidade de ocupações ainda hoje seja maior nas regiões onde historicamente predominou a produção agrícola do tipo familiar. E isso pelo fato de o valor agregado gerado na agricultura dessas áreas ter originado, historicamente, uma dinâmica econômica e social local importante, dando origem a processos de urbanização por multiplicação de pequenas empresas industriais e comerciais, organização e oferta de serviços de saúde, educação e cultura. Assim, a agricultura familiar não tem sido um entrave ao desenvolvimento do Rio Grande do Sul, mas tem desempenhado um papel importante na sua dinamização, isto porque o processo de desenvolvimento rural foi mais dinâmico nessas regiões (SILVA NETO E FRANTZ, 2005).

Estudos de análise da evolução e diferenciação da agricultura, realizados no noroeste do estado do Rio Grande do Sul, evidenciam a crise da agricultura familiar, a partir da segunda metade dos anos 80, caracterizada por fortes restrições nas condições de produção, principalmente em função da queda e estabilização do preço da soja e da diminuição das facilidades de acesso ao crédito. Diante às exigências impostas pelas novas condições socioeconômicas, nesse contexto de evolução e crise da agricultura, os agricultores passam a buscar alternativas para intensificar e diversificar a produção, adotando sistemas produtivos que geram maior valor agregado por unidade de área, dentre as quais a atividade leiteira passou a ser uma alternativa de desenvolvimento da agricultura familiar.

Na região do noroeste do Estado do Rio Grande do Sul, a agricultura familiar é bastante significativa, e nos sistemas de produção, a atividade leiteira tem sido considerada uma alternativa de desenvolvimento para essa agricultura devido o seu potencial de agregação de valor à produção agropecuária, geração de renda e emprego no meio rural e dinamização da economia local, visto que essa atividade tem um papel importante para o desenvolvimento dessa região comparativamente com outras regiões do Estado do Rio Grande do Sul em que o processo de desenvolvimento não ocorreu da mesma maneira.

Silva Neto e Basso (2007) explicam que a bacia leiteira tradicional localizada nas Colônias Velhas está se estagnando ao mesmo tempo em que nas Colônias Novas, inclusive na região noroeste do Rio Grande do Sul, a bacia está em ascensão devido ao aumento da produção de leite. Nesse cenário, em relação à produção de leite, o papel das empresas reforça a tendência que é a de recomendação de sistemas de produção altamente intensivos, especializados, com rebanhos de ótimo potencial genético e altas escalas de produção. Essas recomendações, segundo os autores e de acordo com a visão defendida no presente estudo, nem sempre são necessárias, pois a adoção de sistemas de produção menos intensivos, em termos de rendimentos físicos por animal, pode ser resultado mais de um comportamento economicamente racional por parte dos agricultores do que uma possível atitude contrária ao progresso técnico.

Diante desse contexto, surge o interesse em realizar esse estudo que envolve alguns problemas de pesquisa, a saber: Qual o papel e a importância da atividade leiteira no desenvolvimento rural? Qual a natureza das dificuldades de reprodução social de unidades de produção que produzem leite? Qual é o potencial produtivo dos sistemas praticados por essas unidades de produção? Qual a contribuição que essas unidades de produção podem proporcionar para o desenvolvimento rural? Em que condições é possível ter uma estratégia baseada na atividade leiteira para a promoção do desenvolvimento rural?

A pesquisa foi realizada no município de Ijuí/RS e está fundamentada na importância da atividade leiteira no processo de desenvolvimento das Colônias Novas. Foi desenvolvida por meio de uma abordagem histórica na qual a teoria da complexidade apresenta grande convergência, sendo que nesta abordagem a dinâmica dos sistemas agrários compreende a diversidade dos sistemas de produção. Nesse contexto, relacionado aos sistemas de produção, foi analisada a produção de leite como um elemento para pensar alternativas de evolução.

Assim, este trabalho teve como objetivo analisar a contribuição da atividade leiteira no desenvolvimento rural. O alcance deste objetivo orientou-se pelo questionamento do modelo tecnológico hegemônico idealizado na maioria das escolas de ciências agrárias do país, e absorvido pelas agroindústrias processadoras, que se fundamenta pela perspectiva do caminho único das melhores práticas que redundam em maior escala de produção e rendimentos físicos mais elevados. Este questionamento é feito a partir da contestação à visão, também hegemônica, do próprio desenvolvimento, o qual deve ser visto como um processo aberto e em constante evolução. Considerando-se a não existência de um único caminho, cada realidade apresenta suas especificidades. Metodologicamente, por conseguinte, há que se observar cada situação, compreendendo-a no seu contexto evolutivo. Esta postura orientou a

definição dos tipos de agricultores e dos sistemas de produção mais adequados para a promoção de um processo de desenvolvimento rural mais inclusivo.

Especificamente, pretendeu-se: analisar a dinâmica geral do setor leiteiro na região; Caracterizar e explicar as principais heterogeneidades da agricultura local; Estudar a trajetória de evolução histórica e diferenciação do processo de desenvolvimento local; Definir uma tipologia e realizar uma análise técnico-econômica dos sistemas de produção agropecuários; e Avaliar o potencial da atividade leiteira na geração de riqueza, utilizando para isso a modelagem matemática.

O trabalho está organizado em quatro capítulos divididos em subcapítulos, além da introdução e da conclusão. O primeiro capítulo expõe a metodologia adotada, consistindo na apresentação dos princípios metodológicos e dos procedimentos que orientaram o desenvolvimento da pesquisa, além da fundamentação teórica da metodologia. No segundo capítulo é apresentado o referencial que visa sustentar teoricamente a pesquisa e reforçar a problemática que motivou a execução do trabalho. O terceiro capítulo é referente a dinâmica agrária do município de Ijuí/RS. O quarto capítulo apresenta a análise realizada nos sistemas de produção agropecuária com bovinocultura de leite, feita a partir da modelagem dos sistemas. Nesse capítulo também se explicou sucintamente como os modelos foram elaborados.

1 METODOLOGIA

Para a realização dessa pesquisa foi utilizada a metodologia de Análise - Diagnóstico de Sistemas Agrários (ADSA) com ênfase na análise da coerência entre as formas de produção e as condições em que elas ocorrem, e também na diversidade das formas de produção.

Esse método foi desenvolvido com o objetivo de elaboração de linhas estratégicas de desenvolvimento local relacionadas ao meio rural. É fundamentado na Teoria dos Sistemas Agrários, a qual foi elaborada na Cátedra de Agricultura Comparada do Instituto Nacional Agrônômico de Paris-Grignon, com o propósito de ser utilizado e aplicado em locais onde a concepção de projetos de desenvolvimento é uma tarefa difícil. Esse método está fundamentado em uma interpretação da evolução da agricultura proposta por Mazoyer e Roudart (2001).

1.1 ANÁLISE-DIAGNÓSTICO DE SISTEMAS AGRÁRIOS: PRINCÍPIOS METODOLÓGICOS E PROCEDIMENTOS

A teoria da complexidade e o realismo crítico são coerentes com os princípios da Análise - Diagnóstico de Sistemas Agrários.

Os procedimentos da ADSA permitem que a pesquisa apresente resultados consistentes, na medida em que procuram por meio de uma aplicação desses princípios metodológicos evitar problemas relacionados à coleta e sistematização dos dados. Os princípios metodológicos básicos que norteiam o método são (SILVA NETO, 2007):

- realizar as análises de maneira progressiva, partindo dos fenômenos mais gerais para os particulares, por meio de uma abordagem sistêmica em vários níveis;
- analisar cada nível da realidade especificamente, efetuando uma síntese dos níveis de análise mais abrangentes, antes de passar a analisar os níveis mais específicos;
- explicar os fenômenos e fatos através do uso sistemático do enfoque histórico;
- considerar a heterogeneidade da realidade, evitando interpretações generalizadas que dificultam a explicação de processos de diferenciação.

Com isso, as pesquisas baseadas na ADSA são realizadas inicialmente pelos seus níveis mais amplos (gerais) da realidade, passando a analisar aspectos mais específicos (particulares) após uma compreensão e síntese que permita estabelecer quais são as variáveis mais pertinentes a serem avaliadas, no nível inferior. Esta síntese deve ser feita para explicar e não para descrever a realidade observada em determinado nível.

A Análise - Diagnóstico de Sistemas Agrários¹ compreende algumas etapas e nessa pesquisa, inclui a programação matemática. A **primeira etapa** corresponde à *Análise do Processo de Desenvolvimento da Agricultura do Local de Estudo*, a qual engloba a caracterização agroecológica e socioeconômica. Essa etapa consiste na definição de zonas homogêneas do ponto de vista da problemática de desenvolvimento da agricultura, na análise da trajetória de evolução e diferenciação geográfica, técnica e socioeconômica do setor agropecuário da microrregião; no estabelecimento de uma pré-tipologia das unidades de produção, baseada na categoria social e nos sistemas de produção praticados.

Nessa etapa os procedimentos para a obtenção dos dados e das informações são: leitura da paisagem; análise de mapas que contém características agroecológicas; pesquisas em fontes secundárias e estudos já realizados sobre a agricultura local e da região; entrevistas sucessivas com agricultores mais antigos sobre a história agrária do local.

A **segunda etapa** diz respeito à *Tipologia dos Sistemas de Produção Agropecuários*, e visa agrupar as unidades de produção agropecuária em tipos, em função da análise realizada na etapa anterior, relacionada aos processos de evolução e diferenciação. A tipologia procura agrupar as unidades de produção de um sistema agrário segundo as diferentes formas de organização da produção (sistemas de produção) adotadas pelos agricultores para assegurar a sua reprodução social (viabilidade) ao longo do tempo. Cada tipo de sistema produtivo possui maior ou menor possibilidade de alcançar a sua reprodução social no longo prazo, dependendo das suas particularidades, ou seja, a disponibilidade de mão-de-obra, o nível de acumulação de capital e os recursos naturais disponíveis. Para a elaboração da tipologia, considera-se a categoria social do agricultor (capitalista, patronal, familiar e minifundiário); a combinação das atividades praticadas nas unidades de produção; e as características (disponibilidade, tipo e a combinação) dos fatores de produção (terra, trabalho e capital).

¹ A síntese aqui apresentada sobre a ADSA baseia-se especialmente em Silva Neto (2007). Ver também Silva Neto e Basso (2005); Lima et al. (2005); Garcia Filho (1999) e Dufumier (1996).

Na **terceira etapa** é feita a caracterização técnica e a avaliação econômica dos sistemas de produção. A *análise técnica* corresponde à caracterização dos principais fluxos de uso dos recursos produtivos dos diferentes tipos de sistemas de produção, a saber: calendário de trabalho das atividades desenvolvidas ao longo do ano; calendário do uso de equipamentos ao longo do ano; fluxo de disponibilidades e necessidades monetárias ao longo do ano; balanço de fertilidade do solo nos diferentes subsistemas de produção. Essa análise visa detectar a época e a intensidade dos estrangulamentos relativos à disponibilidade de mão-de-obra, de equipamentos e de capital circulante (capital de giro) e de fertilidade do meio.

A *análise econômica* dos sistemas de produção é realizada a partir da elaboração dos modelos do valor agregado (VA) e da renda agropecuária (RA). O valor agregado de um sistema de produção é definido como:

$$VA = PB - CI - D;$$

Onde:

VA = Valor Agregado;

PB = Produção Bruta (corresponde ao valor da produção física);

CI = Consumo Intermediário (corresponde ao consumo de bens e serviços durante o ciclo de produção);

D = Depreciações de máquinas/equipamentos e instalações (em um ano agrícola).

A partir da distribuição do valor agregado é calculado, para cada sistema de produção, a renda dos agricultores, a qual é definida como:

$$RA = VA - J - S - T - I;$$

Onde:

RA = Renda Agropecuária;

VA = Valor Agregado;

J = Juros pagos aos bancos (ou outro agente financeiro);

S = Salários;

T = Arrendamentos pagos aos proprietários da terra;

I = Impostos e taxas pagas ao Estado.

A partir do cálculo do valor agregado e da renda produzidos por cada sistema de produção podem ser elaborados dois tipos de modelos lineares. Um modelo do valor agregado ou renda global do sistema de produção, que possibilita identificar os tipos de agricultores

com maiores dificuldades de se manter na atividade agrícola, através da análise da renda agrícola por unidade de trabalhador familiar (RA/UTf) com o nível de reprodução social (NRS), equivalente à renda mínima para assegurar o desenvolvimento das unidades de produção e consumo dos agricultores. É um modelo da composição da renda produzida pelo sistema de produção a partir da discriminação das atividades ou subsistemas de cultura ou de criação desenvolvidas, que possibilitam identificar, para cada tipo de agricultor, as atividades que geram mais renda por unidade de superfície (contribuição marginal), assim como as necessidades de capital fixo para a sua implantação.

O modelo (linear) da remuneração do trabalho, elaborado a partir do cálculo da renda agrícola de cada sistema produtivo, pode ser expresso da seguinte maneira:

$$RA/UTf = ((PB/ha - GP/ha) * SAU/UTf) - GNP/UTf$$

Onde:

RA/UTf: Renda Agrícola por Unidade de Trabalho Familiar;

SAU/UTf: Superfície Agrícola Útil por Unidade de Trabalho Familiar;

GP/Ha: Gastos Proporcionais à superfície;

GNP/UTf: Gastos não Proporcionais (não variam) por unidade de trabalho familiar.

Esse modelo corresponde a uma função linear representada por $y = ax - b$, onde o coeficiente angular “a” corresponde à diferença entre a produção bruta e os gastos proporcionais à área (Margem Bruta por Unidade de Área), a variável independente “x” representa a SAU/UTf e o coeficiente linear “b” é igual a GNP/UTf. O coeficiente angular (“a”) indica o nível de intensificação dos sistemas em relação à área, ou seja, quanto maior for o produto bruto e menores forem os custos proporcionais por unidade de área, maior será o valor de “a” e conseqüentemente mais intensivo será o sistema de produção.

Para o desenvolvimento da análise técnica e econômica dos sistemas de produção obtêm-se os dados e informações por meio de entrevistas com agricultores que possuam as principais características dos tipos estabelecidos na etapa anterior. Para isso, também são importantes informações, principalmente de preços, obtidas com fornecedores de insumos e compradores de produtos, e em outras fontes secundárias.

A **quarta etapa** consiste na análise das possibilidades de reprodução socioeconômica (viabilidade) das unidades de produção em função do tipo de sistema de produção adotado. A capacidade de reprodução corresponde à renda mínima necessária para assegurar o desempenho dos sistemas de produção no curto prazo (compra de insumos, manutenção dos

equipamentos e benfeitorias), e, no longo prazo, a reposição dos meios de produção e satisfazer as necessidades em bens de consumo das famílias dos agricultores. Essa análise permite estabelecer prioridades em termos de alternativas para o desenvolvimento da agricultura tendo em vista o processo de diferenciação social dos agricultores.

Essa análise pressupõe que, quando os sistemas de produção praticados não geram este nível mínimo de renda, os agricultores tendem a não acumular fundos de depreciação suficientes para a reposição dos equipamentos, culminando com sua eliminação do processo produtivo, em um prazo mais ou menos longo. Por outro lado, os agricultores cujos sistemas de produção permitem produtividades do trabalho elevadas, podem acumular o suficiente para aperfeiçoar os sistemas de produção praticados ou aumentar a escala dos mesmos, através da compra de meios de produção.

A **quinta etapa**, considerada nessa pesquisa é a *Modelagem dos sistemas de produção com bovinocultura de leite*. A partir da caracterização técnica dos sistemas de produção é realizada a modelagem dos sistemas, na qual foi utilizada a programação matemática para a formulação de modelos de acordo com cada tipo de agricultor, levando em consideração os critérios de decisão adotados pelos agricultores e os recursos disponíveis na unidade de produção, bem como as especificidades de cada sistema produtivo.

A **sexta etapa** é a *Definição de Linhas Estratégicas de Desenvolvimento* para a agricultura do local estudado. Primeiro busca-se avaliar as possibilidades de melhorar as condições para a reprodução social das unidades de produção em função do tipo adotado. Em um segundo momento, a partir da caracterização técnica e das avaliações econômicas realizadas anteriormente, pode-se identificar atividades ou técnicas que possuem uma margem de contribuição para um aumento da produtividade do trabalho e da renda agrícola, sem esquecer que é necessário respeitar os estrangulamentos diagnosticados em cada tipo de sistema de produção estudado. Baseando-se nesses resultados obtidos, definem-se linhas estratégicas (alternativas) para o desenvolvimento dos diferentes tipos e estratégias de intervenção no processo de desenvolvimento local.

Para isso, é necessário especificar o nível mínimo de renda e as condições técnicas mínimas (rendimentos físicos das culturas e criações, nível de equipamento, disponibilidade de terra e de mão-de-obra) para que cada tipo de unidade de produção possa assegurar a sua reprodução social. Também é preciso analisar os sistemas de cultura e de criação praticados por cada tipo para avaliar as possibilidades técnicas para atingir a capacidade de reprodução, considerando-se a disponibilidade de fatores de produção.

Muitas vezes, porém, as possibilidades técnicas dos sistemas de produção praticados por certos tipos, mesmo nas condições mais favoráveis, não permitem que estes alcancem o patamar mínimo de produtividade e renda. A viabilidade dos agricultores destes tipos passa então por um aumento significativo da disponibilidade de fatores de produção (terra e capital), o que, em casos extremos, pode requerer uma redistribuição fundiária e investimentos importantes, cuja execução e viabilidade só podem ser asseguradas por políticas públicas de longo prazo.

Como essa pesquisa não tem o objetivo de fazer prospectivas relacionadas às linhas estratégicas, essa etapa não foi levada em consideração no presente trabalho.

1.2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA DA METODOLOGIA

1.2.1 A Complexidade e o Desenvolvimento Local

A análise – diagnóstico de sistemas agrários tem como seus principais fundamentos a teoria da complexidade e o realismo crítico.

Os sistemas complexos presentes na biosfera terrestre, inclusive as sociedades humanas, são denominados por Prigogine e seus colaboradores de estruturas dissipativas, para enfatizar o fato desses sistemas se manterem longe do equilíbrio termodinâmico por meio da dissipação de energia (Prigogine, 1996). As mudanças provocadas por uma perturbação são cruciais na definição da trajetória de uma estrutura dissipativa quando esta se encontra em um ponto de bifurcação. É que, se um sistema tem sua trajetória alterada em um ponto de bifurcação, tal alteração se manterá ou mesmo será amplificada, alterando assim os estados futuros do sistema, inclusive as suas formas de organização. Isto torna as estruturas dissipativas sistemas essencialmente evolutivos.

1.2.2 Teoria da Complexidade e o Realismo Crítico

Silva Neto (2007) explica que a teoria da complexidade apresenta uma grande convergência com abordagens históricas e sociológicas que enfatizam os aspectos circunstanciais e, até certo ponto, imprevisíveis, do comportamento da sociedade. Sendo assim, Prigogine e Stengers (1991), consideram que a complexidade pode se constituir em uma “nova aliança” entre a ciência e as aspirações mais prementes das sociedades contemporâneas. O autor caracteriza certos sistemas complexos como “estruturas

dissipativas”, e segundo o conceito de tais estruturas, os sistemas complexos da biosfera são sistemas dissipativos que se mantêm longe do equilíbrio, ou seja, sua organização depende de um constante aporte de energia.

Os processos de auto-organização característicos das estruturas dissipativas, conferem um comportamento até certo ponto imprevisível. Silva Neto (2007) salienta que esta imprevisibilidade é explicada pela presença de bifurcações na evolução das estruturas dissipativas, as bifurcações são pontos de mudança de comportamento qualitativamente, e são as principais características de um sistema complexo.

De acordo com que explica Silva Neto (2007), os sistemas complexos apresentam pontos de bifurcações, a partir dos quais a sua trajetória torna-se instável e é definida pela amplificação das suas flutuações. Na medida em que a trajetória do sistema vai se afastando do ponto de bifurcação, passa a ser definida pelas relações deterministas entre seus componentes. A presença de bifurcações confere um caráter histórico às estruturas dissipativas, ou seja, tais estruturas são sistemas complexos cuja evolução se constitui em um processo aberto (PRIGOGINE e STENGERS, 1991).

Para que um sistema possa exibir bifurcações, matematicamente, pelo menos parte dos seus componentes deve apresentar relações não-lineares. Porém, nem todas as relações não-lineares geram bifurcações. Nesse sentido, as relações não-lineares mais importantes são as longitudinais, as quais também são chamadas relações recursivas ou retro-alimentações, ou seja, aquelas que traduzem o efeito de uma variável sobre si mesma ao longo do tempo.

Certas relações não-lineares originam interações entre os componentes do sistema gerando assim propriedades do mesmo que não podem ser explicadas apenas pelos atributos dos seus componentes, quando considerados de forma isolada. Tais propriedades, que explicam o clássico enunciado de Bertalanfy (1968) de que um sistema é maior do que a soma das suas partes, são denominadas "propriedades emergentes", sendo uma das características mais importantes dos sistemas complexos.

Segundo Silva Neto (2007) as sociedades humanas se destacam por apresentar certos tipos específicos de relações não-lineares longitudinais, caracterizadas pelo fato de os agentes sociais tomarem suas decisões também a partir da sua percepção sobre o estado global dos sistemas, o qual depende do comportamento dos mesmos agentes. Então, as relações recursivas entre os indivíduos e a sociedade conferem às sociedades humanas um alto grau de complexidade.

Segundo Bhaskar (1997) a ciência é um produto cultural da humanidade, sendo esta historicamente aberta e sujeita a uma contínua evolução. De acordo com o Realismo Crítico, a

realidade passível de ser apreendida pela ciência não se constitui apenas de fatos, e sim do que Bhaskar (1997) denomina de o empírico, o factual e o real. Isto significa que sendo assim, é fundamental explicar os fatos e não apenas descrevê-los, tal explicação deve ser feita enfocando os mecanismos e processos que geram os fatos.

De acordo com Silva Neto (2007) o Realismo Crítico contrapõe-se a capacidade de previsão que é defendida pelo “empirismo positivista”. No positivismo a realidade é igual ao empírico, onde se considera somente o que é observável e com isso, nitidamente não admite nada além do que é possível ver, mas ao contrário disso, o Realismo Crítico defende o poder explicativo (explicação dos fatos) como principal critério de cientificidade. Outros autores defendem essa mesma visão:

Lawson (1997, p. 216) chega a afirmar que, em muitos casos, como nas Ciências Sociais em geral, a capacidade de previsão de uma teoria é irrelevante para a avaliação da sua cientificidade.

1.2.3 A Complexidade dos Sistemas Agrários

Para Mazoyer (2001) um sistema agrário é antes de tudo um modo de exploração do meio constituído, um sistema de forças de produção e técnico que se adapta a condições bioclimáticas de um espaço determinado, que responde as expectativas e necessidades sociais em um momento determinado. É também um modo de exploração do meio, que no caso é o produto específico do trabalho agrícola que utiliza combinações dos meios de produção inertes e vivos para explorar e reproduzir o meio cultivado.

O autor complementa explicando que um sistema agrário ainda poderia ser definido como sendo uma combinação das variáveis: o meio cultivado; os instrumentos de produção; o modo de artificialização do meio (o modo de exploração e reprodução do meio cultivado); a divisão social do trabalho entre a agricultura, artesanato e a indústria; os excedentes agrícolas (que satisfazem as necessidades dos agricultores e de outros grupos sociais); as relações de troca entre os ramos envolvidos; e o conjunto de idéias e das instituições que permitem assumir a reprodução social.

É graças a esse conceito que podemos apreender e caracterizar as mudanças de estado de uma agricultura e as mudanças qualitativas das variáveis e de suas relações e desenvolver uma teoria que permite distinguir, ordenar e compreender os

grandes momentos de evolução histórica e a diferenciação geográfica dos sistemas agrários (MARCEL MAZOYER, apud GARCIA FILHO, 1999, p. 21).

Segundo Dufumier (1996), o conceito de sistemas agrários deve permitir identificar e caracterizar as relações que são estabelecidas entre as transformações sucessivas dos ecossistemas artificializados (agroecossistemas), das técnicas praticadas pelos agricultores para domesticar parcialmente as biocenoses e ordenar seus biótipos, e a evolução das condições sócio-econômicas que os agricultores produzem. Sendo que essas relações podem não ser sempre harmônicas nem estáveis. A dinâmica de um sistema agrário é definida pela acumulação de capital e reprodução da fertilidade do agroecossistema das unidades de produção.

Para Silva Neto (1997), o conceito de sistema agrário é um instrumento que nos ajuda a compreender a complexidade de toda a forma de agricultura através de uma análise metódica de seu funcionamento e organização. A evolução dos sistemas agrários também nos permite representar as transformações da agricultura de uma região do mundo como uma sucessão de diferentes sistemas que constituem em outras etapas da história. Enfim, é uma ferramenta através da qual podemos apreender suas grandes linhas e com isso explicar a diversidade geográfica da agricultura em uma determinada época.

A análise dos sistemas agrários para Silva Neto (1997), procura definir os fatores históricos e geográficos que são responsáveis pela acumulação dos meios de produção e da diferenciação social dos agricultores em cada região determinada. O conceito de sistema agrário vem sendo desenvolvido por meio da aplicação de uma abordagem sistêmica, a análise da evolução histórica e da diferenciação geográfica da agricultura (Mazoyer e Roudart, 2001; Silva Neto e Basso, 2005).

Os elementos brevemente sintetizados na teoria da complexidade e no realismo crítico demonstram uma convergência entre a abordagem da agricultura em termos de sistemas agrários e a noção de complexidade. Assim, a interpretação dos sistemas agrários enquanto sistemas complexos auto-organizados pode ser sustentada a partir, por exemplo, da visão evolutiva da agricultura defendida pela abordagem de sistemas agrários e pela ênfase que esta abordagem confere à análise das interações entre os agentes locais no processo de desenvolvimento.

A consideração das sociedades e, conseqüentemente, dos sistemas agrários, como sistemas dissipativos complexos e auto-organizados traz profundas conseqüências sobre a

concepção do que é desenvolvimento e sobre as formas de promovê-lo. Sendo assim, Silva Neto (2007) expõe que:

O entendimento dos sistemas agrários como sistemas dissipativos complexos e auto-organizados implica reconhecer que suas estruturas emergem fundamentalmente a partir das interações locais entre seus constituintes, e que sua trajetória não pode ser prevista, o que descarta a possibilidade de um planejamento centralizado eficaz (p. 50).

1.2.4 Sistemas de Produção Agropecuários como Sistemas Complexos

Neste trabalho, um sistema de produção agropecuário (SPA) é compreendido como a forma específica com que os meios de produção e a força de trabalho disponíveis em uma unidade de produção agropecuária são combinados para a exploração do ecossistema. Uma vez que, em um sistema agrário, a combinação dos meios de produção e das atividades produtivas não é homogênea, tendo em vista que o ecossistema cultivado e a disponibilidade de trabalho e dos meios de produção variam segundo o estatuto social e a acumulação de cada agricultor, definindo diferentes sistemas de produção (LIMA, 2005).

A capacidade de reprodução socioeconômica de uma unidade de produção agropecuária corresponde à renda mínima necessária para assegurar o desempenho dos sistemas de produção no curto prazo (compra de insumos, manutenção dos equipamentos e benfeitorias), e, no longo prazo, a reposição dos meios de produção e satisfazer as necessidades em bens de consumo das famílias dos agricultores.

Esta análise pressupõe que, quando os sistemas de produção praticados não geram esse nível mínimo de renda (nível de reprodução social), os agricultores provavelmente não irão acumular fundos de depreciação para a reposição dos equipamentos, e tenderão a ser eliminados do processo produtivo, em um prazo mais ou menos longo. Por outro lado, os agricultores cujos sistemas de produção permitem produtividades do trabalho elevadas, podem acumular o suficiente para aperfeiçoar os sistemas de produção praticados ou aumentar a escala dos mesmos, através da compra de meios de produção.

Analizando os sistemas de produção enquanto sistemas complexos, percebe-se que nesse caso o nível de reprodução social corresponde a um ponto de bifurcação. Isto quer dizer que se um sistema de produção não consegue atingir o nível de reprodução social, ele tenderá a se descapitalizar, podendo, após certo tempo entrar em crise, com o agricultor sendo

eventualmente excluído da atividade agropecuária. Por outro lado, um sistema de produção que consegue ultrapassar o nível de reprodução social tenderá a se capitalizar, apresentando, portanto, uma diferente dinâmica de acumulação. Tal sistema, com o avanço do seu processo de acumulação, poderá alterar qualitativamente seu comportamento. Por exemplo, um agricultor familiar capitalizado pode adotar um sistema de produção dependente de mão-de-obra contratada, mudando sua categoria social para se tornar um agricultor patronal. Nesse caso, na medida em que os critérios de alocação de recursos adotados pelo agricultor se alteram, a dinâmica de acumulação da sua unidade de produção também será alterada.

A dinâmica de acumulação de um sistema de produção pode, portanto, ser considerada como uma propriedade emergente do mesmo na medida em que, em ambos os casos, o comportamento do agricultor pode ser estritamente racional. Em outras palavras, agricultores igualmente racionais podem estar associados a diferentes dinâmicas de acumulação. Por outro lado, a racionalidade dos agricultores, isto é, o fato do seu comportamento ser coerente com os seus interesses, não significa que todos adotem os mesmos critérios de decisão, os quais dependem das condições específicas de cada um e são definidos por relações sociais de produção, de trocas e de propriedade, considerando os recursos disponíveis para a sua reprodução social.

Então, nessa pesquisa os sistemas de produção agropecuários são considerados como sistemas complexos e abertos, na medida em que as relações não lineares apresentadas pelos mesmos geram bifurcações e propriedades emergentes.

1.2.5 A Teoria da Complexidade e o Uso da Programação Matemática

Foi utilizada a Programação Matemática (PM) como uma ferramenta para a elaboração de modelos, contudo, a importância de uma adequada compreensão da complexidade que envolve os sistemas de produção terá consequências na formulação dos modelos e principalmente nos resultados neles obtidos. O uso de ferramentas matemáticas na abordagem sistêmica de unidades de produção agropecuária permite que se teste a coerência da sua estrutura e do seu funcionamento de forma metódica e rigorosa. Neste sentido destacam-se os métodos de otimização, os quais, ao indicar como os recursos disponíveis podem ser utilizados da forma economicamente mais vantajosa, atribuem um sentido prospectivo à análise.

A dinâmica evolutiva da agricultura contrasta com o caráter estático e normativo da modelagem de sistemas de produção por meio da programação matemática. Como discutido

anteriormente os sistemas de produção nunca são estáveis, nem mesmo aqueles dos agricultores mais capitalizados que se encontram acima do nível de reprodução social, mas por outro lado, a programação matemática indica um resultado econômico que é estável. Neste trabalho, os modelos de programação matemática serão, portanto, utilizados para indicar o potencial de produção, e não qualquer tendência (no sentido preditivo deste termo), do sistema de produção nas suas condições históricas. Para a elaboração dos modelos, será considerado um conjunto de condições técnicas, como por exemplo, os recursos e a tecnologia disponíveis e os critérios de decisão adotados pelos agricultores.

A solução obtida na programação matemática de um modelo de sistema de produção agropecuária, conforme explica Silva Neto e Oliveira (2009), deve ser considerada como uma referência indicativa de um certo padrão de comportamento do sistema, e não como um estado ótimo absoluto. Ou seja, a solução fornece quais são as ordens de grandeza das variáveis envolvidas no modelo, as quais representam um conjunto de estados possíveis e não um estado ótimo qualquer.

Na formulação dos modelos de programação matemática de um sistema de produção agropecuária é preciso ter clareza de que o modelo se constitui em uma representação estática de uma realidade que é dinâmica e evolutiva. Sendo assim, é fundamental que os coeficientes (técnicos e econômicos) utilizados no modelo representem os fluxos característicos da dinâmica da unidade de produção analisada, ao invés de estados particulares, característicos de um ponto específico da sua trajetória. Formular um modelo é “eleger quais aspectos da realidade são considerados mais relevantes e quais podem se descartados para a solução de um problema” (SILVA NETO E OLIVEIRA, 2009; p. 14).

1.3 MODELAGEM DOS SISTEMAS DE PRODUÇÃO

A programação matemática é a ferramenta utilizada nessa pesquisa para a realização da quinta etapa explicitada anteriormente. O método de programação matemática utilizado para a análise dos sistemas de produção é a programação linear, que consiste na solução de problemas estáticos e lineares de otimização sob restrições.

O uso de ferramentas matemáticas na abordagem sistêmica de unidades de produção agropecuária, de acordo com Silva Neto e Oliveira (2009), possibilita testar a coerência da sua estrutura e do seu funcionamento de maneira metódica e rigorosa. Assim sendo, os métodos de otimização dos sistemas produtivos atribuem um sentido prospectivo à análise na medida

em que mostram como utilizar os recursos disponíveis da maneira economicamente mais vantajosa.

Muitos dos pacotes computacionais atualmente disponíveis apresentam soluções confiáveis, dentre esses pode-se incluir o software LINGO - "Linear and Integer Optimizer" - da LINDO Systems que foi usado nessa pesquisa. Por essa razão os aspectos matemáticos da programação linear não serão abordados.

1.3.1 Formulação de Restrições

Em problemas de programação matemática existem, essencialmente, dois tipos de restrições: as externas e as internas. As restrições externas correspondem às limitações físicas impostas à dimensão do sistema pela disponibilidade de recursos externos. Em uma unidade de produção agropecuária esses recursos correspondem, geralmente, à superfície de terra, à mão-de-obra, às instalações, máquinas, equipamentos e ao capital circulante. Tais recursos são externos porque sua quantidade é fixa, ou seja, não pode ser alterada durante o ciclo de produção representado pelo modelo. As inequações que representam as restrições externas sempre possuem um número que expressa a quantidade disponível do recurso. Já as restrições internas correspondem a recursos gerados no interior da unidade de produção ou podem ser adquiridos fora dela (SILVA NETO E OLIVEIRA, 2009).

De acordo com Silva Neto e Oliveira (2009), os principais conjuntos de restrições que normalmente são utilizados em modelagem dos sistemas de produção agropecuária, são:

Restrições de superfície: Essas restrições também podem ser chamadas de restrições de terra. É importante representar a maneira como a terra pode ser utilizada e quais são os tipos de terra relevantes. Então é preciso distinguir as atividades que concorrem por uma mesma gleba de terra daquelas que não concorrem entre si pela mesma superfície agrícola.

Também, duas atividades podem ser concorrentes por área apenas em uma época do ciclo produtivo, por exemplo, na época de colheita de uma delas e de plantio da outra. Sendo assim, não existe uma restrição quanto à terra, mas sim de algum outro recurso que pode ser limitante, como por exemplo, recurso relacionado à operação de plantio e colheita, como máquina ou mão-de-obra.

Restrições de mão-de-obra: Essas restrições são consideradas, ao lado da superfície, uma das principais restrições de recursos em unidades de produção agropecuárias. Há uma dificuldade na modelagem do uso da mão-de-obra em unidades de produção decorrente do

fato de que em algumas operações o trabalho executado não é linearmente proporcional à escala de produção.

Restrições de máquinas, equipamentos e instalações: São semelhantes às restrições de mão-de-obra, muitas vezes o número de horas exigido para efetuar uma operação com uma determinada máquina corresponde ao número de horas de trabalho exigido pela operação. Nas restrições de máquinas e equipamentos, a sua disponibilidade pode ser um limitante à escala de produção na medida em que as operações agrícolas exigem a sua utilização. Já nas restrições de instalações, geralmente, apenas a capacidade máxima disponível é usada.

Restrições de rotação de culturas: Em um modelo de programação linear, a definição de uma atividade além de depender da espécie cultivada, do seu itinerário técnico, rendimento, etc, também depende da cultura precedente, a qual pode exercer um efeito significativo sobre o rendimento obtido (principalmente considerado no médio e longo prazo). Normalmente os modelos de programação matemática de unidades de produção incluem restrições de rotação que impõem certos limites à especialização do sistema de produção.

Em uma rotação considera-se, geralmente, apenas uma cultura que depende do cultivo precedente de uma outra para manter o seu rendimento, sendo que o inverso não é verdadeiro. Por exemplo, estudos indicam que, na região Noroeste do RS, a cultura do milho deve ser cultivada pelo menos uma vez a cada dois ou três anos para que o rendimento da soja possa ser mantido. Já o inverso, parece não ser verdadeiro, sendo possível cultivar o milho continuamente sem que isto acarrete grandes problemas no seu rendimento.

Restrições de fertilidade do solo: Na medida em que a produção agropecuária significa uma “exportação” de nutrientes retirados do solo, estes precisam ser repostos para que o nível dos rendimentos não diminua. Muitas vezes já está considerada implicitamente no resultado econômico expresso na função objetivo uma reposição adequada destes nutrientes. Mas em certos casos, pode ser interessante considerar alternativas de reposição dos nutrientes no solo com diferentes custos, especialmente quando existem naquela unidade atividades de produção animal que disponibilizam dejetos que podem ser utilizados como adubo. Então, nesse caso são formuladas as restrições de fertilidade do solo.

Essas restrições, internas, implicam o cálculo da necessidade de atividade de cada um dos nutrientes considerados relevantes e da disponibilidade efetiva destes proporcionada por cada uma das alternativas de adubação após a sua adição ao solo.

Restrições de capital circulante: A formulação dessa restrição implica em uma simulação do “fluxo de caixa” da unidade de produção, podendo se mostrar difícil em certos

casos. A disponibilidade de capital circulante e o custo do seu empréstimo pelos agricultores podem influenciar a definição de sistemas de produção agropecuários.

Restrições de alimentação de animais: Um dos tipos de modelagem de alimentação animal, a definição de rações com custo mínimo para animais de corte, constitui-se em uma aplicação da programação linear. Nesse tipo de problema, dados os preços dos alimentos, o teor de nutrientes neles presentes e as necessidades da espécie animal consideradas as suas características (fase de crescimentos, principalmente), pode-se formular uma ração de custo mínimo que, conseqüentemente, proporcionará maior retorno econômico ao agricultor, na hipótese de que o animal terá o ganho de peso esperado. A minimização da função objetivo é submetida a restrições expressando que a disponibilidade de cada nutriente considerado relevante, fornecida pelos diferentes alimentos componentes da ração, dever ser superior à necessidade dos animais.

Este tipo de problema inclui também restrições expressando que a satisfação da necessidade de nutrientes pelos animais não deve levá-los a consumir uma quantidade de alimentos acima da sua capacidade de ingestão. Em geral, também são incluídas restrições que asseguram que certas proporções entre as quantidades de determinados tipos de alimentos devem ser respeitadas.

1.3.2 Modelagem da Bovinocultura Leiteira na Unidade de Produção

A bovinocultura de leite é composta por um conjunto de atividades, as quais podem ser otimizadas e analisadas por meio da programação matemática. Tais atividades, cujo nível ótimo normalmente está presente na solução de problemas de programação matemática que envolvem a produção de leite, são: a quantidade de concentrados a ser adquirida fora da unidade de produção, a distribuição das áreas de diferentes pastagens, a distribuição e a área destinada para a produção de volumosos (feno e silagem) e de concentrados (grãos) de distribuição livre, a dimensão do rebanho, o rendimento de leite por vaca, a produção de leite ao longo do ano, entre outras.

Como são necessários vários anos para que se consiga atingir uma determinada dimensão previamente definida de um rebanho leiteiro ou de um sistema forrageiro, Silva Neto e Oliveira (2009) salienta que esses problemas de programação matemática tratam da estruturação dos sistemas de produção a médio ou longo prazo. Isto porque vários anos podem ser necessários para que pastagens perenes possam ser plenamente utilizadas. Em relação ao rebanho, mesmo que se compre todas as vacas necessárias, ainda assim, é

necessário algum tempo para que as outras categorias do rebanho (como novilhas por exemplo) alcancem o número planejado.

Com isso, é imprescindível otimizar a produção de leite com dados que sejam adequados para o planejamento a médio ou longo prazo. Portanto, é importante uma criteriosa análise de preços (para o leite e os insumos) bem como a consideração de um rebanho em equilíbrio reprodutivo para a formulação do problema de programação matemática. Um rebanho encontra-se em equilíbrio reprodutivo quando o número de animais em cada categoria não varia ao longo dos anos.

A modelagem dos sistemas de produção com bovinocultura de leite considera a formulação de uma função objetivo, a qual maximiza o resultado econômico do sistema analisado e é dependente da combinação das atividades praticadas, essa função exige uma linearidade. Para a modelagem também é fundamental os coeficientes de entrada que caracterizam o sistema produtivo, como por exemplo, os índices zootécnicos, os teores de energia e proteína dos alimentos destinados aos animais, os rendimentos das forragens, o peso e a capacidade de ingestão dos animais, as necessidades (de energia e proteína) dos animais e a distribuição das pastagens ao longo do ano.

Algumas restrições são específicas da bovinocultura de leite:

Determinação do rendimento leiteiro: Com a utilização da programação matemática é possível otimizar a produção de leite e o número de vacas em lactação, conseqüentemente, o rendimento por animal. Para isso, considera-se que as vacas têm uma capacidade limitada de ingestão de alimentos e, portanto, de produção de leite, a qual estará diretamente relacionada com o teor de energia e de nutrientes dos alimentos.

Restrições de alimentação de bovinos de leite: Para limitar a produção de leite por vaca, deve-se dividir as restrições de alimentação entre restrições apenas para as vacas em lactação e restrições para as categorias do rebanho que não produzem leite.

Uma dessas restrições de alimentação do gado leiteiro compreende aquela relacionada à necessidade e disponibilidade de energia e nutrientes. Outro grupo de restrições é formado por aquelas que limitam a quantidade de matéria seca possível de ser ingerida, geralmente utiliza-se um índice geral médio (de 3%) relacionado apenas ao peso vivo dos animais. E por fim, considerando que os bovinos são ruminantes, são formuladas restrições que determinam um mínimo de volumosos a ser ingerido pelos animais, sendo geralmente fixado em 50% da capacidade de ingestão.

Restrições de ligação: É necessário formular uma série de restrições de ligação. Então, a produção de leite mensal, que pode variar de acordo com o teor de energia e de nutrientes

dos alimentos, deve ser ligada a uma variável que expresse o total de leite anual produzido, a qual determinará a receita total obtida com o leite. Isso também deve ser feito em relação à silagem e à ração fornecidas mensalmente aos animais de cada categoria do rebanho separadamente. Também é necessário formular um conjunto de restrições para garantir que a área equivalente à quantidade total de cada pastagem apreendida pelos animais não seja superior à área total disponível de cada pastagem, em cada mês do ano e para cada categoria animal separadamente.

2 TRANSFORMAÇÕES RECENTES DO SETOR LEITEIRO E O DESENVOLVIMENTO RURAL

Nesse capítulo é realizada uma análise da evolução do setor leiteiro, que vai desde a regulação estatal do setor até as mudanças que ocorreram de forma mais marcante a partir da década de 1990, além de uma análise das exigências das indústrias lácteas. Também é analisada a relação entre a agricultura familiar e o desenvolvimento rural no noroeste do Estado do Rio Grande do Sul.

2.1 A REESTRUTURAÇÃO DO SETOR

O setor leiteiro vem passando por algumas transformações. Para analisar essa situação é interessante entender os fatores que influenciaram a reestruturação do setor no território brasileiro em geral e gaúcho em particular. Como explica Paulillo e Alves (2002), no período de 1945 a 1990 o desenvolvimento agroindustrial leiteiro brasileiro foi caracterizado por uma fase de regulação estatal agropecuária na qual teve início a política de tabelamento dos preços do leite. As medidas, tomadas pelo Estado, de regulação de preços previam um preço mínimo, a estipulação de descontos quando havia sazonalidade da produção e havia o preço referente ao destino do produto, conhecido como leite/consumo e leite/indústria.

A partir da década de 50 foram intensificados os investimentos no beneficiamento do leite, que segundo os autores, ocorreu com o Plano de Metas de Kubitschek e sob influência da internalização da indústria de bens de capital, acentuando-se com isso a concorrência entre as empresas beneficiadoras. Já em meados dos anos 60 o Estado havia criado condições para formar um complexo agroindustrial lácteo.

O Estado continuou atuando nos preços ao longo desse período, como por exemplo, em 1964 parou de fixar o preço do leite que era destinado para indústria e liberou o tabelamento dos derivados de leite; em 1969 institui a política de preço diferenciado para o leite-cota e leite-excesso; no início dos anos 70 reprimiu os preços pagos aos produtores com o objetivo de evitar a superoferta do leite in natura. Paulillo e Alves (2002) explicam que a consequência dessa última medida foi a estagnação da produção no período de 1970/1973 a

qual se tornou insuficiente para atender a demanda brasileira, fazendo com que o governo federal tivesse que importar produtos em 1974. Ainda neste mesmo ano, o governo aumentou os preços pagos aos produtores como estímulo ao aumento da produção e aumentou os subsídios para o transporte das bacias de leite até as capitais, além de tomar uma política de importação de leite em pó. Já em 1976 os preços reais pagos aos produtores não foram mantidos pelo governo e começaram a diminuir. Ao longo da década de 70 não ocorreu o desenvolvimento esperado na atividade leiteira das principais bacias produtivas do país.

A década de 80 caracterizou-se, segundo os autores, por “impasses” entre o governo federal e os agentes privados lácteos, nessa época também surgiu a Seap (Secretaria Especial de Abastecimento e Preços) a qual ficou responsável pelas decisões relacionadas aos preços do leite, sob a justificativa de controlar os preços para proteger os produtores do oligopsônio. Em 1981 o governo liberou os preços do leite para o consumidor, mas os preços pagos aos produtores mantiveram-se os mesmos. Tal liberação ocorreu porque a produção nacional tinha sido relativamente elevada e o Brasil havia importado leite em quantidade significativa, ocasionando conseqüentemente a queda dos preços.

O Brasil enfrentou uma crise econômica no final da década de 80, caracterizada pela inflação, a qual ocasionou, de acordo com Paulillo e Alves (2002), uma queda na demanda de produtos lácteos que teve como conseqüência a diminuição da produção. Ainda com a regulação do Estado, nos anos 80 o governo manteve a importação de leite em pó para atenuar o problema de abastecimento que havia no Brasil na época da entressafra. Os produtos importados eram subsidiados nos países de origem e conseqüentemente tinham preços menores. Wilkinson (1996) apud Paulillo e Alves (2002) afirma que isso desestimulava a produção nacional na entressafra e dificultava a geração de estoques na safra.

A maneira de regulação estatal não se sustentou porque o Estado passou por uma crise fiscal e política, assim, possibilitou a auto-regulação em cada complexo agroindustrial constituído no país (Belik e Paulillo, 2001 apud Paulillo e Alves, 2002).

A partir de 1991, frente à globalização e ao neoliberalismo, o setor lácteo passou por um processo de reestruturação que impulsionou o surgimento de um ambiente competitivo. De acordo com Galan e Jank (1998) estas transformações têm origem na desregulamentação do mercado, na abertura comercial externa advinda com a criação do Mercosul, na estabilização da economia do Brasil com o Plano Real (a partir de 1994) e na criação de normas sanitárias rígidas para o setor leiteiro.

De acordo com Rocha e Couto (2004) a abertura comercial coloca o produtor nacional em concorrência com produtos importados que são freqüentemente subsidiados, o Plano Real

e a estabilização da economia melhoram a capacidade de planejamento das empresas e incrementaram o consumo de derivados em função da alta elasticidade-renda desses produtos. Além disso, o Governo brasileiro implementou o Programa Nacional de Melhoria da Qualidade do Leite (PNMQL), em vigor desde 2005, com a perspectiva de melhorar as características sanitárias da atividade leiteira a partir de mudanças na legislação. Assim foi lançada a Instrução Normativa 51, em vigor a partir de julho de 2005, prevendo, dentre outras coisas, a granelização total do leite.

A partir dessas modificações, as indústrias adotam estratégias para a expansão de suas atividades no mercado brasileiro, causando um forte impacto no setor na medida em que passam a exigir uma série de ajustes e adaptações.

2.2 AS ESTRATÉGIAS DAS EMPRESAS DO SETOR LÁCTEO

O Brasil é o sexto maior produtor mundial de leite, e em relação a produção brasileira, dados do IBGE apontam que o Rio Grande do Sul é o terceiro estado no ranking da produção, responsável por 10% da produção nacional.

O noroeste do Rio Grande do Sul, desde 2007, é responsável por 65% de toda produção de leite no estado (MACHADO, 2007). Até a década de 90 duas empresas (Elege e Parmalat) eram responsáveis pelo maior volume de leite comercializado no Rio Grande do Sul. A partir da crise da Parmalat, outras tradicionais empresas começam a ter maior importância no volume de leite comercializado.

Mais recentemente, de acordo com Lang (2009), o Rio Grande do Sul foi escolhido para ser o local de várias plantas industriais que estão se instalando e pela ampliação das que já estão instaladas, pelo seu clima favorável e histórico na atividade. As principais empresas industriais no Estado são: CCGL em Cruz Alta, Embaré em Sarandi, Italac em Passo Fundo e Nestlé em Palmeira das Missões. As instalações, no caso da CCGL prevêm um porte relacionado ao volume de matéria-prima disponibilizada pelos associados, de 1.000.000 de litros recebidos por dia, esta empresa tem como objetivo exportar produtos para o mercado externo. Já a empresa Perdigão (Brasil Food), que assumiu o parque industrial da Elege alimentos, até então maior processador de leite no Estado, prevê a implantação de mais uma unidade no município de Três de Maio com capacidade de recebimento e processamento de 600 mil litros de leite diários.

Diante desse contexto, as indústrias adotam a estratégia de aumentar a produção e a rentabilidade, para isso estabelecem medidas para aumentar a produção, a escala e a

produtividade em nível dos produtores rurais fornecedores de leite. Como por exemplo, adotam o desafio de aumentar o rendimento que está em torno de 7 litros de leite por vaca por dia para 20 litros por vaca por dia, atingir uma produção de mais de 15 mil litros por hectare (ha) por ano e uma lotação de 3 a 4 vacas por hectare de pastagem. Para isso, adotam uma política de preços de acordo com a quantidade de leite entregue, ou seja, quem entrega maior quantidade recebe um preço maior por litro de leite. A granelização, por outro lado, permitiu o ampliamiento do pagamento diferenciado por volume e qualidade da matéria-prima (CCGL, 2009).

Com a reestruturação produtiva, alguns agricultores que não tinham condições de se adequar a estas exigências e que conseqüentemente tenderiam a serem excluídos do processo produtivo, passam a buscar alternativas na organização coletiva, isto é em cooperativas de agricultores familiares, o que possibilita acesso ao tanque de expansão de maneira associada e aumento do poder de barganha no preço recebido. Em entrevistas realizadas com algumas pessoas envolvidas no cooperativismo familiar do município de Ijuí, os agricultores que fazem parte de pequenas cooperativas conseguem receber até 20% a mais pela sua produção de leite, o preço recebido no ano de 2009 ficou em torno de R\$ 0,45 por litro entregue, o que ainda é baixo, mas já chegaram a receber R\$ 0,27 por litro produzido. As pequenas cooperativas enfrentam dificuldades para se manter e geralmente os associados com maior produção de leite acabam sendo atraídos por empresas lácteas que pagam um preço mais elevado pelo produto em função da escala de produção. Isso faz com que o número de agricultores familiares produtores de leite diminua, pois não possuem condições de se reestruturar conforme as exigências impostas pelas indústrias compradoras do produto.

2.3 ATIVIDADE LEITEIRA E O DESENVOLVIMENTO RURAL

Segundo Silva Neto e Basso (2005), os especialistas que analisam o desenvolvimento agropecuário possuem principalmente duas visões, uma que analisa o desenvolvimento como um processo aberto e evolutivo, e outra que diz respeito ao pensamento hegemônico e enfatiza o desenvolvimento como um processo fechado. Essa visão hegemônica acaba sendo reforçada pelas instituições na medida em que estas vão desenvolvendo normativas relacionadas à atividade leiteira.

Estas instituições e técnicos que compreendem o desenvolvimento como um processo fechado, partem do pressuposto de que, em tempos globalizados, existe um único caminho para os agricultores permanecerem na atividade agropecuária. Tal caminho deve passar pela

modernização, pela competitividade, pela eficiência, pela especialização e por maiores escalas de produção, corroborando com a idéia de que o agricultor eficiente é aquele que consome maior quantidade de insumos industriais e que obtém os maiores rendimentos físicos de suas culturas e criações e, no caso da produção de leite, recomendam uma produção intensiva com grande número de animais e com produção em escala. O impacto ambiental e socioeconômico dessas práticas tem pouca relevância e pouco importa se elas efetivamente contribuem para melhorar o nível de renda dos agricultores (SILVA NETO E BASSO, 2005).

Por outro lado, quando se analisa o desenvolvimento como um processo evolutivo, é possível compreender que esses “pacotes tecnológicos” não contribuem para o desenvolvimento rural, porque não consideram a existência da diferenciação entre os agricultores e entre as regiões produtoras. Sendo assim, considerando que cada tipo de agricultor possui condições de produção diferenciadas, não é possível propor modelos únicos de produção para culturas e criações.

A política de preços adotada pelas empresas lácteas vem estimulando a concentração da produção num número cada vez menor de produtores, e mesmo sob uma expectativa de aumento expressivo na produção, é projetada uma redução do número de produtores de leite a cada ano. Com isso muitos produtores familiares já estão abandonando a atividade em função dos baixos preços recebidos por produzirem em menor quantidade.

De acordo com Wilkinson (1997), citado em Silva Neto e Basso (2007), a competitividade a baixos níveis de concentração e produção significa que a produção de leite ainda é uma opção para um grande número de produtores. Segundo o mesmo autor, um dos grandes desafios da agricultura familiar está relacionado à ameaça de exclusão por parte de estabelecimentos especializados e de grande escala das atividades tradicionais desenvolvidas por unidades familiares e que continuam sendo responsáveis pela sua reprodução familiar, como é o caso da produção de leite.

Esta ameaça de exclusão tem sido reforçada pelo pensamento dominante a partir de meados dos anos noventa, principalmente pelas estratégias que têm sido propostas pelas indústrias ligadas ao setor. A elaboração e implementação de um plano de desenvolvimento orientado para elevar a escala mínima dos pequenos agricultores, segundo Basso e Silva Neto (1999) é muito complexa, já que este tipo de agricultor enfrenta limites em relação à quantidade e qualidade das terras, além de restrições severas quanto à capacidade de investimento.

Segundo Silva Neto e Basso (2007), essa proposta de produção em grande escala, indicada de maneira hegemônica em anos recentes, gera um problema do qual a indústria

parece não estar tomando consciência. É que aqueles agricultores que possuem terra suficiente para atingir uma boa rentabilidade da sua unidade de produção com a cultura de grãos, só irão produzir leite sob condições muito mais vantajosas do que as suportadas pelos pequenos produtores. Isso pode ser um problema para o abastecimento da indústria, principalmente em momentos de crise, pois faz com que os grandes agricultores se tornem muito menos estáveis na atividade leiteira.

A implantação do sistema proposto pelas indústrias pode ter consequências extremamente drásticas e negativas sobre o desenvolvimento rural, pois como explicam Silva Neto e Frantz (2003), levaria a uma concentração de renda e poderia provocar uma queda no seu nível global, resultando na exclusão de um elevado número de pessoas da atividade agropecuária.

3 DINÂMICA DA AGRICULTURA DO MUNICÍPIO DE IJUÍ/RS

Esse capítulo é baseado em um estudo de Lima et al. (2008) sobre a situação e perspectivas de desenvolvimento da agricultura do município de Ijuí-RS.

3.1 CARACTERÍSTICAS GERAIS DO MUNICÍPIO DE IJUÍ

O Município de Ijuí foi fundado em 31/01/1912, localizado na região noroeste do Estado do Rio Grande do Sul e distante 416 km da capital gaúcha (Porto Alegre). O município tem sua origem territorial do município de Cruz Alta – RS e possui atualmente uma área de 907,5 km².

O município possui uma população de aproximadamente 77.000 habitantes no ano de 2007, é um município com economia relativamente diversificada, com um índice médio de desenvolvimento (IDH = 0,803) e um índice de Gini da renda de 0,512. A agricultura representa cerca de 10% da economia municipal, com 14% da população residindo no meio rural (IBGE e Atlas do Desenvolvimento Humano do Brasil, 2009).

A tabela 1 apresenta dados sobre a estrutura fundiária do município de Ijuí/RS.

Tabela 1: Estrutura fundiária do município de Ijuí – RS, 2006

Área (ha)	Número Estabelecimentos	Área Total (ha)	Percentual estabelecimentos	% Acumulado	Percentual área	% acumulado
0 – 5	407	909	20,37	20,37	1,75	1,75
5 – 10	311	2.147	15,57	35,94	4,14	5,89
10 – 20	477	6.610	23,87	59,81	12,76	18,65
20 – 50	571	16.973	28,58	88,39	32,75	51,40
50 – 100	161	10.701	8,06	96,45	20,65	72,05
100 – 200	48	6.088	2,40	98,85	11,75	83,80
200 – 500	19	6.092	0,95	99,80	11,75	95,55
500 – 1000	4	2.304	0,20	100	4,45	100
Total	1998	51.824	100		100	

Fonte: IBGE, 2009.

Conforme pode ser observado na tabela 1, de acordo com a estrutura fundiária do

município, podemos verificar que no ano de 2006 o município tinha 1.998 estabelecimentos agropecuários e que era caracterizado por propriedades com uma área média de 26 ha.

Verifica-se que em torno de 60% dos estabelecimentos possuem até 20 hectares e detêm apenas 18,65% do total de área, enquanto que, 3,55% dos estabelecimentos que possuem mais de 100 hectares ocupam quase 30% da área total.

3.2 ZONEAMENTO AGROECOLÓGICO DO MUNICÍPIO

As transformações ocorridas na paisagem desde o início da colonização até os dias atuais do atual município de Ijuí configuraram quatro regiões distintas do ponto de vista do desenvolvimento agrícola, conforme mostra a Figura 1. A microrregião 1 de **“agricultura capitalizada”**, região norte e leste do município, é originária principalmente de área de campo nativo e caracteriza-se por apresentar solos vermelhos e profundos, relevo plano o que facilita a mecanização das lavouras. Verificou-se que nessa região, a presença de áreas de preservação permanente não é muito expressiva, e que a hidrografia é composta principalmente pelo Rio Ijuí.

As unidades de produção predominantes na região são patronais e familiares de grande porte, bem estruturadas com tração mecanizada completa e instalações em bom estado de conservação, são distantes uma das outras, indicando ser uma região de densidade demográfica baixa. A produção de grãos é predominante na paisagem desta microrregião, podendo estar combinada com a atividade leiteira. No verão, a produção vegetal baseia-se na cultura da soja e milho, e no inverno na produção de trigo e aveia. A atividade leiteira predominante é bastante intensiva, com produção de alta escala, mas muitas vezes associadas a impactos ambientais provenientes da deposição de dejetos nas margens de alguns riachos.

A microrregião 2, de **“agricultura pouco capitalizada”**, originária de áreas de mata nativa, abrange a região Sul, Oeste e Noroeste do município. Caracteriza-se por apresentar solos rasos e com pequenos afloramentos de rochas, relevo ondulado a íngreme nas margens do Rio Ijuí, presença de mata ciliar e capoeiras, pequenos e médios arroios e os rios Ijuí, Potiribú e Conceição.

Nessa microrregião a densidade demográfica é mais alta do que nas outras. A agricultura é praticada, predominantemente, por pequenos agricultores familiares pouco capitalizados ou em processo de descapitalização. A mecanização é predominantemente incompleta, a superfície agrícola por unidade de produção é relativamente pequena, a infraestrutura (instalações), em geral, se encontra antiga. Os sistemas de produção são constituídos

basicamente pela produção de grãos e de leite relativamente extensivo (rebanho misto e poucas áreas de pastagem), e de pequena escala, além da subsistência.

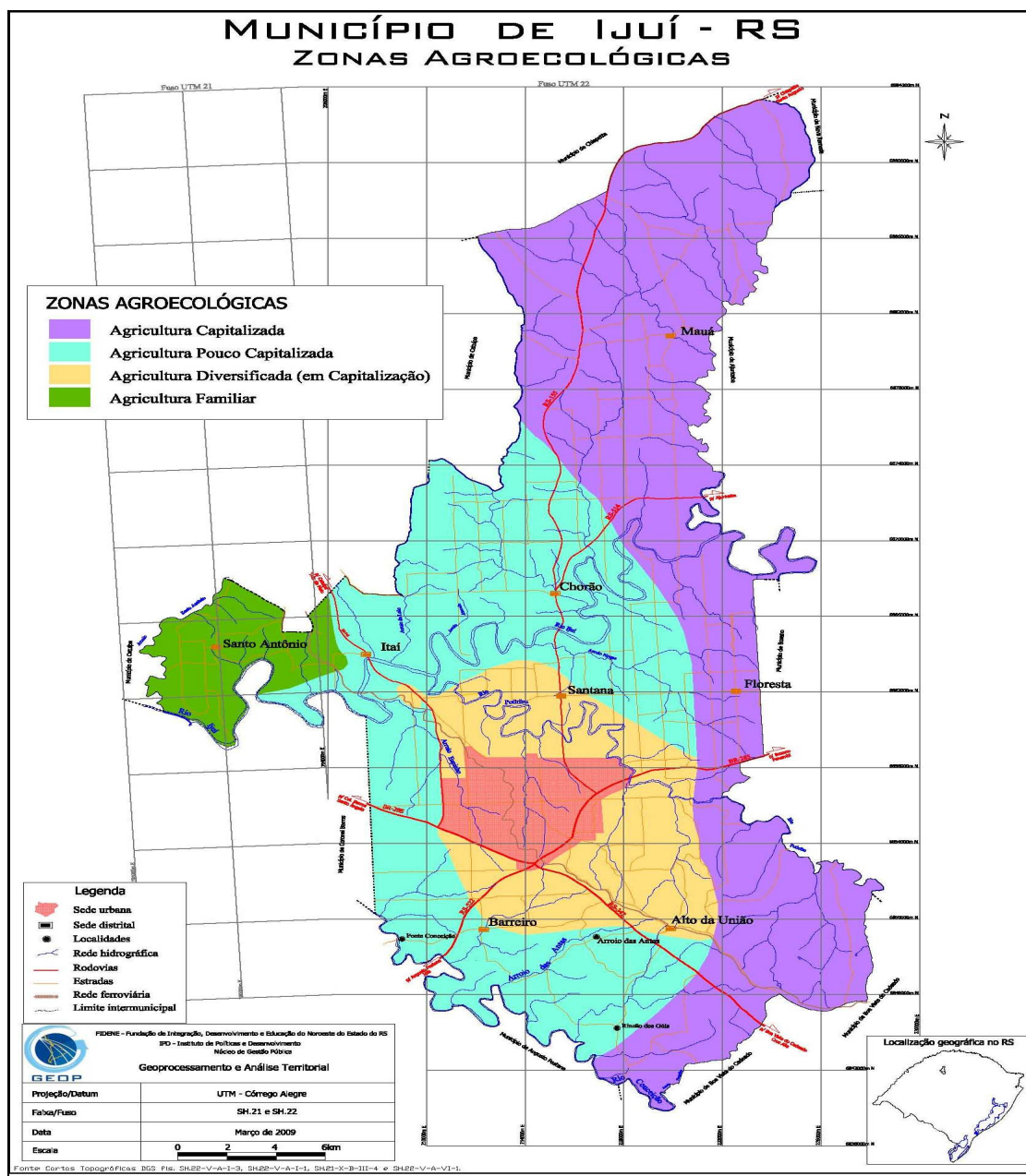


Figura 1: Microrregiões Geográficas do Município de Ijuí – RS.

Fonte: Laboratório de Geoprocessamento da UNIJUÍ, 2008.

A microrregião 3 se caracteriza pela predominância de uma *“agricultura diversificada (em capitalização)”*, conhecida como “cinturão verde” e compreende os arredores da sede municipal. A hidrografia é composta por arroios, córregos e o Rio Potiribú, o relevo é

levemente ondulado a plano, os solos são vermelhos (argilosos) e profundos com poucas áreas com declives.

Predominam agricultores familiares mais capitalizados do que na microrregião 2 e menos capitalizados do que na microrregião 1, com predominância de tração mecanizada incompleta e instalações em regular estado de conservação. As unidades de produção são de médio porte, não muito distantes umas das outras, o que indica a densidade demográfica da microrregião.

A produção agrícola é mais diversificada, com sistemas de produção constituídos pelos viveiros (produção de mudas), horticultura, cultivo de soja e trigo em pequena escala, cana de açúcar, milho e pastagens de tifton, milheto e aveia/azevém destinados à alimentação do gado leiteiro. A atividade leiteira, de média e grande escala, é desenvolvida de forma mais intensiva. Além da alimentação forrageira, muitos agricultores fornecem aos animais suplementação mineral e alimento concentrado. A suinocultura integrada também se encontra presente em algumas unidades de produção dessa microrregião.

A microrregião 4, localizada ao Leste do município, abrangendo a localidade da Colônia Santo Antônio, difere-se das demais microrregiões delimitadas por apresentar a fruticultura (uva) nos sistemas de produção combinada geralmente com a produção de grãos (principalmente soja e trigo) em pequena escala e com a produção leiteira extensiva. As demais características são semelhantes as da zona de agricultura pouco capitalizada.

3.3 EVOLUÇÃO E DIFERENCIAÇÃO DA AGRICULTURA

As informações para essa análise foram obtidas em entrevistas com os agricultores mais antigos do município de Ijuí e realizadas durante o estudo desenvolvido pelo Departamento de Estudos Agrários da UNIJUÍ (LIMA et al., 2008). Até 1890 a região correspondente ao atual município de Ijuí era constituída por duas paisagens naturais de terras devolutas, uma típica de floresta (mata nativa) e outra de campo. Na floresta as áreas eram ocupadas por índios Caingangues, os quais praticavam uma agricultura de derrubada e queimada com pousio arbóreo de longa duração, por meio da qual cultivavam milho, feijão e mandioca, como mostra os fatos ecológicos, técnicos e socioeconômicos sintetizados no apêndice A . A produção era realizada com instrumentos de trabalho rudimentares como facão, enxada e foice, por exemplo. Esse sistema adotado pelos indígenas apresentava uma alta produtividade devido à eficiência da queimada além de uma necessidade baixa de capital,

enquanto que a baixa densidade populacional permitia a prática de sistemas de cultivo com pousios longos, pois a demanda de alimentos era relativamente baixa.

Na área de campo nativo (que atualmente compreende grande parte da microrregião 1) a vegetação predominante era a barba de bode e o território era ocupado por estancieiros vindos da região da fronteira do Rio Grande do Sul, os quais exploravam extensivamente as áreas de pastagens naturais com pecuária de corte, utilizando-se da mão-de-obra dos caboclos meeiros (assalariados). Estes caboclos assalariados acabam entrando na floresta (região que compreende atualmente as microrregiões 2, 3 e 4 descritas no zoneamento agroecológico) para praticarem uma agricultura itinerante e adotam o sistema de derrubada e queimada praticado pelos índios.

A partir de 1890 inicia-se na floresta uma *fase de formação da colônia* por populações de origem européia (imigrantes europeus descendentes de europeus não ibéricos) vindas das chamadas Colônias Velhas, que se estende até 1912. Com propriedades com lotes de 25 hectares para cada família e adotando o sistema de derrubada e queimada dos índios e dos caboclos, a nova colônia se forma mediante uma policultura para subsistência, com produção de milho, mandioca, feijão, batata, para consumo da família, e têm a banha como principal produto comercial.

O excedente da produção era comercializado em troca de mantimentos no comércio local, bolichos, moinhos, por exemplo. Além da banha, havia a pluriatividade de atividades não agrícolas, como o trabalho nas estradas e a extração de madeira, com a venda de dormentes, que também teve importância econômica para os agricultores. Os instrumentos de trabalho continuam sendo essencialmente manuais, baseados no ferro, como o uso do machado, enxada, facão e serrote, e da força de tração animal. Devido à alta densidade demográfica começa haver a necessidade de diminuição do tempo de pousio, e com isto acaba se tornando insuficiente para a reconstrução da biomassa, diminuindo a cobertura vegetal e a reciclagem de nutrientes, provocando uma queda progressiva na fertilidade natural dos solos.

Até os anos 40 (1912-1940), *fase de consolidação da colônia*, a produção era mais intensa, baseada em um sistema de produção especializado, no qual a comercialização do suíno tipo banha foi estimulada pela construção da ferrovia em 1912 e, esta atividade constitui-se na principal produção. A ampliação desse mercado permitiu a comercialização da produção para mercados regionais, para além do mercado local (moinhos e bolichos). A produção de subsistência passa a ter uma menor importância porque diminui a necessidade de troca, nesse período, ocorreu um aumento do desenvolvimento rural na medida em que vão se

desenvolvendo as atividades não agrícolas, como por exemplo, as serrarias, carpintarias e ferrarias, estimuladas pelo aumento da tração animal e uso de equipamentos em geral.

Nos anos 40 até a segunda metade da década de 1960 (1940-1965) foi marcado pela *crise da agricultura colonial*, especialmente em função da crescente diminuição dos rendimentos dos cultivos, resultante do uso intensivo da terra decorrente da crescente redução do tempo de pousio e, conseqüentemente, da diminuição da fertilidade do solo. Com efeito, a reposição natural e orgânica da fertilidade, por meio do pousio, adubação verde e dejetos animais, encontrou seus limites diante das necessidades dos cultivos. Por outro lado, neste período assiste-se a queda do preço do suíno banha, fortemente influenciada pela substituição da banha pelos óleos vegetais e pela introdução do suíno tipo carne. Segundo Lima et al. (2008), na região de campo a partir de 1945, os assalariados² começam arrendar áreas para plantarem trigo, isto devido à política pública de apoio para ter crédito (subsídios).

A crise da agricultura colonial condicionou a busca de alternativas e com isso estimulou o início, a partir de meados dos anos 65, de uma nova fase no processo de desenvolvimento da agricultura de Ijuí, baseada em outra maneira de reprodução da fertilidade do solo e em novas alternativas de reprodução socioeconômica dos agricultores. Chamada de “*agricultura especializada e baseada em insumos industriais*” essa nova fase se caracteriza, essencialmente, pela mecanização e uso intensivo de insumos de origem industrial, inicialmente desenvolvida no sistema de produção denominado **binômio trigo-soja**. Esse período compreendido entre 1965 e 1984, se caracterizou dessa maneira, com o apoio do Crédito Rural, o qual possibilitou o aumento da produção de soja juntamente com as cooperativas que já estavam instaladas no local.

Após 1984, inaugura-se a fase denominada de *diversificação da agricultura*, onde houve a ocorrência de uma crise caracterizada por fortes restrições nas condições de produção, principalmente em função da queda e estabilização do preço da soja e da diminuição das facilidades de acesso ao crédito. Face às novas exigências impostas pelas novas condições socioeconômicas, os agricultores passam a diversificar e intensificar a produção, adotando sistemas produtivos que geram maior valor agregado, baseados na atividade leiteira, produção de mudas e hortaliças, principalmente.

O processo de desenvolvimento da agricultura “moderna” promoveu profundas transformações na paisagem e acentuou a diferenciação geográfica e socioeconômica na agricultura, evidenciando a existência de diferentes trajetórias de acumulação de capital. Essa

² Para mais detalhes ver Silva Neto e Basso (2005).

diferenciação resultou, essencialmente, das desigualdades físicas e socioeconômicas iniciais dos agricultores, somadas a outras suplementares acumuladas ao longo de suas trajetórias de evolução. Assim, com o sistema milho-suíno da agricultura colonial, alguns agricultores acumularam o suficiente para ampliar a superfície agrícola, por meio da compra de terra de outros colonos. Esses agricultores, pelo fato de possuírem maiores áreas de terras, tiveram acesso facilitado ao crédito rural subsidiado e rapidamente adotaram os sistemas de produção baseados no cultivo da soja, enquanto aqueles com áreas menores e menos capitalizados foram condicionados à prática do sistema de produção com tração animal ou com prestação de serviços mecanizados de terceiros.

De uma maneira geral, os agricultores que conseguiram atingir um bom nível de acumulação com a produção de grãos foram os que tiveram as melhores condições para enfrentar as dificuldades provenientes do fim dos subsídios, diminuição do crédito e, posteriormente, à queda do preço da soja. Em função dessa crise a evolução ocorreu basicamente de duas maneiras, uma que está relacionada com os agricultores que possuíam menores áreas agrícolas e que acabaram diversificando a produção, principalmente através do aumento da produção de leite, a qual se expandiu a partir de 1985. A outra maneira de evolução foi a intensificação da cultura da soja pelos agricultores que tinham melhores condições de área e capitalização, ou seja, aumento dos seus resultados econômicos obtidos por unidade de superfície, especialmente através de sistemas de rotação e manejo relacionados ao desenvolvimento nos anos 90 do sistema de plantio direto na palha.

No entanto, os agricultores que não conseguiram atingir uma certa capitalização com a cultura da soja encontraram dificuldades de se manter no meio rural e muitos foram excluídos do setor agropecuário. É o caso dos agricultores localizados em microrregiões com condições fisiográficas desfavoráveis à produção de grãos (como topografia acidentada, solos rasos e afloramentos de rocha) ou que dispõem de áreas muito pequenas para tornar rentável este tipo de produção. Aqueles que conseguiram permanecer na agricultura tiveram que adotar atividades mais intensivas, sendo o leite uma das principais opções pelo fato de gerar relativamente uma boa renda por unidade de área e assim possibilitar a remuneração do trabalho familiar e garantir a permanência desses agricultores na atividade agropecuária.

Essa evolução e diferenciação da agricultura possibilitou um processo de desenvolvimento diferenciado, onde o sistema agrário estudado evoluiu e se diferenciou ao longo de sua trajetória, como pode ser visualizado na figura 2, originando diferentes tipos de sistemas de produção.

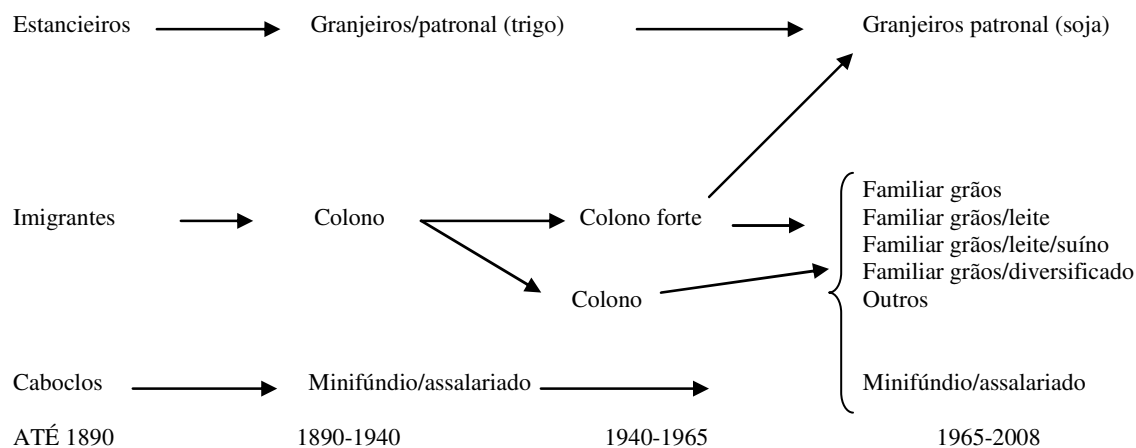


Figura 2: Diferenciação Social e Trajetórias de Acumulação de Capital.
Fonte: Dados da pesquisa, 2008.

3.4 SISTEMAS DE PRODUÇÃO E A REPRODUÇÃO SOCIAL DOS TIPOS DE AGRICULTORES

A viabilidade dos tipos de unidades de produção no longo prazo é analisada em termos da renda, gerada pelos sistemas de produção praticados, necessária para assegurar a reprodução socioeconômica dos agricultores. Essa análise permite verificar em que medida os sistemas de produção geram renda agrícola por unidade de trabalho familiar suficiente a ponto de despertar o interesse do agricultor em permanecer na agricultura no médio e longo prazo.

Este modelo de análise permite comparar a remuneração anual média de um trabalhador (RA/UTf) com o custo de oportunidade da mão-de-obra, representado pelo nível de reprodução social. Para esse fim, foi considerado um valor equivalente a um salário mínimo mensal vigente no ano de 2008, de R\$ 415,00, que, incluindo o décimo terceiro, corresponde a uma renda anual por unidade de trabalho familiar de R\$ 5.395,00. Considerou-se o salário mínimo como custo de oportunidade porque na região noroeste do RS, provavelmente, cada unidade de trabalho (UT) receberia esse valor caso deixasse de trabalhar na atividade agrícola e fosse exercer outra atividade no meio urbano. Além disso, indica a área mínima necessária para que cada trabalhador consiga assegurar este nível de renda, bem como a intensidade do sistema de produção, avaliado pelo valor do coeficiente angular - “a” - da função da renda, que representa a Margem Bruta (MB) por unidade de área.

As transformações ocorridas ao longo da evolução da agricultura do município de Ijuí definiram a diferenciação entre os agricultores, aumentando a diversidade dos sistemas de produção. Para tornar compreensível a diversidade da agricultura, inicialmente os agricultores

foram identificados e agrupados em duas categorias socioeconômicas, segundo as relações de produção (familiares e patronais), de propriedade (arrendatários, meeiros, proprietários, etc.) e de troca (relação com o mercado) que mantêm. A *categoria de agricultores patronais* é composta por agricultores que se localizam na microrregião de agricultura capitalizada, os quais possuem um grau de capitalização relativamente elevado, unidades de produção com áreas relativamente maiores e tração mecanizada completa (TMC), e empregam mão-de-obra contratada de forma permanente. Os *agricultores familiares* empregam exclusivamente mão-de-obra familiar e estão distribuídos por todo território do município.

As figura 3 e 4 apresentam a reprodução social dos diferentes tipos de unidades de produção agropecuárias, foram separadas em patronais e familiares porque possuem escalas muito diferentes.

A partir das informações constantes na figura 3, verifica-se que os tipos de unidades de produção Patronal Grãos e Patronal Grãos Leite geram as maiores rendas por unidade de trabalho familiar, respectivamente, em função das maiores superfícies agrícolas que possuem. O sistema de produção patronal com leite é mais intensivo, em relação à margem bruta global por unidade de área explorada, do que qualquer sistema com leite dos familiares.

Verifica-se na figura 4, que os tipos familiares especializados em grãos e os que combinam grãos com leite geram renda relativamente altas, apesar de praticarem sistemas de produção pouco intensivos, mas com superfície agrícola explorada ligeiramente superior ao tamanho médio das áreas dos demais tipos familiares. Por outro lado, observa-se que os tipos que diversificam o sistema de produção com atividade animal intensiva, como o suíno integrado e o leite mais intensivo, atingem renda por unidade de trabalho familiar elevadas, e que possuem uma contribuição marginal acima de R\$ 1.000,00/ha. Enfim, o tipo familiar que produz leite extensivo em pequena escala e o tipo Minifundiário gera, uma menor renda por unidade de trabalho familiar e uma baixa RA/UTf em função da pequena superfície agrícola disponível e/ou do baixo nível de intensificação do sistema de produção, medido pela margem bruta por unidade de superfície explorada (coeficiente “a”). Os agricultores pertencentes ao tipo Minifundiário permanecem no meio rural, mesmo não atingindo o NRS, porque o que geram na unidade de produção fica para o consumo da família, normalmente complementado com renda proveniente da venda de trabalho.

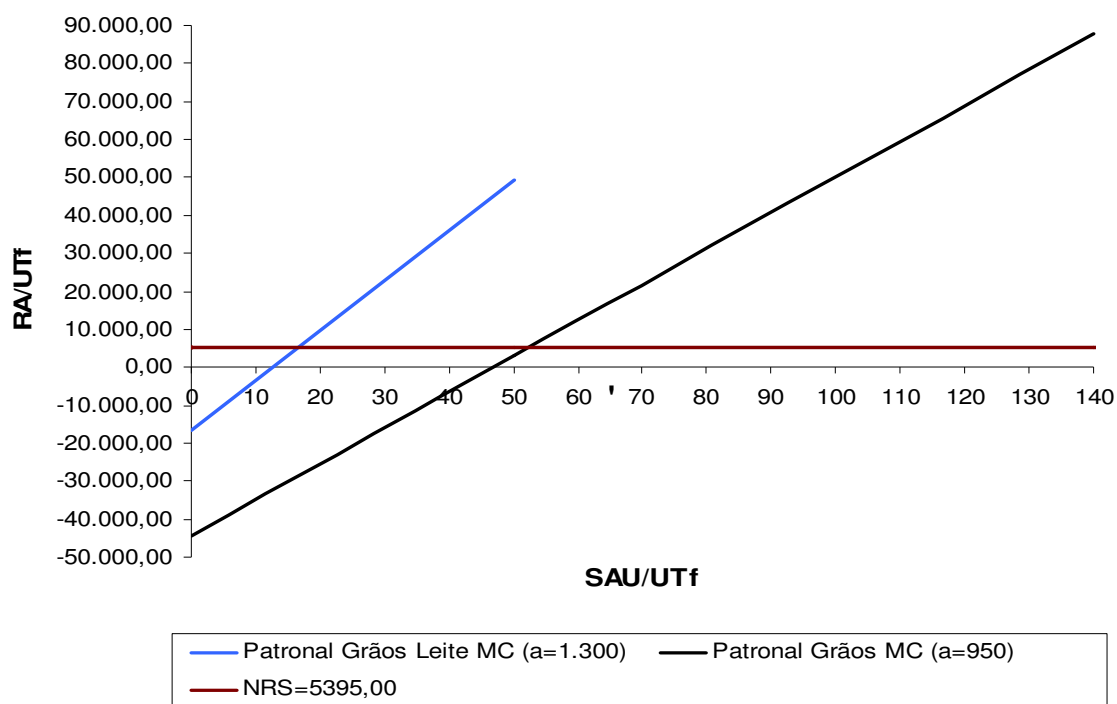


Figura 3: Reprodução Social dos Tipos de Agricultores Patronais.

Fonte: Dados de pesquisa, 2008.

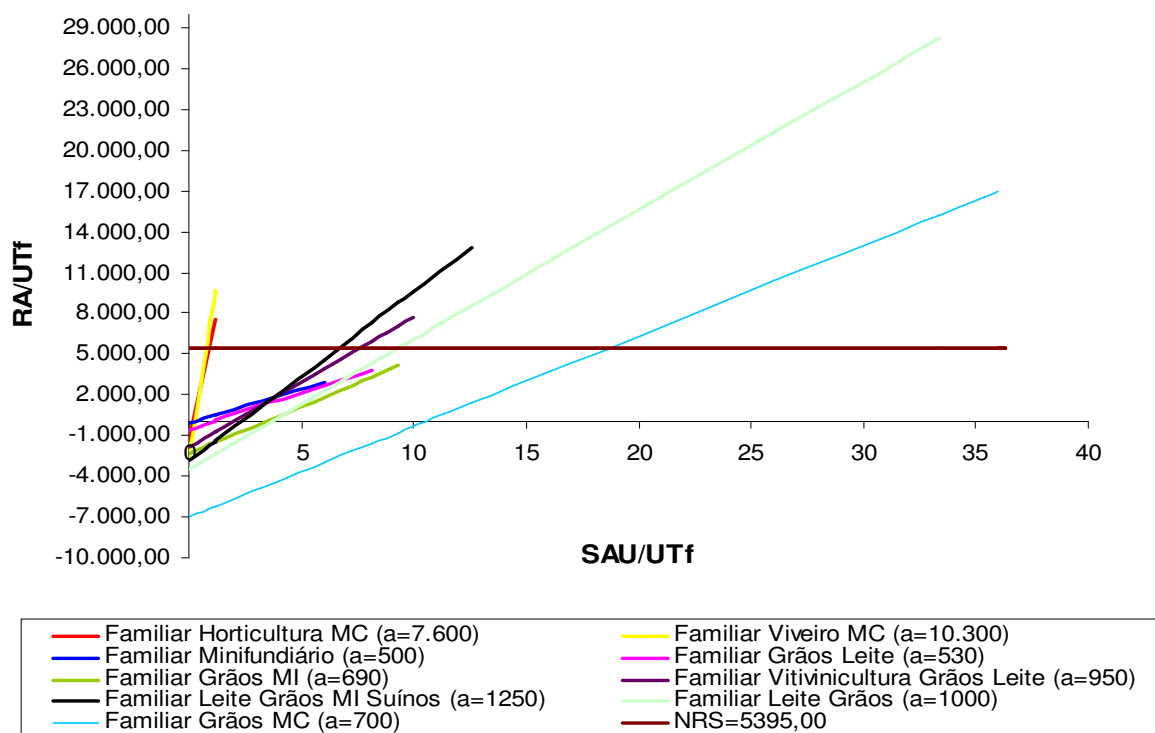


Figura 4: Reprodução Social dos Tipos de Agricultores Familiares.

Fonte: Dados de pesquisa, 2008.

Os sistemas patronais não são muito diferentes de alguns familiares em termos de intensificação (“a”), o diferencial é que os tipos patronais necessitam de uma maior infraestrutura medida pelo gasto fixo (“b”) e por isso precisam de uma maior disponibilidade de área útil por unidade de trabalho (SAU/UTf) para alcançarem o nível de reprodução social. É importante dizer que, talvez o salário mínimo não seja o custo de oportunidade para os tipos patronais, pois a renda agrícola deve ser maior que o salário mínimo para sinalizar estabilidade do sistema de produção e permanência desses agricultores no meio rural.

As informações na tabela 2 permitem identificar a superfície agrícola por trabalhador familiar (SAU/UTf) e total (SAU) necessária para gerar o nível mínimo de renda suficiente para assegurar a reprodução socioeconômica em cada tipo de unidade de produção. Verifica-se que os tipos familiar horticultura e familiar viveiro têm um potencial de gerar este nível mínimo de renda com área menor que um hectare por UTf. Com áreas superiores a 6,0 hectares por UTf pelo tipo familiar que associa leite intensivo com grãos com mecanização completa e suinocultura integrada. O tipo familiar que associa vitivinicultura com grãos e leite e o tipo que produz leite intensivo com grãos conseguem atingir o nível de reprodução social com SAU/UTf em torno de 8,0 hectares.

Tabela 2: Sistemas de produção e reprodução social dos tipos de agricultores

Sistemas de produção	SAU	UTf	SAU/UTf	SAU mínima NRS = RA/UTf
Patronal Grãos MC	280,00	2,0	140,00	55,00
Patronal Grãos Leite MC	100,00	2,0	50,00	16,00
Familiar Grãos MC	72,00	2,0	36,00	18,00
Familiar Grãos MI	15,00	1,5	10,00	11,00
Familiar Leite Grãos MC Suíno	31,50	2,5	12,60	6,00
Familiar Vitivinicultura Grãos Leite	20,00	2,0	10,00	8,00
Familiar Horticultura TMC	3,50	3,0	1,17	0,90
Familiar Viveiro TMC	3,00	2,5	1,20	0,80
Familiar Grãos Leite extensivo	16,00	2,0	8,00	11,00
Familiar Leite intensivo Grãos	50,00	1,5	33,33	9,00
Familiar Minifundiário	9,00	1,5	6,00	11,00

Fonte: Dados de pesquisa, 2008.

Esse nível mínimo de renda pode ser obtido com áreas acima de 11 hectares por unidade de trabalho familiar pelos tipos familiares com mecanização incompleta especializado em grãos, que combinam grãos e leite extensivo e familiar minifundiário. Com SAU/UTf em torno de 16 e 55 hectares, os tipos patronais grãos com produção de leite e especializado na produção de grãos, respectivamente, podem proporcionar renda equivalente ao nível de reprodução social. Este nível de renda pode ser obtido com áreas superiores a 18 hectares por unidade de trabalhador familiar no tipo familiar especializado em grãos com mecanização completa. Finalmente, tem cinco tipos que podem se reproduzir com superfície agrícola útil por unidade de trabalho familiar menor que 10 hectares.

3.5 TIPOS DE SISTEMAS DE PRODUÇÃO COM BOVINOCULTURA LEITEIRA

As categorias de agricultores foram estratificadas em onze tipos de sistemas de produção, de acordo com a combinação dos meios de produção disponíveis e das atividades agropecuárias desenvolvidas. Desses tipos, cinco desenvolvem a atividade leiteira e serão estudados a seguir.

As informações apresentadas nos gráficos de cada sistema de produção demonstram a composição da renda agrícola (contribuição de cada atividade na formação da renda agrícola anual). O grau de intensificação das atividades em relação à superfície agrícola explorada é avaliado pela inclinação da reta de cada atividade, medido pelo coeficiente angular “a”, ou seja, as atividades mais intensivas são àquelas representadas pelas retas mais próximas do eixo y e maior coeficiente angular. Em contrapartida, as atividades menos intensivas são representadas pelos segmentos de retas menos inclinadas, mais próximas do eixo x, e apresentam uma menor contribuição marginal em relação à área (coeficiente “a”).

Tipo Patronal Grãos / Leite: são predominantes na região de agricultura capitalizada e se caracterizam por disporem área agrícola relativamente alta (em torno de 100 ha) e praticarem um sistema de produção baseado na produção de grãos e leite. No verão a área é ocupada com soja e alimento para o rebanho leiteiro (milho silagem, pastagem de verão e forrageiras) e no inverno cultiva-se trigo, aveia e cevada para pastejo animal. O rebanho característico deste tipo é composto por 30 vacas em lactação com rendimentos normais de 23 litros/vaca/dia, 8 vacas secas, além de novilhas e terneiros. Além da alimentação forrageira, os animais recebem alimento concentrado e suplementação mineral. Este tipo de unidade de produção possui mecanização completa (caminhão, colheitadeira, trator e equipamentos),

além de equipamentos específicos para desenvolver a atividade leiteira, como ordenhadeira, resfriador e ensiladeira.

Esse sistema de produção permite gerar R\$ 147.000,00 de VA, R\$ 1.500,00 de VAB/SAU (Valor Agregado Bruto por Unidade Superfície Agrícola Útil medida em hectare) e uma produtividade do trabalho de R\$ 40.000,00. O subsistema soja/trigo gera um VAB/ha de R\$ 1.050,00, e a atividade leiteira de R\$ 2.500,00.

A renda agrícola desse tipo de sistema de produção é de R\$ 99.000,00, da qual a produção de soja e trigo contribui com 51%, ocupando 72% da superfície agrícola útil, e o leite ocupa 27% da área útil e contribui com 48% da renda, a atividade da subsistência participa com apenas 1% da renda agrícola.

De acordo com a figura 5, a atividade leite é a que se destaca na contribuição marginal para a composição da renda global, a qual contribui com R\$ 2.380,00 por unidade de área (coef. “a”), enquanto que o subsistema soja/trigo contribui com R\$ 950,00/ha e a subsistência com R\$ 1.000,00/ha.

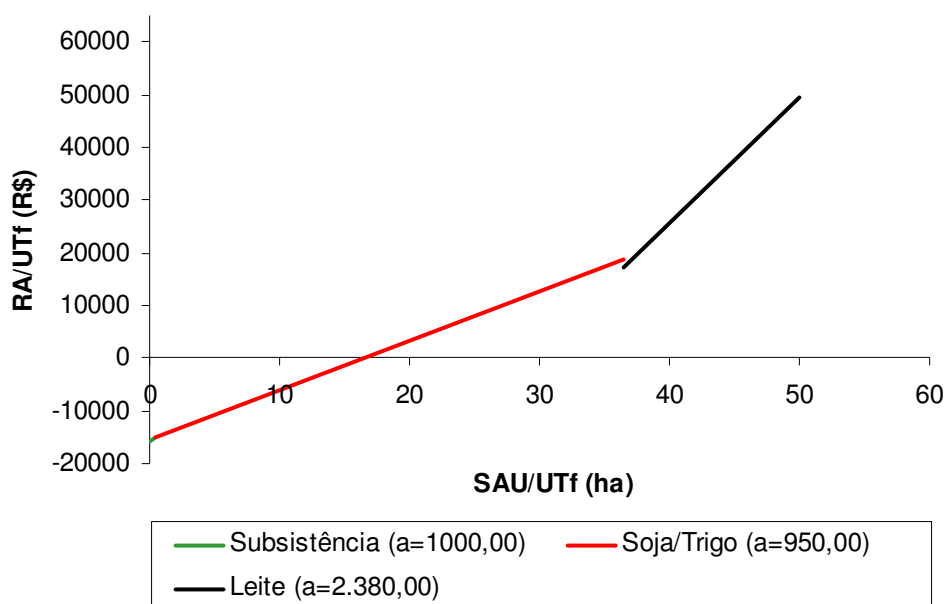


Figura 5: Modelo da composição da Renda Agrícola do Tipo Patronal Grãos/Leite.

Fonte: Dados de pesquisa, 2008.

Tipo Familiar Leite / Grãos TMC/ Suíno: esse tipo compreende as unidades de produção que se caracterizam por desenvolver sistemas de produção que combinam a atividade de grãos com a atividade animal, suínos e bovinocultura de leite, localizados preferencialmente na região capitalizada e na diversificada. Normalmente dispõe de uma

superfície agrícola útil em torno de 30 ha, a qual é ocupada com as culturas da soja, milho safra/safrinha para silagem, pastagem de verão, sendo que o milho e a pastagem de verão são utilizados na alimentação do gado leiteiro, assim como as pastagens permanentes (tifton e potreiro), e no inverno cultivam pastagem de aveia e azevém. Além da alimentação forrageira, os animais recebem alimento concentrado e suplementação mineral. Nessas unidades de produção as atividades são desenvolvidas com 2,5 unidades de trabalho familiar.

O rebanho é composto por 14 vacas em lactação, com rendimentos normais diários de 15 litros/vaca, 5 vacas secas, além de novilhas e terneiros. Em geral possuem equipamentos específicos para a atividade leiteira, como ordenhadeira e resfriador, bem como instalações em bom estado de conservação, e a tração é mecanizada completa. A suinocultura é integrada, com lotes de 400 animais, sendo engordados 3 lotes/ano.

Este sistema de produção produz R\$ 45.000,00 de VA, R\$ 1.450,00 de VAB/SAU global, sendo que o leite gera um VAB/ha de R\$ 2.200,00, a soja R\$ 560,00 e o suíno R\$ 3.800,00 por lote. A suinocultura contribui com 22% na renda agrícola de R\$ 32.000,00, o leite contribui com 44% ocupando 21% da área, a soja contribui com 30% da renda ocupando 76 % da área, e a subsistência contribui com 4% da renda utilizando 3% da área. A produção de suínos independe do uso de área agricultável, pois toda a alimentação é fornecida pela empresa integradora.

A figura 6 demonstra a contribuição marginal das atividades na composição da renda global, onde o leite apresenta a maior contribuição, com R\$ 2.050,00/ha (coeficiente “a”), seguido pela subsistência com R\$ 1.700,00/ha e pela soja com R\$ 500,00/ha. O suíno contribui com um adicional de renda de R\$ 8.700,00.

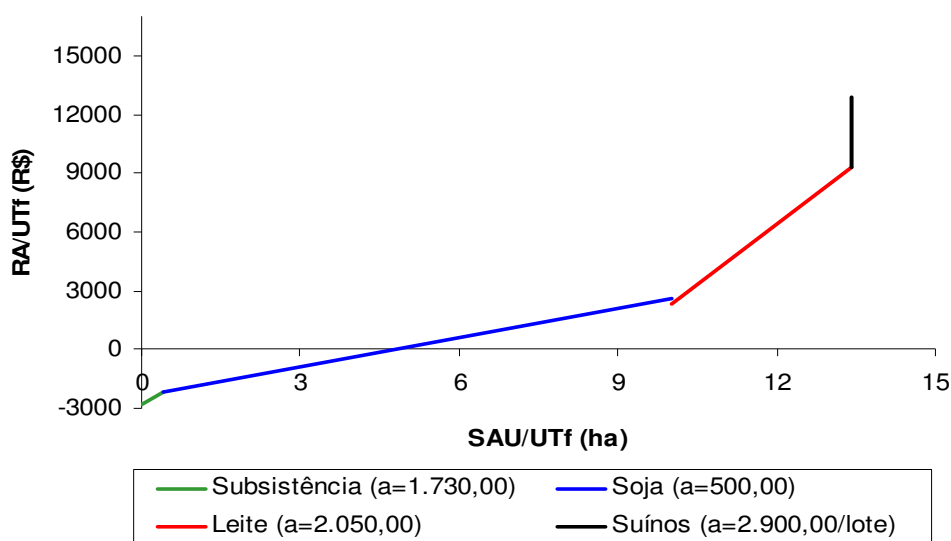


Figura 6: Modelo da composição da Renda Agrícola do Tipo Familiar Leite / Grãos TMC / Suíno.

Fonte: Dados de pesquisa, 2008.

Tipo Familiar Vitivinicultura/Grãos/Leite: predomina na microrregião de agricultura familiar e dispõe de 2,0 unidades de trabalho familiar e superfícies agrícolas em torno de 25 hectares. Normalmente possuem mecanização incompleta para a produção de grãos, necessitando realizar o pagamento de máquinas para a colheita ou realizar a troca de serviço, e também possuem ordenhadeira e resfriador para o leite. Estes agricultores combinam a atividade de grãos com a atividade animal (leite) e produzem uva in natura e vinho. No verão realizam o plantio de soja e alimento para o rebanho leiteiro (principalmente milho e milheto) e no inverno cultivam principalmente aveia para o pastejo animal. Para a atividade leiteira possuem um rebanho com 7 vacas em lactação, 2 vacas secas, 2 novilhas e 3 terneiros (as), o rendimento normal diário é em torno de 10 litros de leite por vaca.

Com esse sistema produtivo gera-se em torno de R\$ 21.000,00 de VA global, R\$ 1.050,00 de VAB/ha, dos quais a produção de leite gera em torno de R\$ 670,00/ha, a soja de R\$ 740,00/ha, a uva in natura gera R\$ 2.200,00/ha e a produção de vinho R\$ 9.700,00/ha.

A atividade soja é a que predomina nessas unidades de produção, sendo que ocupa 65% da área útil e contribui com 46% na renda agrícola do tipo que é em torno de R\$ 15.000,00. A produção de uva é a atividade de maior importância econômica, contribui com 31 % da renda agrícola e ocupa apenas 4% da área útil. A atividade leiteira é produzida em pequena escala e contribui com somente 14% da renda agrícola, e a subsistência tem uma contribuição de renda de 9%.

Analisando a figura 7 percebe-se que a produção de vinho apresenta a maior contribuição marginal na composição da renda global, gerando em torno de R\$ 9.500,00 por unidade de área, seguida pela uva in natura que gera R\$ 2.080,00/ha. O leite apresenta a menor contribuição, de R\$ 520,00/ha.

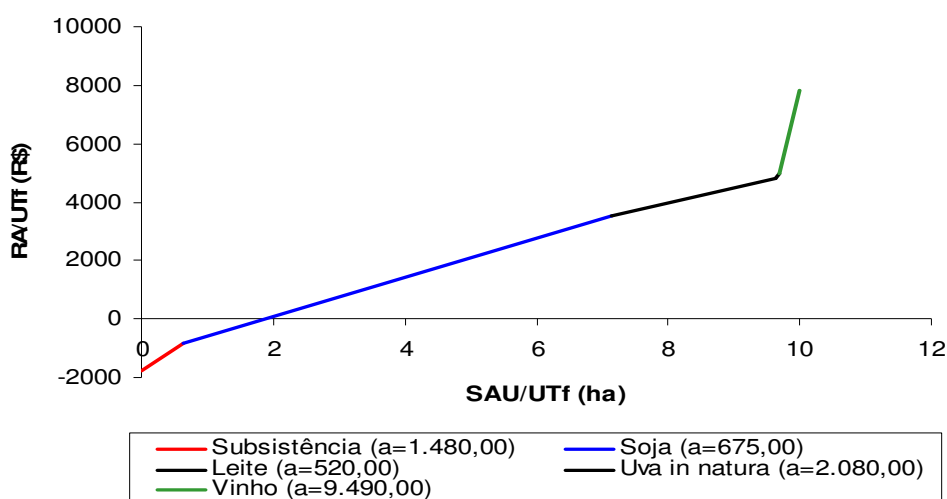


Figura 7: Modelo da composição da Renda Agrícola do Tipo Familiar Vitivinicultura/Grãos/Leite.

Fonte: Dados da pesquisa, 2008.

Tipo Familiar Grãos / Leite Extensivo: agrupa agricultores que se encontram predominantemente na microrregião pouco capitalizada, possuem 2 unidades de trabalho familiar e exploram uma área agrícola útil em torno de 15 ha. No verão a área é ocupada com grãos (6 ha de soja e 3 ha de milho) destinados ao comércio e com culturas destinadas a atividade leiteira, como 3 hectares de milho, 2 hectares com aveia de verão e ainda as culturas permanentes como cana e o potreiro. No inverno são implantadas pastagens de aveia/azévm. Normalmente, agricultores pertencentes a este tipo possuem instalações antigas e em razoável estado de conservação, dispõem de uma pequena sala de ordenha com resfriador de imersão, específicos para a atividade leiteira. A maioria dos agricultores pertencentes a este tipo não possui ordenhadeira, trator e colheitadeira, tendo, portanto, que efetuar o pagamento para o plantio e colheita dos grãos. O rebanho é composto por 9 vacas em lactação apresentando rendimento normais diários de 8,5 litros/vaca, além das vacas secas, novilhas e terneiros.

O Valor Agregado global gerado neste sistema de produção é de R\$ 9.600,00 e R\$ 590,00 de VAB/SAU global. O milho gera um VAB/ha de R\$ 500,00, a soja R\$ 420,00 e o

leite um VAB/ha de R\$ 540,00 mostrando-se, comparativamente as demais atividades, a atividade mais intensiva do sistema, pois gera um maior valor agregado por área.

A renda agrícola é de R\$ 7.400,00, onde a cultura da soja contribui com 25% e ocupa 38% da área agrícola, o milho contribui com 16%, o leite contribui com 34% da renda agrícola global ocupando 38 % da área útil e a subsistência utiliza 6,25 % da área contribuindo com 25% de renda.

Por outro lado, analisando os dados constantes na figura 8, verifica-se que a subsistência com R\$ 2.200,00 por unidade de área – coeficiente “a” é a atividade que apresenta a maior contribuição marginal na composição da renda global, seguida pela atividade do leite, do milho e da soja, respectivamente com R\$ 470,00, R\$ 460,00 e R\$ 350,00 por hectare.

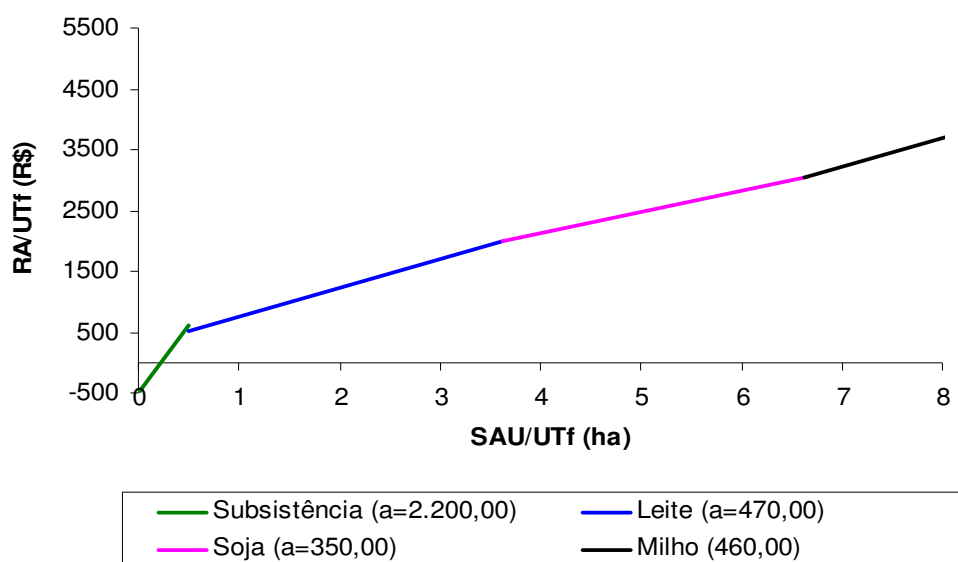


Figura 8: Modelo da composição da Renda Agrícola do Tipo Familiar Grãos/Leite Extensivo.

Fonte: Dados de pesquisa, 2008.

Tipo Familiar Leite Intensivo/Grãos: caracteriza-se por explorar uma área agrícola de 50 ha e possuir 1,5 unidades de trabalho familiar, e também por apresentar a atividade leiteira como alternativa de diversificação e renda. A atividade leiteira se mostra importante, sendo composta principalmente por atividades como o milho silagem e grão (4 ha), 5 ha de pastagem de sorgo, potreiro e pastagem de inverno. O rebanho é composto por 18 vacas em lactação com rendimento normal diário de 15 litros/vaca, 7 vacas secas, novilhas e terneiros. Neste sistema dispõe-se de uma sala de ordenha e equipamentos específicos como

ordenhadeira, resfriador e ensiladeira. Grande parte da área é ocupada pela produção de grãos, soja (40 ha) e trigo (26 ha).

O Valor Agregado global gerado com este sistema de produção é de R\$ 53.000,00 e R\$ 1.000,00 de VAB/ha global. A soja gera R\$ 740,00 de VAB/ha, o trigo R\$ 70,00 e o leite R\$ 2.200,00 sendo a atividade mais intensiva do sistema de produção. A renda agrícola deste tipo de sistema de produção é de R\$ 42.000,00, sendo que o leite contribui com 40% ocupando cerca de 19% da superfície agrícola útil, enquanto que os grãos (soja/trigo) ocupam 80% da área e contribuem com 58% da renda agrícola, e a subsistência contribui com 2% utilizando 1% da área agrícola disponível.

A figura 9 mostra a contribuição de cada atividade na composição da renda global do tipo.

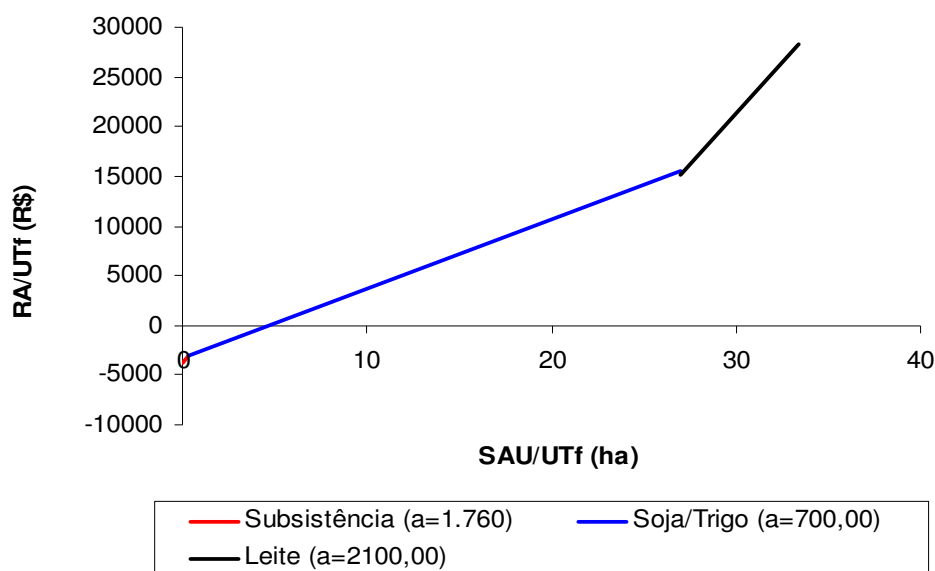


Figura 9: Modelo da composição da Renda Agrícola do Tipo Familiar Leite Intensivo/Grãos.

Fonte: Dados de pesquisa, 2008.

Observa-se que o leite é a atividade que apresenta a maior contribuição marginal na composição da renda global, com R\$ 2.100,00 por unidade de área – coeficiente “a” – seguido pela subsistência com R\$ 1.700,00, enquanto que o subsistema soja/trigo apresenta uma contribuição marginal de R\$ 700/ha.

4 ANÁLISE DA RELAÇÃO ENTRE ESCALA E TIPO DE SISTEMA DE PRODUÇÃO NA BOVINOCULTURA LEITEIRA

Esse capítulo teve como objetivo analisar a importância do rendimento e da escala da atividade leiteira para os agricultores familiares, para isso analisou-se um tipo patronal e um familiar possíveis de serem comparados. O Tipo Patronal Grãos Leite apresenta uma margem bruta por hectare (coeficiente a) de R\$ 1.324,00. Esse valor é proveniente da produção de soja com um rendimento de 45 sacos por hectare, de trigo com 35 sacos por hectare e de 23 litros por vaca por dia. Para obter essa margem bruta esse tipo de sistema de produção exige uma infra-estrutura correspondente a um coeficiente b de R\$ 17.253,00.

A atividade leiteira deste tipo apresenta uma margem bruta por hectare de R\$ 2.380,00, obtida com um rendimento elevado (23 litros de leite/vaca/dia) e um preço normal recebido por litro de R\$ 0,65³. Esse rendimento é alcançado com um alto consumo intermediário, como por exemplo, oferta de ração, adubação de pastagens, entre outros, em torno de R\$ 2.700,00 por animal por ano, que esse tipo de produtor tem a possibilidade de ofertar devido à disponibilidade de capital que possui. A composição da renda agropecuária deste tipo de sistema de produção pode ser visualizada na tabela abaixo.

Tabela 3: Composição da renda agropecuária do tipo Patronal Grãos Leite

Subsistema	Contribuição à Renda Total						
	Coef. a		SAU/UTF	%	Absoluta		Coef. b
					(a * SAU/ UTF)	%	
	(R\$/ha)	(ha/pessoa)	SAU	UTF			(R\$/pessoa)
Subsistência	1.028,00	0,50	1,00	514,00	0,77		
Leite	2.382,90	13,50	27,00	32.169,15	48,17	1.522,00	
Soja/Trigo	947,20	36,00	72,00	34.099,20	51,06		
Total	-	50,00	100,00	66.782,35	100	15.731,00	49.529,35

Fonte: Dados da pesquisa, 2008.

³ O diferencial de preço em relação à média paga pela indústria se explica pela escala de produção.

Ao analisar a tabela, percebe-se que neste sistema de produção a maior parte da área útil é destinada para a produção de grãos (soja e trigo). A atividade leiteira permite gerar uma renda absoluta muito próxima da renda gerada pela produção de grãos, ainda que os grãos ocupam mais que o dobro de área útil daquela que é destinada para a produção de leite.

A dinâmica da agricultura desse tipo de agricultor é voltada para a produção de grãos na medida em que possui escala de produção (superfície agrícola útil, mão-de-obra, capital) e toda infra-estrutura necessária para essa atividade. Então neste sistema de produção a atividade leiteira além de ser uma atividade agregadora de valor na complementação da renda, também se apresenta como uma atividade que permite diminuir o risco no caso de ocorrer uma frustração de safra dos grãos.

O Tipo Familiar Leite Grãos obtém uma margem bruta por hectare R\$ 960,00, composto pela produção de soja em pequena escala com um rendimento normal de 35 sacos por hectare e de leite com 15 litros por vaca por dia. Esse tipo de sistema de produção não possui elevados custos fixos, em torno de R\$ 2.830,00 por unidade de trabalho familiar.

A atividade leiteira apresenta uma margem bruta por hectare de R\$ 2.050,00, obtida com um rendimento normal diário de 15 litros de leite e um preço recebido por litro de R\$ 0,51. Este preço é significativamente mais baixo do que é pago ao tipo patronal devido à menor escala de produção dos agricultores familiares em função tanto da quantidade menor de animais quanto do menor rendimento médio por animal. O consumo intermediário nesse caso é de R\$ 1.400,00 por ano por animal.

A composição da Renda Agropecuária deste tipo de sistema de produção pode ser visualizada na tabela 4.

Tabela 4: Composição da renda agropecuária do tipo Familiar Leite Grãos

Subsistema	Coef. a (R\$/ha)	SAU/UTF (ha/pessoa)	%	Contribuição à Renda Total		Coef. b (R\$/pessoa)	RT/UTF (R\$/pessoa)
				Absoluta			
				(a * SAU/ UTF)	%		
Subsistência	1.731,50	0,40	2,98	692,60	5,62		
Leite	2.041,11	3,40	25,37	6.939,77	56,35	256,00	
Soja	487,70	9,60	71,65	4.681,92	38,02		
Total	-	13,4	100,00	12.314,29	100	2.834,00	9.224,00

Fonte: Dados da pesquisa, 2008.

É possível verificar que nesse sistema de produção a atividade leiteira é desenvolvida para agregar valor e renda, pois esse sistema não tem condições de atingir renda suficiente para assegurar a reprodução social somente com a produção de grãos, pois essa atividade exige escala e infra-estrutura necessária para ser viável. A atividade leiteira gera mais da metade da renda absoluta do sistema utilizando apenas 25% da área útil, enquanto que a produção de grãos ocupa 72% da área e gera apenas 38% da renda absoluta.

Com base nisso, é possível afirmar que existe duas situações bem distintas, uma que é a do tipo patronal que apresenta rendimento e capitalização mais elevados que a do tipo familiar, além de receber um preço pelo produto também mais elevado. Mesmo com essas diferenças, a margem bruta gerada pela atividade leiteira em ambos os tipos é muito aproximada, ou seja, o patronal obtém R\$ 2.380,00 por hectare destinado a atividade leiteira e o familiar R\$ 2.050,00 por hectare.

Como temos vários tipos de sistemas de produção, foi simulado como ficaria a situação desses dois tipos, possíveis de serem comparados, caso ambos recebessem o mesmo valor por litro de leite produzido. Para isso, o preço adotado na simulação é de R\$ 0,51 por litro, considerado como preço médio pago aos produtores no período de realização do estudo e obtido com base em informações de uma indústria láctea compradora de leite na região do local estudado.

Na tabela 5 se pode verificar como seria a situação do tipo patronal diante dessa situação de preço mais baixo (igual ao do tipo familiar).

Tabela 5: Composição da renda agropecuária do tipo Patronal Grãos Leite, com preço do leite de R\$ 0,51 por litro

Subsistema	Coef. a (R\$/ha)	SAU/UTF (ha/pessoa)	%	Contribuição à Renda Total		Coef. b (R\$/pessoa)	RT/UTF (R\$/pessoa)
				Absoluta			
				(a * SAU/ UTF)	%		
Subsistência	1.028,00	0,50	1,00	514,00	1,03		
Leite	1.107,00	13,50	27,00	14.944,50	30,16	1.522,00	
Soja/Trigo	947,20	36,00	72,00	34.099,20	68,81		
Total	-	50,00	100,00	49.557,70	100	15.731,00	32.304,7

Fonte: Dados da pesquisa, 2008.

Se o tipo patronal recebesse o mesmo preço por litro de leite produzido que o tipo familiar a contribuição marginal da atividade leiteira seria menor. Se igualar o preço recebido por litro de leite por ambos os tipos, isto é R\$ 0,51 por litro, o tipo patronal teria uma contribuição marginal do leite de R\$ 1.107,00 por hectare, a qual é bem menor do que a gerada pelo tipo familiar (R\$ 2.050,00) com esse mesmo preço.

A figura 10 mostra como se dá a reprodução social dos tipos com a situação de preço diferenciada praticada pelo mercado comprador da matéria-prima leite que, no período do estudo, era de R\$ 0,65 por litro para o tipo patronal e de R\$ 0,51/litro para o tipo familiar, bem como o resultado da simulação com preços iguais para ambos os tipos.

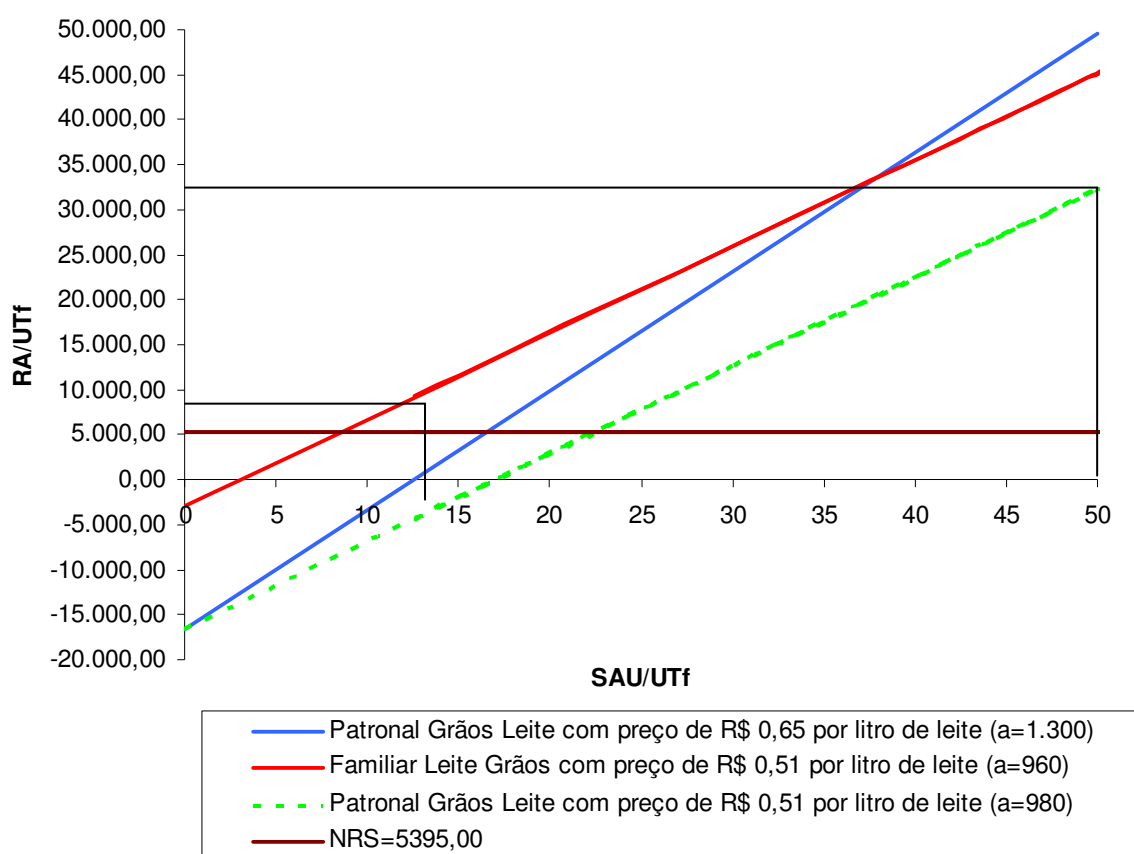


Figura 10: Influência do preço na formação da RA/UTf de dois sistemas de produção agropecuária – Ijuí/RS - 2009.

Fonte: Dados de pesquisa, 2008.

Ao analisar os dois sistemas (o patronal e o familiar) com preços diferentes, percebe-se que para a escala da maioria dos familiares o sistema de produção deles é mais interessante

do que os patronais, porque com um custo fixo menor e com um preço recebido inferior o sistema desenvolvido pelos agricultores familiares, que possuem até 40 hectares por unidade de trabalho, gera um montante de renda mais elevado. Mesmo recebendo mais pelo litro de leite (R\$ 0,65 por litro), o sistema patronal só é mais eficiente em termos de geração de renda para aqueles que possuem mais do que 40 hectares por unidade de trabalho. Como a imensa maioria dos agricultores familiares possui menos de 40 hectares por unidade de trabalho, não há porque este tipo de produtor alterar seus atuais sistemas de produção.

O que aconteceria com o sistema patronal se, assim como no caso da soja, não houvesse diferencial de preço em função da escala de produção? O que fica evidente na figura 10 é que se o preço pago pela indústria fosse o mesmo, independente da escala, o sistema familiar seria mais eficiente para o processo de desenvolvimento local do que o sistema patronal para qualquer tamanho de área. O sistema patronal, portanto, terá interesse em produzir leite se receber um preço maior, caso contrário, a tendência desse sistema seria a de não desenvolver a atividade leiteira.

Percebe-se então, que sistemas com elevado rendimento e escala não são interessantes para o tipo familiar, pois não seria vantajoso economicamente para o tipo familiar desenvolver um sistema de produção com essas características, sendo que para atingir o nível de reprodução social o sistema familiar precisaria de uma quantidade maior de superfície agrícola útil do que a grande maioria dos agricultores familiares dispõe.

Resta ainda verificar se os sistemas de produção apresentam, de acordo com suas variáveis técnicas, condições e vantagens econômicas de reestruturar o sistema de produção como orientam as empresas industriais, por isso justifica-se o uso da modelagem matemática para analisar qual é o potencial de produção dos sistemas e verificar quais seriam as modificações no sistema de produção recomendadas nos modelos de acordo com o potencial indicado. Com isso, é possível analisar a possibilidade dos agricultores praticarem sistemas com escala e rendimento elevados conforme orientação das empresas.

4.1 CONSTRUÇÃO DOS MODELOS

A partir do estudo de ADSA, onde se descreveu e explicou a realidade observada nos tipos de sistemas de produção agropecuários com bovinocultura de leite, utilizando o “software EXCEL”, obteve-se elementos para serem formulados os modelos matemáticos correspondentes a cada sistema produtivo. Com a utilização da programação, foram

formulados os modelos que apresentam a situação de escolha de alternativas de produção que já vêm sendo desenvolvidas nos sistemas.

A construção dos modelos, da maneira em que foram formulados no programa LINGO 4.0, está descrita nos subitens a seguir. Para essa descrição, foi escolhido um modelo com seus respectivos coeficientes, os demais estão estruturados da mesma maneira, porém possuem outros coeficientes que dizem respeito a cada sistema produtivo. Cada modelo possui mais de 300 restrições e em torno de 575 variáveis.

4.1.1 Função Objetivo

Nessa função assume-se que o objetivo é maximizar o resultado econômico anual. Para a construção da função objetivo considera-se o preço recebido pelo produto (leite); o consumo intermediário por hectare para as pastagens presentes no sistema produtivo; o custo por categoria animal (vaca leiteira, vaca seca, novilhas e terneiras), considerando todos os itens como medicamentos, sal comum e mineral, inseminação artificial, entre outros, quando utilizados; e a margem de contribuição por hectare de grãos ou culturas frutíferas (quando presentes no sistema).

A função objetivo é construída da seguinte maneira:

$$\text{MAX} = 418.5*\text{SOJA} + 502.98*\text{MILHO} + 0.41*\text{LEITE} - 70*\text{VL} - 50*\text{VS} - 18*\text{T} - 28*\text{N} - 0*\text{POT} - 30*\text{CEL} - 0*\text{MT} - 355.2*\text{CS} - 126.67*\text{AV} - 126.67*\text{AZ} - 0.48*\text{R} - 800*\text{MSIL} - 460*\text{MG} - 0*\text{CA};$$

Os coeficientes numéricos que aparecem na equação acima referem-se a um dos modelos, o qual foi tomado como exemplo para explicar a construção dos modelos, cada um deles possui seus respectivos coeficientes numéricos. Por exemplo, o valor que antecede a soja e o milho é respectivo ao resultado econômico obtido por hectare cultivado da cultura, o valor que antecede o leite (R\$ 0,41) é referente ao preço recebido por litro de leite produzido e comercializado, os demais valores são os custos anuais por cada categoria do rebanho e os custos de produção das pastagens e ração destinadas aos animais.

Quando o custo da pastagem aparece na função objetivo com o valor zero é porque a pastagem não tem custo ou porque não consta no sistema analisado, se for assim, o rendimento de tal pastagem aparecerá também como zero. Isso foi feito para fazer com que tal pastagem não esteja presente na solução ótima.

4.1.2 Parâmetros de Entrada

Na elaboração dos modelos foram considerados alguns parâmetros de entrada, nos quais os dados foram obtidos em entrevistas e revisão bibliográfica, a saber:

- Índices zootécnicos: como a relação das vacas em lactação em relação ao total de vacas, o índice de mortalidade e a idade da primeira cria:

$RVLVT = 0.7; !(vacas\ lactacao / total\ vacas);$

$MORT = 0.03; !(animais\ mortos / total\ rebanho / ano);$

$!CRIA = 2\ ANOS;$

- Superfície e mão-de-obra disponíveis:

$[SAUT] SAU = 15.25; !(hectares\ de\ terra\ úteis\ para\ cultivos\ e\ criações);$

$[WFAM] WF = 24 * 8 * 2; !(horas\ de\ trabalho\ familiar\ mensal);$

Quando o sistema é patronal também se considera as horas de trabalho disponíveis da mão-de-obra contratada, bem como o valor pago a esta mão-de-obra.

- Rendimento em kg de matéria seca/hectare de cada forrageira cultivada no sistema:

$[RPOTAB] RENDPOT = 2000;$

$[RCELAB] RENDCEL = 5000;$

$[RMTAB] RENDMT = 0000;$

$[RCSAB] RENDCS = 5000;$

$[RAV1B] RENDAV = 4000;$

$[RAZAB] RENDAZ = 4000;$

$[RMSIL] RENDMSIL = 8000;$

$[RMG] RENDMG = 3000;$

$[RCA] RENDCA = 8000;$

- Teores de energia encontrados em cada forrageira, em Mcal por kg de matéria seca, sendo que esses dados foram obtidos a partir da bibliografia consultada:

$[ENPOT] EPOT = 1.7;$

$[ENCEL] ECEL = 1.8;$

[ENMT] EMT = 1.8;
 [ENCS] ECS = 1.8;
 [ENAV] EAV = 2;
 [ENAZ] EAZ = 2;
 [ERAC] ENRAC = 3;
 [EMSIL] ENSIL = 2;
 [EMG] ENMG = 3.3;
 [ECA] ENCA = 1.5;

- Teores de proteína encontrados em cada forrageira, em kg de proteína bruta por kg de matéria seca, obtidos também em pesquisa bibliográfica:

[PRPOT] PPOT = 0.06;
 [PRCEL] PCEL = 0.15;
 [PRMT] PMT = 0.15;
 [PRCS] PCS = 0.16;
 [PRAV] PAV = 0.2;
 [PRAZ] PAZ = 0.2;
 [PRRAC] PRAC = 0.06;
 [PRSIL] PSIL = 0.15;
 [PRMG] PMG = 0.08;
 [PRCA] PCA = 0.15;

- Peso médio de cada categoria animal, em kg:

[PVACA] PV = 350;
 [PTER] PTERN = 78.75;
 [PNOVI] PNOV = 236.25;

- Coeficiente de ingestão de matéria seca, que correspondente a 3% do peso do animal:

[CIDMS] CID = 0.03;

- Necessidade de energia dos animais (por categoria) , em Mcal por cabeça por mês:

[NECEVL] NECVL = 329.13;
 [NECET] NECT = 135.50;
 [NECEN] NECN = 274.3;

[NECEVS] NECVS = 395;

- Necessidade de proteína dos animais (por categoria), em kg por cabeça por mês:

[NECPVL] NECPVL = 8.9;

[NECPRT] NECPT = 7.66;

[NECPRN] NECPN = 15;

[NECPVVS] NECPVS = 10.68;

4.1.3 Restrições

Os sistemas produtivos possuem, em um determinado momento no tempo, pelo menos uma restrição que limita a performance do sistema em relação a seus objetivos. Tais restrições que estão relacionadas aos modelos estão explicitadas a seguir.

- Restrição de superfície: O somatório das superfícies agrícolas utilizadas deve ser menor ou igual à área disponível total, a área útil total é dividida em restrições de superfície agrícola útil no verão e superfície agrícola útil no inverno (com suas respectivas atividades). Já as atividades permanentes que ocupam área de verão e inverno são consideradas nas duas restrições. Como por exemplo:

[SAUV] SOJA + MILHO + POT + CEL + MT + CS + MSIL + MG + CA <= SAU;

[SAUI] POT + CEL + AV + AZ + CA <= SAU;

- Restrição de trabalho: Nessa restrição, o somatório do número de horas trabalhadas em cada atividade deve ser menor ou igual ao número de horas de trabalho disponíveis no sistema analisado. Foram estabelecidas restrições de trabalho mensal, as quais discriminam as horas de trabalho demandadas no respectivo mês de acordo com a atividade trabalhada. Também se considera as horas de trabalho em relação às vacas em lactação.

[WFJAN] 10*VL + 6*MSIL <= WF;

[WFFEVE] 10*VL <= WF;

[WFMAR] 10*VL + 4*MG + 4*MILHO <= WF;

[WFABR] 10*VL + 2*AV + 4*SOJA + 50*CA <= WF;

[WFMAI] 10*VL + 2*AZ + 50*CA <= WF;

[WFJUN] 10*VL + 50*CA <= WF;

[WFJUL] 10*VL + 50*CA <= WF;

[WFAGO] $10*VL + 2*CS \leq WF$;
 [WFSET] $10*VL + 2*MT + CEL \leq WF$;
 [WFOUT] $10*VL + POT + 4*(MSIL+MG) + 4*MILHO \leq WF$;
 [WFNOV] $10*VL + 3*SOJA \leq WF$;
 [WFDEZ] $10*VL \leq WF$;

- Restrições de alimentação de bovinos de leite: Esse conjunto de restrições garante o balanço energético, proporção de concentrado e outros, envolvendo a quantidade e a qualidade do alimento. Tem-se um conjunto que assegura a quantidade de elementos indispensáveis na dieta dos animais, o qual é mensal para cada categoria animal, respeitando a capacidade de ingestão dos animais.

Essas restrições são divididas em:

a) Energia

Para as vacas em lactação: A soma da necessidade de energia para a produção de leite e da necessidade para manutenção das vacas em lactação, deve ser menor ou igual ao rendimento de energia disponível nas pastagens mais a energia disponível nos alimentos de distribuição livre (ex.: ração). Exemplo calculado para o mês de janeiro:

[EVL1] $1.15*L1 + NECVL*VL - EPOT*RENDPOT1*POTVL1 - ECEL*RENDCEL1*CELVL1 -$
 $EMT*RENDMT1*MTVL1 - ECS*RENDCS1*CSVL1 - EAV*RENDAV1*AVVL1 - EAZ*RENDAZ1*AZVL1 -$
 $ENSIL*RENDMSIL*MSILVL1 - ENRAC*RVL1 - ENMG*RENDMG*MGVL1 - ENCA*RENDCA*CAVL1$
 ≤ 0 ;

Para os animais não produtivos: A necessidade de energia para a manutenção de cada categoria animal deve ser menor ou igual a energia disponível nos alimentos.

Vacas secas:

[EVS1] $NECVS*VS - EPOT*RENDPOT1*POTVS1 - ECEL*RENDCEL1*CELVS1 - EMT*RENDMT1*MTVS1 -$
 $ECS*RENDCS1*CSVS1 - EAV*RENDAV1*AVVS1 - EAZ*RENDAZ1*AZVS1 - ENSIL*RENDMSIL*$
 $MSILVS1 - ENRAC*RVS1 - ENMG*RENDMG*MGVS1 - ENCA*RENDCA*CAVS1 \leq 0$;

Terneiros:

[ETER1] $NECT*T - EPOT*RENDPOT1*POTTER1 - ECEL*RENDCEL1*CELTER1 - EMT*RENDMT1*$
 $MTTER1 - ECS*RENDCS1*CSTER1 - EAV*RENDAV1*AVTER1 - EAZ*RENDAZ1*AZTER1 - ENSIL*$

RENDMSIL*MSILTER1-ENRAC*RTER1 - ENMG*RENDMG*MGTER1 - ENCA*RENDCA*CATER1
 ≤ 0 ;

Novilhas:

[ENOV1]NECN*N-EPOT*RENDPOT1*POTN1-ECEL*RENDCEL1*CELN1-EMT*RENDMT1*MTN1-
 ECS*RENDCS1*CSN1-EAV*RENDV1*AVN1-EAZ*RENDAZ1*AZN1- ENSIL*RENDMSIL*MSILN1-
 ENRAC*RN1 - ENMG*RENDMG*MGN1 - ENCA*RENDCA*CAN1 ≤ 0 ;

b) Proteína Bruta

Para as vacas em lactação: O somatório da necessidade de proteína para a produção de leite e para a manutenção das vacas em lactação deve ser menor ou igual a disponibilidade de proteína das pastagens e dos alimentos de distribuição livre.

[PVL1]0.084*L1+NECPVL*VL-PPOT*RENDPOT1*POTVL1-PCEL*RENDCEL1*CELVL1-PMT*
 RENDMT1*MTVL1-PCS*RENDCS1*CSVL1-PAV*RENDV1*AVVL1-PAZ*RENDAZ1*AZVL1-
 PSIL*RENDMSIL*MSILVL1-PRAC*RVL1 - PMG*RENDMG*MGVL1 - PCA*RENDCA*CAVL1 ≤ 0 ;

Para os animais não produtivos: A necessidade de proteína para manutenção de cada categoria animal não deve ultrapassar a quantidade de proteína disponível nos alimentos.

Vacas Secas:

[PVS1]NECPVS*VS-PPOT*RENDPOT1*POTVS1-PCEL*RENDCEL1*CELVS1-PMT*RENDMT1*
 MTVS1-PCS*RENDCS1*CSVS1-PAV*RENDV1*AVVS1-PAZ*RENDAZ1*AZVS1-PSIL* RENDMSIL *
 MSILVS1-PRAC*RVS1 - PMG*RENDMG*MGVS1-PCA*RENDCA*CAVS1 ≤ 0 ;

Terneiros:

[PTER1]NECPT*T-PPOT*RENDPOT1*POTTER1-PCEL*RENDCEL1*CELTER1-PMT*RENDMT1*
 MTTER1-PCS*RENDCS1*CSTER1-PAV*RENDV1*AVTER1-PAZ*RENDAZ1*AZTER1-PSIL*
 RENDMSIL*MSILTER1-PRAC*RTER1 - PMG*RENDMG*MGTER1-PCA*RENDCA*CATER1 ≤ 0 ;

Novilhas:

[PN1]NECPN*N-PPOT*RENDPOT1*POTN1-PCEL*RENDCEL1*CELN1-PMT*RENDMT1*MTN1-
 PCS*RENDCS1*CSN1-PAV*RENDV1*AVN1-PAZ*RENDAZ1*AZN1-PSIL*RENDMSIL*MSILN1-
 PRAC*RN1 - PMG*RENDMG*MGN1 - PCA*RENDCA*CAN1 ≤ 0 ;

c) Capacidade de ingestão de matéria seca

Conjunto de restrições que assegura a capacidade de ingestão para cada categoria animal, a fim de que sejam respeitadas as fases de lactação e não lactação. A capacidade de ingestão considerada nos modelos foi de 3% do peso vivo do animal.

Nessa restrição a soma dos alimentos utilizados para a alimentação dos animais, respectivos a cada mês, deve ser menor ou igual ao peso do animal.

Vacas em lactação:

[IVL1] CING*PV*VL-RENDPOT1*POTVL1-RENDCEL1*CELVL1-RENDMT1*MTVL1-RENDV1*AVVL1-RENDCS1*CSV1-RENDAZ1*AZVL1-RENDMSIL*MSILVL1-RVL1 - RENDMG*MGVL1 - RENDCA*CAVL1 >=0;

Vacas Secas:

[IVS1] CING*PV*VS-RENDPOT1*POTVS1-RENDCEL1*CELVS1-RENDCS1*CSV1-RENDMT1*MTVS1-RENDV1*AVVS1-RENDAZ1*AZVS1-RENDMSIL*MSILVS1-RVS1 - RENDMG*MGVS1 - RENDCA*CAVS1 >=0;

Terneiros:

[ITER1] CING*PTERN*T-RENDPOT1*POTTER1-RENDCEL1*CELTER1-RENDCS1*CSTER1-RENDMT1*MTTER1-RENDV1*AVTER1-RENDAZ1*AZTER1-RENDMSIL*MSILTER1-RTER1 - RENDMG*MGTER1 - RENDCA*CATER1 >=0;

Novilhas:

[IN1] CING*PNOV*N-RENDPOT1*POTN1-RENDCEL1*CELN1-RENDCS1*CSN1-RENDMT1*MTN1-RENDV1*AVN1-RENDAZ1*AZN1-RENDMSIL*MSILN1-RN1 - RENDMG*MGN1 - RENDCA*CAN1 >=0;

d) Ingestão de Volumosos

Nessa restrição considera-se que a metade da capacidade de ingestão dos animais deve ser de alimentos volumosos, então, é elaborada da seguinte maneira:

Vacas Lactação:

[VOLVL1] 0.5*HING*PV*VL-RENDPOT1*POTVL1-RENDCEL1*CELVL1-RENDMT1*MTVL1-RENDV1*AVVL1-RENDMSIL*MSILVL1-RENDAZ1*AZVL1-RENDCS1*CSV1 - RENDCA*CAVL1 <=0;

Vacas Secas:

[VOLVS1] $0.5 * (CING * PV * VS) - RENDPOT1 * POTVS1 - RENDCEL1 * CELVS1 - RENDMT1 * MTVS1 - RENDAV1 * AVVS1 - RENDMSIL * MSILVS1 - RENDAZ1 * AZVS1 - RENDCS1 * CSVS1 - RENDCA * CAVS1 \leq 0;$

Terneiros:

[VOLTER1] $0.5 * (CING * PTERN * T) - RENDPOT1 * POTTER1 - RENDCEL1 * CELTER1 - RENDMT1 * MTTER1 - RENDAV1 * AVTER1 - RENDMSIL * MSILTER1 - RENDAZ1 * AZTER1 - RENDCS1 * CSTER1 - RENDCA * CATER1 \leq 0;$

Novilhas:

[VOLN1] $0.5 * (CING * PNOV * N) - RENDPOT1 * POTN1 - RENDCEL1 * CELN1 - RENDMT1 * MTN1 - RENDAV1 * AVN1 - RENDMSIL * MSILN1 - RENDAZ1 * AZN1 - RENDCS1 * CSN1 - RENDCA * CAN1 \leq 0;$

4.1.4 Ligações

a) Ligação entre a área total e a área consumida das pastagens

Para cada pastagem presente no sistema foram somadas as áreas consumidas por todas as categorias animais nos devidos meses, sendo que o seu somatório deve ser igual a pastagem total disponível naquele mês. Por exemplo:

! POTREIRO;

[POT1] $POTVL1 + POTVS1 + POTTER1 + POTN1 - POT \leq 0;$
[POT2] $POTVL2 + POTVS2 + POTTER2 + POTN2 - POT \leq 0;$
[POT3] $POTVL3 + POTVS3 + POTTER3 + POTN3 - POT \leq 0;$
[POT4] $POTVL4 + POTVS4 + POTTER4 + POTN4 - POT \leq 0;$
[POT5] $POTVL5 + POTVS5 + POTTER5 + POTN5 - POT \leq 0;$
[POT6] $POTVL6 + POTVS6 + POTTER6 + POTN6 - POT \leq 0;$
[POT7] $POTVL7 + POTVS7 + POTTER7 + POTN7 - POT \leq 0;$
[POT8] $POTVL8 + POTVS8 + POTTER8 + POTN8 - POT \leq 0;$
[POT9] $POTVL9 + POTVS9 + POTTER9 + POTN9 - POT \leq 0;$
[POT10] $POTVL10 + POTVS10 + POTTER10 + POTN10 - POT \leq 0;$
[POT11] $POTVL11 + POTVS11 + POTTER11 + POTN11 - POT \leq 0;$
[POT12] $POTVL12 + POTVS12 + POTTER12 + POTN12 - POT \leq 0;$

b) Ligação de alimentos de distribuição livre

Esses alimentos podem ser distribuídos aos animais de acordo com suas necessidades, durante todos os meses do ano. Fazem parte desse grupo a ração, a silagem, a cana-de-açúcar e o milho grão (quando presentes nos sistemas de produção).

Ligação da Ração mensal e anual: Compreende que a quantidade de ração consumida em cada mês do ano por cada categoria animal, totalize a quantidade de ração consumida anualmente.

!RACAO VACAS EM LACTACAO;

[LRVL] RVL1 + RVL2 + RVL3 + RVL4 + RVL5 + RVL6 + RVL7 + RVL8 + RVL9 + RVL10 + RVL11 + RVL12 - RVL = 0;

!RACAO VACAS SECAS;

[LRVS] RVS1 + RVS2 + RVS3 + RVS4 + RVS5 + RVS6 + RVS7 + RVS8 + RVS9 + RVS10 + RVS11 + RVS12 - RVS = 0;

!RACAO TERNEIROS;

[LRTER] RTER1 + RTER2 + RTER3 + RTER4 + RTER5 + RTER6 + RTER7 + RTER8 + RTER9 + RTER10 + RTER11 + RTER12 - RTER = 0;

!RACAO NOVILHAS;

[LRN] RN1 + RN2 + RN3 + RN4 + RN5 + RN6 + RN7 + RN8 + RN9 + RN10 + RN11 + RN12 - RN = 0;

!RAÇÃO MENSAL;

[RJAN] RVL1 + RVS1 + RTER1 + RN1 = R1;

[RFEV] RVL2 + RVS2 + RTER2 + RN2 = R2;

[RMAR] RVL3 + RVS3 + RTER3 + RN3 = R3;

[RABR] RVL4 + RVS4 + RTER4 + RN4 = R4;

[RMAI] RVL5 + RVS5 + RTER5 + RN5 = R5;

[RJUN] RVL6 + RVS6 + RTER6 + RN6 = R6;

[RJUL] RVL7 + RVS7 + RTER7 + RN7 = R7;

[RAGO] RVL8 + RVS8 + RTER8 + RN8 = R8;

[RSET] RVL9 + RVS9 + RTER9 + RN9 = R9;

[ROUT] RVL10 + RVS10 + RTER10 + RN10 = R10;

[RNOV] RVL11 + RVS11 + RTER11 + RN11 = R11;

[RDEZ] RVL12 + RVS12 + RTER12 + RN12 = R12;

!RACAO TOTAL;

[RTOT] RVL + RVS + RTER + RN = R;

Ligação da silagem mensal e anual: Faz com que a quantidade de silagem consumida em cada mês do ano por cada categoria animal, constituem a quantidade total de silagem consumida durante o ano. É feita da seguinte maneira:

$$[SVL] \text{ MSILVL1} + \text{MSILVL2} + \text{MSILVL3} + \text{MSILVL4} + \text{MSILVL5} + \text{MSILVL6} + \text{MSILVL7} + \text{MSILVL8} + \text{MSILVL9} + \text{MSILVL10} + \text{MSILVL11} + \text{MSILVL12} = \text{MSILVL};$$

$$[SVS] \text{ MSILVS1} + \text{MSILVS2} + \text{MSILVS3} + \text{MSILVS4} + \text{MSILVS5} + \text{MSILVS6} + \text{MSILVS7} + \text{MSILVS8} + \text{MSILVS9} + \text{MSILVS10} + \text{MSILVS11} + \text{MSILVS12} = \text{MSILVS};$$

$$[STER] \text{ MSILTER1} + \text{MSILTER2} + \text{MSILTER3} + \text{MSILTER4} + \text{MSILTER5} + \text{MSILTER6} + \text{MSILTER7} + \text{MSILTER8} + \text{MSILTER9} + \text{MSILTER10} + \text{MSILTER11} + \text{MSILTER12} = \text{MSILTER};$$

$$[SN] \text{ MSILN1} + \text{MSILN2} + \text{MSILN3} + \text{MSILN4} + \text{MSILN5} + \text{MSILN6} + \text{MSILN7} + \text{MSILN8} + \text{MSILN9} + \text{MSILN10} + \text{MSILN11} + \text{MSILN12} = \text{MSILN};$$

$$[\text{MSILT}] \text{ MSILVL} + \text{MSILVS} + \text{MSILTER} + \text{MSILN} = \text{MSIL};$$

!SILAGEM MENSAL;

$$[\text{SJAN1}] \text{ MSILVL1} + \text{MSILVS1} + \text{MSILTER1} + \text{MSILN1} = \text{MSIL1};$$

$$[\text{SJAN2}] \text{ MSILVL2} + \text{MSILVS2} + \text{MSILTER2} + \text{MSILN2} = \text{MSIL2};$$

$$[\text{SJAN3}] \text{ MSILVL3} + \text{MSILVS3} + \text{MSILTER3} + \text{MSILN3} = \text{MSIL3};$$

$$[\text{SJAN4}] \text{ MSILVL4} + \text{MSILVS4} + \text{MSILTER4} + \text{MSILN4} = \text{MSIL4};$$

$$[\text{SJAN5}] \text{ MSILVL5} + \text{MSILVS5} + \text{MSILTER5} + \text{MSILN5} = \text{MSIL5};$$

$$[\text{SJAN6}] \text{ MSILVL6} + \text{MSILVS6} + \text{MSILTER6} + \text{MSILN6} = \text{MSIL6};$$

$$[\text{SJAN7}] \text{ MSILVL7} + \text{MSILVS7} + \text{MSILTER7} + \text{MSILN7} = \text{MSIL7};$$

$$[\text{SJAN8}] \text{ MSILVL8} + \text{MSILVS8} + \text{MSILTER8} + \text{MSILN8} = \text{MSIL8};$$

$$[\text{SJAN9}] \text{ MSILVL9} + \text{MSILVS9} + \text{MSILTER9} + \text{MSILN9} = \text{MSIL9};$$

$$[\text{SJAN10}] \text{ MSILVL10} + \text{MSILVS10} + \text{MSILTER10} + \text{MSILN10} = \text{MSIL10};$$

$$[\text{SJAN11}] \text{ MSILVL11} + \text{MSILVS11} + \text{MSILTER11} + \text{MSILN11} = \text{MSIL11};$$

$$[\text{SJAN12}] \text{ MSILVL12} + \text{MSILVS12} + \text{MSILTER12} + \text{MSILN12} = \text{MSIL12};$$

O mesmo é elaborado para outros alimentos de distribuição livre, como por exemplo o milho grãos e a cana-de-açúcar:

!LIGACAO MILHO GRAO MENSAL E ANUAL;

$$[\text{LMGVL}] \text{ MGVL1} + \text{MGVL2} + \text{MGVL3} + \text{MGVL4} + \text{MGVL5} + \text{MGVL6} + \text{MGVL7} + \text{MGVL8} + \text{MGVL9} + \text{MGVL10} + \text{MGVL11} + \text{MGVL12} = \text{MGVL};$$

[LMGVS] MGVS1 + MGVS2 + MGVS3 + MGVS4 + MGVS5 + MGVS6 + MGVS7 + MGVS8 + MGVS9 + MGVS10 + MGVS11 + MGVS12 = MGVS;

[LMGTER] MGTER1 + MGTER2 + MGTER3 + MGTER4 + MGTER5 + MGTER6 + MGTER7 + MGTER8 + MGTER9 + MGTER10 + MGTER11 + MGTER12 = MGTER;

[LMGN] MGN1 + MGN2 + MGN3 + MGN4 + MGN5 + MGN6 + MGN7 + MGN8 + MGN9 + MGN10 + MGN11 + MGN12 = MGN;

[LMGT] MGVL + MGVS + MGTER + MGN = MG;

!MILHO GRAO MENSAL;

[MGJAN1] MGVL1 + MGVS1 + MGTER1 + MGN1 = MG1;

[MGJAN2] MGVL2 + MGVS2 + MGTER2 + MGN2 = MG2;

[MGJAN3] MGVL3 + MGVS3 + MGTER3 + MGN3 = MG3;

[MGJAN4] MGVL4 + MGVS4 + MGTER4 + MGN4 = MG4;

[MGJAN5] MGVL5 + MGVS5 + MGTER5 + MGN5 = MG5;

[MGJAN6] MGVL6 + MGVS6 + MGTER6 + MGN6 = MG6;

[MGJAN7] MGVL7 + MGVS7 + MGTER7 + MGN7 = MG7;

[MGJAN8] MGVL8 + MGVS8 + MGTER8 + MGN8 = MG8;

[MGJAN9] MGVL9 + MGVS9 + MGTER9 + MGN9 = MG9;

[MGJAN10] MGVL10 + MGVS10 + MGTER10 + MGN10 = MG10;

[MGJAN11] MGVL11 + MGVS11 + MGTER11 + MGN11 = MG11;

[MGJAN12] MGVL12 + MGVS12 + MGTER12 + MGN12 = MG12;

!LIGACAO CANA MENSAL E ANUAL;

[LCAVL] CAVL1 + CAVL2 + CAVL3 + CAVL4 + CAVL5 + CAVL6 + CAVL7 + CAVL8 + CAVL9 + CAVL10 + CAVL11 + CAVL12 = CAVL;

[LCAVS] CAVS1 + CAVS2 + CAVS3 + CAVS4 + CAVS5 + CAVS6 + CAVS7 + CAVS8 + CAVS9 + CAVS10 + CAVS11 + CAVS12 = CAVS;

[LCATER] CATER1 + CATER2 + CATER3 + CATER4 + CATER5 + CATER6 + CATER7 + CATER8 + CATER9 + CATER10 + CATER11 + CATER12 = CATER;

[LCAN] CAN1 + CAN2 + CAN3 + CAN4 + CAN5 + CAN6 + CAN7 + CAN8 + CAN9 + CAN10 + CAN11 + CAN12 = CAN;

[LCAT] CAVL + CAVS + CATER + CAN = CA;

!CANA MENSAL;

[CAJAN1] CAVL1 + CAVS1 + CATER1 + CAN1 = CA1;

[CAJAN2] CAVL2 + CAVS2 + CATER2 + CAN2 = CA2;

[CAJAN3] CAVL3 + CAVS3 + CATER3 + CAN3 = CA3;

[CAJAN4] CAVL4 + CAVS4 + CATER4 + CAN4 = CA4;

[CAJAN5] CAVL5 + CAVS5 + CATER5 + CAN5 = CA5;

[CAJAN6] CAVL6 + CAVS6 + CATER6 + CAN6 = CA6;

[CAJAN7] CAVL7 + CAVS7 + CATER7 + CAN7 = CA7;

[CAJAN8] CAVL8 + CAVS8 + CATER8 + CAN8 = CA8;

[CAJAN9] CAVL9 + CAVS9 + CATER9 + CAN9 = CA9;

[CAJAN10] CAVL10 + CAVS10 + CATER10 + CAN10 = CA10;

[CAJAN11] CAVL11 + CAVS11 + CATER11 + CAN11 = CA11;

[CAJAN12] CAVL12 + CAVS12 + CATER12 + CAN12 = CA12;

c) Ligação de leite mensal e anual

Essa ligação faz com que o somatório da quantidade de leite produzida em cada mês do ano forme a produção anual de leite.

[LEIT] LEITE = L1 + L2 + L3 + L4 + L5 + L6 + L7 + L8 + L9 + L10 + L11 + L12;

d) Ligação entre as categorias do rebanho

A partir dos índices zootécnicos utilizados nos modelos, e explicitados anteriormente, as categorias de animais devem obedecer as seguintes ligações:

[VLVS] $(1 - RVLVT) * VL - RVLVT * VS \leq 0$;

[VLT] $0.5 * VL - T \leq 0$;

[VLN] $0.5 * (1 - MORT) * VL - N \leq 0$;

[VLVD] $VD - 0.5 * (1 - MORT)^2 * VL \leq 0$;

4.2 ANÁLISE DA PRODUÇÃO LEITEIRA

Como na ADSA a atividade leiteira se apresentou como uma das principais alternativas de desenvolvimento, essa seção tem como objetivo a apresentação e a discussão dos resultados da modelagem dos sistemas de produção, na qual se utilizou a programação matemática para a formulação dos modelos de acordo com cada tipo de agricultor. A

programação matemática foi utilizada para se fazer uma análise mais rigorosa do uso dos recursos disponíveis, e com isso verificar se seria interessante alterar o sistema produtivo de acordo com a melhor utilização desses recursos.

Na formulação de cada modelo foi estabelecida uma função, que é a função objetivo, a qual apresenta a contribuição marginal, isto é, quanto cada atividade gera de renda. Também inseriu-se inequações descrevendo a exigência e a disponibilidade de recursos, e restrições de funcionamento da unidade de produção. Por fim, maximizou-se a função de produção respeitando essas restrições.

Então os modelos de programação foram elaborados de acordo com a metodologia descrita anteriormente e são utilizados para indicar um potencial de produção e qual seria o sistema de produção que levaria a explorar esse potencial. Esses resultados são analisados a seguir.

Na tabela 6 encontram-se os resultados comparativos entre a renda atual calculada no “EXCEL”, a partir das entrevistas realizadas na ADSA e a renda maximizada pela programação linear, para os tipos de sistemas de produção com bovinocultura de leite.

Tabela 6: Comparação entre as rendas, atual e maximizada, dos SPA com bovinocultura de leite, Ijuí/RS, 2008.

Sistema de Produção	Margem Bruta		
	Sistema atual (Planilha)	Maximização (Lingo)	Variação Percentual
Patronal Grãos Leite	R\$ 147.000	R\$ 153.775	4%
Familiar Leite Grãos Suíno	R\$ 45.280	R\$ 89.964	98%
Familiar Vitivinicult. Grãos Leite	R\$ 20.617	R\$ 23.542	14%
Familiar Grãos Leite Extensivo	R\$ 9.598	R\$ 21.321	122%
Familiar Leite Intensivo Grãos	R\$ 53.376	R\$ 56.391	5%

Fonte: Dados de pesquisa, 2008.

Em relação ao resultado econômico global dos sistemas de produção, a otimização indica que os tipos de sistemas produtivos que apresentam uma maior variação percentual na renda com a maximização realizada no programa Lingo, são os tipos familiar grãos com leite mais extensivo e o familiar leite grãos suíno, respectivamente, 122% e 98% de aumento na renda indicada pela otimização do sistema. Os demais tipos estão com o sistema atual mais

próximos do seu potencial produtivo. Apresentam-se a seguir as principais alterações que, pela otimização, sofreria cada um dos sistemas de produção.

a) Modelagem do Tipo Patronal Grãos Leite

O modelo elaborado no Lingo para esse sistema encontra-se no apêndice B (número 1). A tabela 7 mostra os dados da situação atual (calculados no “EXCEL”), na qual se encontra esse sistema de produção, e os resultados do sistema maximizado no modelo de programação linear.

Tabela 7: Atividades do sistema de produção atual e as indicadas pela maximização, do tipo Patronal Grãos Leite

Atividade	Unidade de medida	Sistema Atual	Sistema Maximizado
Soja	hectares	72	95
Trigo	hectares	12	96
Produção total de leite	litros	251.850	143.880
Rendimento das vacas	litros animal ⁻¹ dia ⁻¹	23	24
Vacas em lactação	cabeças	30	16,5
Vacas secas	cabeças	8,0	5,5
Novilhas	cabeças	9,0	8,0
Terneiros (as)	cabeças	11,0	8,0
Potreiro	hectares	3,0	0,0
Sorgo	hectares	10,0	0,8
Tifton	hectares	2,0	3,0
Aveia	hectares	30,0	1,0
Milho Silagem	hectares	12,0	1,4
Ração	kg	32.250	76.515
Triticale	kg	14,0	0,0

Fonte: Dados da pesquisa, 2008.

O valor anual obtido na solução ótima é de R\$ 153.775,00, e para obter essa solução otimizando o sistema de produção o modelo indica, conforme os resultados apresentados na tabela, uma redução da produção anual de leite de 251.850 litros para 143.880 litros, uma redução do número de animais que compõem o rebanho de leite, conseqüentemente uma diminuição das áreas destinadas à alimentação dos animais, e a manutenção do rendimento

por animal em torno de 24 litros de leite diários. Com isso, indica um aumento da área destinada para a produção de grãos (soja e trigo) e da oferta de ração.

A tabela 8 apresenta o resultado de uma simulação a partir da maximização desse sistema com o preço recebido pelo litro de leite de R\$ 0,51, isto para verificar qual seria o comportamento indicado pela solução ótima na hipótese de as empresas beneficiadoras pagarem um preço padrão aos diferentes tipos de produtores de leite.

Tabela 8: Potencial de produção do tipo Patronal Grãos Leite, com preço do leite de R\$ 0,51

Atividade	Unidade de medida	Sistema Atual	Sistema Maximizado
Soja	hectares	72	91,5
Trigo	hectares	12	93,5
Produção total de leite	litros	251.850	93.368
Rendimento das vacas	litros animal ⁻¹ dia ⁻¹	23,0	15,5
Potreiro	hectares	3,0	0,0
Sorgo	hectares	10,0	0,0
Tifton	hectares	2,0	4,2
Aveia	hectares	30,0	2,1
Milho Silagem	hectares	12,0	4,3
Ração	kg	32.250	12.124
Triticale	kg	14,0	0,0

Fonte: Dados da pesquisa, 2008.

De acordo com o potencial produtivo indicado diante de uma situação de preço menor, a produção leiteira que seria mais vantajosa teria padrões parecidos aos dos agricultores familiares, a produção anual diminuiria consideravelmente e o rendimento animal seria menor. O resultado econômico anual iria diminuir para R\$ 137.729,00 e teria grande dependência da produção de grãos, pois o modelo indica um aumento na área destinada a produção de soja e trigo e uma diminuição da área destinada para as pastagens.

b) Modelagem do Tipo Familiar Leite Grãos Suíno

O modelo elaborado para esse tipo de agricultor está em apêndice (apêndice B/número 2). O potencial de produção indicado na otimização e comparado com o sistema atual, e o sistema de produção com o qual seria possível atingir tal potencial estão explicitados na tabela 9.

Tabela 9: Atividades do sistema de produção atual e as indicadas pela maximização, do tipo Familiar Leite Grãos Suíno

Atividade	Unidade de medida	Sistema Atual	Sistema Maximizado
Soja	hectares	24,0	0,0
Suíno	lotes	3,0	3,0
Produção total de leite	litros	76.650	221.789
Rendimento das vacas	litros animal ⁻¹ dia ⁻¹	15,0	15,8
Vacas em lactação	cabeças	14,0	39,1
Vacas secas	cabeças	5,0	16,8
Novilhas	cabeças	6,0	18,9
Terneiros (as)	cabeças	5,0	19,5
Potreiro	hectares	0,5	12,5
Milheto	hectares	1,5	0,0
Tifton	hectares	2,5	7,2
Aveia/Azevém	hectares	32,0	8,5
Milho Silagem	hectares	2,0	10,75
Ração	kg	15.225	26.502

Fonte: Dados da pesquisa, 2008.

Esse modelo maximizado indica que o potencial de produção da atividade leiteira é de 221.789 litros de leite ao ano, sugerindo um aumento de 289% da produção anual em relação ao sistema atual, mantendo o rendimento por animal praticamente estável. Para isso, indica uma substituição da área destinada a produção de soja por um aumento na área de pastagens destinadas ao rebanho, bem como um aumento no fornecimento de ração e silagem. Com essas modificações no sistema, o resultado econômico anual fornecido na solução ótima é de R\$ 89.964,00, bem superior aos atuais R\$ 45.280,00 gerados pelo sistema atual.

c) Modelagem do Tipo Familiar Vitivinicultura Grãos Leite Extensivo

Esse modelo pode ser visualizado no apêndice B (número 3). O potencial de produção para esse tipo comparado ao sistema atual está descrito na tabela 10. É importante dizer que a atividade da uva não foi otimizada e sim fixada para 0,75 hectares (área na qual é produzida atualmente), isto porque, essa atividade não é o foco dessa pesquisa e também porque a otimização indicaria uma produção de uva muito superior daquela que o mercado tem condições de absorver, isto em função de essa ser uma atividade que gera uma elevada contribuição marginal por unidade de área.

Tabela 10: Atividades do sistema de produção atual e as indicadas pela maximização, do tipo Familiar Vitivinicultura Grãos Leite Extensivo

Atividade	Unidade de medida	Sistema Atual	Sistema Maximizado
Soja	hectares	11,0	12,3
Uva	hectares	0,75	0,75
Produção total de leite	litros	25.200	35.808
Rendimento das vacas	litros animal ⁻¹ dia ⁻¹	10,0	12,0
Vacas em lactação	cabeças	7,0	8,4
Vacas secas	cabeças	3,0	3,6
Novilhas	cabeças	2,0	4,0
Terneiros (as)	cabeças	3,0	4,2
Potreiro	hectares	1,5	0,0
Milheto	hectares	2,0	0,0
Aveia	hectares	9,6	3,7
Azevém	hectares	4,0	4,9
Milho Grão	hectares	3,0	2,8
Milho Silagem	hectares	0,5	3,0

Fonte: Dados da pesquisa, 2008.

Os resultados mostram que esse sistema se encontra bem próximo do potencial de produção da atividade leiteira, provavelmente não tem condições de expandir sua produção devido a atividade da uva demandar uma quantidade significativa de mão-de-obra. O modelo indica um aumento no rendimento leiteiro de 10 litros para 12 litros por vaca por dia, passando de uma produção anual de 25.200 litros de leite para 35.808 litros, com um pequeno aumento da quantidade de animais. O valor anual obtido na solução ótima com esse sistema produtivo é de R\$ 23.542 (aumentando 14% em relação ao sistema atual).

Os resultados apresentados na modelagem permitem afirmar que não seria interessante, nessa situação, expandir o rendimento por animal conforme as atuais exigências impostas pelas indústrias.

d) Modelagem do Tipo Familiar Grãos Leite Extensivo

A tabela 11 demonstra os resultados obtidos na simulação do sistema maximizado e no sistema atual desse tipo de agricultor. O modelo elaborado pode ser visualizado no apêndice B (número 4).

Tabela 11: Atividades do sistema de produção atual e as indicadas pela maximização, do tipo Familiar Grãos Leite Extensivo

Atividade	Unidade de medida	Sistema Atual	Sistema Maximizado
Soja	hectares	6,0	0,0
Milho	hectares	3,0	0,0
Produção total de leite	litros	27.540	66.340
Rendimento das vacas	litros animal ⁻¹ dia ⁻¹	8,5	11,58
Vacas em lactação	cabeças	9,0	15,9
Vacas secas	cabeças	4,0	6,8
Novilhas	cabeças	2,0	7,7
Terneiros (as)	cabeças	3,0	7,9
Potreiro	hectares	0,75	0,0
Capim Elefante	hectares	0,25	4,2
Capim Sudão	hectares	2,0	0,0
Aveia/azevém	hectares	14	3,9
Milho Grão	hectares	3,0	6,7
Cana	hectare	0,25	4,3
Ração	kg	4.925	0,0

Fonte: Dados da pesquisa, 2008.

A modelagem indica que, para otimizar esse sistema, deve-se destinar toda a área disponível para a atividade leite, passando dos atuais 27.540 litros para 66.340 litros, com um pequeno aumento no rendimento por animal e de um aumento do número de animais. Para isso, indica que o sistema deve ser exclusivamente leiteiro, o que possibilita o aumento da área de pastagens e a extinção do fornecimento de ração aos animais. Com isso, o valor anual obtido seria de R\$ 21.321,00, implicando em um acréscimo de 122% em relação à situação atual.

Essa otimização demonstra que, mesmo com esse interessante incremento de renda, o sistema de produção de leite ainda fica mais próximo daquilo que os agricultores vêm praticando do que aquele defendido pelas indústrias processadoras.

e) Modelagem do Tipo Familiar Leite Intensivo Grãos

O potencial de produção indicado na modelagem desse tipo de agricultor pode ser verificado na tabela 12. O modelo elaborado está no apêndice B (número 5).

Tabela 12 - Atividades do sistema de produção atual e as indicadas pela maximização, do tipo Familiar Leite Intensivo Grãos

Atividade	Unidade de medida	Sistema Atual	Sistema Maximizado
Soja	hectares	40,0	32,0
Trigo	hectares	26,0	41,0
Produção total de leite	litros	98.550	100.610
Rendimento das vacas	litros animal ⁻¹ dia ⁻¹	15,0	21,0
Vacas em lactação	cabeças	18,0	13,2
Vacas secas	cabeças	7,0	5,2
Novilhas	cabeças	6,0	6,4
Terneiros (as)	cabeças	7,0	6,6
Potreiro	hectares	0,5	3,3
Sorgo	hectares	5,0	9,6
Aveia/azevém	hectares	20,0	5,0
Milho Grão	hectares	2,0	3,6
Milho Silagem	hectares	2,0	0,9
Ração	Kg	20.000	11.246

Fonte: Dados da pesquisa, 2008.

A modelagem desse tipo indica um valor anual ótimo de R\$ 56.391,00, um aumento de apenas R\$ 3.015,00 frente ao sistema atualmente praticado. Como se percebe pela tabela acima, esse sistema está bem próximo do seu potencial ótimo, na medida em que não ocorre significativas alterações no sistema em função da otimização.

O modelo indica uma diminuição no fornecimento da ração, possibilitada pelo aumento das áreas de pastagens acompanhado de uma redução no número de animais. A produção anual se mantém porque o rendimento por animal que no sistema atual é de 15 litros diários passa a ser de 21 litros diários.

A otimização mostrou que a melhor combinação na utilização dos recursos disponíveis em cada sistema possibilita um aumento no resultado econômico anual. No caso dos sistemas familiares esse aumento na renda indicado pela solução ótima é baixo e as modificações indicadas no sistema produtivo seriam pequenas. Para os agricultores familiares, portanto, a adequação às exigências das empresas não é interessante, pois o padrão de sistema de produção proposto por elas não é o mais vantajoso para a maioria dos agricultores familiares. Para a maioria dos sistemas dos produtores familiares indicados pela otimização não seriam muito diferentes daqueles que já vem sendo praticados. Nos casos em que a modelagem indica possibilidades de incremento razoável da renda, essa é explicada mais pela ampliação

da atividade leiteira, em detrimento da produção de grãos, e não pela melhoria dos sistemas ou rendimento leiteiro em si.

Já para o sistema patronal, a otimização indicou que é vantajoso continuar produzindo leite com os padrões exigidos pelas empresas somente se o preço recebido por litro continuar sendo relativamente mais alto, caso contrário, quanto menor for o preço recebido a modelagem indica que o sistema leiteiro tenha padrões parecidos com os dos familiares, ou seja, produção e rendimento em menor escala. Isso significa que os agricultores com maior quantidade de terra e que produzem leite em grande escala, tanto em função do número de animais quanto, e de maneira especial, do elevado rendimento por animal, apresentam forte tendência de abandonar a atividade se os preços pagos pela indústria não forem compensadores, principalmente em conjunturas favoráveis para as principais culturas de grãos da região.

CONCLUSÃO

Os resultados obtidos neste trabalho permitiram as seguintes conclusões:

- A atividade leiteira é importante para o desenvolvimento rural na medida em que proporciona resultados econômicos por superfície de área relativamente elevados, permitindo a permanência de muitos agricultores familiares no meio rural;
- A promoção do desenvolvimento rural, envolvendo a atividade leiteira, não pode ser orientada apenas pelos objetivos e metas do segmento industrial. É fundamental que os agricultores alterem o sistema produtivo de acordo com as suas condições específicas, e não sob políticas de preços exclusivas que não levam em consideração os limites e estrangulamentos dos diferentes tipos de unidades de produção. A maximização dos sistemas de produção indicou que o potencial produtivo da atividade leiteira da maioria dos agricultores familiares é menor do que o recomendado pelos técnicos em geral;
- A recomendação de um único padrão tecnológico é contraditória ao processo de desenvolvimento rural, principalmente porque o sistema com maior escala e rendimento físico (tipo patronal) não apresenta vantagens econômicas evidentes para os agricultores familiares;
- Há espaço para políticas socialmente mais inclusivas e economicamente mais produtivas. Os sistemas de produção praticados pelos tipos familiares, especialmente os menos intensivos, apresentam um bom potencial para o aumento da produção, mas não se aproximam do proposto pelas empresas processadoras.

O padrão hegemônico geralmente é reforçado nas escolas de ciências agrárias e, conseqüentemente, é reproduzido por técnicos e formuladores de políticas que acabam adotando um modelo único de produção, baseado em escala e rendimentos elevados, não levando em consideração as especificidades de cada tipo de agricultor. Neste trabalho, ao contrário, considerou-se o desenvolvimento como um processo aberto e evolutivo e por isso avaliou-se as condições de cada tipo de agricultor identificado na Análise-Diagnóstico do Sistema Agrário na área de abrangência do estudo.

No estudo da dinâmica da agricultura local, foram identificados cinco tipos de agricultores que desenvolvem a atividade leiteira, dos quais quatro são sistemas de produção

familiares. Cada um possui condições de produção específicas, relacionadas à disponibilidade de mão-de-obra e instalações, à quantidade de área agrícola e, ainda, muitos agricultores que vieram de um processo de descapitalização que, por conta disso, apresentam limites na capacidade de investimento. Esses limites devem ser levados em consideração no momento de propor alternativas de desenvolvimento, para que sejam possíveis de serem implementadas. Os resultados demonstram que os agricultores com menores restrições conseguem melhorar os seus sistemas de produção, enquanto que outros que enfrentam mais restrições têm dificuldades para introduzirem modificações.

A análise realizada nessa pesquisa, por meio da modelagem, levando em consideração uma melhor utilização dos recursos disponíveis nas unidades de produção agropecuárias, mostrou que os agricultores familiares estão produzindo muito próximos do seu potencial de produção. Por outro lado, as suas condições evidenciam que não há como desenvolver os sistemas de produção recomendados pelas indústrias, pois, além de não apresentarem vantagens econômicas, a maioria dos pequenos agricultores familiares não teria condições de se adequar a tais exigências em função do processo de descapitalização a que se submeteram em sua trajetória de evolução.

A modelagem do sistema patronal, por sua vez, permitiu concluir que para esse tipo de agricultor a atividade leiteira é importante somente se o preço pago pela indústria for atrativo, caso contrário, esse sistema provavelmente se tornaria mais especializado na produção de grãos, para a qual esses agricultores destinam a maior proporção da área agrícola útil e possuem toda a infra-estrutura necessária para o cultivo, com ênfase para a soja.

Portanto, a atual postura das indústrias em relação à adoção de políticas e medidas que acabam levando à exclusão de agricultores familiares, são contrárias a uma perspectiva de promoção do desenvolvimento rural. Ficou evidente nessa pesquisa que, se não houvesse a prática de preços diferenciados, os sistemas familiares são muito mais eficientes do que os sistemas com as características exigidas pelas empresas fornecedoras, não sendo justificável, por consequência, a política de preços mais elevados como estratégia para uma melhor eficiência dos sistemas.

Os resultados da pesquisa, amparados pela modelagem dos sistemas de produção, mostram que existem espaços para melhorar e ampliar a produção de leite no município de Ijuí, com intervenções centradas no aproveitamento do potencial manifestado entre os tipos de agricultores familiares. Em nenhum dos casos, no entanto, as alterações no sistema de produção se aproximam do que tem sido proposto pelos laticínios em geral como referência para a atividade leiteira.

O estudo confirma, por fim, que a agricultura familiar tem uma grande contribuição para o desenvolvimento local e esta contribuição poderia ser ainda maior se não fosse discriminada pela indústria processadora e por segmentos ligados à promoção do desenvolvimento rural.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ATLAS DE DESENVOLVIMENTO HUMANO NO BRASIL. Disponível em: <<http://www.pnud.org.br>> Acesso em: 22 julho 2008.

BASSO, David; SILVA NETO, Benedito. **Controvérsias sobre profissionalização e desenvolvimento na agricultura: o caso da produção de leite no Rio Grande do Sul.** Indicadores Econômicos FEE, Porto Alegre, v.26, n.4, p.232-246, mar 1999.

BELIK, W; PAULILLO, L.F. O Financiamento da Produção Agrícola Brasileira na Década de 90: Ajustamento e Seletividade. In: **LEITE, S. Políticas Públicas e Agricultura no Brasil.** Porto Alegre: Editora da Universidade, 1996.

BERTALANFY, L. VON, **General System Theory.** New York, George Braziller, 1968.

BHASKAR, R. **A Realist Theory of Science.** London, Verso, 1997.

COOPERATIVA CENTRAL GAÚCHA LTDA, CCGL. Disponível em <http://www.ccgl.com.br/links.php?sessao=5>. Acesso em: nov. 2009.

CHIBENI, S. S. A inferência abdutiva e o realismo científico. **Cadernos de História e Filosofia da Ciência**, série 3, 6 (1):45-73, 1996.

DUFUMIER, M. **Les projets de développement agricole.** Manuel d'expertise. Edições Karthala, Paris, 1996.

DUDERMEL, T; BASSO; David. LIMA, Arlindo Jesus Prestes de. **A política agrícola e a diferenciação da agricultura do noroeste do RS.** Ijuí: Editora Unijuí, 1993.

GARCIA FILHO, P.D. **Guia metodológico: Diagnóstico de Sistemas Agrários**, Brasília: FAO/INCRA/MEPF, 1999. 58 p.

GALAN, V.B.; JANK, M.S. **Competitividade do Sistema Agro-Industrial do Leite.** 1998. 271p. Relatório de Pesquisa: ESALQ – PENSA-USP-São Paulo.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA, IBGE. **Banco de Dados.** Disponível em <http://www.ibge.gov.br>. Acesso em: 2009.

LANG, M. Assembléia da destaque a cadeia do leite. 2009. Disponível em: <<http://www.jusbrasil.com.br/noticias/740271/assembleia-da-destaque-a-cadeia-do-leite>>. Acesso em: 15 out.2009.

LAWSON, T. **Economics and Reality.** London, Routledge, 1997.

LIMA, Arlindo Jesus Prestes de. **Desenvolvimento da agricultura e sistemas de produção agroecológicos: um estudo no município de Ipê – RS**. Campinas: UNICAMP, 2005. Tese (Doutorado em Engenharia Agrícola), Faculdade de engenharia Agrícola, Universidade Estadual de Campinas, 2005.

LIMA, Arlindo Jesus Prestes de; et. al. **Administração da Unidade de produção Familiar: Modalidades de Trabalho com Agricultores**. 3ª ed. Ijuí: Editora UNIJUI, 2005.

LIMA, Arlindo Jesus Prestes de; SILVA NETO, Benedito; OLIVEIRA, Angélica de. **Situação e Perspectivas de Desenvolvimento da Agricultura do Município de Ijuí-RS**. Ijuí: UNIJUI, 2008. (Relatório de pesquisa).

MACHADO, J.C. Produção de leite já cresceu 14% no primeiro semestre de 2007 no estado. Secretaria Estadual de Agricultura, Pecuária e Agronegócio. 2007. Disponível em: <http://www.riogrande.com.br/rio_grande_do_sul_agropecuaria_producao_de_leite_ja_cresceu_14_no_primeiro_semestre_de_2007_no_estado_027957-em.html>. Acesso em: 15 out. 2009.

MAZOYER, Marcel; ROUDART, Laurence. **História das Agriculturas do Mundo: do neolítico à crise contemporânea**. Lisboa: Instituto Piaget, 2001. 520 p.

PAULILLO, Luiz Fernando (Org.); ALVES, Francisco (Org.). **Reestruturação Agroindustrial: Políticas Públicas e Segurança Alimentar Regional**. São Carlos: Editora UFSCar, 2002.

PRIGOGINE, Ilya; STENGERS, Isabelle. **A Nova Aliança**. Brasília: Universidade de Brasília, 1991.

PRIGOGINE, Ilya. **O Fim das Certezas: tempo, caos e as leis da natureza**. São Paulo: UNESP. 1996. (Tradução de Roberto Leal Ferreira).

ROCHA, Alynson dos Santos; COUTO, Vitor de Athayde. **Reestruturação, Competitividade e Estratégias da Agroindústria de Leite e Laticínios: Três Casos no Nordeste Brasileiro**. In: XLII Congresso da Sociedade Brasileira de Economia e Sociologia Rural. Brasília (DF); SOBER, 2004.

SILVA NETO, Benedito; BASSO, David. A produção de leite como estratégia de desenvolvimento para o Rio Grande do Sul. **Desenvolvimento em Questão**, Ijuí, ano3, n.5, p. 53-72, jan/jun 2005.

SILVA NETO, Benedito; BASSO, David. **A Produção de Leite e o Desenvolvimento Rural**. In: VI International PENSA Conference Sustainable Agri-food and Bioenergy Chains/Networks Economics and Management. Ribeirão Preto, out. 2007.

SILVA NETO, Benedito. Análise – Diagnóstico de Sistemas Agrários: uma interpretação baseada na teoria da complexidade e no Realismo Crítico. **Desenvolvimento em Questão**, Ijuí, ano 5, n.9, p.33-58, jan/jun 2007.

SILVA NETO, Benedito. et al. Teoria dos Sistemas Agrários: Uma nova abordagem do desenvolvimento da agricultura. **Extensão Rural**. Santa Maria: UFSM. v.1, n. 1, p. 6-19, 1997.

SILVA NETO, Benedito. (Org.); BASSO, David (Org.). **Sistemas Agrários do Rio Grande do Sul. Análise e Recomendações de Políticas**. Ijuí: Editora UNIJUI, 2005b.

SILVA NETO, Benedito; FRANTZ, Telmo Rudi. A dinâmica dos sistemas agrários e o desenvolvimento rural. In SILVA NETO, B.; BASSO, D. **Sistemas Agrários do Rio Grande do Sul: Análise e Recomendações de Políticas**. Ijuí: Ed. da UNIJUI, 2005. p. 109-156.

SILVA NETO, Benedito; FRANTZ, Telmo Rudi. The Dynamics of Agriculture ad the Rural Development in Rio Grande do Sul. Brasília: SOBER. Revista de Economia e Sociologia Rural, vol. 41, n. 3, jul-set.2003, p.253-272.

SILVA NETO, Benedito; OLIVEIRA, Angélica de. **Modelagem e Planejamento de Sistemas de Produção Agropecuária: Manual de Aplicação da Programação Matemática**. Ijuí: Editora UNIJUI, 2009.

WILKINSON, John. **Estudo da Competitividade da Indústria Brasileira: O Complexo Agroindustrial**. Rio de Janeiro: Forense Universitária, UFRJ, 1996.

WILKINSON, John. Mercosul e Produção Familiar: Abordagens Teóricas e Estratégias Alternativas. Rio de Janeiro. **Estudos Sociedade e Agricultura**, N.8, abril de 1997, p. 25-50.

APÊNDICES

APÊNDICE A – QUADRO SÍNTESE DA HISTÓRIA AGRÁRIA DE IJUÍ/RS

Fases	Fatos ecológicos	Fatos técnicos	Fatos socioeconômicos
Até 1890 Agricultura de coivara.	Mata nativa Campo nativo	Sistema de derrubada e queimada; pousio longo e arbóreo; produção subsistência (mandioca, feijão, batata, milho), trabalho braçal.	Índios e caboclos.
1890 – 1912 Formação da Colônia	Desmatamento Início da queda fertilidade natural do solo.	Derrubada e queimada, Sistema de policultura de subsistência – pousio curtos. Agricultura de subsistência. (milho, trigo feijão, porco banha) Porco banha comercial. Pluriatividades não agrícolas	Política de Colonização (Estado) por imigrantes vindos das colônias velhas; Desenvolvimento comercial; venda do excedente; transporte ferroviário.
1912 a 1940 Consolidação da Colônia	Intensificação da exploração do ecossistema; Queda da fertilidade natural dos solos.	Sistema especializado: banha; Agricultura de subsistência (mandioca, milho, feijão); Tração animal; trabalho manual; lavouras de trigo.	Comercialização da banha (outras cidades gaúchas). Divisão por herança Pouca diferenciação da agricultura e dos agricultores.
1940 – 1965 Crise da Agricultura Colonial.	Redução do pousio; Uso mais intenso da terra. Problemas graves de fertilidade	Crise do suíno tipo banha; Intensifica produção de grãos (trigo e soja); Suíno tipo carne	Empobrecimento geral dos agricultores Surtem as primeiras cooperativas Crédito subsidiado; Assistência técnica; Diferenciação da agricultura e dos agricultores.
1965 – 1984 Agricultura especializada e baseada em insumos industriais	Doenças do trigo.	Sistema de policultura comercial; Intensificação e especialização da produção: soja e trigo; insumos de origem industrial; melhoramento genético; Motomecanização; Início da produção de leite comercial.	Crédito Rural Diferenciação socioeconômica dos agricultores; Diferentes dinâmicas de acumulação; Concentração da produção. Migração de agricultores familiares.
1984 – atual Agricultura diversificada	Plantio direto; Rotação de culturas,	Intensificação da produção de leite; diversificação: viveiros, suínos, hortifrutigranjeiros; Transgenia	Fim do crédito rural subsidiado; Retomada do crédito: PRONAF.

APÊNDICE B – MODELAGEM DOS SISTEMAS DE PRODUÇÃO AGROPECUÁRIA

B1 - MODELO DO TIPO PATRONAL GRAOS LEITE

$MAX = 998.39*SOJA + 348.77*TRIGO + 0.65*LEITE + 0*PV*VD - 307.2*VL - 260*VS -$
 $88*T - 124*N - 0*POT - 627.50*TIF - 0*MT - 1031.5*SOR - 432*AV - 373.14*TRIT -$
 $0.6*R - 1289.65*MSIL - 0*MG - 0*CA - SWC*13;$

!PASTAGENS QUE NAO TEM NO MODELO;

CA<=0;

MT<=0;

MG<=0;

INGD = 0.03; !0.03;

!PARAMETROS DE ENTRADA;

! INDICES ZOOTECHNICOS;

RVLVT = 0.75;!(vacas lactacao/total vacas);

MORT = 0.03; !(animais mortos/total rebanho/ano);

!CRIA = 2 ANOS;

!RENDIMENTO DAS FORRAGENS;

[RPOTAB] RENDPOT = 2000; !(kg MS/ha);

[RTIFAB] RENDTIF = 12000; !(kg MS/ha);

[RMTAB] RENDMT = 0000; !(kg MS/ha);

[RSORG] RENDSO = 4500; !(kg MS/ha);

[RAV1B] RENDAV = 4000; !(kg MS/ha);

[RTRITAB] RENDTRIT = 0000; !(kg MS/ha);

[RMSIL] RENDMSIL = 8500*2; !(kg MS/ha);

[RMG] RENDMG = 3750; !(kg MS/ha);

[RCA] RENDCA = 0000; !(kg MS/ha);

! TEOR DE ENERGIA DOS ALIMENTOS;

[ENPOT] EPOT = 1.7; !(Mcal/kg MS);

[ENTIF] ETIF = 1.85; !(Mcal/kg MS);

[ENMT] EMT = 0; !1.8; !(Mcal/kg MS);

[ENSO] ESO = 1.9; !(Mcal/kg MS);

[ENAV] EAV = 2; !(Mcal/kg MS);

[ENTRIT] ETRIT = 0; !(Mcal/kg MS);

[ERAC] ENRAC = 3; !(Mcal/kg MS);

[EMSIL] ENSIL = 2.2; !(Mcal/kg MS);

[EMG] ENMG = 3.3; !(Mcal/kg MS);

[ECA] ENCA = 0; !1.5; !(Mcal/kg MS);

!TEOR DE PROTEÍNA DOS ALIMENTOS;

[PRPOT] PPOT = 0.08; !(kg PB/kg MS);

[PRTIF] PTIF = 0.14; !(kg PB/kg MS);

[PRMT] PMT = 0; !.15; !(kg PB/kg MS);

[PRSO] PSO = .17; !(kg PB/kg MS);

[PRAV] PAV = .2; !(kg PB/kg MS);

[PRTRIT] PTRIT = 0; !.2; !(kg PB/kg MS);

[PRRAC] PRAC = .16; !(kg PB/kg MS);

[PRSIL] PSIL = .07; !(kg PB/kg MS);
 [PRMG] PMG = 0.08; !(kg PB/kg MS);
 [PRCA] PCA = 0; !.15; !(kg PB/kg MS);

!PESO E CAPACIDADE DE INGESTÃO DOS ANIMAIS;

[PVACA] PV = 500; !(kg);
 [PTER] PTERN = 112.5; !(kg);
 [PNOVI] PNOV = 337.5; !(kg);
 [CIDMS] CID = INGD; !0.03; !(kg MS/kg animal/dia);
 [CINGMS] CING = CID*30; !(ingestao/peso vivo);

!NECESSIDADE DE ENERGIA DOS ANIMAIS;

[NECEVL] NECVL = 425.16; !(Mcal/cabeca/mes);
 [NECET] NECT = 236.09; !(Mcal/cabeca/mes);
 [NECEN] NECN = 519.19; !(Mcal/cabeca/mes);
 [NECEVS] NECVS = 510.19; !(Mcal/cabeca/mes);

!NECESSIDADE DE PROTEINA DOS ANIMAIS;

[NECPRVL] NECPVL = 10.89; !(kg/cabeca/mes);
 [NECPRT] NECPT = 13.17; !(kg/cabeca/mes);
 [NECPRN] NECPN = 27.97; !(kg/cabeca/mes);
 [NECPRVS] NECPVS = 13.07; !(kg/cabeca/mes);

!DISPONIBILIDADE DE ÁREA E MÃO-DE-OBRA;

[SAUT] SAU = 100; !(hectares);
 [WFAM] WF = 24*8*2; !(horas/mes);
 [WCONT] WC = 27*8*1; !(horas/mes);

!SALARIO MENSAL DA MAO DE OBRA CONTRATADA;

[RWC] SWC = 700;

!DISTRIBUICAO DO RENDIMENTO DAS PASTAGENS AO LONGO DO ANO;

[RPOT1] RENDPOT1 = .2*RENDPOT;
 [RPOT2] RENDPOT2 = .1*RENDPOT;
 [RPOT3] RENDPOT3 = .07*RENDPOT;
 [RPOT4] RENDPOT4 = .05*RENDPOT;
 [RPOT5] RENDPOT5 = .03*RENDPOT;
 [RPOT6] RENDPOT6 = .02*RENDPOT;
 [RPOT7] RENDPOT7 = .01*RENDPOT;
 [RPOT8] RENDPOT8 = .02*RENDPOT;
 [RPOT9] RENDPOT9 = .1*RENDPOT;
 [RPOT10] RENDPOT10 = .1*RENDPOT;
 [RPOT11] RENDPOT11 = .15*RENDPOT;
 [RPOT12] RENDPOT12 = .15*RENDPOT;

[RTIF1] RENDTIF1 = .05*RENDTIF;
 [RTIF2] RENDTIF2 = .05*RENDTIF;
 [RTIF3] RENDTIF3 = .1*RENDTIF;
 [RTIF4] RENDTIF4 = .1*RENDTIF;
 [RTIF5] RENDTIF5 = .1*RENDTIF;

[RTIF6] RENDTIF6 = 0.05*RENDTIF;
 [RTIF7] RENDTIF7 = 0.05*RENDTIF;
 [RTIF8] RENDTIF8 = 0.05*RENDTIF;
 [RTIF9] RENDTIF9 = .15*RENDTIF;
 [RTIF10] RENDTIF10 = .1*RENDTIF;
 [RTIF11] RENDTIF11 = .1*RENDTIF;
 [RTIF12] RENDTIF12 = .1*RENDTIF;

[RMT1] RENDMT1 = .25*RENDMT;
 [RMT2] RENDMT2 = .2*RENDMT;
 [RMT3] RENDMT3 = .1*RENDMT;
 [RMT4] RENDMT4 = .1*RENDMT;
 [RMT5] RENDMT5 = .05*RENDMT;
 [RMT6] RENDMT6 = 0*RENDMT;
 [RMT7] RENDMT7 = 0*RENDMT;
 [RMT8] RENDMT8 = 0*RENDMT;
 [RMT9] RENDMT9 = 0*RENDMT;
 [RMT10] RENDMT10 = .05*RENDMT;
 [RMT11] RENDMT11 = .1*RENDMT;
 [RMT12] RENDMT12 = .15*RENDMT;

[RSO1] RENDSO1 = .25*RENDSO;
 [RSO2] RENDSO2 = .2*RENDSO;
 [RSO3] RENDSO3 = .1*RENDSO;
 [RSO4] RENDSO4 = .05*RENDSO;
 [RSO5] RENDSO5 = 0*RENDSO;
 [RSO6] RENDSO6 = 0*RENDSO;
 [RSO7] RENDSO7 = 0*RENDSO;
 [RSO8] RENDSO8 = 0*RENDSO;
 [RSO9] RENDSO9 = .05*RENDSO;
 [RSO10] RENDSO10 = .1*RENDSO;
 [RSO11] RENDSO11 = .1*RENDSO;
 [RSO12] RENDSO12 = .15*RENDSO;

[RAV1] RENDAV1 = 0*RENDV;
 [RAV2] RENDAV2 = 0*RENDV;
 [RAV3] RENDAV3 = 0*RENDV;
 [RAV4] RENDAV4 = 0*RENDV;
 [RAV5] RENDAV5 = 0*RENDV;
 [RAV6] RENDAV6 = .2*RENDV;
 [RAV7] RENDAV7 = .3*RENDV;
 [RAV8] RENDAV8 = .3*RENDV;
 [RAV9] RENDAV9 = .2*RENDV;
 [RAV10] RENDAV10 = 0*RENDV;
 [RAV11] RENDAV11 = 0*RENDV;
 [RAV12] RENDAV12 = 0*RENDV;

[RTRIT1] RENDTRIT1 = 0*RENDTRIT;
 [RTRIT2] RENDTRIT2 = 0*RENDTRIT;
 [RTRIT3] RENDTRIT3 = 0*RENDTRIT;

[RTRIT4] $\text{RENDTRIT4} = 0 * \text{RENDTRIT}$;
 [RTRIT5] $\text{RENDTRIT5} = 0 * \text{RENDTRIT}$;
 [RTRIT6] $\text{RENDTRIT6} = 0 * \text{RENDTRIT}$;
 [RTRIT7] $\text{RENDTRIT7} = .2 * \text{RENDTRIT}$;
 [RTRIT8] $\text{RENDTRIT8} = .3 * \text{RENDTRIT}$;
 [RTRIT9] $\text{RENDTRIT9} = .35 * \text{RENDTRIT}$;
 [RTRIT10] $\text{RENDTRIT10} = .15 * \text{RENDTRIT}$;
 [RTRIT11] $\text{RENDTRIT11} = 0 * \text{RENDTRIT}$;
 [RTRIT12] $\text{RENDTRIT12} = 0 * \text{RENDTRIT}$;

! RESTRICÖES;

!SUPERFICIE AGRICOLA UTIL;

[SAUV] $\text{SOJA} + \text{POT} + \text{TIF} + \text{MT} + \text{SOR} + \text{MSIL} + \text{MG} + \text{CA} \leq \text{SAU}$;

[SAUI] $\text{TRIGO} + \text{POT} + \text{TIF} + \text{AV} + \text{TRIT} + \text{CA} \leq \text{SAU}$;

!RESTRICOES DE TRABALHO;

[WTJAN] $13 * \text{VL} + 4 * \text{MSILJAN} \leq \text{WF} + \text{WC}$;

[WTFEV] $13 * \text{VL} + 2 * \text{TIF} \leq \text{WF} + \text{WC}$;

[WTMAR] $13 * \text{VL} + 4 * \text{MG} \leq \text{WF} + \text{WC}$;

[WTABR] $13 * \text{VL} + 2 * \text{AV} + 4 * \text{SOJA} + 50 * \text{CA} + 6 * \text{MSILJAN} \leq \text{WF} + \text{WC}$;

[WTMAI] $13 * \text{VL} + 2 * \text{TRIT} + 50 * \text{CA} + 2 * \text{TRIGO} \leq \text{WF} + \text{WC}$;

[WTJUN] $13 * \text{VL} + 50 * \text{CA} + 2 * \text{TIF} \leq \text{WF} + \text{WC}$;

[WTJUL] $13 * \text{VL} + 50 * \text{CA} \leq \text{WF} + \text{WC}$;

[WTAGO] $13 * \text{VL} + 2 * \text{SOR} \leq \text{WF} + \text{WC}$;

[WTSET] $13 * \text{VL} + 2 * \text{MT} + 4 * \text{MSILSET} \leq \text{WF} + \text{WC}$;

[WTOUT] $13 * \text{VL} + \text{POT} + 4 * \text{MG} + 3 * \text{TRIGO} + 2 * \text{TIF} \leq \text{WF} + \text{WC}$;

[WTNOV] $13 * \text{VL} + 3 * \text{SOJA} + 2 * \text{TIF} \leq \text{WF} + \text{WC}$;

[WTDEZ] $13 * \text{VL} + 6 * \text{MSILSET} + 2 * \text{TIF} \leq \text{WF} + \text{WC}$;

! SUCESSAO SILAGEM SAFRA E SAFRINHA;

[SSIL] $\text{MSILJAN} - \text{MSILSET} = 0$;

[SSIL2] $\text{MSILJAN} + \text{MSILSET} = \text{MSIL}$;

!ENERGIA PARA VACAS EM LACTACAO;

[EVL1] $1.15 * \text{L1} + \text{NECVL} * \text{VL} - \text{EPOT} * \text{RENDPOT1} * \text{POTVL1} - \text{ETIF} * \text{RENDTIF1} * \text{TIFVL1} -$
 $\text{EMT} * \text{RENDMT1} * \text{MTVL1} - \text{ESO} * \text{RENDSO1} * \text{SOVL1} - \text{EAV} * \text{RENDAV1} * \text{AVVL1} -$
 $\text{ETRIT} * \text{RENDTRIT1} * \text{TRITVL1} - \text{ENSIL} * \text{RENDMSIL} * \text{MSILVL1} - \text{ENRAC} * \text{RVL1} -$
 $\text{ENMG} * \text{RENDMG} * \text{MGVL1} - \text{ENCA} * \text{RENDCA} * \text{CAVL1} \leq 0$;

[EVL2] $1.15 * \text{L2} + \text{NECVL} * \text{VL} - \text{EPOT} * \text{RENDPOT2} * \text{POTVL2} - \text{ETIF} * \text{RENDTIF2} * \text{TIFVL2} -$
 $\text{EMT} * \text{RENDMT2} * \text{MTVL2} - \text{ESO} * \text{RENDSO2} * \text{SOVL2} - \text{EAV} * \text{RENDAV2} * \text{AVVL2} -$
 $\text{ETRIT} * \text{RENDTRIT2} * \text{TRITVL2} - \text{ENSIL} * \text{RENDMSIL} * \text{MSILVL2} - \text{ENRAC} * \text{RVL2} -$
 $\text{ENMG} * \text{RENDMG} * \text{MGVL2} - \text{ENCA} * \text{RENDCA} * \text{CAVL2} \leq 0$;

[EVL3] $1.15 * \text{L3} + \text{NECVL} * \text{VL} - \text{EPOT} * \text{RENDPOT3} * \text{POTVL3} - \text{ETIF} * \text{RENDTIF3} * \text{TIFVL3} -$
 $\text{EMT} * \text{RENDMT3} * \text{MTVL3} - \text{ESO} * \text{RENDSO3} * \text{SOVL3} - \text{EAV} * \text{RENDAV3} * \text{AVVL3} -$
 $\text{ETRIT} * \text{RENDTRIT3} * \text{TRITVL3} - \text{ENSIL} * \text{RENDMSIL} * \text{MSILVL3} - \text{ENRAC} * \text{RVL3} -$
 $\text{ENMG} * \text{RENDMG} * \text{MGVL3} - \text{ENCA} * \text{RENDCA} * \text{CAVL3} \leq 0$;

[EVL4] $1.15 * \text{L4} + \text{NECVL} * \text{VL} - \text{EPOT} * \text{RENDPOT4} * \text{POTVL4} - \text{ETIF} * \text{RENDTIF4} * \text{TIFVL4} -$
 $\text{EMT} * \text{RENDMT4} * \text{MTVL4} - \text{ESO} * \text{RENDSO4} * \text{SOVL4} - \text{EAV} * \text{RENDAV4} * \text{AVVL4} -$

ETRIT*RENDTRIT4*TRITVL4-ENSIL*RENDMSIL*MSILVL4-ENRAC*RVL4 -
 ENMG*RENDMG*MGVL4 - ENCA*RENDCA*CAVL4 <=0;
 [EVL5]1.15*L5+NECVL*VL-EPOT*RENDPOT5*POTVL5-ETIF*RENDTIF5*TIFVL5-
 EMT*RENDMT5*MTVL5-ESO*RENDSO5*SOVL5-EAV*RENDV5*AVVL5 -
 ETRIT*RENDTRIT5*TRITVL5-ENSIL*RENDMSIL*MSILVL5-ENRAC*RVL5 -
 ENMG*RENDMG*MGVL5 - ENCA*RENDCA*CAVL5 <=0;
 [EVL6]1.15*L6+NECVL*VL-EPOT*RENDPOT6*POTVL6-ETIF*RENDTIF6*TIFVL6-
 EMT*RENDMT6*MTVL6-ESO*RENDSO6*SOVL6-EAV*RENDV6*AVVL6-
 ETRIT*RENDTRIT6*TRITVL6-ENSIL*RENDMSIL*MSILVL6-ENRAC*RVL6 -
 ENMG*RENDMG*MGVL6 - ENCA*RENDCA*CAVL6 <=0;
 [EVL7]1.15*L7+NECVL*VL-EPOT*RENDPOT7*POTVL7-ETIF*RENDTIF7*TIFVL7-
 EMT*RENDMT7*MTVL7-ESO*RENDSO7*SOVL7-EAV*RENDV7*AVVL7-
 ETRIT*RENDTRIT7*TRITVL7-ENSIL*RENDMSIL*MSILVL7-ENRAC*RVL7 -
 ENMG*RENDMG*MGVL7 - ENCA*RENDCA*CAVL7 <=0;
 [EVL8]1.15*L8+NECVL*VL-EPOT*RENDPOT8*POTVL8-ETIF*RENDTIF8*TIFVL8-
 EMT*RENDMT8*MTVL8-ESO*RENDSO8*SOVL8-EAV*RENDV8*AVVL8-
 ETRIT*RENDTRIT8*TRITVL8-ENSIL*RENDMSIL*MSILVL8-ENRAC*RVL8 -
 ENMG*RENDMG*MGVL8 - ENCA*RENDCA*CAVL8 <=0;
 [EVL9]1.15*L9+NECVL*VL-EPOT*RENDPOT9*POTVL9-ETIF*RENDTIF9*TIFVL9-
 EMT*RENDMT9*MTVL9-ESO*RENDSO9*SOVL9-EAV*RENDV9*AVVL9-
 ETRIT*RENDTRIT9*TRITVL9-ENSIL*RENDMSIL*MSILVL9-ENRAC*RVL9 -
 ENMG*RENDMG*MGVL9 - ENCA*RENDCA*CAVL9 <=0;
 [EVL10]1.15*L10+NECVL*VL-EPOT*RENDPOT10*POTVL10-
 ETIF*RENDTIF10*TIFVL10-EMT*RENDMT10*MTVL10-ESO*RENDSO10*SOVL10-
 EAV*RENDV10*AVVL10-ETRIT*RENDTRIT10*TRITVL10-
 ENSIL*RENDMSIL*MSILVL10-ENRAC*RVL10 - ENMG*RENDMG*MGVL10 -
 ENCA*RENDCA*CAVL10 <=0;
 [EVL11]1.15*L11+NECVL*VL-EPOT*RENDPOT11*POTVL11-
 ETIF*RENDTIF11*TIFVL11-EMT*RENDMT11*MTVL11-ESO*RENDSO11*SOVL11-
 EAV*RENDV11*AVVL11-ETRIT*RENDTRIT11*TRITVL11-
 ENSIL*RENDMSIL*MSILVL11-ENRAC*RVL11 - ENMG*RENDMG*MGVL11 -
 ENCA*RENDCA*CAVL11 <=0;
 [EVL12]1.15*L12+NECVL*VL-EPOT*RENDPOT12*POTVL12-
 ETIF*RENDTIF12*TIFVL12-EMT*RENDMT12*MTVL12-ESO*RENDSO12*SOVL12-
 EAV*RENDV12*AVVL12-ETRIT*RENDTRIT12*TRITVL12-
 ENSIL*RENDMSIL*MSILVL12-ENRAC*RVL12 - ENMG*RENDMG*MGVL12 -
 ENCA*RENDCA*CAVL12 <=0;

!ENERGIA PARA AS VACAS SECAS (ANIMAIS NAO PRODUTIVOS);

[EVS1]NECVS*VS-EPOT*RENDPOT1*POTVS1-ETIF*RENDTIF1*TIFVS1-
 EMT*RENDMT1*MTVS1-ESO*RENDSO1*SOVS1-EAV*RENDV1*AVVS1-
 ETRIT*RENDTRIT1*TRITVS1- ENSIL*RENDMSIL*MSILVS1-ENRAC*RVS1 -
 ENMG*RENDMG*MGVS1 - ENCA*RENDCA*CAVS1 <=0;
 [EVS2]NECVS*VS-EPOT*RENDPOT2*POTVS2-ETIF*RENDTIF2*TIFVS2-
 EMT*RENDMT2*MTVS2-ESO*RENDSO2*SOVS2-EAV*RENDV2*AVVS2-
 ETRIT*RENDTRIT2*TRITVS2- ENSIL*RENDMSIL*MSILVS2-ENRAC*RVS2 -
 ENMG*RENDMG*MGVS2 - ENCA*RENDCA*CAVS2 <=0;
 [EVS3]NECVS*VS-EPOT*RENDPOT3*POTVS3-ETIF*RENDTIF3*TIFVS3-
 EMT*RENDMT3*MTVS3-ESO*RENDSO3*SOVS3-EAV*RENDV3*AVVS3-

ETRIT*RENDTRIT3*TRITVS3- ENSIL*RENDMSIL*MSILVS3-ENRAC*RVS3 -
 ENMG*RENDMG*MGVS3 - ENCA*RENDCA*CAVS3 <=0;
 [EVS4]NECVS*VS-EPOT*RENDPOT4*POTVS4-ETIF*RENDTIF4*TIFVS4-
 EMT*RENDMT4*MTVS4-ESO*RENDSO4*SOVS4-EAV*RENDV4*AVVS4-
 ETRIT*RENDTRIT4*TRITVS4- ENSIL*RENDMSIL*MSILVS4-ENRAC*RVS4 -
 ENMG*RENDMG*MGVS4 - ENCA*RENDCA*CAVS4 <=0;
 [EVS5]NECVS*VS-EPOT*RENDPOT5*POTVS5-ETIF*RENDTIF5*TIFVS5-
 EMT*RENDMT5*MTVS5-ESO*RENDSO5*SOVS5-EAV*RENDV5*AVVS5-
 ETRIT*RENDTRIT5*TRITVS5- ENSIL*RENDMSIL*MSILVS5-ENRAC*RVS5 -
 ENMG*RENDMG*MGVS5 - ENCA*RENDCA*CAVS5 <=0;
 [EVS6]NECVS*VS-EPOT*RENDPOT6*POTVS6-ETIF*RENDTIF6*TIFVS6-
 EMT*RENDMT6*MTVS6-ESO*RENDSO6*SOVS6-EAV*RENDV6*AVVS6-
 ETRIT*RENDTRIT6*TRITVS6- ENSIL*RENDMSIL*MSILVS6-ENRAC*RVS6 -
 ENMG*RENDMG*MGVS6 - ENCA*RENDCA*CAVS6 <=0;
 [EVS7]NECVS*VS-EPOT*RENDPOT7*POTVS7-ETIF*RENDTIF7*TIFVS7-
 EMT*RENDMT7*MTVS7-ESO*RENDSO7*SOVS7-EAV*RENDV7*AVVS7-
 ETRIT*RENDTRIT7*TRITVS7- ENSIL*RENDMSIL*MSILVS7-ENRAC*RVS7 -
 ENMG*RENDMG*MGVS7 - ENCA*RENDCA*CAVS7 <=0;
 [EVS8]NECVS*VS-EPOT*RENDPOT8*POTVS8-ETIF*RENDTIF8*TIFVS8-
 EMT*RENDMT8*MTVS8-ESO*RENDSO8*SOVS8-EAV*RENDV8*AVVS8-
 ETRIT*RENDTRIT8*TRITVS8- ENSIL*RENDMSIL*MSILVS8-ENRAC*RVS8 -
 ENMG*RENDMG*MGVS8 - ENCA*RENDCA*CAVS8 <=0;
 [EVS9]NECVS*VS-EPOT*RENDPOT9*POTVS9-ETIF*RENDTIF9*TIFVS9-
 EMT*RENDMT9*MTVS9-ESO*RENDSO9*SOVS9-EAV*RENDV9*AVVS9-
 ETRIT*RENDTRIT9*TRITVS9- ENSIL*RENDMSIL*MSILVS9-ENRAC*RVS9 -
 ENMG*RENDMG*MGVS9 - ENCA*RENDCA*CAVS9 <=0;
 [EVS10]NECVS*VS-EPOT*RENDPOT10*POTVS10-ETIF*RENDTIF10*TIFVS10-
 EMT*RENDMT10*MTVS10-ESO*RENDSO10*SOVS10-EAV*RENDV10*AVVS10-
 ETRIT*RENDTRIT10*TRITVS10- ENSIL*RENDMSIL*MSILVS10-ENRAC*RVS10 -
 ENMG*RENDMG*MGVS10 - ENCA*RENDCA*CAVS10 <=0;
 [EVS11]NECVS*VS-EPOT*RENDPOT11*POTVS11-ETIF*RENDTIF11*TIFVS11-
 EMT*RENDMT11*MTVS11-ESO*RENDSO11*SOVS11-EAV*RENDV11*AVVS11-
 ETRIT*RENDTRIT11*TRITVS11- ENSIL*RENDMSIL*MSILVS11-ENRAC*RVS11 -
 ENMG*RENDMG*MGVS11 - ENCA*RENDCA*CAVS11 <=0;
 [EVS12]NECVS*VS-EPOT*RENDPOT12*POTVS12-ETIF*RENDTIF12*TIFVS12-
 EMT*RENDMT12*MTVS12-ESO*RENDSO12*SOVS12-EAV*RENDV12*AVVS12-
 ETRIT*RENDTRIT12*TRITVS12- ENSIL*RENDMSIL*MSILVS12-ENRAC*RVS12 -
 ENMG*RENDMG*MGVS12 - ENCA*RENDCA*CAVS12 <=0;

!ENERGIA PARA OS TERNEIROS (ANIMAIS NAO PRODUTIVOS);

[ETER1]NECT*T-EPOT*RENDPOT1*POTTER1-ETIF*RENDTIF1*TIFTER1-
 EMT*RENDMT1*MTTER1-ESO*RENDSO1*SOTER1-EAV*RENDV1*AVTER1-
 ETRIT*RENDTRIT1*TRITTER1- ENSIL*RENDMSIL*MSILTER1-ENRAC*RTER1 -
 ENMG*RENDMG*MGTER1 - ENCA*RENDCA*CATER1 <=0;
 [ETER2]NECT*T-EPOT*RENDPOT2*POTTER2-ETIF*RENDTIF2*TIFTER2-
 EMT*RENDMT2*MTTER2-ESO*RENDSO2*SOTER2-EAV*RENDV2*AVTER2-
 ETRIT*RENDTRIT2*TRITTER2- ENSIL*RENDMSIL*MSILTER2-ENRAC*RTER2 -
 ENMG*RENDMG*MGTER2 - ENCA*RENDCA*CATER2 <=0;

[ETER3]NECT*T-EPOT*RENDPOT3*POTTER3-ETIF*RENDTIF3*TIFTER3-
 EMT*RENDMT3*MTTER3-ESO*RENDSO3*SOTER3-EAV*RENDV3*AVTER3-
 ETRIT*RENDTRIT3*TRITTER3- ENSIL*RENDMSIL*MSILTER3-ENRAC*RTER3 -
 ENMG*RENDMG*MGTER3 - ENCA*RENDCA*CATER3 <=0;
 [ETER4]NECT*T-EPOT*RENDPOT4*POTTER4-ETIF*RENDTIF4*TIFTER4-
 EMT*RENDMT4*MTTER4-ESO*RENDSO4*SOTER4-EAV*RENDV4*AVTER4-
 ETRIT*RENDTRIT4*TRITTER4- ENSIL*RENDMSIL*MSILTER4-ENRAC*RTER4 -
 ENMG*RENDMG*MGTER4 - ENCA*RENDCA*CATER4 <=0;
 [ETER5]NECT*T-EPOT*RENDPOT5*POTTER5-ETIF*RENDTIF5*TIFTER5-
 EMT*RENDMT5*MTTER5-ESO*RENDSO5*SOTER5-EAV*RENDV5*AVTER5-
 ETRIT*RENDTRIT5*TRITTER5- ENSIL*RENDMSIL*MSILTER5-ENRAC*RTER5 -
 ENMG*RENDMG*MGTER5 - ENCA*RENDCA*CATER5 <=0;
 [ETER6]NECT*T-EPOT*RENDPOT6*POTTER6-ETIF*RENDTIF6*TIFTER6-
 EMT*RENDMT6*MTTER6-ESO*RENDSO6*SOTER6-EAV*RENDV6*AVTER6-
 ETRIT*RENDTRIT6*TRITTER6- ENSIL*RENDMSIL*MSILTER6-ENRAC*RTER6 -
 ENMG*RENDMG*MGTER6 - ENCA*RENDCA*CATER6 <=0;
 [ETER7]NECT*T-EPOT*RENDPOT7*POTTER7-ETIF*RENDTIF7*TIFTER7-
 EMT*RENDMT7*MTTER7-ESO*RENDSO7*SOTER7-EAV*RENDV7*AVTER7-
 ETRIT*RENDTRIT7*TRITTER7- ENSIL*RENDMSIL*MSILTER7-ENRAC*RTER7 -
 ENMG*RENDMG*MGTER7 - ENCA*RENDCA*CATER7 <=0;
 [ETER8]NECT*T-EPOT*RENDPOT8*POTTER8-ETIF*RENDTIF8*TIFTER8-
 EMT*RENDMT8*MTTER8-ESO*RENDSO8*SOTER8-EAV*RENDV8*AVTER8-
 ETRIT*RENDTRIT8*TRITTER8- ENSIL*RENDMSIL*MSILTER8-ENRAC*RTER8 -
 ENMG*RENDMG*MGTER8 - ENCA*RENDCA*CATER8 <=0;
 [ETER9]NECT*T-EPOT*RENDPOT9*POTTER9-ETIF*RENDTIF9*TIFTER9-
 EMT*RENDMT9*MTTER9-ESO*RENDSO9*SOTER9-EAV*RENDV9*AVTER9-
 ETRIT*RENDTRIT9*TRITTER9- ENSIL*RENDMSIL*MSILTER9-ENRAC*RTER9 -
 ENMG*RENDMG*MGTER9 - ENCA*RENDCA*CATER9 <=0;
 [ETER10]NECT*T-EPOT*RENDPOT10*POTTER10-ETIF*RENDTIF10*TIFTER10-
 EMT*RENDMT10*MTTER10-ESO*RENDSO10*SOTER10-
 EAV*RENDV10*AVTER10-ETRIT*RENDTRIT10*TRITTER10-
 ENSIL*RENDMSIL*MSILTER10-ENRAC*RTER10 - ENMG*RENDMG*MGTER10 -
 ENCA*RENDCA*CATER10 <=0;
 [ETER11]NECT*T-EPOT*RENDPOT11*POTTER11-ETIF*RENDTIF11*TIFTER11-
 EMT*RENDMT11*MTTER11-ESO*RENDSO11*SOTER11-
 EAV*RENDV11*AVTER11-ETRIT*RENDTRIT11*TRITTER11-
 ENSIL*RENDMSIL*MSILTER11-ENRAC*RTER11 - ENMG*RENDMG*MGTER11 -
 ENCA*RENDCA*CATER11 <=0;
 [ETER12]NECT*T-EPOT*RENDPOT12*POTTER12-ETIF*RENDTIF12*TIFTER12-
 EMT*RENDMT12*MTTER12-ESO*RENDSO12*SOTER12-
 EAV*RENDV12*AVTER12-ETRIT*RENDTRIT12*TRITTER12-
 ENSIL*RENDMSIL*MSILTER12-ENRAC*RTER12 - ENMG*RENDMG*MGTER12 -
 ENCA*RENDCA*CATER12 <=0;

!ENERGIA PARA AS NOVILHAS (ANIMAIS NAO PRODUTIVOS);

[ENOV1]NECN*N-EPOT*RENDPOT1*POTN1-ETIF*RENDTIF1*TIFN1-
 EMT*RENDMT1*MTN1-ESO*RENDSO1*SON1-EAV*RENDV1*AVN1-
 ETRIT*RENDTRIT1*TRITN1- ENSIL*RENDMSIL*MSILN1-ENRAC*RN1 -
 ENMG*RENDMG*MGN1 - ENCA*RENDCA*CAN1 <=0;

[ENOV2]NECN*N-EPOT*RENDPOT2*POTN2-ETIF*RENDTIF2*TIFN2-
 EMT*RENDMT2*MTN2-ESO*RENDSO2*SON2-EAV*RENDV2*AVN2-
 ETRIT*RENDTRIT2*TRITN2- ENSIL*RENDMSIL*MSILN2-ENRAC*RN2 -
 ENMG*RENDMG*MGN2 - ENCA*RENDCA*CAN2 <=0;
 [ENOV3]NECN*N-EPOT*RENDPOT3*POTN3-ETIF*RENDTIF3*TIFN3-
 EMT*RENDMT3*MTN3-ESO*RENDSO3*SON3-EAV*RENDV3*AVN3-
 ETRIT*RENDTRIT3*TRITN3- ENSIL*RENDMSIL*MSILN3-ENRAC*RN3 -
 ENMG*RENDMG*MGN3 - ENCA*RENDCA*CAN3 <=0;
 [ENOV4]NECN*N-EPOT*RENDPOT4*POTN4-ETIF*RENDTIF4*TIFN4-
 EMT*RENDMT4*MTN4-ESO*RENDSO4*SON4-EAV*RENDV4*AVN4-
 ETRIT*RENDTRIT4*TRITN4- ENSIL*RENDMSIL*MSILN4-ENRAC*RN4 -
 ENMG*RENDMG*MGN4- ENCA*RENDCA*CAN4 <=0;
 [ENOV5]NECN*N-EPOT*RENDPOT5*POTN5-ETIF*RENDTIF5*TIFN5-
 EMT*RENDMT5*MTN5-ESO*RENDSO5*SON5-EAV*RENDV5*AVN5-
 ETRIT*RENDTRIT5*TRITN5- ENSIL*RENDMSIL*MSILN5-ENRAC*RN5 -
 ENMG*RENDMG*MGN5 - ENCA*RENDCA*CAN5 <=0;
 [ENOV6]NECN*N-EPOT*RENDPOT6*POTN6-ETIF*RENDTIF6*TIFN6-
 EMT*RENDMT6*MTN6-ESO*RENDSO6*SON6-EAV*RENDV6*AVN6-
 ETRIT*RENDTRIT6*TRITN6- ENSIL*RENDMSIL*MSILN6-ENRAC*RN6 -
 ENMG*RENDMG*MGN6 - ENCA*RENDCA*CAN6 <=0;
 [ENOV7]NECN*N-EPOT*RENDPOT7*POTN7-ETIF*RENDTIF7*TIFN7-
 EMT*RENDMT7*MTN7-ESO*RENDSO7*SON7-EAV*RENDV7*AVN7-
 ETRIT*RENDTRIT7*TRITN7- ENSIL*RENDMSIL*MSILN7-ENRAC*RN7 -
 ENMG*RENDMG*MGN7 - ENCA*RENDCA*CAN7 <=0;
 [ENOV8]NECN*N-EPOT*RENDPOT8*POTN8-ETIF*RENDTIF8*TIFN8-
 EMT*RENDMT8*MTN8-ESO*RENDSO8*SON8-EAV*RENDV8*AVN8-
 ETRIT*RENDTRIT8*TRITN8- ENSIL*RENDMSIL*MSILN8-ENRAC*RN8 -
 ENMG*RENDMG*MGN8 - ENCA*RENDCA*CAN8 <=0;
 [ENOV9]NECN*N-EPOT*RENDPOT9*POTN9-ETIF*RENDTIF9*TIFN9-
 EMT*RENDMT9*MTN9-ESO*RENDSO9*SON9-EAV*RENDV9*AVN9-
 ETRIT*RENDTRIT9*TRITN9- ENSIL*RENDMSIL*MSILN9-ENRAC*RN9 -
 ENMG*RENDMG*MGN9 - ENCA*RENDCA*CAN9 <=0;
 [ENOV10]NECN*N-EPOT*RENDPOT10*POTN10-ETIF*RENDTIF10*TIFN10-
 EMT*RENDMT10*MTN10-ESO*RENDSO10*SON10-EAV*RENDV10*AVN10-
 ETRIT*RENDTRIT10*TRITN10- ENSIL*RENDMSIL*MSILN10-ENRAC*RN10 -
 ENMG*RENDMG*MGN10 - ENCA*RENDCA*CAN10 <=0;
 [ENOV11]NECN*N-EPOT*RENDPOT11*POTN11-ETIF*RENDTIF11*TIFN11-
 EMT*RENDMT11*MTN11-ESO*RENDSO11*SON11-EAV*RENDV11*AVN11-
 ETRIT*RENDTRIT11*TRITN11- ENSIL*RENDMSIL*MSILN11-ENRAC*RN11 -
 ENMG*RENDMG*MGN11 - ENCA*RENDCA*CAN11 <=0;
 [ENOV12]NECN*N-EPOT*RENDPOT12*POTN12-ETIF*RENDTIF12*TIFN12-
 EMT*RENDMT12*MTN12-ESO*RENDSO12*SON12-EAV*RENDV12*AVN12-
 ETRIT*RENDTRIT12*TRITN12- ENSIL*RENDMSIL*MSILN12-ENRAC*RN12 -
 ENMG*RENDMG*MGN12 - ENCA*RENDCA*CAN12 <=0;

!PROTEINA PARA VACAS EM LACTACAO;

[PVL1]0.084*L1+NECPVL*VL-PPOT*RENDPOT1*POTVL1-PTIF*RENDTIF1*TIFVL1-
 PMT*RENDMT1*MTVL1-PSO*RENDSO1*SOVL1-PAV*RENDV1*AVVL1-

PTRIT*RENDTRIT1*TRITVL1-PSIL*RENDMSIL*MSILVL1-PRAC*RVL1 -
 PMG*RENDMG*MGVL1 - PCA*RENDCA*CAVL1<=0;
 [PVL2]0.084*L2+NECPVL*VL-PPOT*RENDPOT2*POTVL2-PTIF*RENDTIF2*TIFVL2-
 PMT*RENDMT2*MTVL2-PSO*RENDISO2*SOVL2-PAV*RENDV2*AVVL2-
 PTRIT*RENDTRIT2*TRITVL2-PSIL*RENDMSIL*MSILVL2
 -PRAC*RVL2 - PMG*RENDMG*MGVL2 - PCA*RENDCA*CAVL2<=0;
 [PVL3]0.084*L3+NECPVL*VL-PPOT*RENDPOT3*POTVL3-PTIF*RENDTIF3*TIFVL3-
 PMT*RENDMT3*MTVL3-PSO*RENDISO3*SOVL3-PAV*RENDV3*AVVL3-
 PTRIT*RENDTRIT3*TRITVL3-PSIL*RENDMSIL*MSILVL3-PRAC*RVL3 -
 PMG*RENDMG*MGVL3 - PCA*RENDCA*CAVL3<=0;
 [PVL4]0.084*L4+NECPVL*VL-PPOT*RENDPOT4*POTVL4-PTIF*RENDTIF4*TIFVL4-
 PMT*RENDMT4*MTVL4- PSO*RENDISO4*SOVL4-PAV*RENDV4*AVVL4-
 PTRIT*RENDTRIT4*TRITVL4-PSIL*RENDMSIL*MSILVL4-PRAC*RVL4 -
 PMG*RENDMG*MGVL4 - PCA*RENDCA*CAVL4<=0;
 [PVL5]0.084*L5+NECPVL*VL-PPOT*RENDPOT5*POTVL5-PTIF*RENDTIF5*TIFVL5-
 PMT*RENDMT5*MTVL5-PSO*RENDISO5*SOVL5-PAV*RENDV5*AVVL5-
 PTRIT*RENDTRIT5*TRITVL5-PSIL*RENDMSIL*MSILVL5-PRAC*RVL5 -
 PMG*RENDMG*MGVL5 - PCA*RENDCA*CAVL5<=0;
 [PVL6]0.084*L6+NECPVL*VL-PPOT*RENDPOT6*POTVL6-PTIF*RENDTIF6*TIFVL6-
 PMT*RENDMT6*MTVL6-PSO*RENDISO6*SOVL6-PAV*RENDV6*AVVL6-
 PTRIT*RENDTRIT6*TRITVL6-PSIL*RENDMSIL*MSILVL6-PRAC*RVL6 -
 PMG*RENDMG*MGVL6 - PCA*RENDCA*CAVL6<=0;
 [PVL7]0.084*L7+NECPVL*VL-PPOT*RENDPOT7*POTVL7-PTIF*RENDTIF7*TIFVL7-
 PMT*RENDMT7*MTVL7-PSO*RENDISO7*SOVL7-PAV*RENDV7*AVVL7-
 PTRIT*RENDTRIT7*TRITVL7-PSIL*RENDMSIL*MSILVL7-PRAC*RVL7 -
 PMG*RENDMG*MGVL7 - PCA*RENDCA*CAVL7<=0;
 [PVL8]0.084*L8+NECPVL*VL-PPOT*RENDPOT8*POTVL8-PTIF*RENDTIF8*TIFVL8-
 PMT*RENDMT8*MTVL8-PSO*RENDISO8*SOVL8-PAV*RENDV8*AVVL8-
 PTRIT*RENDTRIT8*TRITVL8-PSIL*RENDMSIL*MSILVL8-PRAC*RVL8 -
 PMG*RENDMG*MGVL8 - PCA*RENDCA*CAVL8<=0;
 [PVL9]0.084*L9+NECPVL*VL-PPOT*RENDPOT9*POTVL9-PTIF*RENDTIF9*TIFVL9-
 PMT*RENDMT9*MTVL9-PSO*RENDISO9*SOVL9-PAV*RENDV9*AVVL9-
 PTRIT*RENDTRIT9*TRITVL9-PSIL*RENDMSIL*MSILVL9-PRAC*RVL9 -
 PMG*RENDMG*MGVL9 - PCA*RENDCA*CAVL9<=0;
 [PVL10]0.084*L10+NECPVL*VL-PPOT*RENDPOT10*POTVL10-
 PTIF*RENDTIF10*TIFVL10 - PMT*RENDMT10*MTVL10-PSO*RENDISO10*SOVL10-
 PAV*RENDV10*AVVL10-PTRIT*RENDTRIT10*TRITVL10-
 PSIL*RENDMSIL*MSILVL10-PRAC*RVL10 - PMG*RENDMG*MGVL10 -
 PCA*RENDCA*CAVL10<=0;
 [PVL11]0.084*L11+NECPVL*VL-PPOT*RENDPOT11*POTVL11-
 PTIF*RENDTIF11*TIFVL11-PMT*RENDMT11*MTVL11-PSO*RENDISO11*SOVL11-
 PAV*RENDV11*AVVL10-PTRIT*RENDTRIT11*TRITVL11-
 PSIL*RENDMSIL*MSILVL11-PRAC*RVL11 - PMG*RENDMG*MGVL11 -
 PCA*RENDCA*CAVL11<=0;
 [PVL12]0.084*L12+NECPVL*VL-PPOT*RENDPOT12*POTVL12-
 PTIF*RENDTIF12*TIFVL12-PMT*RENDMT12*MTVL12-PSO*RENDISO12*SOVL12-
 PAV*RENDV12*AVVL10-PTRIT*RENDTRIT12*TRITVL12-
 PSIL*RENDMSIL*MSILVL12-PRAC*RVL12 - PMG*RENDMG*MGVL12 -
 PCA*RENDCA*CAVL12<=0;

! PROTEINA PARA AS VACAS SECAS (ANIMAIS NAO PRODUTIVOS);

[PVS1]NECPVS*VS-PPOT*RENDPOT1*POTVS1-PTIF*RENDTIF1*TIFVS1-
PMT*RENDMT1*MTVS1-PSO*RENDSO1*SOVS1-PAV*RENDV1*AVVS1-
PTRIT*RENDTRIT1*TRITVS1-PSIL*RENDMSIL*MSILVS1-PRAC*RVS1 -
PMG*RENDMG*MGVS1-PCA*RENDCA*CAVS1 <=0;
[PVS2]NECPVS*VS-PPOT*RENDPOT2*POTVS2-PTIF*RENDTIF2*TIFVS2-
PMT*RENDMT2*MTVS2-PSO*RENDSO2*SOVS2-PAV*RENDV2*AVVS2-
PTRIT*RENDTRIT2*TRITVS2-PSIL*RENDMSIL*MSILVS2-PRAC*RVS2 -
PMG*RENDMG*MGVS2-PCA*RENDCA*CAVS2 <=0;
[PVS3]NECPVS*VS-PPOT*RENDPOT3*POTVS3-PTIF*RENDTIF3*TIFVS3-
PMT*RENDMT3*MTVS3-PSO*RENDSO3*SOVS3-PAV*RENDV3*AVVS3-
PTRIT*RENDTRIT3*TRITVS3-PSIL*RENDMSIL*MSILVS3-PRAC*RVS3 -
PMG*RENDMG*MGVS3-PCA*RENDCA*CAVS3 <=0;
[PVS4]NECPVS*VS-PPOT*RENDPOT4*POTVS4-PTIF*RENDTIF4*TIFVS4-
PMT*RENDMT4*MTVS4-PSO*RENDSO4*SOVS4-PAV*RENDV4*AVVS4-
PTRIT*RENDTRIT4*TRITVS4-PSIL*RENDMSIL*MSILVS4-PRAC*RVS4 -
PMG*RENDMG*MGVS4-PCA*RENDCA*CAVS4 <=0;
[PVS5]NECPVS*VS-PPOT*RENDPOT5*POTVS5-PTIF*RENDTIF5*TIFVS5-
PMT*RENDMT5*MTVS5-PSO*RENDSO5*SOVS5-PAV*RENDV5*AVVS5-
PTRIT*RENDTRIT5*TRITVS5-PSIL*RENDMSIL*MSILVS5-PRAC*RVS5 -
PMG*RENDMG*MGVS5-PCA*RENDCA*CAVS5 <=0;
[PVS6]NECPVS*VS-PPOT*RENDPOT6*POTVS6-PTIF*RENDTIF6*TIFVS6-
PMT*RENDMT6*MTVS6-PSO*RENDSO6*SOVS6-PAV*RENDV6*AVVS6-
PTRIT*RENDTRIT6*TRITVS6-PSIL*RENDMSIL*MSILVS6-PRAC*RVS6 -
PMG*RENDMG*MGVS6-PCA*RENDCA*CAVS6 <=0;
[PVS7]NECPVS*VS-PPOT*RENDPOT7*POTVS7-PTIF*RENDTIF7*TIFVS7-
PMT*RENDMT7*MTVS7-PSO*RENDSO7*SOVS7-PAV*RENDV7*AVVS7-
PTRIT*RENDTRIT7*TRITVS7-PSIL*RENDMSIL*MSILVS7-PRAC*RVS7 -
PMG*RENDMG*MGVS7-PCA*RENDCA*CAVS7 <=0;
[PVS8]NECPVS*VS-PPOT*RENDPOT8*POTVS8-PTIF*RENDTIF8*TIFVS8-
PMT*RENDMT8*MTVS8-PSO*RENDSO8*SOVS8-PAV*RENDV8*AVVS8-
PTRIT*RENDTRIT8*TRITVS8-PSIL*RENDMSIL*MSILVS8-PRAC*RVS8 -
PMG*RENDMG*MGVS8-PCA*RENDCA*CAVS8 <=0;
[PVS9]NECPVS*VS-PPOT*RENDPOT9*POTVS9-PTIF*RENDTIF9*TIFVS9-
PMT*RENDMT9*MTVS9-PSO*RENDSO9*SOVS9-PAV*RENDV9*AVVS9-
PTRIT*RENDTRIT9*TRITVS9-PSIL*RENDMSIL*MSILVS9-PRAC*RVS9 -
PMG*RENDMG*MGVS9-PCA*RENDCA*CAVS9 <=0;
[PVS10]NECPVS*VS-PPOT*RENDPOT10*POTVS10-PTIF*RENDTIF10*TIFVS10-
PMT*RENDMT10*MTVS10-PSO*RENDSO10*SOVS10-PAV*RENDV10*AVVS10-
PTRIT*RENDTRIT10*TRITVS10-PSIL*RENDMSIL*MSILVS10-PRAC*RVS10 -
PMG*RENDMG*MGVS10-PCA*RENDCA*CAVS10 <=0;
[PVS11]NECPVS*VS-PPOT*RENDPOT11*POTVS11-PTIF*RENDTIF11*TIFVS11-
PMT*RENDMT11*MTVS11-PSO*RENDSO11*SOVS11-PAV*RENDV11*AVVS11-
PTRIT*RENDTRIT11*TRITVS11-PSIL*RENDMSIL*MSILVS11-PRAC*RVS11 -
PMG*RENDMG*MGVS11-PCA*RENDCA*CAVS11 <=0;
[PVS12]NECPVS*VS-PPOT*RENDPOT12*POTVS12-PTIF*RENDTIF12*TIFVS12-
PMT*RENDMT12*MTVS12-PSO*RENDSO12*SOVS12-PAV*RENDV12*AVVS12-
PTRIT*RENDTRIT12*TRITVS12-PSIL*RENDMSIL*MSILVS12-PRAC*RVS12 -
PMG*RENDMG*MGVS12-PCA*RENDCA*CAVS12 <=0;

! PROTEINA PARA OS TERNEIROS (ANIMAIS NAO PRODUTIVOS);

[PTER1]NECPT*T-PPOT*RENDPOT1*POTTER1-PTIF*RENDTIF1*TIFTER1-
PMT*RENDMT1*MTTER1-PSO*REND SO1*SOTER1-PAV*REND AV1*AVTER1-
PTRIT*RENDTRIT1*TRITTER1-PSIL*RENDMSIL*MSILTER1-PRAC*RTER1 -
PMG*RENDMG*MGTER1-PCA*RENDCA*CATER1 <=0;
[PTER2]NECPT*T-PPOT*RENDPOT2*POTTER2-PTIF*RENDTIF2*TIFTER2-
PMT*RENDMT2*MTTER2-PSO*REND SO2*SOTER2-PAV*REND AV2*AVTER2-
PTRIT*RENDTRIT2*TRITTER2-PSIL*RENDMSIL*MSILTER2-PRAC*RTER2 -
PMG*RENDMG*MGTER2-PCA*RENDCA*CATER2 <=0;
[PTER3]NECPT*T-PPOT*RENDPOT3*POTTER3-PTIF*RENDTIF3*TIFTER3-
PMT*RENDMT3*MTTER3-PSO*REND SO3*SOTER3-PAV*REND AV3*AVTER3-
PTRIT*RENDTRIT3*TRITTER3-PSIL*RENDMSIL*MSILTER3-PRAC*RTER3 -
PMG*RENDMG*MGTER3-PCA*RENDCA*CATER3 <=0;
[PTER4]NECPT*T-PPOT*RENDPOT4*POTTER4-PTIF*RENDTIF4*TIFTER4-
PMT*RENDMT4*MTTER4-PSO*REND SO4*SOTER4-PAV*REND AV4*AVTER4-
PTRIT*RENDTRIT4*TRITTER4-PSIL*RENDMSIL*MSILTER4-PRAC*RTER4 -
PMG*RENDMG*MGTER4-PCA*RENDCA*CATER4 <=0;
[PTER5]NECPT*T-PPOT*RENDPOT5*POTTER5-PTIF*RENDTIF5*TIFTER5-
PMT*RENDMT5*MTTER5-PSO*REND SO5*SOTER5-PAV*REND AV5*AVTER5-
PTRIT*RENDTRIT5*TRITTER5-PSIL*RENDMSIL*MSILTER5-PRAC*RTER5 -
PMG*RENDMG*MGTER5-PCA*RENDCA*CATER5 <=0;
[PTER6]NECPT*T-PPOT*RENDPOT6*POTTER6-PTIF*RENDTIF6*TIFTER6-
PMT*RENDMT6*MTTER6-PSO*REND SO6*SOTER6-PAV*REND AV6*AVTER6-
PTRIT*RENDTRIT6*TRITTER6-PSIL*RENDMSIL*MSILTER6-PRAC*RTER6 -
PMG*RENDMG*MGTER6-PCA*RENDCA*CATER6 <=0;
[PTER7]NECPT*T-PPOT*RENDPOT7*POTTER7-PTIF*RENDTIF7*TIFTER7-
PMT*RENDMT7*MTTER7-PSO*REND SO7*SOTER7-PAV*REND AV7*AVTER7-
PTRIT*RENDTRIT7*TRITTER7-PSIL*RENDMSIL*MSILTER7-PRAC*RTER7 -
PMG*RENDMG*MGTER7-PCA*RENDCA*CATER7 <=0;
[PTER8]NECPT*T-PPOT*RENDPOT8*POTTER8-PTIF*RENDTIF8*TIFTER8-
PMT*RENDMT8*MTTER8-PSO*REND SO8*SOTER8-PAV*REND AV8*AVTER8-
PTRIT*RENDTRIT8*TRITTER8-PSIL*RENDMSIL*MSILTER8-PRAC*RTER8 -
PMG*RENDMG*MGTER8-PCA*RENDCA*CATER8 <=0;
[PTER9]NECPT*T-PPOT*RENDPOT9*POTTER9-PTIF*RENDTIF9*TIFTER9-
PMT*RENDMT9*MTTER9-PSO*REND SO9*SOTER9-PAV*REND AV9*AVTER9-
PTRIT*RENDTRIT9*TRITTER9-PSIL*RENDMSIL*MSILTER9-PRAC*RTER9 -
PMG*RENDMG*MGTER9-PCA*RENDCA*CATER9 <=0;
[PTER10]NECPT*T-PPOT*RENDPOT10*POTTER10-PTIF*RENDTIF10*TIFTER10-
PMT*RENDMT10*MTTER10-PSO*REND SO10*SOTER10-
PAV*REND AV10*AVTER10-PTRIT*RENDTRIT10*TRITTER10-
PSIL*RENDMSIL*MSILTER10-PRAC*RTER10 - PMG*RENDMG*MGTER10-
PCA*RENDCA*CATER10 <=0;
[PTER11]NECPT*T-PPOT*RENDPOT11*POTTER11-PTIF*RENDTIF11*TIFTER11-
PMT*RENDMT11*MTTER11-PSO*REND SO11*SOTER11-
PAV*REND AV11*AVTER11-PTRIT*RENDTRIT11*TRITTER11-
PSIL*RENDMSIL*MSILTER11-PRAC*RTER11 - PMG*RENDMG*MGTER11-
PCA*RENDCA*CATER11 <=0;
[PTER12]NECPT*T-PPOT*RENDPOT12*POTTER12-PTIF*RENDTIF12*TIFTER12-
PMT*RENDMT12*MTTER12-PSO*REND SO12*SOTER12-

PAV*RENDV12*AVTER12-PTRIT*RENDTRIT12*TRITTER12-
 PSIL*RENDMSIL*MSILTER12-PRAC*RTER12 - PMG*RENDMG*MGTER12-
 PCA*RENDCA*CATER12 <=0;

! PROTEINA PARA AS NOVILHAS (ANIMAIS NAO PRODUTIVOS);

[PN1]NECPN*N-PPOT*RENDPOT1*POTN1-PTIF*RENDTIF1*TIFN1-
 PMT*RENDMT1*MTN1-PSO*RENDSO1*SON1-PAV*RENDV1*AVN1-
 PTRIT*RENDTRIT1*TRITN1-PSIL*RENDMSIL*MSILN1-PRAC*RN1 -
 PMG*RENDMG*MGN1 - PCA*RENDCA*CAN1 <=0;
 [PN2]NECPN*N-PPOT*RENDPOT2*POTN2-PTIF*RENDTIF2*TIFN2-
 PMT*RENDMT2*MTN2-PSO*RENDSO2*SON2-PAV*RENDV2*AVN2-
 PTRIT*RENDTRIT2*TRITN2-PSIL*RENDMSIL*MSILN2-PRAC*RN2 -
 PMG*RENDMG*MGN2 - PCA*RENDCA*CAN2<=0;
 [PN3]NECPN*N-PPOT*RENDPOT3*POTN3-PTIF*RENDTIF3*TIFN3-
 PMT*RENDMT3*MTN3-PSO*RENDSO3*SON3-PAV*RENDV3*AVN3-
 PTRIT*RENDTRIT3*TRITN3-PSIL*RENDMSIL*MSILN3-PRAC*RN3 -
 PMG*RENDMG*MGN3 - PCA*RENDCA*CAN3<=0;
 [PN4]NECPN*N-PPOT*RENDPOT4*POTN4-PTIF*RENDTIF4*TIFN4-
 PMT*RENDMT4*MTN4-PSO*RENDSO4*SON4-PAV*RENDV4*AVN4-
 PTRIT*RENDTRIT4*TRITN4-PSIL*RENDMSIL*MSILN4-PRAC*RN4 -
 PMG*RENDMG*MGN4 - PCA*RENDCA*CAN4<=0;
 [PN5]NECPN*N-PPOT*RENDPOT5*POTN5-PTIF*RENDTIF5*TIFN5-
 PMT*RENDMT5*MTN5-PSO*RENDSO5*SON5-PAV*RENDV5*AVN5-
 PTRIT*RENDTRIT5*TRITN5-PSIL*RENDMSIL*MSILN5-PRAC*RN5 -
 PMG*RENDMG*MGN5 - PCA*RENDCA*CAN5<=0;
 [PN6]NECPN*N-PPOT*RENDPOT6*POTN6-PTIF*RENDTIF6*TIFN6-
 PMT*RENDMT6*MTN6-PSO*RENDSO6*SON6-PAV*RENDV6*AVN6-
 PTRIT*RENDTRIT6*TRITN6-PSIL*RENDMSIL*MSILN6-PRAC*RN6 -
 PMG*RENDMG*MGN6 - PCA*RENDCA*CAN6<=0;
 [PN7]NECPN*N-PPOT*RENDPOT7*POTN7-PTIF*RENDTIF7*TIFN7-
 PMT*RENDMT7*MTN7-PSO*RENDSO7*SON7-PAV*RENDV7*AVN7-
 PTRIT*RENDTRIT7*TRITN7-PSIL*RENDMSIL*MSILN7-PRAC*RN7 -
 PMG*RENDMG*MGN7 - PCA*RENDCA*CAN7<=0;
 [PN8]NECPN*N-PPOT*RENDPOT8*POTN8-PTIF*RENDTIF8*TIFN8-
 PMT*RENDMT8*MTN8-PSO*RENDSO8*SON8-PAV*RENDV8*AVN8-
 PTRIT*RENDTRIT8*TRITN8-PSIL*RENDMSIL*MSILN8-PRAC*RN8 -
 PMG*RENDMG*MGN8 - PCA*RENDCA*CAN8<=0;
 [PN9]NECPN*N-PPOT*RENDPOT9*POTN9-PTIF*RENDTIF9*TIFN9-
 PMT*RENDMT9*MTN9-PSO*RENDSO9*SON9-PAV*RENDV9*AVN9-
 PTRIT*RENDTRIT9*TRITN9-PSIL*RENDMSIL*MSILN9-PRAC*RN9 -
 PMG*RENDMG*MGN9 - PCA*RENDCA*CAN9<=0;
 [PN10]NECPN*N-PPOT*RENDPOT10*POTN10-PTIF*RENDTIF10*TIFN10-
 PMT*RENDMT10*MTN10-PSO*RENDSO10*SON10-PAV*RENDV10*AVN10-
 PTRIT*RENDTRIT10*TRITN10-PSIL*RENDMSIL*MSILN10-PRAC*RN10 -
 PMG*RENDMG*MGN10 - PCA*RENDCA*CAN10<=0;
 [PN11]NECPN*N-PPOT*RENDPOT11*POTN11-PTIF*RENDTIF11*TIFN11-
 PMT*RENDMT11*MTN11-PSO*RENDSO11*SON11-PAV*RENDV11*AVN11-

PTRIT*RENDTRIT11*TRITN11-PSIL*RENDMSIL*MSILN11-PRAC*RN11 -
 PMG*RENDMG*MGN11 - PCA*RENDCA*CAN11<=0;
 [PN12]NECPN*N-PPOT*RENDPOT12*POTN12-PTIF*RENDTIF12*TIFN12-
 PMT*RENDMT12*MTN12-PSO*RENDSO12*SON12-PAV*RENDV12*AVN12-
 PTRIT*RENDTRIT12*TRITN12-PSIL*RENDMSIL*MSILN12-PRAC*RN12 -
 PMG*RENDMG*MGN12 - PCA*RENDCA*CAN12<=0;

!INGESTAO DAS VACAS EM LACTACAO;

[IVL1] CING*PV*VL-RENDPOT1*POTVL1-RENDTIF1*TIFVL1-RENDMT1*MTVL1-
 RENDAV1*AVVL1-RENDSO1*SOVL1-RENDTRIT1*TRITVL1-RENDMSIL*MSILVL1-
 RVL1 - RENDMG*MGVL1 -RENDCA*CAVL1 >=0;
 [IVL2] CING*PV*VL-RENDPOT2*POTVL2-RENDTIF2*TIFVL2-RENDMT2*MTVL2-
 RENDAV2*AVVL2 -RENDSO2*SOVL2- RENDTRIT2*TRITVL2-
 RENDMSIL*MSILVL2-RVL2 - RENDMG*MGVL2 -RENDCA*CAVL2 >=0;
 [IVL3] CING*PV*VL-RENDPOT3*POTVL3-RENDTIF3*TIFVL3-RENDMT3*MTVL3-
 RENDAV3*AVVL3 -RENDSO3*SOVL3- RENDTRIT3*TRITVL3-
 RENDMSIL*MSILVL3-RVL3 - RENDMG*MGVL3 -RENDCA*CAVL3 >=0;
 [IVL4] CING*PV*VL-RENDPOT4*POTVL4-RENDTIF4*TIFVL4-RENDMT4*MTVL4-
 RENDAV4*AVVL4 -RENDSO4*SOVL4- RENDTRIT4*TRITVL4-
 RENDMSIL*MSILVL4-RVL4 - RENDMG*MGVL4 -RENDCA*CAVL4 >=0;
 [IVL5] CING*PV*VL-RENDPOT5*POTVL5-RENDTIF5*TIFVL5-RENDMT5*MTVL5-
 RENDAV5*AVVL5 -RENDSO5*SOVL5- RENDTRIT5*TRITVL5-
 RENDMSIL*MSILVL5-RVL5 - RENDMG*MGVL5 -RENDCA*CAVL5 >=0;
 [IVL6] CING*PV*VL-RENDPOT6*POTVL6-RENDTIF6*TIFVL6-RENDMT6*MTVL6-
 RENDAV6*AVVL6-RENDSO6*SOVL6-RENDTRIT6*TRITVL6-RENDMSIL*MSILVL6-
 RVL6 - RENDMG*MGVL6 -RENDCA*CAVL6 >=0;
 [IVL7] CING*PV*VL-RENDPOT7*POTVL7-RENDTIF7*TIFVL7-RENDMT7*MTVL7-
 RENDAV7*AVVL7-RENDSO7*SOVL7-RENDTRIT7*TRITVL7-RENDMSIL*MSILVL7-
 RVL7 - RENDMG*MGVL7 -RENDCA*CAVL7 >=0;
 [IVL8] CING*PV*VL-RENDPOT8*POTVL8-RENDTIF8*TIFVL8-RENDMT8*MTVL8-
 RENDAV8*AVVL8-RENDSO8*SOVL8-RENDTRIT8*TRITVL8-RENDMSIL*MSILVL8-
 RVL8 - RENDMG*MGVL8 -RENDCA*CAVL8 >=0;
 [IVL9] CING*PV*VL-RENDPOT9*POTVL9-RENDTIF9*TIFVL9-RENDMT9*MTVL9-
 RENDAV9*AVVL9-RENDSO9*SOVL9-RENDTRIT9*TRITVL9-RENDMSIL*MSILVL9-
 RVL9 - RENDMG*MGVL9 -RENDCA*CAVL9 >=0;
 [IVL10] CING*PV*VL-RENDPOT10*POTVL10-RENDTIF10*TIFVL10-
 RENDMT10*MTVL10-RENDV10*AVVL10-RENDSO10*SOVL10-
 RENDTRIT10*TRITVL10-RENDMSIL*MSILVL10-RVL10 - RENDMG*MGVL10 -
 RENDCA*CAVL10 >=0;
 [IVL11] CING*PV*VL-RENDPOT11*POTVL11-RENDTIF11*TIFVL11-
 RENDMT11*MTVL11-RENDV11*AVVL11-RENDSO11*SOVL11-
 RENDTRIT11*TRITVL11-RENDMSIL*MSILVL11-RVL11 - RENDMG*MGVL11 -
 RENDCA*CAVL11 >=0;
 [IVL12] CING*PV*VL-RENDPOT12*POTVL12-RENDTIF12*TIFVL12-
 RENDMT12*MTVL12-RENDV12*AVVL12-RENDSO12*SOVL12-
 RENDTRIT12*TRITVL12-RENDMSIL*MSILVL12-RVL12 - RENDMG*MGVL12 -
 RENDCA*CAVL12 >=0;

!INGESTAO DAS VACAS SECAS (ANIMAIS NAO PRODUTIVOS);

[IVS1] CING*PV*VS-RENDPOT1*POTVS1-RENDTIF1*TIFVS1-RENDISO1*SOVS1-
 RENDMT1*MTVS1-RENDV1*AVVS1-RENDTRIT1*TRITVS1-
 RENDMSIL*MSILVS1-RVS1 - RENDMG*MGVS1 -RENDCA*CAVS1 >=0;
 [IVS2] CING*PV*VS-RENDPOT2*POTVS2-RENDTIF2*TIFVS2-RENDISO2*SOVS2-
 RENDMT2*MTVS2-RENDV2*AVVS2-RENDTRIT2*TRITVS2-
 RENDMSIL*MSILVS2-RVS2 - RENDMG*MGVS2 -RENDCA*CAVS2 >=0;
 [IVS3] CING*PV*VS-RENDPOT3*POTVS3-RENDTIF3*TIFVS3-RENDISO3*SOVS3-
 RENDMT3*MTVS3-RENDV3*AVVS3-RENDTRIT3*TRITVS3-
 RENDMSIL*MSILVS3-RVS3 - RENDMG*MGVS3 -RENDCA*CAVS3 >=0;
 [IVS4] CING*PV*VS-RENDPOT4*POTVS4-RENDTIF4*TIFVS4-RENDISO4*SOVS4-
 RENDMT4*MTVS4-RENDV4*AVVS4-RENDTRIT4*TRITVS4-
 RENDMSIL*MSILVS4-RVS4 - RENDMG*MGVS4 -RENDCA*CAVS4 >=0;
 [IVS5] CING*PV*VS-RENDPOT5*POTVS5-RENDTIF5*TIFVS5-RENDISO5*SOVS5-
 RENDMT5*MTVS5-RENDV5*AVVS5-RENDTRIT5*TRITVS5-
 RENDMSIL*MSILVS5-RVS5 - RENDMG*MGVS5 -RENDCA*CAVS5 >=0;
 [IVS6] CING*PV*VS-RENDPOT6*POTVS6-RENDTIF6*TIFVS6-RENDISO6*SOVS6-
 RENDMT6*MTVS6-RENDV6*AVVS6-RENDTRIT6*TRITVS6-
 RENDMSIL*MSILVS6-RVS6 - RENDMG*MGVS6 -RENDCA*CAVS6 >=0;
 [IVS7] CING*PV*VS-RENDPOT7*POTVS7-RENDTIF7*TIFVS7-RENDISO7*SOVS7-
 RENDMT7*MTVS7-RENDV7*AVVS7-RENDTRIT7*TRITVS7-
 RENDMSIL*MSILVS7-RVS7 - RENDMG*MGVS7 -RENDCA*CAVS7 >=0;
 [IVS8] CING*PV*VS-RENDPOT8*POTVS8-RENDTIF8*TIFVS8-RENDISO8*SOVS8-
 RENDMT8*MTVS8-RENDV8*AVVS8-RENDTRIT8*TRITVS8-
 RENDMSIL*MSILVS8-RVS8 - RENDMG*MGVS8 -RENDCA*CAVS8 >=0;
 [IVS9] CING*PV*VS-RENDPOT9*POTVS9-RENDTIF9*TIFVS9-RENDISO9*SOVS9-
 RENDMT9*MTVS9-RENDV9*AVVS9-RENDTRIT9*TRITVS9-
 RENDMSIL*MSILVS9-RVS9 - RENDMG*MGVS9 -RENDCA*CAVS9 >=0;
 [IVS10] CING*PV*VS-RENDPOT10*POTVS10-RENDTIF10*TIFVS10-
 RENDISO10*SOVS10-RENDMT10*MTVS10-RENDV10*AVVS10-
 RENDTRIT10*TRITVS10-RENDMSIL*MSILVS10-RVS10 - RENDMG*MGVS10 -
 RENDCA*CAVS10 >=0;
 [IVS11] CING*PV*VS-RENDPOT11*POTVS11-RENDTIF11*TIFVS11-
 RENDISO11*SOVS11-RENDMT11*MTVS11-RENDV11*AVVS11-
 RENDTRIT11*TRITVS11-RENDMSIL*MSILVS11-RVS11 - RENDMG*MGVS11 -
 RENDCA*CAVS11 >=0;
 [IVS12] CING*PV*VS-RENDPOT12*POTVS12-RENDTIF12*TIFVS12-
 RENDISO12*SOVS12-RENDMT12*MTVS12-RENDV12*AVVS12-
 RENDTRIT12*TRITVS12-RENDMSIL*MSILVS12-RVS12 - RENDMG*MGVS12 -
 RENDCA*CAVS12 >=0;

!INGESTAO DOS TERNEIROS (ANIMAIS NAO PRODUTIVOS);

[ITER1] CING*PTERN*T-RENDPOT1*POTTER1-RENDTIF1*TIFTER1-
 RENDISO1*SOTER1-RENDMT1*MTTER1-RENDV1*AVTER1-
 RENDTRIT1*TRITTER1-RENDMSIL*MSILTER1-RTER1 - RENDMG*MGTER1 -
 RENDCA*CATER1>=0;

[ITER2] CING*PTERN*T-RENDPOT2*POTTER2-RENDTIF2*TIFTER2-
REND SO2*SOTER2-RENDMT2*MTTER2-REND AV2*AVTER2-
RENDTRIT2*TRITTER2-RENDMSIL*MSILTER2-RTER2 - RENDMG*MGTER2 -
RENDCA*CATER2>=0;
[ITER3] CING*PTERN*T-RENDPOT3*POTTER3-RENDTIF3*TIFTER3-
REND SO3*SOTER3-RENDMT3*MTTER3-REND AV3*AVTER3-
RENDTRIT3*TRITTER3-RENDMSIL*MSILTER3-RTER3 - RENDMG*MGTER3 -
RENDCA*CATER3>=0;
[ITER4] CING*PTERN*T-RENDPOT4*POTTER4-RENDTIF4*TIFTER4-
REND SO4*SOTER4-RENDMT4*MTTER4-REND AV4*AVTER4-
RENDTRIT4*TRITTER4-RENDMSIL*MSILTER4-RTER4 - RENDMG*MGTER4 -
RENDCA*CATER4>=0;
[ITER5] CING*PTERN*T-RENDPOT5*POTTER5-RENDTIF5*TIFTER5-
REND SO5*SOTER5-RENDMT5*MTTER5-REND AV5*AVTER5-
RENDTRIT5*TRITTER5-RENDMSIL*MSILTER5-RTER5 - RENDMG*MGTER5 -
RENDCA*CATER5>=0;
[ITER6] CING*PTERN*T-RENDPOT6*POTTER6-RENDTIF6*TIFTER6-
REND SO6*SOTER6-RENDMT6*MTTER6-REND AV6*AVTER6-
RENDTRIT6*TRITTER6-RENDMSIL*MSILTER6-RTER6 - RENDMG*MGTER6 -
RENDCA*CATER6>=0;
[ITER7] CING*PTERN*T-RENDPOT7*POTTER7-RENDTIF7*TIFTER7-
REND SO7*SOTER7-RENDMT7*MTTER7-REND AV7*AVTER7-
RENDTRIT7*TRITTER7-RENDMSIL*MSILTER7-RTER7 - RENDMG*MGTER7 -
RENDCA*CATER7>=0;
[ITER8] CING*PTERN*T-RENDPOT8*POTTER8-RENDTIF8*TIFTER8-
REND SO8*SOTER8-RENDMT8*MTTER8-REND AV8*AVTER8-
RENDTRIT8*TRITTER8-RENDMSIL*MSILTER8-RTER8 - RENDMG*MGTER8 -
RENDCA*CATER8>=0;
[ITER9] CING*PTERN*T-RENDPOT9*POTTER9-RENDTIF9*TIFTER9-
REND SO9*SOTER9-RENDMT9*MTTER9-REND AV9*AVTER9-
RENDTRIT9*TRITTER9-RENDMSIL*MSILTER9-RTER9 - RENDMG*MGTER9 -
RENDCA*CATER9>=0;
[ITER10] CING*PTERN*T-RENDPOT10*POTTER10-RENDTIF10*TIFTER10-
REND SO10*SOTER10-RENDMT10*MTTER10-REND AV10*AVTER10-
RENDTRIT10*TRITTER10-RENDMSIL*MSILTER10-RTER10 - RENDMG*MGTER10 -
RENDCA*CATER10>=0;
[ITER11] CING*PTERN*T-RENDPOT11*POTTER11-RENDTIF11*TIFTER11-
REND SO11*SOTER11-RENDMT11*MTTER11-REND AV11*AVTER11-
RENDTRIT11*TRITTER11-RENDMSIL*MSILTER11-RTER11 - RENDMG*MGTER11 -
RENDCA*CATER11>=0;
[ITER12] CING*PTERN*T-RENDPOT12*POTTER12-RENDTIF12*TIFTER12-
REND SO12*SOTER12-RENDMT12*MTTER12-REND AV12*AVTER12-
RENDTRIT12*TRITTER12-RENDMSIL*MSILTER12-RTER12 - RENDMG*MGTER12 -
RENDCA*CATER12 >=0;

!INGESTAO DAS NOVILHAS (ANIMAIS NAO PRODUTIVOS);

[IN1] CING*PNOV*N-RENDPOT1*POTN1-RENDTIF1*TIFN1-RENDSO1*SON1-
 RENDMT1*MTN1-RENDV1*AVN1-RENDTRIT1*TRITN1-RENDMSIL*MSILN1-RN1
 - RENDMG*MGN1 -RENDCA*CAN1 >=0;
 [IN2] CING*PNOV*N-RENDPOT2*POTN2-RENDTIF2*TIFN2-RENDSO2*SON2-
 RENDMT2*MTN2-RENDV2*AVN2-RENDTRIT2*TRITN2-RENDMSIL*MSILN2-RN2
 - RENDMG*MGN2 -RENDCA*CAN2 >=0;
 [IN3] CING*PNOV*N-RENDPOT3*POTN3-RENDTIF3*TIFN3-RENDSO3*SON3-
 RENDMT3*MTN3-RENDV3*AVN3-RENDTRIT3*TRITN3-RENDMSIL*MSILN3-RN3
 - RENDMG*MGN3 -RENDCA*CAN3 >=0;
 [IN4] CING*PNOV*N-RENDPOT4*POTN4-RENDTIF4*TIFN4-RENDSO4*SON4-
 RENDMT4*MTN4-RENDV4*AVN4-RENDTRIT4*TRITN4-RENDMSIL*MSILN4-RN4
 - RENDMG*MGN4 -RENDCA*CAN4 >=0;
 [IN5] CING*PNOV*N-RENDPOT5*POTN5-RENDTIF5*TIFN5-RENDSO5*SON5-
 RENDMT5*MTN5-RENDV5*AVN5-RENDTRIT5*TRITN5-RENDMSIL*MSILN5-RN5
 - RENDMG*MGN5 -RENDCA*CAN5 >=0;
 [IN6] CING*PNOV*N-RENDPOT6*POTN6-RENDTIF6*TIFN6-RENDSO6*SON6-
 RENDMT6*MTN6-RENDV6*AVN6-RENDTRIT6*TRITN6-RENDMSIL*MSILN6-RN6
 - RENDMG*MGN6 -RENDCA*CAN6 >=0;
 [IN7] CING*PNOV*N-RENDPOT7*POTN7-RENDTIF7*TIFN7-RENDSO7*SON7-
 RENDMT7*MTN7-RENDV7*AVN7-RENDTRIT7*TRITN7-RENDMSIL*MSILN7-RN7
 - RENDMG*MGN7 -RENDCA*CAN7 >=0;
 [IN8] CING*PNOV*N-RENDPOT8*POTN8-RENDTIF8*TIFN8-RENDSO8*SON8-
 RENDMT8*MTN8-RENDV8*AVN8-RENDTRIT8*TRITN8-RENDMSIL*MSILN8-RN8
 - RENDMG*MGN8 -RENDCA*CAN8 >=0;
 [IN9] CING*PNOV*N-RENDPOT9*POTN9-RENDTIF9*TIFN9-RENDSO9*SON9-
 RENDMT9*MTN9-RENDV9*AVN9-RENDTRIT9*TRITN9-RENDMSIL*MSILN9-RN9
 - RENDMG*MGN9 -RENDCA*CAN9 >=0;
 [IN10] CING*PNOV*N-RENDPOT10*POTN10-RENDTIF10*TIFN10-
 RENDSO10*SON10-RENDMT10*MTN10-RENDV10*AVN10-
 RENDTRIT10*TRITN10-RENDMSIL*MSILN10-RN10 - RENDMG*MGN10 -
 RENDCA*CAN10 >=0;
 [IN11] CING*PNOV*N-RENDPOT11*POTN11-RENDTIF11*TIFN11-
 RENDSO11*SON11-RENDMT11*MTN11-RENDV11*AVN11-
 RENDTRIT11*TRITN11-RENDMSIL*MSILN11-RN11 - RENDMG*MGN11 -
 RENDCA*CAN11 >=0;
 [IN12] CING*PNOV*N-RENDPOT12*POTN12-RENDTIF12*TIFN12-
 RENDSO12*SON12-RENDMT12*MTN12-RENDV12*AVN12-
 RENDTRIT12*TRITN12-RENDMSIL*MSILN12-RN12 - RENDMG*MGN12 -
 RENDCA*CAN12 >=0;

!INGESTAO DE VOLUMOSOS DAS VACAS EM LACTACAO;

[VOLVL1] 0.5*CING*PV*VL-RENDPOT1*POTVL1-RENDTIF1*TIFVL1-
 RENDMT1*MTVL1-RENDV1*AVVL1-RENDMSIL*MSILVL1-
 RENDTRIT1*TRITVL1-RENDSO1*SOVL1 - RENDCA*CAVL1 <=0;
 [VOLVL2] 0.5*CING*PV*VL-RENDPOT2*POTVL2-RENDTIF2*TIFVL2-
 RENDMT2*MTVL2-RENDV2*AVVL2-RENDMSIL*MSILVL2 -
 RENDTRIT2*TRITVL2-RENDSO2*SOVL2 - RENDCA*CAVL2 <=0;

[VOLVL3] $0.5 * \text{CING} * \text{PV} * \text{VL} - \text{RENDPOT3} * \text{POTVL3} - \text{RENDTIF3} * \text{TIFVL3} - \text{RENDMT3} * \text{MTVL3} - \text{RENDV3} * \text{AVVL3} - \text{RENDMSIL} * \text{MSILVL3} - \text{RENDTRIT3} * \text{TRITVL3} - \text{RENDSO3} * \text{SOVL3} - \text{RENDCA} * \text{CAVL3} \leq 0;$
 [VOLVL4] $0.5 * \text{CING} * \text{PV} * \text{VL} - \text{RENDPOT4} * \text{POTVL4} - \text{RENDTIF4} * \text{TIFVL4} - \text{RENDMT4} * \text{MTVL4} - \text{RENDV4} * \text{AVVL4} - \text{RENDMSIL} * \text{MSILVL4} - \text{RENDTRIT4} * \text{TRITVL4} - \text{RENDSO4} * \text{SOVL4} - \text{RENDCA} * \text{CAVL4} \leq 0;$
 [VOLVL5] $0.5 * \text{CING} * \text{PV} * \text{VL} - \text{RENDPOT5} * \text{POTVL5} - \text{RENDTIF5} * \text{TIFVL5} - \text{RENDMT5} * \text{MTVL5} - \text{RENDV5} * \text{AVVL5} - \text{RENDMSIL} * \text{MSILVL5} - \text{RENDTRIT5} * \text{TRITVL5} - \text{RENDSO5} * \text{SOVL5} - \text{RENDCA} * \text{CAVL5} \leq 0;$
 [VOLVL6] $0.5 * \text{CING} * \text{PV} * \text{VL} - \text{RENDPOT6} * \text{POTVL6} - \text{RENDTIF6} * \text{TIFVL6} - \text{RENDMT6} * \text{MTVL6} - \text{RENDV6} * \text{AVVL6} - \text{RENDMSIL} * \text{MSILVL6} - \text{RENDTRIT6} * \text{TRITVL6} - \text{RENDSO6} * \text{SOVL6} - \text{RENDCA} * \text{CAVL6} \leq 0;$
 [VOLVL7] $0.5 * \text{CING} * \text{PV} * \text{VL} - \text{RENDPOT7} * \text{POTVL7} - \text{RENDTIF7} * \text{TIFVL7} - \text{RENDMT7} * \text{MTVL7} - \text{RENDV7} * \text{AVVL7} - \text{RENDMSIL} * \text{MSILVL7} - \text{RENDTRIT7} * \text{TRITVL7} - \text{RENDSO7} * \text{SOVL7} - \text{RENDCA} * \text{CAVL7} \leq 0;$
 [VOLVL8] $0.5 * \text{CING} * \text{PV} * \text{VL} - \text{RENDPOT8} * \text{POTVL8} - \text{RENDTIF8} * \text{TIFVL8} - \text{RENDMT8} * \text{MTVL8} - \text{RENDV8} * \text{AVVL8} - \text{RENDMSIL} * \text{MSILVL8} - \text{RENDTRIT8} * \text{TRITVL8} - \text{RENDSO8} * \text{SOVL8} - \text{RENDCA} * \text{CAVL8} \leq 0;$
 [VOLVL9] $0.5 * \text{CING} * \text{PV} * \text{VL} - \text{RENDPOT9} * \text{POTVL9} - \text{RENDTIF9} * \text{TIFVL9} - \text{RENDMT9} * \text{MTVL9} - \text{RENDV9} * \text{AVVL9} - \text{RENDMSIL} * \text{MSILVL9} - \text{RENDTRIT9} * \text{TRITVL9} - \text{RENDSO9} * \text{SOVL9} - \text{RENDCA} * \text{CAVL9} \leq 0;$
 [VOLVL10] $0.5 * \text{CING} * \text{PV} * \text{VL} - \text{RENDPOT10} * \text{POTVL10} - \text{RENDTIF10} * \text{TIFVL10} - \text{RENDMT10} * \text{MTVL10} - \text{RENDMSIL} * \text{MSILVL10} - \text{RENDV10} * \text{AVVL10} - \text{RENDTRIT10} * \text{TRITVL10} - \text{RENDSO10} * \text{SOVL10} - \text{RENDCA} * \text{CAVL10} \leq 0;$
 [VOLVL11] $0.5 * \text{CING} * \text{PV} * \text{VL} - \text{RENDPOT11} * \text{POTVL11} - \text{RENDTIF11} * \text{TIFVL11} - \text{RENDMT11} * \text{MTVL11} - \text{RENDMSIL} * \text{MSILVL11} - \text{RENDV11} * \text{AVVL11} - \text{RENDTRIT11} * \text{TRITVL11} - \text{RENDSO11} * \text{SOVL11} - \text{RENDCA} * \text{CAVL11} \leq 0;$
 [VOLVL12] $0.5 * \text{CING} * \text{PV} * \text{VL} - \text{RENDPOT12} * \text{POTVL12} - \text{RENDTIF12} * \text{TIFVL12} - \text{RENDMT12} * \text{MTVL12} - \text{RENDMSIL} * \text{MSILVL12} - \text{RENDV12} * \text{AVVL12} - \text{RENDTRIT12} * \text{TRITVL12} - \text{RENDSO12} * \text{SOVL12} - \text{RENDCA} * \text{CAVL12} \leq 0;$

!INGESTAO DE VOLUMOSOS DAS VACAS SECAS (ANIMAIS NAO PRODUTIVOS);

[VOLVS1] $0.5 * (\text{CING} * \text{PV} * \text{VS}) - \text{RENDPOT1} * \text{POTVS1} - \text{RENDTIF1} * \text{TIFVS1} - \text{RENDMT1} * \text{MTVS1} - \text{RENDV1} * \text{AVVS1} - \text{RENDMSIL} * \text{MSILVS1} - \text{RENDTRIT1} * \text{TRITVS1} - \text{RENDSO1} * \text{SOVS1} - \text{RENDCA} * \text{CAVS1} \leq 0;$
 [VOLVS2] $0.5 * (\text{CING} * \text{PV} * \text{VS}) - \text{RENDPOT2} * \text{POTVS2} - \text{RENDTIF2} * \text{TIFVS2} - \text{RENDMT2} * \text{MTVS2} - \text{RENDV2} * \text{AVVS2} - \text{RENDMSIL} * \text{MSILVS2} - \text{RENDTRIT2} * \text{TRITVS2} - \text{RENDSO2} * \text{SOVS2} - \text{RENDCA} * \text{CAVS2} \leq 0;$
 [VOLVS3] $0.5 * (\text{CING} * \text{PV} * \text{VS}) - \text{RENDPOT3} * \text{POTVS3} - \text{RENDTIF3} * \text{TIFVS3} - \text{RENDMT3} * \text{MTVS3} - \text{RENDV3} * \text{AVVS3} - \text{RENDMSIL} * \text{MSILVS3} - \text{RENDTRIT3} * \text{TRITVS3} - \text{RENDSO3} * \text{SOVS3} - \text{RENDCA} * \text{CAVS3} \leq 0;$
 [VOLVS4] $0.5 * (\text{CING} * \text{PV} * \text{VS}) - \text{RENDPOT4} * \text{POTVS4} - \text{RENDTIF4} * \text{TIFVS4} - \text{RENDMT4} * \text{MTVS4} - \text{RENDV4} * \text{AVVS4} - \text{RENDMSIL} * \text{MSILVS4} - \text{RENDTRIT4} * \text{TRITVS4} - \text{RENDSO4} * \text{SOVS4} - \text{RENDCA} * \text{CAVS4} \leq 0;$
 [VOLVS5] $0.5 * (\text{CING} * \text{PV} * \text{VS}) - \text{RENDPOT5} * \text{POTVS5} - \text{RENDTIF5} * \text{TIFVS5} - \text{RENDMT5} * \text{MTVS5} - \text{RENDV5} * \text{AVVS5} - \text{RENDMSIL} * \text{MSILVS5} - \text{RENDTRIT5} * \text{TRITVS5} - \text{RENDSO5} * \text{SOVS5} - \text{RENDCA} * \text{CAVS5} \leq 0;$

[VOLVS6] 0.5*(CING*PV*VS)-RENDPOT6*POTVS6-RENDTIF6*TIFVS6-
 RENDMT6*MTVS6-RENDV6*AVVS6-RENDMSIL*MSILVS6-
 RENDTRIT6*TRITVS6-RENDSO6*SOVS6-RENDCA*CAVS6 <=0;
 [VOLVS7] 0.5*(CING*PV*VS)-RENDPOT7*POTVS7-RENDTIF7*TIFVS7-
 RENDMT7*MTVS7-RENDV7*AVVS7-RENDMSIL*MSILVS7-
 RENDTRIT7*TRITVS7-RENDSO7*SOVS7-RENDCA*CAVS7 <=0;
 [VOLVS8] 0.5*(CING*PV*VS)-RENDPOT8*POTVS8-RENDTIF8*TIFVS8-
 RENDMT8*MTVS8-RENDV8*AVVS8-RENDMSIL*MSILVS8-
 RENDTRIT8*TRITVS8-RENDSO8*SOVS8-RENDCA*CAVS8 <=0;
 [VOLVS9] 0.5*(CING*PV*VS)-RENDPOT9*POTVS9-RENDTIF9*TIFVS9-
 RENDMT9*MTVS9-RENDV9*AVVS9-RENDMSIL*MSILVS9-
 RENDTRIT9*TRITVS9-RENDSO9*SOVS9-RENDCA*CAVS9 <=0;
 [VOLVS10] 0.5*(CING*PV*VS)-RENDPOT10*POTVS10-RENDTIF10*TIFVS10-
 RENDMT10*MTVS10-RENDV10*AVVS10-RENDMSIL*MSILVS10-
 RENDTRIT10*TRITVS10-RENDSO10*SOVS10-RENDCA*CAVS10 <=0;
 [VOLVS11] 0.5*(CING*PV*VS)-RENDPOT11*POTVS11-RENDTIF11*TIFVS11-
 RENDMT11*MTVS11-RENDV11*AVVS11-RENDMSIL*MSILVS11-
 RENDTRIT11*TRITVS11-RENDSO11*SOVS11-RENDCA*CAVS11 <=0;
 [VOLVS12] 0.5*(CING*PV*VS)-RENDPOT12*POTVS12-RENDTIF12*TIFVS12-
 RENDMT12*MTVS12-RENDV12*AVVS12-RENDMSIL*MSILVS12-
 RENDTRIT12*TRITVS12-RENDSO12*SOVS12-RENDCA*CAVS12 <=0;

!INGESTAO DE VOLUMOSOS DOS TERNEIROS (ANIMAIS NAO PRODUTIVOS);

[VOLTER1] 0.5*(CING*PTERN*T)-RENDPOT1*POTTER1-RENDTIF1*TIFTER1-
 RENDMT1*MTTER1-RENDV1*AVTER1-RENDMSIL*MSILTER1-
 RENDTRIT1*TRITTER1-RENDSO1*SOTER1-RENDCA*CATER1 <=0;
 [VOLTER2] 0.5*(CING*PTERN*T)-RENDPOT2*POTTER2-RENDTIF2*TIFTER2-
 RENDMT2*MTTER2-RENDV2*AVTER2-RENDMSIL*MSILTER2-
 RENDTRIT2*TRITTER2-RENDSO2*SOTER2-RENDCA*CATER2 <=0;
 [VOLTER3] 0.5*(CING*PTERN*T)-RENDPOT3*POTTER3-RENDTIF3*TIFTER3-
 RENDMT3*MTTER3-RENDV3*AVTER3-RENDMSIL*MSILTER3-
 RENDTRIT3*TRITTER3-RENDSO3*SOTER3-RENDCA*CATER3 <=0;
 [VOLTER4] 0.5*(CING*PTERN*T)-RENDPOT4*POTTER4-RENDTIF4*TIFTER4-
 RENDMT4*MTTER4-RENDV4*AVTER4-RENDMSIL*MSILTER4-
 RENDTRIT4*TRITTER4-RENDSO4*SOTER4-RENDCA*CATER4 <=0;
 [VOLTER5] 0.5*(CING*PTERN*T)-RENDPOT5*POTTER5-RENDTIF5*TIFTER5-
 RENDMT5*MTTER5-RENDV5*AVTER5-RENDMSIL*MSILTER5-
 RENDTRIT5*TRITTER5-RENDSO5*SOTER5-RENDCA*CATER5 <=0;
 [VOLTER6] 0.5*(CING*PTERN*T)-RENDPOT6*POTTER6-RENDTIF6*TIFTER6-
 RENDMT6*MTTER6-RENDV6*AVTER6-RENDMSIL*MSILTER6-
 RENDTRIT6*TRITTER6-RENDSO6*SOTER6-RENDCA*CATER6 <=0;
 [VOLTER7] 0.5*(CING*PTERN*T)-RENDPOT7*POTTER7-RENDTIF7*TIFTER7-
 RENDMT7*MTTER7-RENDV7*AVTER7-RENDMSIL*MSILTER7-
 RENDTRIT7*TRITTER7-RENDSO7*SOTER7-RENDCA*CATER7 <=0;
 [VOLTER8] 0.5*(CING*PTERN*T)-RENDPOT8*POTTER8-RENDTIF8*TIFTER8-
 RENDMT8*MTTER8-RENDV8*AVTER8-RENDMSIL*MSILTER8-
 RENDTRIT8*TRITTER8-RENDSO8*SOTER8-RENDCA*CATER8 <=0;

[VOLTER9] 0.5*(CING*PTERN*T)-RENDPOT9*POTTER9-RENDTIF9*TIFTER9-
 RENDMT9*MTTER9-RENDV9*AVTER9-RENDMSIL*MSILTER9-
 RENDTRIT9*TRITTER9-RENDSO9*SOTER9-RENDCA*CATER9 <=0;
 [VOLTER10] 0.5*(CING*PTERN*T)-RENDPOT10*POTTER10-RENDTIF10*TIFTER10-
 RENDMT10*MTTER10-RENDV10*AVTER10-RENDMSIL*MSILTER10-
 RENDTRIT10*TRITTER10-RENDSO10*SOTER10-RENDCA*CATER10 <=0;
 [VOLTER11] 0.5*(CING*PTERN*T)-RENDPOT11*POTTER11-RENDTIF11*TIFTER11-
 RENDMT11*MTTER11-RENDV11*AVTER11-RENDMSIL*MSILTER11-
 RENDTRIT11*TRITTER11-RENDSO11*SOTER11-RENDCA*CATER11 <=0;
 [VOLTER12] 0.5*(CING*PTERN*T)-RENDPOT12*POTTER12-RENDTIF12*TIFTER12-
 RENDMT12*MTTER12-RENDV12*AVTER12-RENDMSIL*MSILTER12-
 RENDTRIT12*TRITTER12-RENDSO12*SOTER12-RENDCA*CATER12 <=0;

!INGESTAO DE VOLUMOSOS DAS NOVILHAS (ANIMAIS NAO PRODUTIVOS);

[VOLN1] 0.5*(CING*PNOV*N)-RENDPOT1*POTN1-RENDTIF1*TIFN1-
 RENDMT1*MTN1-RENDV1*AVN1-RENDMSIL*MSILN1-RENDTRIT1*TRITN1-
 RENDSO1*SON1-RENDCA*CAN1 <=0;
 [VOLN2] 0.5*(CING*PNOV*N)-RENDPOT2*POTN2-RENDTIF2*TIFN2-
 RENDMT2*MTN2-RENDV2*AVN2-RENDMSIL*MSILN2-RENDTRIT2*TRITN2-
 RENDSO2*SON2-RENDCA*CAN2 <=0;
 [VOLN3] 0.5*(CING*PNOV*N)-RENDPOT3*POTN3-RENDTIF3*TIFN3-
 RENDMT3*MTN3-RENDV3*AVN3-RENDMSIL*MSILN3-RENDTRIT3*TRITN3-
 RENDSO3*SON3-RENDCA*CAN3 <=0;
 [VOLN4] 0.5*(CING*PNOV*N)-RENDPOT4*POTN4-RENDTIF4*TIFN4-
 RENDMT4*MTN4-RENDV4*AVN4-RENDMSIL*MSILN4-RENDTRIT4*TRITN4-
 RENDSO4*SON4-RENDCA*CAN4 <=0;
 [VOLN5] 0.5*(CING*PNOV*N)-RENDPOT5*POTN5-RENDTIF5*TIFN5-
 RENDMT5*MTN5-RENDV5*AVN5-RENDMSIL*MSILN5-RENDTRIT5*TRITN5-
 RENDSO5*SON5-RENDCA*CAN5 <=0;
 [VOLN6] 0.5*(CING*PNOV*N)-RENDPOT6*POTN6-RENDTIF6*TIFN6-
 RENDMT6*MTN6-RENDV6*AVN6-RENDMSIL*MSILN6-RENDTRIT6*TRITN6-
 RENDSO6*SON6-RENDCA*CAN6 <=0;
 [VOLN7] 0.5*(CING*PNOV*N)-RENDPOT7*POTN7-RENDTIF7*TIFN7-
 RENDMT7*MTN7-RENDV7*AVN7-RENDMSIL*MSILN7-RENDTRIT7*TRITN7-
 RENDSO7*SON7-RENDCA*CAN7 <=0;
 [VOLN8] 0.5*(CING*PNOV*N)-RENDPOT8*POTN8-RENDTIF8*TIFN8-
 RENDMT8*MTN8-RENDV8*AVN8-RENDMSIL*MSILN8-RENDTRIT8*TRITN8-
 RENDSO8*SON8-RENDCA*CAN8 <=0;
 [VOLN9] 0.5*(CING*PNOV*N)-RENDPOT9*POTN9-RENDTIF9*TIFN9-
 RENDMT9*MTN9-RENDV9*AVN9-RENDMSIL*MSILN9-RENDTRIT9*TRITN9-
 RENDSO9*SON9-RENDCA*CAN9 <=0;
 [VOLN10] 0.5*(CING*PNOV*N)-RENDPOT10*POTN10-RENDTIF10*TIFN10-
 RENDMT10*MTN10-RENDV10*AVN10-RENDMSIL*MSILN10-
 RENDTRIT10*TRITN10-RENDSO10*SON10-RENDCA*CAN10 <=0;
 [VOLN11] 0.5*(CING*PNOV*N)-RENDPOT11*POTN11-RENDTIF11*TIFN11-
 RENDMT11*MTN11-RENDV11*AVN11-RENDMSIL*MSILN11-
 RENDTRIT11*TRITN11-RENDSO11*SON11-RENDCA*CAN11 <=0;

[VOLN12] 0.5*(CING*PNOV*N)-RENDPOT12*POTN12-RENDTIF12*TIFN12-
RENDMT12*MTN12-RENDV12*AVN12-RENDMSIL*MSILN12-
RENDTRIT12*TRITN12-RENDSON12*SON12-RENDCA*CAN12 <=0;

! LIGACAO PASTAGENS MENSAIS E ANUAL;

! POTREIRO;

[POT1] POTVL1 + POTVS1 + POTTER1 + POTN1 - POT <= 0;
[POT2] POTVL2 + POTVS2 + POTTER2 + POTN2 - POT <= 0;
[POT3] POTVL3 + POTVS3 + POTTER3 + POTN3 - POT <= 0;
[POT4] POTVL4 + POTVS4 + POTTER4 + POTN4 - POT <= 0;
[POT5] POTVL5 + POTVS5 + POTTER5 + POTN5 - POT <= 0;
[POT6] POTVL6 + POTVS6 + POTTER6 + POTN6 - POT <= 0;
[POT7] POTVL7 + POTVS7 + POTTER7 + POTN7 - POT <= 0;
[POT8] POTVL8 + POTVS8 + POTTER8 + POTN8 - POT <= 0;
[POT9] POTVL9 + POTVS9 + POTTER9 + POTN9 - POT <= 0;
[POT10] POTVL10 + POTVS10 + POTTER10 + POTN10 - POT <= 0;
[POT11] POTVL11 + POTVS11 + POTTER11 + POTN11 - POT <= 0;
[POT12] POTVL12 + POTVS12 + POTTER12 + POTN12 - POT <= 0;

! TIFTON;

[TIF1] TIFVL1 + TIFVS1 + TIFTER1 + TIFN1 - TIF <= 0;
[TIF2] TIFVL2 + TIFVS2 + TIFTER2 + TIFN2 - TIF <= 0;
[TIF3] TIFVL3 + TIFVS3 + TIFTER3 + TIFN3 - TIF <= 0;
[TIF4] TIFVL4 + TIFVS4 + TIFTER4 + TIFN4 - TIF <= 0;
[TIF5] TIFVL5 + TIFVS5 + TIFTER5 + TIFN5 - TIF <= 0;
[TIF6] TIFVL6 + TIFVS6 + TIFTER6 + TIFN6 - TIF <= 0;
[TIF7] TIFVL7 + TIFVS7 + TIFTER7 + TIFN7 - TIF <= 0;
[TIF8] TIFVL8 + TIFVS8 + TIFTER8 + TIFN8 - TIF <= 0;
[TIF9] TIFVL9 + TIFVS9 + TIFTER9 + TIFN9 - TIF <= 0;
[TIF10] TIFVL10 + TIFVS10 + TIFTER10 + TIFN10 - TIF <= 0;
[TIF11] TIFVL11 + TIFVS11 + TIFTER11 + TIFN11 - TIF <= 0;
[TIF12] TIFVL12 + TIFVS12 + TIFTER12 + TIFN12 - TIF <= 0;

! MILHETO;

[MT1] MTVL1 + MTVS1 + MTTER1 + MTN1 - MT <= 0;
[MT2] MTVL2 + MTVS2 + MTTER2 + MTN2 - MT <= 0;
[MT3] MTVL3 + MTVS3 + MTTER3 + MTN3 - MT <= 0;
[MT4] MTVL4 + MTVS4 + MTTER4 + MTN4 - MT <= 0;
[MT5] MTVL5 + MTVS5 + MTTER5 + MTN5 - MT <= 0;
[MT6] MTVL6 + MTVS6 + MTTER6 + MTN6 - MT <= 0;
[MT7] MTVL7 + MTVS7 + MTTER7 + MTN7 - MT <= 0;
[MT8] MTVL8 + MTVS8 + MTTER8 + MTN8 - MT <= 0;
[MT9] MTVL9 + MTVS9 + MTTER9 + MTN9 - MT <= 0;
[MT10] MTVL10 + MTVS10 + MTTER10 + MTN10 - MT <= 0;
[MT11] MTVL11 + MTVS11 + MTTER11 + MTN11 - MT <= 0;
[MT12] MTVL12 + MTVS12 + MTTER12 + MTN12 - MT <= 0;

! SORGO;

[SO1] SOVL1 + SOVS1 + SOTER1 + SON1 - SOR <= 0;
 [SO2] SOVL2 + SOVS2 + SOTER2 + SON2 - SOR <= 0;
 [SO3] SOVL3 + SOVS3 + SOTER3 + SON3 - SOR <= 0;
 [SO4] SOVL4 + SOVS4 + SOTER4 + SON4 - SOR <= 0;
 [SO5] SOVL5 + SOVS5 + SOTER5 + SON5 - SOR <= 0;
 [SO6] SOVL6 + SOVS6 + SOTER6 + SON6 - SOR <= 0;
 [SO7] SOVL7 + SOVS7 + SOTER7 + SON7 - SOR <= 0;
 [SO8] SOVL8 + SOVS8 + SOTER8 + SON8 - SOR <= 0;
 [SO9] SOVL9 + SOVS9 + SOTER9 + SON9 - SOR <= 0;
 [SO10] SOVL10 + SOVS10 + SOTER10 + SON10 - SOR <= 0;
 [SO11] SOVL11 + SOVS11 + SOTER11 + SON11 - SOR <= 0;
 [SO12] SOVL12 + SOVS12 + SOTER12 + SON12 - SOR <= 0;

! AVEIA;

[AV1] AVVL1 + AVVS1 + AVTER1 + AVN1 - AV <= 0;
 [AV2] AVVL2 + AVVS2 + AVTER2 + AVN2 - AV <= 0;
 [AV3] AVVL3 + AVVS3 + AVTER3 + AVN3 - AV <= 0;
 [AV4] AVVL4 + AVVS4 + AVTER4 + AVN4 - AV <= 0;
 [AV5] AVVL5 + AVVS5 + AVTER5 + AVN5 - AV <= 0;
 [AV6] AVVL6 + AVVS6 + AVTER6 + AVN6 - AV <= 0;
 [AV7] AVVL7 + AVVS7 + AVTER7 + AVN7 - AV <= 0;
 [AV8] AVVL8 + AVVS8 + AVTER8 + AVN8 - AV <= 0;
 [AV9] AVVL9 + AVVS9 + AVTER9 + AVN9 - AV <= 0;
 [AV10] AVVL10 + AVVS10 + AVTER10 + AVN10 - AV <= 0;
 [AV11] AVVL11 + AVVS11 + AVTER11 + AVN11 - AV <= 0;
 [AV12] AVVL12 + AVVS12 + AVTER12 + AVN12 - AV <= 0;

! TRITICALE;

[TRIT1] TRITVL1 + TRITVS1 + TRITTER1 + TRITN1 - TRIT <= 0;
 [TRIT2] TRITVL2 + TRITVS2 + TRITTER2 + TRITN2 - TRIT <= 0;
 [TRIT3] TRITVL3 + TRITVS3 + TRITTER3 + TRITN3 - TRIT <= 0;
 [TRIT4] TRITVL4 + TRITVS4 + TRITTER4 + TRITN4 - TRIT <= 0;
 [TRIT5] TRITVL5 + TRITVS5 + TRITTER5 + TRITN5 - TRIT <= 0;
 [TRIT6] TRITVL6 + TRITVS6 + TRITTER6 + TRITN6 - TRIT <= 0;
 [TRIT7] TRITVL7 + TRITVS7 + TRITTER7 + TRITN7 - TRIT <= 0;
 [TRIT8] TRITVL8 + TRITVS8 + TRITTER8 + TRITN8 - TRIT <= 0;
 [TRIT9] TRITVL9 + TRITVS9 + TRITTER9 + TRITN9 - TRIT <= 0;
 [TRIT10] TRITVL10 + TRITVS10 + TRITTER10 + TRITN10 - TRIT <= 0;
 [TRIT11] TRITVL11 + TRITVS11 + TRITTER11 + TRITN11 - TRIT <= 0;
 [TRIT12] TRITVL12 + TRITVS12 + TRITTER12 + TRITN12 - TRIT <= 0;

!LIGACAO RACAO MENSAL E ANUAL;

!RACAO VACAS EM LACTACAO;

[LRVL] RVL1 + RVL2 + RVL3 + RVL4 + RVL5 + RVL6 + RVL7 + RVL8 + RVL9 +
 RVL10 + RVL11 + RVL12 - RVL = 0;

!RACAO VACAS SECAS;

[LRVS] $RVS1 + RVS2 + RVS3 + RVS4 + RVS5 + RVS6 + RVS7 + RVS8 + RVS9 + RVS10 + RVS11 + RVS12 - RVS = 0;$

!RACAO TERNEIROS;

[LRTER] $RTER1 + RTER2 + RTER3 + RTER4 + RTER5 + RTER6 + RTER7 + RTER8 + RTER9 + RTER10 + RTER11 + RTER12 - RTER = 0;$

!RACAO NOVILHAS;

[LRN] $RN1 + RN2 + RN3 + RN4 + RN5 + RN6 + RN7 + RN8 + RN9 + RN10 + RN11 + RN12 - RN = 0;$

!racao mensal;

[RJAN] $RVL1 + RVS1 + RTER1 + RN1 = R1;$

[RFEV] $RVL2 + RVS2 + RTER2 + RN2 = R2;$

[RMAR] $RVL3 + RVS3 + RTER3 + RN3 = R3;$

[RABR] $RVL4 + RVS4 + RTER4 + RN4 = R4;$

[RMAI] $RVL5 + RVS5 + RTER5 + RN5 = R5;$

[RJUN] $RVL6 + RVS6 + RTER6 + RN6 = R6;$

[RJUL] $RVL7 + RVS7 + RTER7 + RN7 = R7;$

[RAGO] $RVL8 + RVS8 + RTER8 + RN8 = R8;$

[RSET] $RVL9 + RVS9 + RTER9 + RN9 = R9;$

[ROUT] $RVL10 + RVS10 + RTER10 + RN10 = R10;$

[RNOV] $RVL11 + RVS11 + RTER11 + RN11 = R11;$

[RDEZ] $RVL12 + RVS12 + RTER12 + RN12 = R12;$

!RACAO TOTAL;

[RTOT] $RVL + RVS + RTER + RN = R;$

!LIGACAO SILAGEM MENSAL E ANUAL;

[SVL] $MSILVL1 + MSILVL2 + MSILVL3 + MSILVL4 + MSILVL5 + MSILVL6 + MSILVL7 + MSILVL8 + MSILVL9 + MSILVL10 + MSILVL11 + MSILVL12 = MSILVL;$

[SVS] $MSILVS1 + MSILVS2 + MSILVS3 + MSILVS4 + MSILVS5 + MSILVS6 + MSILVS7 + MSILVS8 + MSILVS9 + MSILVS10 + MSILVS11 + MSILVS12 = MSILVS;$

[STER] $MSILTER1 + MSILTER2 + MSILTER3 + MSILTER4 + MSILTER5 + MSILTER6 + MSILTER7 + MSILTER8 + MSILTER9 + MSILTER10 + MSILTER11 + MSILTER12 = MSILTER;$

[SN] $MSILN1 + MSILN2 + MSILN3 + MSILN4 + MSILN5 + MSILN6 + MSILN7 + MSILN8 + MSILN9 + MSILN10 + MSILN11 + MSILN12 = MSILN;$

[MSILT] $MSILVL + MSILVS + MSILTER + MSILN = MSIL;$

!silagem mensal;

[SJAN1] $MSILVL1 + MSILVS1 + MSILTER1 + MSILN1 = MSIL1;$

[SJAN2] MSILVL2 + MSILVS2 + MSILTER2 + MSILN2 = MSIL2;
 [SJAN3] MSILVL3 + MSILVS3 + MSILTER3 + MSILN3 = MSIL3;
 [SJAN4] MSILVL4 + MSILVS4 + MSILTER4 + MSILN4 = MSIL4;
 [SJAN5] MSILVL5 + MSILVS5 + MSILTER5 + MSILN5 = MSIL5;
 [SJAN6] MSILVL6 + MSILVS6 + MSILTER6 + MSILN6 = MSIL6;
 [SJAN7] MSILVL7 + MSILVS7 + MSILTER7 + MSILN7 = MSIL7;
 [SJAN8] MSILVL8 + MSILVS8 + MSILTER8 + MSILN8 = MSIL8;
 [SJAN9] MSILVL9 + MSILVS9 + MSILTER9 + MSILN9 = MSIL9;
 [SJAN10] MSILVL10 + MSILVS10 + MSILTER10 + MSILN10 = MSIL10;
 [SJAN11] MSILVL11 + MSILVS11 + MSILTER11 + MSILN11 = MSIL11;
 [SJAN12] MSILVL12 + MSILVS12 + MSILTER12 + MSILN12 = MSIL12;

!LIGACAO MILHO GRAO MENSAL E ANUAL;

[LMGVL] MGVL1 + MGVL2 + MGVL3 + MGVL4 + MGVL5 + MGVL6 + MGVL7 + MGVL8 + MGVL9 + MGVL10 + MGVL11 + MGVL12 = MGVL;

[LMGVS] MGVS1 + MGVS2 + MGVS3 + MGVS4 + MGVS5 + MGVS6 + MGVS7 + MGVS8 + MGVS9 + MGVS10 + MGVS11 + MGVS12 = MGVS;

[LMGTER] MGTER1 + MGTER2 + MGTER3 + MGTER4 + MGTER5 + MGTER6 + MGTER7 + MGTER8 + MGTER9 + MGTER10 + MGTER11 + MGTER12 = MGTER;

[LMGN] MGN1 + MGN2 + MGN3 + MGN4 + MGN5 + MGN6 + MGN7 + MGN8 + MGN9 + MGN10 + MGN11 + MGN12 = MGN;

[LMGT] MGVL + MGVS + MGTER + MGN = MG;

!milho grao mensal;

[MGJAN1] MGVL1 + MGVS1 + MGTER1 + MGN1 = MG1;
 [MGJAN2] MGVL2 + MGVS2 + MGTER2 + MGN2 = MG2;
 [MGJAN3] MGVL3 + MGVS3 + MGTER3 + MGN3 = MG3;
 [MGJAN4] MGVL4 + MGVS4 + MGTER4 + MGN4 = MG4;
 [MGJAN5] MGVL5 + MGVS5 + MGTER5 + MGN5 = MG5;
 [MGJAN6] MGVL6 + MGVS6 + MGTER6 + MGN6 = MG6;
 [MGJAN7] MGVL7 + MGVS7 + MGTER7 + MGN7 = MG7;
 [MGJAN8] MGVL8 + MGVS8 + MGTER8 + MGN8 = MG8;
 [MGJAN9] MGVL9 + MGVS9 + MGTER9 + MGN9 = MG9;
 [MGJAN10] MGVL10 + MGVS10 + MGTER10 + MGN10 = MG10;
 [MGJAN11] MGVL11 + MGVS11 + MGTER11 + MGN11 = MG11;
 [MGJAN12] MGVL12 + MGVS12 + MGTER12 + MGN12 = MG12;

!LIGACAO CANA MENSAL E ANUAL;

[LCAVL] CAVL1 + CAVL2 + CAVL3 + CAVL4 + CAVL5 + CAVL6 + CAVL7 + CAVL8 + CAVL9 + CAVL10 + CAVL11 + CAVL12 = CAVL;

[LCAVS] CAVS1 + CAVS2 + CAVS3 + CAVS4 + CAVS5 + CAVS6 + CAVS7 + CAVS8 + CAVS9 + CAVS10 + CAVS11 + CAVS12 = CAVS;

[LCATER] CATER1 + CATER2 + CATER3 + CATER4 + CATER5 + CATER6 + CATER7
+ CATER8 + CATER9 + CATER10 + CATER11 + CATER12 = CATER;

[LCAN] CAN1 + CAN2 + CAN3 + CAN4 + CAN5 + CAN6 + CAN7 + CAN8 + CAN9 +
CAN10 + CAN11 + CAN12 = CAN;

[LCAT] CAVL + CAVS + CATER + CAN = CA;

!cana mensal;

[CAJAN1] CAVL1 + CAVS1 + CATER1 + CAN1 = CA1;

[CAJAN2] CAVL2 + CAVS2 + CATER2 + CAN2 = CA2;

[CAJAN3] CAVL3 + CAVS3 + CATER3 + CAN3 = CA3;

[CAJAN4] CAVL4 + CAVS4 + CATER4 + CAN4 = CA4;

[CAJAN5] CAVL5 + CAVS5 + CATER5 + CAN5 = CA5;

[CAJAN6] CAVL6 + CAVS6 + CATER6 + CAN6 = CA6;

[CAJAN7] CAVL7 + CAVS7 + CATER7 + CAN7 = CA7;

[CAJAN8] CAVL8 + CAVS8 + CATER8 + CAN8 = CA8;

[CAJAN9] CAVL9 + CAVS9 + CATER9 + CAN9 = CA9;

[CAJAN10] CAVL10 + CAVS10 + CATER10 + CAN10 = CA10;

[CAJAN11] CAVL11 + CAVS11 + CATER11 + CAN11 = CA11;

[CAJAN12] CAVL12 + CAVS12 + CATER12 + CAN12 = CA12;

!LIGACAO LEITE MENSAL E ANUAL;

[LEIT] LEITE = L1 + L2 + L3 + L4 + L5 + L6 + L7 + L8 + L9 + L10 + L11 + L12;

! LIGACAO ENTRE AS CATEGORIAS DO REBANHO;

[VLVS] (1-RVLVT)*VL - RVLVT*VS <= 0;

[VLT] 0.5*VL - T <= 0;

[VLN] 0.5*(1-MORT)*VL - N <= 0;

[VLVD] VD - 0.5*(1-MORT)^2*VL <= 0;

END

B2 - MODELO DO TIPO FAMILIAR LEITE GRAOS SUINO

MAX = 560.71*SOJA + 3794.67*LOTES + 0.51*LEITE + 0*PV*VD - 85*VL - 60*VS -
20*T - 30*N - 0*POT - 0*CEL - 598.5*MT - 392*TIF - 206*AV - 206*AZ - 0.52*R -
1010.6*MSIL - 0*MG - 0*CA;

INGD = 0.03;

[NLOTES] LOTES<=3;

!PARAMETROS DE ENTRADA;

! INDICES ZOOTECHNICOS;

RVLVT = 0.70;!(vacas lactacao/total vacas);

MORT = 0.03; !(animais mortos/total rebanho/ano);

!CRIA = 2 ANOS;

!RENDIMENTO DAS FORRAGENS;

[RPOTAB] RENDPOT = 2000; !(kg MS/ha);

[RCELAB] RENDCEL = 0000; !(kg MS/ha);

[RMTAB] RENDMT = 5000; !(kg MS/ha);

[RTIFB] RENDTI = 12000; !(kg MS/ha);

[RAV1B] RENDAV = 4500; !(kg MS/ha);

[RAZAB] RENDAZ = 3500; !(kg MS/ha);

[RMSIL] RENDMSIL = 8500*2; !(kg MS/ha);

[RMG] RENDMG = 0000; !(kg MS/ha);

[RCA] RENDCA = 0000; !(kg MS/ha);

! TEOR DE ENERGIA DOS ALIMENTOS;

[ENPOT] EPOT = 1.7; !(Mcal/kg MS);

[ENCEL] ECEL = 0; !1.8; !(Mcal/kg MS);

[ENMT] EMT = 0; !1.8; !(Mcal/kg MS);

[ENTI] ETI = 1.83; !(Mcal/kg MS);

[ENAV] EAV = 2; !(Mcal/kg MS);

[ENAZ] EAZ = 0; !(Mcal/kg MS);

[ERAC] ENRAC = 3; !(Mcal/kg MS);

[EMSIL] ENSIL = 2.2; !(Mcal/kg MS);

[EMG] ENMG = 3.3; !(Mcal/kg MS);

[ECA] ENCA = 0; !1.5; !(Mcal/kg MS);

!TEOR DE PROTEÍNA DOS ALIMENTOS;

[PRPOT] PPOT = 0.08; !(kg PB/kg MS);

[PRCEL] PCEL = 0; !.15; !(kg PB/kg MS);

[PRMT] PMT = 0; !.15; !(kg PB/kg MS);

[PRTI] PTI = .17; !(kg PB/kg MS);

[PRAV] PAV = .2; !(kg PB/kg MS);

[PRAZ] PAZ = 0; !.2; !(kg PB/kg MS);

[PRRAC] PRAC = .16; !(kg PB/kg MS);

[PRSIL] PSIL = .07; !(kg PB/kg MS);

[PRMG] PMG = 0.08; !(kg PB/kg MS);

[PRCA] PCA = 0; !.15; !(kg PB/kg MS);

!PESO E CAPACIDADE DE INGESTÃO DOS ANIMAIS;

[PVACA] PV = 500; !(kg);

[PTER] PTERN = 112.5; !(kg);

[PNOVI] PNOV = 337.5; !(kg);

[CIDMS] CID = INGD;!.03; !(kg MS/kg animal/dia);

[CINGMS] CING = CID*30; !(ingestao/peso vivo);

!NECESSIDADE DE ENERGIA DOS ANIMAIS;

[NECEVL] NECVL = 425.16; !(Mcal/cabeca/mes);

[NECET] NECT = 236.09; !(Mcal/cabeca/mes);

[NECEN] NECN = 519.19; !(Mcal/cabeca/mes);

[NECEVS] NECVS = 510.19; !(Mcal/cabeca/mes);

!NECESSIDADE DE PROTEINA DOS ANIMAIS;

[NECPVL] NECPVL = 10.89; !(kg/cabeca/mes);

[NECPRT] NECPT = 13.17; !(kg/cabeca/mes);

[NECPRN] NECPN = 27.97; !(kg/cabeca/mes);

[NECPVS] NECPVS = 13.07; !(kg/cabeca/mes);

!DISPONIBILIDADE DE ÁREA E MÃO-DE-OBRA;

[SAUT] SAU = 30.5; !(hectares);

[WFAM] WF = 24*8*2.5; !(horas/mes);

!DISTRIBUICAO DO RENDIMENTO DAS PASTAGENS AO LONGO DO ANO;

[RPOT1] RENDPOT1 = .2*RENDPOT;

[RPOT2] RENDPOT2 = .1*RENDPOT;

[RPOT3] RENDPOT3 = .07*RENDPOT;

[RPOT4] RENDPOT4 = .05*RENDPOT;

[RPOT5] RENDPOT5 = .03*RENDPOT;

[RPOT6] RENDPOT6 = .02*RENDPOT;

[RPOT7] RENDPOT7 = .01*RENDPOT;

[RPOT8] RENDPOT8 = .02*RENDPOT;

[RPOT9] RENDPOT9 = .1*RENDPOT;

[RPOT10] RENDPOT10 = .1*RENDPOT;

[RPOT11] RENDPOT11 = .15*RENDPOT;

[RPOT12] RENDPOT12 = .15*RENDPOT;

[RCEL1] RENDCEL1 = .25*RENDCEL;

[RCEL2] RENDCEL2 = .15*RENDCEL;

[RCEL3] RENDCEL3 = .1*RENDCEL;

[RCEL4] RENDCEL4 = .1*RENDCEL;

[RCEL5] RENDCEL5 = 0*RENDCEL;

[RCEL6] RENDCEL6 = 0*RENDCEL;

[RCEL7] RENDCEL7 = 0*RENDCEL;

[RCEL8] RENDCEL8 = 0*RENDCEL;

[RCEL9] RENDCEL9 = .05*RENDCEL;

[RCEL10] RENDCEL10 = .1*RENDCEL;

[RCEL11] RENDCEL11 = .1*RENDCEL;

[RCEL12] RENDCEL12 = .15*RENDCEL;

[RMT1] RENDMT1 = .25*RENDMT;
[RMT2] RENDMT2 = .2*RENDMT;
[RMT3] RENDMT3 = .1*RENDMT;
[RMT4] RENDMT4 = .1*RENDMT;
[RMT5] RENDMT5 = .05*RENDMT;
[RMT6] RENDMT6 = 0*RENDMT;
[RMT7] RENDMT7 = 0*RENDMT;
[RMT8] RENDMT8 = 0*RENDMT;
[RMT9] RENDMT9 = 0*RENDMT;
[RMT10] RENDMT10 = .05*RENDMT;
[RMT11] RENDMT11 = .1*RENDMT;
[RMT12] RENDMT12 = .15*RENDMT;

[RTI1] RENDTI1 = .2*RENDTI;
[RTI2] RENDTI2 = .2*RENDTI;
[RTI3] RENDTI3 = .1*RENDTI;
[RTI4] RENDTI4 = .1*RENDTI;
[RTI5] RENDTI5 = 0*RENDTI;
[RTI6] RENDTI6 = 0*RENDTI;
[RTI7] RENDTI7 = 0*RENDTI;
[RTI8] RENDTI8 = 0*RENDTI;
[RTI9] RENDTI9 = .0*RENDTI;
[RTI10] RENDTI10 = .1*RENDTI;
[RTI11] RENDTI11 = .1*RENDTI;
[RTI12] RENDTI12 = .2*RENDTI;

[RAV1] RENDAV1 = 0*RENDAV;
[RAV2] RENDAV2 = 0*RENDAV;
[RAV3] RENDAV3 = 0*RENDAV;
[RAV4] RENDAV4 = 0*RENDAV;
[RAV5] RENDAV5 = 0*RENDAV;
[RAV6] RENDAV6 = .2*RENDAV;
[RAV7] RENDAV7 = .3*RENDAV;
[RAV8] RENDAV8 = .3*RENDAV;
[RAV9] RENDAV9 = .2*RENDAV;
[RAV10] RENDAV10 = 0*RENDAV;
[RAV11] RENDAV11 = 0*RENDAV;
[RAV12] RENDAV12 = 0*RENDAV;

[RAZ1] RENDAZ1 = 0*RENDAZ;
[RAZ2] RENDAZ2 = 0*RENDAZ;
[RAZ3] RENDAZ3 = 0*RENDAZ;
[RAZ4] RENDAZ4 = 0*RENDAZ;
[RAZ5] RENDAZ5 = 0*RENDAZ;
[RAZ6] RENDAZ6 = 0*RENDAZ;
[RAZ7] RENDAZ7 = .2*RENDAZ;
[RAZ8] RENDAZ8 = .3*RENDAZ;
[RAZ9] RENDAZ9 = .35*RENDAZ;

[RAZ10] RENDAZ10 = .15*RENDAZ;
 [RAZ11] RENDAZ11 = 0*RENDAZ;
 [RAZ12] RENDAZ12 = 0*RENDAZ;

! RESTRIÇÕES;

!SUPERFICIE AGRICOLA UTIL;
 [SAUV] SOJA + POT + CEL + MT + TIF + MSIL + MG + CA <= SAU;
 [SAUI] POT + CEL + AV + AZ + CA + TIF <= SAU;

!RESTRICOES DE TRABALHO;
 [WFJAN] 11*VL + 2*30*LOTE + 4*MSILJAN <= WF;
 [WFFEVE] 11*VL + 2*30*LOTE + 2*TIF <= WF;
 [WFMAR] 11*VL + 2*30*LOTE + 4*MG <= WF;
 [WFABR] 11*VL + 2*30*LOTE + 2*AV + 4*SOJA + 50*CA + 6*MSILJAN<= WF;
 [WFMAI] 11*VL + 2*30*LOTE + 2*AZ + 50*CA + 2*TRIGO <= WF;
 [WFJUN] 11*VL + 2*30*LOTE + 50*CA <= WF;
 [WFJUL] 11*VL + 2*30*LOTE + 50*CA <= WF;
 [WFAGO] 11*VL + 2*30*LOTE + 2*TIF <= WF;
 [WFSET] 11*VL + 2*30*LOTE + 2*MT + CEL + 4* MSILSET <= WF;
 [WFOUT] 11*VL + 2*30*LOTE + POT + 4*MG + 2*TIF <= WF;
 [WFNOV] 11*VL + 2*30*LOTE + 3*SOJA + 2*TIF <= WF;
 [WFDEZ] 11*VL + 2*30*LOTE + 6*MSILSET + 2*TIF <= WF;

! SUCESSAO SILAGEM SAFRA E SAFRINHA;
 [SSIL] MSILJAN - MSILSET = 0;
 [SSIL2] MSILJAN + MSILSET = MSIL;

Obs.: Todas as demais restrições deste modelo são iguais as do modelo anterior.

B3 - MODELO DO TIPO FAMILIAR VITIVINICULTURA GRAOS LEITE EXTENSIVO

$MAX = 739*SOJA + 2194.58*UVA + 9777.91*UVAV + 0.41*LEITE + 0*PV*VD - 86*VL$
 $- 52*VS - 22*T - 30*N - 0*POT - 0*CEL - 404.25*MT - 0*CS - 119.65*AV - 103*AZ - 0*R$
 $- 820*MSIL - 689.5*MG - 0*CA;$

$R \leq 0;$
 $CEL \leq 0;$
 $CS \leq 0;$
 $CA \leq 0;$
 $UVA = 0.15;$
 $UVAV = 0.60;$
 $INGD = 0.03;$

!PARAMETROS DE ENTRADA;
 !INDICES ZOOTECNICOS;
 $RVLVT = 0.7; !(vacas lactacao/total vacas);$
 $MORT = 0.03; !(animais mortos/total rebanho/ano);$
 !CRIA = 2 ANOS;

!RENDIMENTO DAS FORRAGENS;
 [RPOTAB] $RENDPOT = 2000; !(kg MS/ha);$
 [RCELAB] $RENDCEL = 5000; !(kg MS/ha);$
 [RMTAB] $RENDMT = 4000; !(kg MS/ha);$
 [RCSAB] $RENDCS = 5000; !(kg MS/ha);$
 [RAV1B] $RENDAV = 4000; !(kg MS/ha);$
 [RAZAB] $RENDAZ = 4000; !(kg MS/ha);$
 [RMSIL] $RENDMSIL = 8000; !(kg MS/ha);$
 [RMG] $RENDMG = 3000; !(kg MS/ha);$
 [RCA] $RENDCA = 8000; !(kg MS/ha);$

! TEOR DE ENERGIA DOS ALIMENTOS;
 [ENPOT] $EPOT = 1.7; !(Mcal/kg MS);$
 [ENCEL] $ECEL = 1.8; !(Mcal/kg MS);$
 [ENMT] $EMT = 1.8; !(Mcal/kg MS);$
 [ENCS] $ECS = 1.8; !(Mcal/kg MS);$
 [ENAV] $EAV = 2; !(Mcal/kg MS);$
 [ENAZ] $EAZ = 2; !(Mcal/kg MS);$
 [ERAC] $ENRAC = 3; !(Mcal/kg MS);$
 [EMSIL] $ENSIL = 2; !(Mcal/kg MS);$
 [EMG] $ENMG = 3.3; !(Mcal/kg MS);$
 [ECA] $ENCA = 1.5; !(Mcal/kg MS);$

!TEOR DE PROTEÍNA DOS ALIMENTOS;
 [PRPOT] $PPOT = 0.06; !(kg PB/kg MS);$
 [PRCEL] $PCEL = .15; !(kg PB/kg MS);$
 [PRMT] $PMT = .15; !(kg PB/kg MS);$
 [PRCS] $PCS = .16; !(kg PB/kg MS);$

[PRAV] PAV = .2; !(kg PB/kg MS);
 [PRAZ] PAZ = .2; !(kg PB/kg MS);
 [PRRAC] PRAC = .06; !(kg PB/kg MS);
 [PRSIL] PSIL = .15; !(kg PB/kg MS);
 [PRMG] PMG = 0.08; !(kg PB/kg MS);
 [PRCA] PCA = .15; !(kg PB/kg MS);

!PESO E CAPACIDADE DE INGESTÃO DOS ANIMAIS;

[PVACA] PV = 350; !(kg);
 [PTER] PTERN = 78.75; !(kg);
 [PNOVI] PNOV = 236.25; !(kg);
 [CIDMS] CID = INGD;!.03; !(kg MS/kg animal/dia);
 [CINGMS] CING = CID*30; !(ingestao/peso vivo);

!NECESSIDADE DE ENERGIA DOS ANIMAIS;

[NECEVL] NECVL = 329.13; !(Mcal/cabeca/mes);
 [NECET] NECT = 135.50; !(Mcal/cabeca/mes);
 [NECEN] NECN = 274.3; !(Mcal/cabeca/mes);
 [NECEVS] NECVS = 395; !(Mcal/cabeca/mes);

!NECESSIDADE DE PROTEINA DOS ANIMAIS;

[NECPVL] NECPVL = 8.9; !(kg/cabeca/mes);
 [NECPRT] NECPT = 7.66; !(kg/cabeca/mes);
 [NECPRN] NECPN = 15; !(kg/cabeca/mes);
 [NECPVS] NECPVS = 10.68; !(kg/cabeca/mes);

!DISPONIBILIDADE DE ÁREA E MÃO-DE-OBRA;

[SAUT] SAU = 18.75;!(hectares);
 [WFAM] WF = 24*8*2; !(horas/mes);

!DISTRIBUICAO DO RENDIMENTO DAS PASTAGENS AO LONGO DO ANO;

[RPOT1] RENDPOT1 = .2*RENDPOT;
 [RPOT2] RENDPOT2 = .1*RENDPOT;
 [RPOT3] RENDPOT3 = .07*RENDPOT;
 [RPOT4] RENDPOT4 = .05*RENDPOT;
 [RPOT5] RENDPOT5 = .03*RENDPOT;
 [RPOT6] RENDPOT6 = .02*RENDPOT;
 [RPOT7] RENDPOT7 = .01*RENDPOT;
 [RPOT8] RENDPOT8 = .02*RENDPOT;
 [RPOT9] RENDPOT9 = .1*RENDPOT;
 [RPOT10] RENDPOT10 = .1*RENDPOT;
 [RPOT11] RENDPOT11 = .15*RENDPOT;
 [RPOT12] RENDPOT12 = .15*RENDPOT;

[RCEL1] RENDCEL1 = .25*RENDCEL;
 [RCEL2] RENDCEL2 = .15*RENDCEL;
 [RCEL3] RENDCEL3 = .1*RENDCEL;
 [RCEL4] RENDCEL4 = .1*RENDCEL;
 [RCEL5] RENDCEL5 = 0*RENDCEL;
 [RCEL6] RENDCEL6 = 0*RENDCEL;

[RCEL7] RENDCEL7 = 0*RENDCEL;
 [RCEL8] RENDCEL8 = 0*RENDCEL;
 [RCEL9] RENDCEL9 = .05*RENDCEL;
 [RCEL10] RENDCEL10 = .1*RENDCEL;
 [RCEL11] RENDCEL11 = .1*RENDCEL;
 [RCEL12] RENDCEL12 = .15*RENDCEL;

[RMT1] RENDMT1 = .25*RENDMT;
 [RMT2] RENDMT2 = .2*RENDMT;
 [RMT3] RENDMT3 = .1*RENDMT;
 [RMT4] RENDMT4 = .1*RENDMT;
 [RMT5] RENDMT5 = .05*RENDMT;
 [RMT6] RENDMT6 = 0*RENDMT;
 [RMT7] RENDMT7 = 0*RENDMT;
 [RMT8] RENDMT8 = 0*RENDMT;
 [RMT9] RENDMT9 = 0*RENDMT;
 [RMT10] RENDMT10 = .05*RENDMT;
 [RMT11] RENDMT11 = .1*RENDMT;
 [RMT12] RENDMT12 = .15*RENDMT;

[RCS1] RENDCS1 = .25*RENDCS;
 [RCS2] RENDCS2 = .2*RENDCS;
 [RCS3] RENDCS3 = .1*RENDCS;
 [RCS4] RENDCS4 = .05*RENDCS;
 [RCS5] RENDCS5 = 0*RENDCS;
 [RCS6] RENDCS6 = 0*RENDCS;
 [RCS7] RENDCS7 = 0*RENDCS;
 [RCS8] RENDCS8 = 0*RENDCS;
 [RCS9] RENDCS9 = .05*RENDCS;
 [RCS10] RENDCS10 = .1*RENDCS;
 [RCS11] RENDCS11 = .1*RENDCS;
 [RCS12] RENDCS12 = .15*RENDCS;

[RAV1] RENDAV1 = 0*RENDV;
 [RAV2] RENDAV2 = 0*RENDV;
 [RAV3] RENDAV3 = 0*RENDV;
 [RAV4] RENDAV4 = 0*RENDV;
 [RAV5] RENDAV5 = 0*RENDV;
 [RAV6] RENDAV6 = .2*RENDV;
 [RAV7] RENDAV7 = .3*RENDV;
 [RAV8] RENDAV8 = .3*RENDV;
 [RAV9] RENDAV9 = .2*RENDV;
 [RAV10] RENDAV10 = 0*RENDV;
 [RAV11] RENDAV11 = 0*RENDV;
 [RAV12] RENDAV12 = 0*RENDV;

[RAZ1] RENDAZ1 = 0*RENDV;
 [RAZ2] RENDAZ2 = 0*RENDV;
 [RAZ3] RENDAZ3 = 0*RENDV;
 [RAZ4] RENDAZ4 = 0*RENDV;

[RAZ5] $RENDAZ5 = 0 * RENDAZ$;
 [RAZ6] $RENDAZ6 = 0 * RENDAZ$;
 [RAZ7] $RENDAZ7 = .2 * RENDAZ$;
 [RAZ8] $RENDAZ8 = .3 * RENDAZ$;
 [RAZ9] $RENDAZ9 = .35 * RENDAZ$;
 [RAZ10] $RENDAZ10 = .15 * RENDAZ$;
 [RAZ11] $RENDAZ11 = 0 * RENDAZ$;
 [RAZ12] $RENDAZ12 = 0 * RENDAZ$;

! RESTRICÖES;

!SUPERFICIE AGRICOLA UTIL;

[SAUV] $SOJA + UVA + UVAV + POT + CEL + MT + CS + MSIL + MG + CA \leq SAU$;

[SAUI] $POT + CEL + AV + AZ + CA + UVA + UVAV \leq SAU$;

!RESTRICOES DE TRABALHO;

[WFJAN] $10 * VL + 6 * MSIL + 300 * (UVA + UVAV) \leq WF$;

[WFFEVE] $10 * VL + 400 * (UVA + UVAV) \leq WF$;

[WFMAR] $10 * VL + 4 * MG + 4 * MILHO \leq WF$;

[WFABR] $10 * VL + 2 * AV + 4 * SOJA + 50 * CA \leq WF$;

[WFMAI] $10 * VL + 2 * AZ + 50 * CA \leq WF$;

[WFJUN] $10 * VL + 50 * CA \leq WF$;

[WFJUL] $10 * VL + 50 * CA \leq WF$;

[WFAGO] $10 * VL + 2 * CS + 320 * (UVA + UVAV) \leq WF$;

[WFSET] $10 * VL + 2 * MT + CEL + 30 * (UVA + UVAV) \leq WF$;

[WFOUT] $10 * VL + POT + 4 * (MSIL + MG) + 4 * MILHO + 15 * (UVA + UVAV) \leq WF$;

[WFNOV] $10 * VL + 3 * SOJA + 15 * (UVA + UVAV) \leq WF$;

[WFDEZ] $10 * VL + 15 * (UVA + UVAV) \leq WF$;

Obs.: Todas as demais restrições deste modelo são iguais as do primeiro modelo.

B4 - MODELO DO TIPO FAMILIAR GRAOS LEITE EXTENSIVO

MAX = 418.5*SOJA + 502.98*MILHO + 0.41*LEITE + 0*PV*VD - 70*VL - 50*VS - 18*T
 - 28*N - 0*POT - 30*CEL - 0*MT - 355.2*CS - 126.67*AV - 126.67*AZ - 0.48*R -
 800*MSIL - 460*MG - 0*CA;

MSIL<=0;

MT<=0;

INGD = 0.03;

!PARAMETROS DE ENTRADA;

! INDICES ZOOTECHNICOS;

RVLVT = 0.7;!(vacas lactacao/total vacas);

MORT = 0.03; !(animais mortos/total rebanho/ano);

!CRIAS = 2 ANOS;

!RENDIMENTO DAS FORRAGENS;

[RPOTAB] RENDPOT = 2000; !(kg MS/ha);

[RCELAB] RENDCEL = 5000; !(kg MS/ha);

[RMTAB] RENDMT = 0000; !(kg MS/ha);

[RCSAB] RENDCS = 5000; !(kg MS/ha);

[RAV1B] RENDAV = 4000; !(kg MS/ha);

[RAZAB] RENDAZ = 4000; !(kg MS/ha);

[RMSIL] RENDMSIL = 8000; !(kg MS/ha);

[RMG] RENDMG = 3000; !(kg MS/ha);

[RCA] RENDCA = 8000; !(kg MS/ha);

! TEOR DE ENERGIA DOS ALIMENTOS;

[ENPOT] EPOT = 1.7; !(Mcal/kg MS);

[ENCEL] ECEL = 1.8; !(Mcal/kg MS);

[ENMT] EMT = 1.8; !(Mcal/kg MS);

[ENCS] ECS = 1.8; !(Mcal/kg MS);

[ENAV] EAV = 2; !(Mcal/kg MS);

[ENAZ] EAZ = 2; !(Mcal/kg MS);

[ERAC] ENRAC = 3; !(Mcal/kg MS);

[EMSIL] ENSIL = 2; !(Mcal/kg MS);

[EMG] ENMG = 3.3; !(Mcal/kg MS);

[ECA] ENCA = 1.5; !(Mcal/kg MS);

!TEOR DE PROTEÍNA DOS ALIMENTOS;

[PRPOT] PPOT = 0.06; !(kg PB/kg MS);

[PRCEL] PCEL = .15; !(kg PB/kg MS);

[PRMT] PMT = .15; !(kg PB/kg MS);

[PRCS] PCS = .16; !(kg PB/kg MS);

[PRAV] PAV = .2; !(kg PB/kg MS);

[PRAZ] PAZ = .2; !(kg PB/kg MS);

[PRRAC] PRAC = .06; !(kg PB/kg MS);

[PRSIL] PSIL = .15; !(kg PB/kg MS);

[PRMG] PMG = 0.08; !(kg PB/kg MS);

[PRCA] PCA = .15; !(kg PB/kg MS);

!PESO E CAPACIDADE DE INGESTÃO DOS ANIMAIS;

[PVACA] PV = 350; !(kg);

[PTER] PTERN = 78.75; !(kg);

[PNOVI] PNOV = 236.25; !(kg);

[CIDMS] CID = INGD;!0.03; !(kg MS/kg animal/dia);

[CINGMS] CING = CID*30; !(ingestao/peso vivo);

!NECESSIDADE DE ENERGIA DOS ANIMAIS;

[NECEVL] NECVL = 329.13; !(Mcal/cabeca/mes);

[NECET] NECT = 135.50; !(Mcal/cabeca/mes);

[NECEN] NECN = 274.3; !(Mcal/cabeca/mes);

[NECEVS] NECVS = 395; !(Mcal/cabeca/mes);

!NECESSIDADE DE PROTEINA DOS ANIMAIS;

[NECPVL] NECPVL = 8.9; !(kg/cabeca/mes);

[NECPRT] NECPT = 7.66; !(kg/cabeca/mes);

[NECPRN] NECPN = 15; !(kg/cabeca/mes);

[NECPVVS] NECPVS = 10.68; !(kg/cabeca/mes);

!DISPONIBILIDADE DE ÁREA E MÃO-DE-OBRA;

[SAUT] SAU = 15.25;!15; !(hectares);

[WFAM] WF = 24*8*2; !(horas/mes);

!DISTRIBUICAO DO RENDIMENTO DAS PASTAGENS AO LONGO DO ANO;

[RPOT1] RENDPOT1 = .2*RENDPOT;

[RPOT2] RENDPOT2 = .1*RENDPOT;

[RPOT3] RENDPOT3 = .07*RENDPOT;

[RPOT4] RENDPOT4 = .05*RENDPOT;

[RPOT5] RENDPOT5 = .03*RENDPOT;

[RPOT6] RENDPOT6 = .02*RENDPOT;

[RPOT7] RENDPOT7 = .01*RENDPOT;

[RPOT8] RENDPOT8 = .02*RENDPOT;

[RPOT9] RENDPOT9 = .1*RENDPOT;

[RPOT10] RENDPOT10 = .1*RENDPOT;

[RPOT11] RENDPOT11 = .15*RENDPOT;

[RPOT12] RENDPOT12 = .15*RENDPOT;

[RCEL1] RENDCEL1 = .25*RENDCEL;

[RCEL2] RENDCEL2 = .15*RENDCEL;

[RCEL3] RENDCEL3 = .1*RENDCEL;

[RCEL4] RENDCEL4 = .1*RENDCEL;

[RCEL5] RENDCEL5 = 0*RENDCEL;

[RCEL6] RENDCEL6 = 0*RENDCEL;

[RCEL7] RENDCEL7 = 0*RENDCEL;

[RCEL8] RENDCEL8 = 0*RENDCEL;

[RCEL9] RENDCEL9 = .05*RENDCEL;

[RCEL10] RENDCEL10 = .1*RENDCEL;

[RCEL11] RENDCEL11 = .1*RENDCEL;
[RCEL12] RENDCEL12 = .15*RENDCEL;

[RMT1] RENDMT1 = .25*RENDMT;
[RMT2] RENDMT2 = .2*RENDMT;
[RMT3] RENDMT3 = .1*RENDMT;
[RMT4] RENDMT4 = .1*RENDMT;
[RMT5] RENDMT5 = .05*RENDMT;
[RMT6] RENDMT6 = 0*RENDMT;
[RMT7] RENDMT7 = 0*RENDMT;
[RMT8] RENDMT8 = 0*RENDMT;
[RMT9] RENDMT9 = 0*RENDMT;
[RMT10] RENDMT10 = .05*RENDMT;
[RMT11] RENDMT11 = .1*RENDMT;
[RMT12] RENDMT12 = .15*RENDMT;

[RCS1] RENDCS1 = .25*RENDCS;
[RCS2] RENDCS2 = .2*RENDCS;
[RCS3] RENDCS3 = .1*RENDCS;
[RCS4] RENDCS4 = .05*RENDCS;
[RCS5] RENDCS5 = 0*RENDCS;
[RCS6] RENDCS6 = 0*RENDCS;
[RCS7] RENDCS7 = 0*RENDCS;
[RCS8] RENDCS8 = 0*RENDCS;
[RCS9] RENDCS9 = .05*RENDCS;
[RCS10] RENDCS10 = .1*RENDCS;
[RCS11] RENDCS11 = .1*RENDCS;
[RCS12] RENDCS12 = .15*RENDCS;

[RAV1] RENDAV1 = 0*RENDAV;
[RAV2] RENDAV2 = 0*RENDAV;
[RAV3] RENDAV3 = 0*RENDAV;
[RAV4] RENDAV4 = 0*RENDAV;
[RAV5] RENDAV5 = 0*RENDAV;
[RAV6] RENDAV6 = .2*RENDAV;
[RAV7] RENDAV7 = .3*RENDAV;
[RAV8] RENDAV8 = .3*RENDAV;
[RAV9] RENDAV9 = .2*RENDAV;
[RAV10] RENDAV10 = 0*RENDAV;
[RAV11] RENDAV11 = 0*RENDAV;
[RAV12] RENDAV12 = 0*RENDAV;

[RAZ1] RENDAZ1 = 0*RENDAZ;
[RAZ2] RENDAZ2 = 0*RENDAZ;
[RAZ3] RENDAZ3 = 0*RENDAZ;
[RAZ4] RENDAZ4 = 0*RENDAZ;
[RAZ5] RENDAZ5 = 0*RENDAZ;
[RAZ6] RENDAZ6 = 0*RENDAZ;
[RAZ7] RENDAZ7 = .2*RENDAZ;
[RAZ8] RENDAZ8 = .3*RENDAZ;

[RAZ9] RENDAZ9 = .35*RENDZ;
 [RAZ10] RENDAZ10 = .15*RENDZ;
 [RAZ11] RENDAZ11 = 0*RENDZ;
 [RAZ12] RENDAZ12 = 0*RENDZ;

! RESTRICÇÕES;

!SUPERFICIE AGRICOLA UTIL;
 [SAUV] SOJA + MILHO + POT + CEL + MT + CS + MSIL + MG + CA <= SAU;
 [SAUI] POT + CEL + AV + AZ + CA <= SAU;

!RESTRICOES DE TRABALHO;
 [WFJAN] 10*VL + 6*MSIL <= WF;
 [WFFEVE] 10*VL <= WF;
 [WFMAR] 10*VL + 4*MG + 4*MILHO <= WF;
 [WFABR] 10*VL + 2*AV + 4*SOJA + 50*CA <= WF;
 [WFMAI] 10*VL + 2*AZ + 50*CA <= WF;
 [WFJUN] 10*VL + 50*CA <= WF;
 [WFJUL] 10*VL + 50*CA <= WF;
 [WFAGO] 10*VL + 2*CS <= WF;
 [WFSET] 10*VL + 2*MT + CEL <= WF;
 [WFOUT] 10*VL + POT + 4*(MSIL+MG)+ 4*MILHO <= WF;
 [WFNOV] 10*VL + 3*SOJA <= WF;
 [WFDEZ] 10*VL <= WF;

Obs.: Todas as demais restrições deste modelo são iguais as do primeiro modelo.

B5 - MODELO DO TIPO FAMILIAR LEITE INTENSIVO GRAOS

MAX = 738.65*SOJA + 68.24*TRIGO + 0.51*LEITE + 0*PV*VD - 85*VL - 60*VS - 20*T
 - 30*N - 0*POT - 0*CEL - 0*MT - 527.5*SOR - 335*AV - 0*AZ - 0.52*R - 1643.7*MSIL -
 772.5*2*MG - 0*CA;

!PASTAGENS QUE NAO TEM NO MODELO;

AZ<=0;

CA<=0;

CEL<=0;

MT<=0;

INGD = 0.03; !0.03;

!PARAMETROS DE ENTRADA;

! INDICES ZOOTECHNICOS;

RVLVT = 0.72;!(vacas lactacao/total vacas);

MORT = 0.03; !(animais mortos/total rebanho/ano);

!CRIA = 2 ANOS;

!RENDIMENTO DAS FORRAGENS;

[RPOTAB] RENDPOT = 2000; !(kg MS/ha);

[RCELAB] RENDCEL = 0000; !(kg MS/ha);

[RMTAB] RENDMT = 0000; !(kg MS/ha);

[RSORG] RENDSO = 4500; !(kg MS/ha);

[RAV1B] RENDAV = 4000; !(kg MS/ha);

[RAZAB] RENDAZ = 0000; !(kg MS/ha);

[RMSIL] RENDMSIL = 8500*2; !(kg MS/ha);

[RMG] RENDMG = 3750*2; !(kg MS/ha);

[RCA] RENDCA = 0000; !(kg MS/ha);

! TEOR DE ENERGIA DOS ALIMENTOS;

[ENPOT] EPOT = 1.7; !(Mcal/kg MS);

[ENCEL] ECEL = 0; !1.8; !(Mcal/kg MS);

[ENMT] EMT = 0; !1.8; !(Mcal/kg MS);

[ENSO] ESO = 1.9; !(Mcal/kg MS);

[ENAV] EAV = 2; !(Mcal/kg MS);

[ENAZ] EAZ = 0; !(Mcal/kg MS);

[ERAC] ENRAC = 3; !(Mcal/kg MS);

[EMSIL] ENSIL = 2.2; !(Mcal/kg MS);

[EMG] ENMG = 3.3; !(Mcal/kg MS);

[ECA] ENCA = 0; !1.5; !(Mcal/kg MS);

!TEOR DE PROTEÍNA DOS ALIMENTOS;

[PRPOT] PPOT = 0.08; !(kg PB/kg MS);

[PRCEL] PCEL = 0; !.15; !(kg PB/kg MS);

[PRMT] PMT = 0; !.15; !(kg PB/kg MS);

[PRSO] PSO = .17; !(kg PB/kg MS);

[PRAV] PAV = .2; !(kg PB/kg MS);

[PAZ] PAZ = 0; !.2; !(kg PB/kg MS);
 [PRAC] PRAC = .16; !(kg PB/kg MS);
 [PSIL] PSIL = .07; !(kg PB/kg MS);
 [PMG] PMG = 0.08; !(kg PB/kg MS);
 [PCA] PCA = 0; !.15; !(kg PB/kg MS);

!PESO E CAPACIDADE DE INGESTÃO DOS ANIMAIS;

[PVACA] PV = 500; !(kg);
 [PTER] PTERN = 112.5; !(kg);
 [PNOVI] PNOV = 337.5; !(kg);
 [CIDMS] CID = INGD; !0.03; !(kg MS/kg animal/dia);
 [CINGMS] CING = CID*30; !(ingestao/peso vivo);

!NECESSIDADE DE ENERGIA DOS ANIMAIS;

[NECEVL] NECVL = 425.16; !(Mcal/cabeca/mes);
 [NECET] NECT = 236.09; !(Mcal/cabeca/mes);
 [NECEN] NECN = 519.19; !(Mcal/cabeca/mes);
 [NECEVS] NECVS = 510.19; !(Mcal/cabeca/mes);

!NECESSIDADE DE PROTEINA DOS ANIMAIS;

[NECPVL] NECPVL = 10.89; !(kg/cabeca/mes);
 [NECPRT] NECPT = 13.17; !(kg/cabeca/mes);
 [NECPRN] NECPN = 27.97; !(kg/cabeca/mes);
 [NECPVS] NECPVS = 13.07; !(kg/cabeca/mes);

!DISPONIBILIDADE DE ÁREA E MÃO-DE-OBRA;

[SAUT] SAU = 49.5; !(hectares);
 [WFAM] WF = 24*8*1.5; !(horas/mes);

!DISTRIBUICAO DO RENDIMENTO DAS PASTAGENS AO LONGO DO ANO;

[RPOT1] RENDPOT1 = .2*RENDPOT;
 [RPOT2] RENDPOT2 = .1*RENDPOT;
 [RPOT3] RENDPOT3 = .07*RENDPOT;
 [RPOT4] RENDPOT4 = .05*RENDPOT;
 [RPOT5] RENDPOT5 = .03*RENDPOT;
 [RPOT6] RENDPOT6 = .02*RENDPOT;
 [RPOT7] RENDPOT7 = .01*RENDPOT;
 [RPOT8] RENDPOT8 = .02*RENDPOT;
 [RPOT9] RENDPOT9 = .1*RENDPOT;
 [RPOT10] RENDPOT10 = .1*RENDPOT;
 [RPOT11] RENDPOT11 = .15*RENDPOT;
 [RPOT12] RENDPOT12 = .15*RENDPOT;

[RCEL1] RENDCEL1 = .25*RENDCEL;
 [RCEL2] RENDCEL2 = .15*RENDCEL;
 [RCEL3] RENDCEL3 = .1*RENDCEL;
 [RCEL4] RENDCEL4 = .1*RENDCEL;
 [RCEL5] RENDCEL5 = 0*RENDCEL;
 [RCEL6] RENDCEL6 = 0*RENDCEL;
 [RCEL7] RENDCEL7 = 0*RENDCEL;

[RCEL8] RENDCEL8 = 0*RENDCEL;
 [RCEL9] RENDCEL9 = .05*RENDCEL;
 [RCEL10] RENDCEL10 = .1*RENDCEL;
 [RCEL11] RENDCEL11 = .1*RENDCEL;
 [RCEL12] RENDCEL12 = .15*RENDCEL;

[RMT1] RENDMT1 = .25*RENDMT;
 [RMT2] RENDMT2 = .2*RENDMT;
 [RMT3] RENDMT3 = .1*RENDMT;
 [RMT4] RENDMT4 = .1*RENDMT;
 [RMT5] RENDMT5 = .05*RENDMT;
 [RMT6] RENDMT6 = 0*RENDMT;
 [RMT7] RENDMT7 = 0*RENDMT;
 [RMT8] RENDMT8 = 0*RENDMT;
 [RMT9] RENDMT9 = 0*RENDMT;
 [RMT10] RENDMT10 = .05*RENDMT;
 [RMT11] RENDMT11 = .1*RENDMT;
 [RMT12] RENDMT12 = .15*RENDMT;

[RSO1] RENDSO1 = .25*RENDSO;
 [RSO2] RENDSO2 = .2*RENDSO;
 [RSO3] RENDSO3 = .1*RENDSO;
 [RSO4] RENDSO4 = .05*RENDSO;
 [RSO5] RENDSO5 = 0*RENDSO;
 [RSO6] RENDSO6 = 0*RENDSO;
 [RSO7] RENDSO7 = 0*RENDSO;
 [RSO8] RENDSO8 = 0*RENDSO;
 [RSO9] RENDSO9 = .05*RENDSO;
 [RSO10] RENDSO10 = .1*RENDSO;
 [RSO11] RENDSO11 = .1*RENDSO;
 [RSO12] RENDSO12 = .15*RENDSO;

[RAV1] RENDAV1 = 0*RENDV;
 [RAV2] RENDAV2 = 0*RENDV;
 [RAV3] RENDAV3 = 0*RENDV;
 [RAV4] RENDAV4 = 0*RENDV;
 [RAV5] RENDAV5 = 0*RENDV;
 [RAV6] RENDAV6 = .2*RENDV;
 [RAV7] RENDAV7 = .3*RENDV;
 [RAV8] RENDAV8 = .3*RENDV;
 [RAV9] RENDAV9 = .2*RENDV;
 [RAV10] RENDAV10 = 0*RENDV;
 [RAV11] RENDAV11 = 0*RENDV;
 [RAV12] RENDAV12 = 0*RENDV;

[RAZ1] RENDAZ1 = 0*RENDZ;
 [RAZ2] RENDAZ2 = 0*RENDZ;
 [RAZ3] RENDAZ3 = 0*RENDZ;
 [RAZ4] RENDAZ4 = 0*RENDZ;
 [RAZ5] RENDAZ5 = 0*RENDZ;

[RAZ6] $RENDAZ6 = 0 * RENDAZ$;
 [RAZ7] $RENDAZ7 = .2 * RENDAZ$;
 [RAZ8] $RENDAZ8 = .3 * RENDAZ$;
 [RAZ9] $RENDAZ9 = .35 * RENDAZ$;
 [RAZ10] $RENDAZ10 = .15 * RENDAZ$;
 [RAZ11] $RENDAZ11 = 0 * RENDAZ$;
 [RAZ12] $RENDAZ12 = 0 * RENDAZ$;

! RESTRICÖES;

!SUPERFICIE AGRICOLA UTIL;

[SAUV] $SOJA + POT + CEL + MT + SOR + MSIL + MG + CA \leq SAU$;

[SAUI] $TRIGO + POT + CEL + AV + AZ + CA \leq SAU$;

!RESTRICOES DE TRABALHO;

[WFJAN] $11 * VL + 4 * MSILJAN \leq WF$;

[WFFEJ] $11 * VL \leq WF$;

[WFMAR] $11 * VL + 4 * MG \leq WF$;

[WFABR] $11 * VL + 2 * AV + 4 * SOJA + 50 * CA + 6 * MSILJAN \leq WF$;

[WFMAI] $11 * VL + 2 * AZ + 50 * CA + 2 * TRIGO \leq WF$;

[WFJUN] $11 * VL + 50 * CA \leq WF$;

[WFJUL] $11 * VL + 50 * CA \leq WF$;

[WFAGO] $11 * VL + 2 * SOR \leq WF$;

[WFSET] $11 * VL + 2 * MT + CEL + 4 * MSILSET \leq WF$;

[WFOUT] $11 * VL + POT + 4 * MG + 3 * TRIGO \leq WF$;

[WFNOV] $11 * VL + 3 * SOJA \leq WF$;

[WFDEZ] $11 * VL + 6 * MSILSET \leq WF$;

! SUCESSAO SILAGEM SAFRA E SAFRINHA;

[SSIL] $MSILJAN - MSILSET = 0$;

[SSIL2] $MSILJAN + MSILSET = MSIL$;

Obs.: Todas as demais restrições deste modelo são iguais as do primeiro modelo.