

**MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ
CÂMPUS MEDIANEIRA**

ANDRÉ INÁCIO MELGES

**PESQUISA OPERACIONAL APLICADA À OTIMIZAÇÃO DE UMA UNIDADE DE
PRODUÇÃO AGROPECUÁRIA DO OESTE PARANAENSE**

**DISSERTAÇÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM TECNOLOGIAS COMPUTACIONAIS
PARA O AGRONEGÓCIO - PPGTCA**

MEDIANEIRA

2020

ANDRÉ INÁCIO MELGES

**PESQUISA OPERACIONAL APLICADA À OTIMIZAÇÃO DE UMA UNIDADE DE
PRODUÇÃO AGROPECUÁRIA DO OESTE PARANAENSE**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Tecnologias Computacionais para o Agronegócio-PPGTCA- da Universidade Tecnológica Federal do Paraná-UTFPR- Campus Medianeira, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Tecnologias Computacionais para o Agronegócio/ Área de Concentração: Tecnologias Aplicadas à Produção Agrícola e Agroindústria.

Orientador: Prof. Dr. André Sandmann

Coorientador: Dr. Paulo Sérgio Graziano Magalhães

MEDIANEIRA

2020

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação

Melges, André Inácio
Pesquisa operacional aplicada à otimização de uma unidade de produção agropecuária do Oeste Paranaense / André Inácio Melges. – Medianeira, 2020.
1 arquivo de texto (126 f):PDF/A ; 4.536 KB.

Orientador: André Sandmann
Coorientador: Paulo Sérgio Graziano Magalhães
Dissertação (Mestrado) – Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Programa de Pós-Graduação em Tecnologia Tecnologias Computacionais para o Agronegócio, Medianeira, 2020.
Inclui bibliografias.

1.Economia agrícola. 2.Direito ambiental. 3. Ciência da Computação - Dissertações. I. Sandmann, André, orient. II. Magalhães, Paulo Sérgio Graziano, coorient. III. Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Programa de Pós-Graduação em Tecnologia Computacionais para o Agronegócio. IV. Título.

Biblioteca da UTFPR - Câmpus Medianeira

Bibliotecária/Documentalista:
Marci Lucia Nicodem Fischborn – CRB-9/1219



Ministério da Educação
Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Diretoria de Pesquisa e Pós-Graduação
Mestrado em Tecnologias Computacionais para
o Agronegócio



TERMO DE APROVAÇÃO

PESQUISA OPERACIONAL APLICADA À OTIMIZAÇÃO DE UMA UNIDADE DE PRODUÇÃO AGROPECUÁRIA DO OESTE PARANAENSE

Por
André Inácio Melges

Este projeto de dissertação foi apresentado no dia 26 de maio 2020 como requisito parcial para a obtenção do título de Mestre em Tecnologias Computacionais para o Agronegócio, da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Campus Medianeira. O candidato foi arguido pela Banca Examinadora composta pelos professores abaixo assinados. Após deliberação, a Banca Examinadora considerou o trabalho aprovado.

Prof. Dr. André Sandmann
UTFPR – Câmpus Medianeira
Orientador

Prof Dr. José Airton Azevedo dos Santos
UTFPR – Câmpus Medianeira

Prof^a. Dra. Luciana Espíndula de Quadros
IFPR – Câmpus Foz do Iguaçu



Ministério da Educação
UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ
SECRETARIA DE GESTÃO ACADÊMICA - MD
DEP. ACADÊMICO DE MAT. E ESTATÍSTICA-MD



Programa de Pós-Graduação em: Tecnologias Computacionais para o Agronegócio

Área de Concentração: Multidisciplinar

Linha de Pesquisa: Agropecuária

DECLARAÇÃO DE PARTICIPAÇÃO À DISTÂNCIA - SÍNCRONA - EM BANCA DE DEFESA/QUALIFICAÇÃO DE MESTRADO OU DOUTORADO / UTFPR CÂMPUS Medianeira

Às 15 H 00 do dia 22/05/2020, participei de forma síncrona com os demais membros que assinam a Ata física deste ato público, da banca de Defesa da Dissertação de Mestrado do candidato André Inácio Melges, deste Programa de Pós-Graduação em Tecnologias Computacionais para o Agronegócio.

Considerando o trabalho avaliado, as arguições de todos os membros da banca e as respostas dadas pelo(a) candidato(a), formalizo para fins de registro, por meio deste email, minha decisão de que o candidato pode ser considerado: **Aprovado.**

Atenciosamente

Assinado eletronicamente por
André Sandmann; UTFPR/MD; PPGTCA



Documento assinado eletronicamente por **ANDRE SANDMANN, PROFESSOR(A) ORIENTADOR(A)**, em 24/06/2020, às 14:32, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



A autenticidade deste documento pode ser conferida no site https://sei.utfpr.edu.br/sei/controlador_externo/acao=documento_conferir&id_orgao_acesso_externo=0, informando o código verificador **1493092** e o código **66C2B647**.



Ministério da Educação
UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ
SECRETARIA DE GESTÃO ACADÊMICA - MD
DEP. ACADÊMICO DE MAT. E ESTATÍSTICA-MD



Programa de Pós-Graduação em: Tecnologias Computacionais para o Agronegócio

Área de Concentração: Multidisciplinar

Linha de Pesquisa: Agropecuária

DECLARAÇÃO DE PARTICIPAÇÃO À DISTÂNCIA - SÍNCRONA - EM BANCA DE DEFESA/QUALIFICAÇÃO DE MESTRADO OU DOUTORADO / UTFPR CÂMPUS Medianeira

Às 15 H 00 do dia 22/05/2020, participei de forma síncrona com os demais membros que assinam a Ata física deste ato público, da banca de Defesa da Dissertação de Mestrado do candidato(André Inácio Melges, deste Programa de Pós-Graduação em Tecnologias Computacionais para o Agronegócio.

Considerando o trabalho avaliado, as arguições de todos os membros da banca e as respostas dadas pelo(a) candidato(a), formalizo para fins de registro, por meio deste email, minha decisão de que o(a) candidato pode ser considerado: Aprovado(a).

Atenciosamente,

Assinado eletronicamente por
José Airton Azevedo dos Santos, UTFPR/MD; PPTCA



Documento assinado eletronicamente por **JOSE AIRTON AZEVEDO DOS SANTOS, PROFESSOR ENS BASICO TECN TECNOLÓGICO**, em 26/06/2020, às 19:20, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



A autenticidade deste documento pode ser conferida no site https://sei.utfpr.edu.br/sei/controlador_externo?acao=documento_conferir&id_orgao_acesso_externo=0, informando o código verificador **1493008** e o código **C22E5AEE**.

6/30/2020

SEI/IFPR - 0809789 - Declaração



DECLARAÇÃO

Ao Programa de Pós-Graduação em: Tecnologias Computacionais para o Agronegócio
Área de Concentração: Multidisciplinar
Linha de Pesquisa: Agropecuária

DECLARAÇÃO DE PARTICIPAÇÃO À DISTÂNCIA - SÍNCRONA - EM BANCA DE DEFESA/QUALIFICAÇÃO DE MESTRADO OU DOUTORADO / UTFPR CÂMPUS Medianeira

Às 15 h 00 min. do dia 22/05/2020, participei de forma síncrona com os demais membros que assinam a Ata física deste ato público, Defesa da Dissertação de Mestrado do candidato André Inácio Melges, deste Programa de Pós-Graduação em Tecnologias Computacionais para o Agronegócio.

Considerando o trabalho avaliado, as arguições de todos os membros da banca e as respostas dadas pelo candidato, formalizo para fins de registro, por meio deste email, minha decisão de que o candidato pode ser considerado: Aprovado.

Atenciosamente,

Luciana Espíndula de Quadros
SIAPE 1609893
Professora EBTT
INSTITUTO FEDERAL DO PARANÁ
Campus Foz do Iguaçu

https://sei.ifpr.edu.br/sei/controlador.php?acao=documento_imprimir_web&acao_origem=arvore_visualizar&id_documento=853430&infra_sistema=100000100&infra_unidade_atual=110000371&infra_hash=0de30f2e

6/30/2020

SEI/IFPR - 0809789 - Declaração



Documento assinado eletronicamente por **LUCIANA ESPINDULA DE QUADROS, Servidor Docente**, em 30/06/2020, às 15:58, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



A autenticidade deste documento pode ser conferida no site https://sei.ifpr.edu.br/sei/controlador_externo.php?acao=documento_conferir&id_orgao_externo=0, informando o código verificador **0809789** e o código CRC **BC85C1D5**.

RESUMO

MELGES, André. Pesquisa Operacional Aplicada à Otimização de Uma Unidade de Produção Agropecuária do Oeste Paranaense.2020. Dissertação de Mestrado em Tecnologias Computacionais Aplicadas ao Agronegócio - Universidade Tecnológica Federal do Paraná.

O Oeste paranaense é referência na agropecuária, e tem na cadeia produtiva a preocupação de gerar de renda aos pequenos, médios e grandes agricultores, conseguinte o destino adequado dos resíduos da agropecuária, gerados no decorrer do processo de produção. Destaca-se, ainda, na abundância em água doce, sendo que esta abundância permeia nos principais rios o Paraná, e o Iguaçu; destacando-se ainda o Aquífero Guarani, o maior reservatório de água doce do mundo. Considerando a preservação dos recursos hídricos, bem como, o ambiente que se relaciona, tem-se na Modelagem Matemática de Sistemas Agrários a possibilidade de criação de novos roteiros de produção que visem, além da permanência do homem no campo com condições adequadas de sobrevivência, o uso dos rejeitos da pecuária na propriedade em que são gerados, atentando a legislação vigente. O presente estudo objetivou desenvolver um modelo matemático para unidades de produção agropecuária visando maximizar o resultado econômico e, ao mesmo tempo, adequar o sistema de produção à legislação ambiental relativa à implementação da bovinocultura de leite, suinocultura e produção de grãos, nas condições do entorno do lago de Itaipu, no oeste do estado do Paraná. Para isto, buscou-se conhecer a dinâmica do sistema de produção agropecuário, de uma unidade de produção agropecuária piloto, por meio de entrevistas e análises laboratoriais dos resíduos da cadeia produtiva de proteína animal. A partir dos dados coletados foram realizados cálculos econômicos do balanço energético das pastagens da unidade em questão; estabeleceram-se as Restrições - técnicas; financeiras; de superfície; de mão-de-obra; de rotação de culturas, fertilidade do ecossistema; do impacto ambiental - foram levantados os coeficientes zootécnicos referentes ao rendimento das pastagens e seus potenciais energéticos. O modelo desenvolvido, no Software LINGO 4.0, representa uma Unidade de Produção Agropecuária (UPA) que tem por prática a suinocultura, bovinocultura de leite e produção de pastagens. Como principais resultados do modelo verificou-se que a maximização do resultado econômico anual mostrou-se eficaz, no aproveitamento da superfície de área útil e dos resíduos gerados na atividade agropecuária, do que simulação do resultado econômico mensal, e ainda, que a modelagem matemática far-se-á uma ferramenta eficaz no desenvolvimento, gerenciamento e tomada de decisões em atividades agrárias com elevados impactos ambientais. Obteve-se o reuso total dos efluentes da suinocultura que são os mais impactantes, bem como a utilização dos dejetos da bovinocultura na própria UPA.

Palavras-chave: modelagem matemática; bovinocultura leiteira; suinocultura, legislação ambiental.

ABSTRACT

MELGES, André. Operational Research Applied to the Optimization of an Agricultural Production Unit in Western Paranaense.2020. Master's Dissertation in Computational Technologies Applied to Agribusiness - Federal Technological University of Paraná.

The West of Paraná is a reference in agriculture, and has in the production chain the concern to generate income for small, medium and large farmers, therefore the appropriate destination of agricultural waste generated during the production process. It also stands out in the abundance of fresh water, with this abundance permeating in the main rivers Paraná, and Iguaçu, which border the Iguaçu National Park; including the Guarani Aquifer, the largest freshwater reservoir in the world. Considering the preservation of water resources, as well as the environment that is related, there is the possibility in the Mathematical Modeling of Agrarian Systems to create new production routes that aim, in addition to the permanence of man in the field with adequate conditions of survival, the use of livestock tailings on the property where they are generated, in compliance with current legislation. The present study aimed to develop a mathematical model for agricultural production units in order to maximize the economic result and, at the same time, adapt the production system to the environmental legislation related to the implementation of dairy cattle, pig and grain production, in the surrounding conditions. the lake of Itaipu, in the west of the state of Paraná.

For this, we sought to know the dynamics of the agricultural production system, of a pilot agricultural production unit, through interviews and laboratory analyzes of the residues of the animal protein production chain. From the collected data, economic calculations of the energy balance of the pastures of the unit in question were performed; Technical restrictions were established; financial; of surface; of labor; crop rotation, ecosystem fertility; environmental impact - zootechnical coefficients related to pasture yield and energy potential were raised. The model developed, in the LINGO 4.0 Software, represents an Agricultural Production Unit (UPA) that practices swine, dairy cattle and pasture production. As the main results of the model, it was verified that the maximization of the annual economic result proved to be effective, in the use of the area of useful area and of the residues generated in the agricultural activity, than simulation of the monthly economic result, and also, that the mathematical modeling it will become an effective tool in the development, management and decision-making in agrarian activities with high environmental impacts. It was obtained the total reuse of swine effluents, which are the most impactful, as well as the use of bovine culture waste in the UPA itself.

Keywords: mathematical modeling; dairy cattle; pig farming, environmental legislation.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

FIGURA 1. FLUXOGRAMA DO MODELO PROPOSTO PARA A UPA	37
FIGURA 2. SIMULAÇÕES SOBRE OS RESULTADOS ECONÔMICOS MENSIS.75	
FIGURA 3. DISTRIBUIÇÃO DA SAU NAS SIMULAÇÕES	76

LISTA DE TABELAS

TABELA 1. EXTRAÇÃO MÉDIA DE NUTRIENTES PELA CULTURA DO MILHO DESTINADA À PRODUÇÃO DE GRÃOS E SILAGEM, EM DIFERENTES NÍVEIS DE PRODUTIVIDADES	25
TABELA 2. ESTIMATIVA DA NECESSIDADE DE ADUBAÇÃO NITROGENADA PARA A CULTURA MILHO	26
TABELA 3. QUANTIDADE ABSORVIDA E CONCENTRAÇÃO DE NUTRIENTES NA CULTURA DA SOJA	27
TABELA 4. TEORES MÉDIOS DE NUTRIENTES E COEFICIENTES DE VARIAÇÃO (CVS): N, P, K E MATÉRIA ORGÂNICA (MO) ORIUNDOS DA BOVINOCULTURA LEITEIRA.	28
TABELA 5. ENERGIA METABOLIZÁVEL PRESENTE EM ALIMENTOS DISPONÍVEIS AO REBANHO LEITEIRO	45
TABELA 6. PROTEÍNA BRUTA PRESENTE EM ALIMENTOS DISPONÍVEIS AO REBANHO LEITEIRO	46
TABELA 7. VALORES FINANCEIROS AGREGADOS AO REBANHO LEITEIRO ...	46
TABELA 8. SAU E MÃO-DE-OBRA DISPONÍVEIS NA UPA	47
TABELA 9. NECESSIDADE DAS CULTURAS POR HECTARE CULTIVADO EM RELAÇÃO AOS NUTRIENTES N E P	48
TABELA 10. RENDIMENTO DAS CULTURAS NA UPA.....	48
TABELA 11. VALOR MONETÁRIO AGREGADO ÀS ATIVIDADES DESENVOLVIDAS NA UPA PILOTO	49
TABELA 12. TEORES MÉDIOS DE NUTRIENTES E COEFICIENTES DE VARIAÇÃO (CVS): N, P E K, ORIUNDOS DA BOVINOCULTURA	68
TABELA 13. TEORES MÉDIOS DOS NUTRIENTES N, P, K RELATIVA ÀS ANÁLISES QUÍMICAS DA SUINOCULTURA, NA SAÍDA DA POCILGA E NA LAGOA FACULTATIVA E NA SAÍDA DA POCILGA.....	70
TABELA 14. RESULTADOS DA OTIMIZAÇÃO DO MODELO (REM E REA) E DA SITUAÇÃO ATUAL (OBSERVADA).....	74
TABELA 15. QUANTIDADES DE N E P REQUERIDOS PELAS CULTURAS E PRODUZIDOS NA UPA PARA AS 2 SIMULAÇÕES E SITUAÇÃO ATUAL	77

LISTA DE SIMBOLOS

BALANCOADUBO	BALANÇO DE NITROGÊNIO E FÓSFORO NECESSÁRIAS
CAV	CUSTO DO TIFTON
CN	CUSTO NOVILHA
CPOT	CUSTO DO POTREIRO
CSCE	CUSTO DA CANA, SORGO E CAPIM
CTF	CUSTO TERNEIRA FÊMEA
CUSTOAV	CUSTO DAS AVES
CVL	CUSTO VACA LEITEIRA
CVS	CUSTO VACA SECA
DEJAV	DEJETO DE AVES TOTAL
DEJAVLA	DEJETO DE AVES DESTINADA À LAVOURA
DEJAVV	ESTERCO AVES
DEJN	DEJETO NOVILHA
DEJS	VOLUME TOTAL DE DEJETOS SUÍNOS
DEJS	DEJETO SUÍNO ANO
DEJSBIO	DEJETO DE SUÍNO NO BIODIGESTOR
DEJSLA	DEJETO DE SUÍNO NA LAGOA
DEJSST	DEJETO SUÍNO SEM TRATAMENTO
DEJTF	DEJETO TARNEIRA
DEJVL	DEJETO VACA LEITEIRA
DEJVS	DEJETO VACA SECA
DEJVT	DEJETO BOVINO TOTAL
ENAV	ENERGIA DO TIFTON
ENCANA	ENERGIA DA CANA-DE-AÇUCAR
ENCE	ENERGIA DO CAPIM-ELEFANTE
ENN	ENERGIA METABOLIZAVEL DA NOVILHA
ENPOT	ENERGIA DO POTREIRO
ENR	ENERGIA DA RAÇÃO
ENSIL	ENERGIA DA SILAGEM
ENSOR	ENERGIA DO SORGO FORRAGEIRO
ENT	ENERGIA METABOLIZAVEL DA TARNEIRA
ENVL	ENERGIA METABOLIZAVEL DA VACA LEITEIRA
ENVS	ENERGIA METABOLIZAVEL DA VACA SECA
HC	HORAS POR HECTARE DE CANA-DE-AÇUCAR
HCE	HORAS POR HECTARE DE CAPIM-ELEFANTE
HSOR	HORAS POR HECTARE DE SORGO FORRAGEIRO
HSUINO	HORAS MENSAIS POR LOTE DE SUÍNO
L	LEITE
LI	LICENÇA DE INSTALAÇÃO
LO	LICENÇA DE OPERAÇÃO
LOTESAV	LOTE DE AVIÁRIO
LOTESU	QUANTIDADE DE LOTE SUÍNO
LOTESU	LOTE SUÍNO

LP	LICENÇA PRÉVIA
LUZPOCIL	CUSTO MENSAL DA LUZ PARA POCILGA
MORT	MORTALIDADE
MVN	BALANÇO DE VOLUMOSOS NOVILHA
MVTF	BALANÇO DE VOLUMOSOS TARNEIRA
MVVL	BALANÇO DE VOLUMOSOS VACA LEITEIRA
MVVS	BALANÇO DE VOLUMOSOS VACA SECA
N	NOVILHA
NECES	QUANTIDADES DE NITROGÊNIO E FÓSFORO NECESSÁRIAS
NMAX	QUANTIDADE MÁXIMA DE NITROGÊNIO QUE DEVE SER LANÇADA NO SOLO
NSBIO	QUANTIDADE DE NITROGÊNIO POR LITRO NA SAÍDA DO BIODIGESTOR
NSLA	QUANTIDADE DE NITROGÊNIO POR LITRO NO DEJETO DE SUÍNO NA LAGOA
NSST	QUANTIDADE DE NITROGÊNIO POR LITRO NO DEJETO DE SUÍNO SEM TRATAMENTO
NSUINO	TOTAL DE NITROGÊNIO PRODUZIDO PELA UNIDADE SUINICOLA
NVASOLO	VALOR ENCONTRADO DE NITROGÊNIO NAS ANÁLISES DO SOLO
NVST	QUANTIDADE DE NITROGÊNIO POR LITRO DE DEJETO DE GADO SEM TRATAMENTO, DETERMINADO POR ANÁLISES QUÍMICAS
OS	PESO DA VACA SECA
PAST	QUANTIDADE DE FÓSFORO NO DEJETO POR QUILOGRAMA DE AVES, DETERMINADA POR ANÁLISES QUÍMICAS
PL	PREÇO DO LEITE
PLUZA	CUSTO DA LUZ
PMAX	QUANTIDADE MÁXIMA DE FÓSFORO QUE DEVE SER LANÇADA NO SOLO
PN	PESO DA NOVILHA
PRACAO	PREÇO RAÇÃO
PRECOLEITE	PREÇO DO LITRO DE LEITE
PRECOVC	PREÇO DO KG DE VACA DESCARTE
PRECSUINO	PREÇO DO SUÍNO
PROTAV	PROTEÍNA DO TIFTON
PROTCANA	PROTEÍNA DA CANA-DE-AÇUCAR
PROTCE	PROTEÍNA DO CAPIM-ELEFANTE
PROTN	PROTEÍNA DA NOVILHA
PROTPOT	PROTEÍNA DO POTREIRO
PROTR	PROTEÍNA DA RAÇÃO
PROTSIL	PROTEÍNA DA SILAGEM
PROTSOR	PROTEÍNA DO SORGO FORRAGEIRO
PROTTF	PROTEÍNA DA TARNEIRA
PROTVL	PROTEÍNA DA VACA LEITEIRA
PROTVS	PROTEÍNA DA VACA SECA
PSBIO	QUANTIDADE DE FÓSFORO POR LITRO NO BIODIGESTOR
PSLA	QUANTIDADE DE FÓSFORO POR LITRO NA LAGOA
PSST	QUANTIDADE DE FÓSFORO POR LITRO NO DEJETO SEM TRATAMENTO

PSUINO	TOTAL DE FÓSFORO PRODUZIDO PELA UNIDADE SUINICOLA
PT	PESO DA TARNEIRA FÊMEA
PV	PESO DA VACA LEITEIRA
PVASOLO	VALOR ENCONTRADO DE FÓSFORO NAS ANÁLISES DO SOLO
PVENDASVS	PREÇO DE VENDA VACA DESCARTE
PVST	QUANTIDADE DE FÓSFORO POR LITRO DE DEJETO DE GADO SEM TRATAMENTO, DETERMINADO POR ANÁLISES QUÍMICAS
QNAST	QUANTIDADE DE NITROGÊNIO POR QUILOGRAMA NO DEJETO DE AVES, DETERMINADA POR ANÁLISES QUÍMICAS
QNSBIO	QUANTIDADE TOTAL DE NITROGÊNIO NA SAÍDA DO BIODIGESTOR
QNSLA	QUANTIDADE TOTAL DE NITROGÊNIO NO DEJETO DE SUÍNOS NA LAGOA
QNSST	QUANTIDADE TOTAL DE NITROGÊNIO NO DEJETO DE SUÍNO SEM TRATAMENTO
QNVST	QUANTIDADE TOTAL DE NITROGÊNIO NO DEJETO DE GADO SEM TRATAMENTO
QPAST	QUANTIDADE TOTAL DE FÓSFORO NO DEJETO DE AVES
QPSBIO	QUANTIDADE TOTAL DE FÓSFORO NO BIODIGESTOR
QPSLA	QUANTIDADE TOTAL DE FÓSFORO NA LAGOA
QPSST	QUANTIDADE TOTAL DE FÓSFORO NO DEJETO SEM TRATAMENTO
QPVST	QUANTIDADE TOTAL DE FÓSFORO NO DEJETO DE GADO SEM TRATAMENTO
R	RAÇÃO
RACAN	RAÇÃO ANUAL
REA	RESULTADO ECONÔMICO ANUAL
SAUF	SUPERFÍCIE DE ÁREA ÚTIL ESTAÇÃO FRIA
SAUI	SUPERFÍCIE DE ÁREA ÚTIL INVERNO
SAUQ	SUPERFÍCIE DE ÁREA ÚTIL ESTAÇÃO QUENTE
SAUV	SUPERFÍCIE DE ÁREA ÚTIL VERÃO
SIL	SILAGEM
SIL1	SILAGEM VERÃO
SIL2	SILAGEM INVERNO
SILC	SILAGEM COMPRADA
SLA	VARIÁVEL DE ESCOLHA PARA DEJETO LAGOA
SST	VARIÁVEL DE ESCOLHA PARA DEJETO SEM TRATAMENTO
TF	TARNEIRA FÊMEA
VALORTEAV	VALOR RECEBIDO PELO PRODUTOR NA VENDA DAS AVES É DE REAIS X POR LOTE, SEGUNDO ENTREVISTA
VALORTEAV	VALOR RECEBIDO PELO PRODUTOR NA VENDA DAS AVES É DE REAIS X POR LOTE, SEGUNDO ENTREVISTA
VENDALOTESU	VENDA LOTE SUÍNO
VESTRAN	GANHO NA VENDA DE ESTERCO DE AVES
VESTRAN	GANHO NA VENDA DE ESTERCO DE AVES
VL	VACA LEITEIRA
VS	VACA SECA
W	MÃO-DE-OBRA RELATIVO AO MÊS
WF	MÃO-DE-OBRA

Sumário

1 INTRODUÇÃO	12
1.1 JUSTIFICATIVA	14
1.1.1 HIPÓTESE	14
1.1.2 METAS	15
1.2.1 OBJETIVO GERAL.....	16
1.2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	16
2 REVISÃO DE LITERATURA	17
2.1 A PROGRAMAÇÃO MATEMÁTICA NA FORMULAÇÃO DE MODELOS DE PRODUÇÃO.....	17
2.2 UNIDADE DE PRODUÇÃO AGROPECUÁRIA.....	22
2.3 FUNDAMENTOS DA PROGRAMAÇÃO MATEMÁTICA.....	22
2.4 PRODUÇÃO DE PROTEÍNA VEGETAL.....	23
2.4.1 Necessidade de Nitrogênio para as Culturas de Soja e de Milho.....	24
2.4.2 Necessidade de Fósforo para as culturas de Soja e Milho.....	26
2.5 COEFICIENTES ZOOTÉCNICOS RELATIVOS À BOVINOCULTURA LEITEIRA E À SUINOCULTURA.....	28
2.6 LEGISLAÇÃO AMBIENTAL E O USO DE EFLUENTES DA PECUÁRIA NA AGRICULTURA.....	30
3 MATERIAIS E MÉTODOS	37
3.1 UNIDADE DE PRODUÇÃO AGROPECUÁRIA PILOTO.....	38
3.2 DESCRIÇÃO DO MODELO BASE ELABORADO PARA ANÁLISE DA PRODUÇÃO AGROPECUÁRIA DA UPA	39
3.3 FORMULAÇÃO DO MODELO MATEMÁTICO	40
3.3.1 Função Objetivo	40
4 RESULTADOS E DISCUSSÕES	68
4.1 RESULTADOS DAS ANÁLISES DOS RESÍDUOS DE BOVINOS NA UPA	68
4.1.1 RESULTADOS DAS ANÁLISES DOS RESÍDUOS DE SUÍNOS NA UPA.....	69
4.2 COERÊNCIA DO MODELO COM A SITUAÇÃO ATUAL.....	72
4.3 APRESENTAÇÃO DAS SIMULAÇÕES	73
5 CONSIDERAÇÕES FINAIS	79
REFERÊNCIAS	80
APÊNDICE A	86
APÊNDICE B	88
APÊNDICE C	109

1 INTRODUÇÃO

No Brasil destaca-se em discussões econômicas, leis ambientais, acerca do agronegócio. Segundo IBGE (2017), no ano de 2016 o PIB brasileiro cresceu 1%, enquanto o PIB-volume do Agronegócio, calculado pelo Cepea/CNA, aumentou 7,2% – isso tem impulsionado pela produção recorde, e pela recuperação agroindustrial e consequente ao aumento desses crescimentos sobre o setor de serviços. A safra de grãos 2017/18, divulgada em julho pela CONAB, 228,5 milhões de toneladas, e IBGE, 227,9 milhões de toneladas está pouco abaixo da obtida em 2017, 237,7 milhões de toneladas, segundo a CONAB e 240,6 milhões conforme o IBGE (MAPA, 2018).

Conforme ocorre o crescimento da produção de proteína advinda do agronegócio, aumenta-se também os rejeitos, em especial o da cadeia primária de produção de proteína animal. Quando trata-se da pecuária, carga de organismos importantes, trata-se também de outros organismos compostos de nutrientes e minerais. Como fósforo e nitrogênio. Que, quando dispostos, na natureza, em estado bruto oriundos de aglomeração de animais (produção intensiva) em pequenos espaços geram biomassa residual, produzindo impactos ambientais pela liberação de altas cargas carbonáceas (BLEY JUNIOR, 2009).

Esta, por ser desenvolvida em pequenas margens de lucro, tem seus limites com a ampla concorrência no setor, já a produção de proteína animal, no Brasil, tem encontrado dificuldades para cobrir os custos de investimento e operação do tratamento desses impactos ambientais (MACUCULE, et al., 2015). Contudo para se manter sustentável, a criação é comprometida e a inviabilização pelo não atendimento à preservação do meio ambiente.

Com a possibilidade de gerar novas receitas não operacionais - faturamento adicional com outros produtos, além da venda dos animais, como a produção de energia elétrica, a venda de créditos ao mercado de carbono para evitar que gases do efeito estufa atinjam a atmosfera terrestre – devido a sua queima – (BLEY JUNIOR, 2009), assim com a venda de biofertilizantes, abrem perspectivas no setor ao adquirir recursos para cobrir investimentos e custos necessários para o tratamento da biomassa residual. Caso não sejam suficientes, serão necessários sobrepor recursos subsidiados que viabilizem essas ações, pois, para minimizar as mudanças climáticas, se faz necessário a redução nas emissões de gases de efeito estufa, uma vez que estes são responsáveis pelos danos a natureza.

O projeto a ser desenvolvido remete à melhoria da cadeia produtiva em uma unidade de produção Agropecuária do Oeste Paranaense, que visa a maximização da produção e o uso de forma adequada de seus resíduos. A importância de estudos deste, se justifica considerando a crescente urbanização da população mundial, sendo assim, gera a necessidade de produção e comercialização de grandes volumes de alimentos para abastecê-las e reabastece-las, não prejudicando o setor agropecuário. Com essa necessidade, formaram-se processos agropecuários em escala agroindustrial – produção intensiva - e fluxos dessas mercadorias do campo para as cidades. Tendo como ponto relevante, diminuir os impactos da criação e industrialização de suínos e bovinos de leite, bem como, as possibilidades de transformar os resíduos destas atividades em fonte de renda, e ainda, otimizar a produção e o reaproveitamento dos efluentes.

Tendo uma situação objetiva, em que os criadores, precisam investir e positivar no aumento do número de animais a serem estabulados, já que muitos deles estão incondicionados de realizar os investimentos necessários no tratamento dos efluentes dos criatórios. Evidencia-se, nesse projeto, o desafio de examinar a dimensão desse problema na região marcada pelos municípios adjacentes ao lago de Itaipu, cuja ideia de utilizar a energia existente nesses resíduos e efluentes, a biomassa residual, poderá ter relevância para facilitar os manejos, e ainda, se seria capaz de ressarcir os investimentos e os custos operacionais de seu tratamento sanitário.

Tais procedimentos, analisará as possibilidades descritas como viáveis a partir da utilização tanto da modelagem matemática como a informática que são poderosos instrumentos de gestão moderna e ferramentas que são indispensáveis nos processos de monitoramento, tomada de decisão e busca de solução nos vários segmentos do agronegócio; entre os quais produção de grãos e proteína animal.

Assim, com este trabalho busca-se contribuir no desenvolvimento, gerenciamento das decisões, dos agricultores, em atividades agrárias, contribuindo para uma maior capacitação técnica dos produtores, diminuindo o achismo que ainda vigora no setor de produção agrícola, pois com o uso da pesquisa operacional, pode-se criar novos cenários na cadeia produtiva, remetendo ao aumento e estabilidade de renda e o alcance ao que remete as leis ambientais em relação a destinação correta dos resíduos.

1.1 JUSTIFICATIVA

Devido os danos ambientais em consequência da falta de um programa ambiental pelo poder público têm sido deflagradas em algumas regiões do país, de forma a mobilizar todos os seguimentos administrativos, que são públicos ou privados, bem como nas comunidades, tendo em vista os impactos ambientais negativos que relacionam com o uso e ocupação do solo em referência à utilização de dejetos advindos do agronegócio de forma desordenada e descomprometidas com o ordenamento jurídico ambiental. As práticas obsoletas de planejamento e condução do desenvolvimento agropecuário estão por demais enraizadas na cultura de que o solo tudo absorve, oferecendo ainda grandes desafios que não foram vencidos, mesmo com os mecanismos legais (MELO et al., 2012).

A construção de modelos matemáticos de otimização da agropecuária em conformidade com a legislação ambiental, vem auxiliar para com a necessidade da criação de parâmetros e referências positivas, estas respaldadas com a ciência, que possam contribuir com respostas às demandas da sociedade, se por um lado se faz necessário maior produção de proteína animal e vegetal, por outro lado evidencia-se minimização dos impactos ambientais, tanto no solo, quanto na água (SANDMANN, 2013).

Para que haja princípios da programação linear (PL) que serão aplicados a agropecuária, assim como suas práticas, serão referenciados para este projeto que busca melhorias na cadeia produtiva de proteína animal e vegetal, empregando elementos que respeitam os parâmetros da sustentabilidade, compatibilizando práticas justas e sociais, legalmente adequadas e economicamente viáveis. O estudo tem como premissa o respeito à vida e ao meio ambiente, aliando conservação ambiental e produção sustentáveis e justas.

1.1.1 HIPÓTESE

A capacidade de minimizar de forma significativa os custos e a energia existente nos resíduos e efluentes da bovinocultura e suinocultura, em propriedades rurais do oeste

paranaense, com adubação química enfatizando-se à correção de nutrientes do solo, adequando à unidade produtiva para legislação ambiental no que tange a utilização dos efluentes gerados.

1.1.2 METAS

- Desenvolver um modelo matemático que possibilite a unidade de produção agropecuária (UPA) piloto estabilidade de renda, bem como sua adequação aos padrões ambientais previstos na legislação;
- Indicar a redistribuição das culturas na superfície de área útil (SAU) para otimizar a produção de proteína animal e vegetal em consonância com meio ambiente.

1.2 OBJETIVOS

1.2.1 OBJETIVO GERAL

Desenvolver um modelo matemático para unidades de produção agropecuária que visa maximizar o resultado econômico e ao mesmo tempo adequar o desenvolvimento da agropecuária no que tange a produção de dejetos oriundos da bovinocultura e da suinocultura, numa propriedade do oeste paranaense, as leis ambientais, levando em consideração condições adversas relativas à rotação de culturas.

1.2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Estimar. Em uma propriedade piloto, o custo de produção da bovinocultura e da suinocultura, produção de grãos e pastagens, nas condições locais.
- Comparar a viabilidade de diferentes combinações de atividades agropecuárias em relação a variáveis econômicas e à legislação ambiental – soja, milho, pastagens, suínos e bovinos de leite;
- Analisar o potencial de utilização do esterco oriundo da bovinocultura leiteira e suinocultura na produção de grãos e pastagens.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 A PROGRAMAÇÃO MATEMÁTICA NA FORMULAÇÃO DE MODELOS DE PRODUÇÃO

Dunnett et al., (2018), atestam que são necessárias ferramentas de apoio à decisão para ajudar as diferentes partes interessadas a priorizar e, assim, implementar intervenções estratégicas apropriadas. Ressaltam que as ferramentas de intervenção devem empregar um modelo dinâmico e de otimização multiobjetivo espacialmente explícito para explorar uma série de caminhos de crescimento agrícola aliados a estratégias de adaptação ao clima para atender às metas ambientais e de desenvolvimento agrícola. Esses autores atestam que para a criação de um modelo melhor adaptado a produção agrícola, se faz necessário o desenvolvimento de três etapas:

a) avaliação do uso da terra, incluindo avaliação da disponibilidade de recursos, adequação do uso da terra, rendimento e estimativa de insumo-produto para todas as práticas de produção de culturas promissoras e tecnologias para as principais unidades agroecológicas;

(b) formulação de cenários baseados em visões de políticas e planos de desenvolvimento;

(c) otimização do uso da terra na forma de modelos de programação linear.

Mosleh et al., (2017), trazem em seus estudos que além do mapa do solo, também se faz necessário a elaboração de mapas de adequação do uso da terra para o cultivo de cereais. Para alcançar-se o melhor potencial do solo é primordial desenvolver um modelo de programação de metas visando maximizar o retorno líquido e a área cultivável. Para a elaboração de cenários se faz necessário alguns levantamentos como: a disponibilidade de água e terra, capital e não-negatividade devem ser considerados como restrições; preparar os mapas de adequação do uso da terra; determinar a área cultivável para cada cultura maior que S1 (classe adequada) e menor que a soma das classes moderadamente adequadas. Deste modo, os resultados podem indicar com base nos cenários a distribuição ótima de área para cada cultura, o que corrobora com a ideia da boa aceitação e eficácia da modelagem matemática, quando o objetivo é gerar resultados ótimos na produção agrícola e adequação a fatores climáticos. Nesse estudo evidenciou-se que a

avaliação da adequação da terra desempenha um papel importante para o manejo bem-sucedido da área.

Segundo Petsakos e Rozakis (2015), a Programação Matemática Positiva (PMP) é um dos métodos mais usados para calibrar modelos de programação de atividades. Em seus estudos, consideram a PMP como um método de calibração para modelos de programação de risco com uma especificação de média-variância (E-V). Nessa pesquisa verificaram que a relação com os recentes desenvolvimentos de PMP em calibração contra prioridades de elasticidade podem ser usados para a calibração do modelo não-linear de E-V, o que pode gerar resultados com margem de erros menores.

A Programação Linear (PL) pode ser uma excelente ferramenta a fim de lidar com o projeto de regulamentação ambiental na agricultura. A Programação Linear pode ser utilizada principalmente como uma ferramenta para estimar a função custo/lucro de um agente para o propósito do modelo Principal-Agente. Duas variantes da metodologia devem ser consideradas: (i) as funções de lucro dos agentes devem ser estimadas por meio da interpolação dos resultados da parametrização do modelo de programação linear; (ii) pontos de canto relevantes da função de lucro descontínuo gerados pela parametrização dos modelos de Programação Linear devem ser identificados - os pontos de canto relevantes são então inseridos em um modelo de ação principal e agente discreto (LACHTERMACHER, 2009).

Nesta abordagem os resultados mostram que a Programação Linear pode representar uma maneira útil de estimar funções de custo/lucro para alimentar os modelos Principal-Agente, desde que permita incorporar mais informações do ponto de vista de como a tomada de decisão é realizada, particularmente quando o agente subjacente à função custo/lucro é gerada por um conjunto de diferentes atividades de produção. No entanto, a escolha do procedimento específico deve ser avaliada com cautela, a fim de ajustar as propriedades reais do processo de produção subjacente, além disso, deve-se dar atenção especial à maneira como as restrições e os coeficientes técnicos afetam o resultado do modelo (VIAGGI et al, 2009). E a programação matemática pode ser aplicável em muitos outros problemas de otimização com o objetivo de melhorar a eficiência do uso de recursos voltados ao agronegócio sob incerteza (TAN E ZHANG, 2018).

Para Dunnett et al., (2018), as mudanças climáticas e os fatores socioeconômicos condicionam a avaliação do uso da terra, as relações tecnológicas

de insumo-produto e a especificação dos objetivos de otimização que definem os cenários modelados, podendo dificultar a implementação de novos modelos de produção que diferem entre si. Ao integrar modelos biofísicos, de impacto climático e de emissões agrícolas detalhados e ascendentes, a programação multicritério é capaz de apoiar a análise multiobjetivo de metas de produção agrícola em relação às metas de autossuficiência alimentar, renda, emprego e mitigação, apoiando assim uma ampla gama de análises que vão desde a avaliação da segurança alimentar à avaliação do impacto ambiental, até a elaboração de planos de desenvolvimento inteligentes para o clima, porém para PL, se faz necessário cortar arestas, linearizar variáveis, se fazendo necessário grande conhecimento do que se pretende intervir e uma relação muito próxima com outros profissionais, o que nem sempre ocorre de imediato ou em curto prazo.

Nos processos de desenvolvimento de modelos aplicáveis a produção de grãos, considera-se a não linearidade de algumas variáveis e suas correlações que pode ser um fator limitante para se encontrarem redistribuições de culturas que possam gerar resultados econômicos com margem de erros menores, no que diz respeito ao valor real a ser alcançado e suas previsões. Na elaboração de cenários e submodelos, a escassez de água, enquanto as terras cultiváveis podem limitar sua implementação. A compilação dos modelos de programação matemática pode ser prejudicada quando não bem correlacionadas ao eficiente uso dos recursos hídricos para superar a crise de água nas regiões (MOSLEH et al., 2017).

Para Petsakos e Rozakis (2015), as premissas teóricas restritivas empregadas por modelos típicos de E-V lineares limitam sua aplicabilidade na análise dos efeitos de pagamentos dissociados nas decisões de produção agrícola. Além disso, o requisito para obter um coeficiente de aversão ao risco torna esses modelos incompatíveis com o método PMP. Por essa razão, esses pesquisadores propõem uma especificação de EV não linear e desenvolver um procedimento baseado em PMP para sua calibração que não visa introduzir (não) linearidades na função objetivo, mas recuperar a “verdadeira” distribuição de riqueza que permitirá o modelo final para reproduzir observações do ano base.

Tento em vista as premissas postas, a principal dificuldade para o desenvolvimento de procedimentos adequados de modelagem de sistemas de produção, por meio da programação matemática é o seu caráter estático e normativo, o qual, contrasta drasticamente com a natureza dinâmica e evolutiva da agricultura.

Além de que os modelos de otimização que contém muitas relações não lineares podem fornecer soluções incoesas e, não raro, sem sentido para a análise de sistemas que ocorre na produção.

Como as atividades e suas formas agropecuárias se desenvolvem e combinam-se entre si, numa unidade de produção, apresentam várias relações não lineares, como por exemplo, as relações entre plantas e animais (especialmente quando se trata do uso de pastagens) e o efeito de certas operações agrícolas sobre o rendimento das culturas em consonância com os meios que sejam aplicadas, tanto na suinocultura, na agrícola, na bovinocultura como em outros de referência que relaciona-se com agronegócio. Essas relações deve, ser representado por aproximações, devendo sua expressão não linear ser evitada ao máximo para se assegure a obtenção de soluções satisfatórias (MACUCULE, SANDMANN E HELLMAN, 2015).

Segundo Silva Neto e Oliveira (2007), para que os resultados fornecidos por um modelo de programação matemática possam ser interpretados é necessário que a sua formulação tenha sido consistente com este propósito. Ao formular um modelo de programação matemática de um sistema de produção agropecuária, necessita-se, considerar que constitui-se em uma representação estática de uma realidade dinâmica e evolutiva. Assim, os coeficientes técnicos e econômicos utilizados no modelo devem representar os fluxos característicos da dinâmica da unidade de produção que se pretende analisar, e não nos estados particulares, que se caracterizam de um ponto específico da sua trajetória.

Para Sandmann e Barros (2010), isso impediria, por exemplo, de se utilizar diretamente dados referentes de acompanhamentos técnicos, econômicos ou contábeis, relativos a um determinado período anual específicos, para a estimativa dos coeficientes técnicos, conforme a medida em que, a elaboração de um modelo de sistema de produção pelo viés da programação matemática não pode representar uma situação específica da unidade de produção, mas sim uma situação típica, característica de um certo padrão em torno do qual os estados específicos observados a cada ano representam variações.

Por exemplo, é quase improvável que se possa observar uma unidade de produção em que as categorias de animais que compõe um rebanho bovino (terneiros, novilhas, vacas em lactação, vacas não lactantes, etc.) apresentem, ao longo do tempo, um número estável de cabeças, ou seja, que ao longo dos anos, por exemplo,

o número de vacas em lactação seja igualmente proporcional. Isto resultaria em variações consideráveis do resultado econômico proporcionado pela atividade leiteira, por exemplo, os quais não podem ser imputados estritamente às características técnicas da mesma (SANDMANN e BARROS, 2010).

Outro fator importante na modelagem de sistemas de produção por meio da programação matemática refere-se à agregação dos coeficientes. Já que os valores de um coeficiente são estáveis, uns mais que outros, pois quanto menor for o seu grau de agregação. Pois um coeficiente que expressa o valor do rendimento físico de uma cultura pode ser obtido a partir de vários outros que expressam, por exemplo, as condições de fertilidade do solo, a intensificação do sol sobre as plantas e a intensificação da chuva natural ou irrigada no solo (supondo-se que as relações entre estes fatores na determinação do rendimento possam ser adequadamente formuladas). Assim, a variabilidade do rendimento de uma cultura é a expressão da variabilidade de cada um dos seus componentes (fertilidade, insolação, umidade etc.) (SILVA NETO e OLIVEIRA, 2007).

A consideração dos componentes do rendimento no lugar de valores médios de rendimento traz muito mais informações sobre as condições em que um determinado resultado econômico pode ser obtido. Porém, numa unidade de produção, transparece um limite de agregação dos coeficientes técnicos que descrevem suas atividades, quando se é abaixo do qual, do que poderia ganhar em precisão por isolar as relações é menor do que se perde por diminuir a precisão das medidas e, muitas vezes, pela incerteza gerada pela falta de um conhecimento adequado à formalização das relações entre os coeficientes desagregados. Então facilita muito medir o rendimento físico de uma cultura, do que medir o nível de adubação e os graus de incidência do sol sobre o produto tanto quanto sobre a quantidade de água responsáveis por tal rendimento, assim como, elaborar submodelos adequados para formular as relações entre estes coeficientes (LACHTERMACHER, 2009).

Neste sentido, Macucule, Sandmann, e Hellman (2015) infere a irrelevância da programação matemática para analisar questões específicas à determinadas culturas ou criações, em especial aquelas relacionadas a composição dos rendimentos físicos, sendo, melhor adaptada para analisar questões que se colocam ao nível do sistema de produção propriamente dito (combinação de atividades, padrão tecnológico, consideração da incerteza, etc.), as quais podem ser estudadas a partir de

coeficientes empregados em níveis relativamente altos, em geral que se assemelha àqueles utilizados para se observar as atividades em condições de campo, por intermédio de entrevistas aos agricultores. Evidencia-se que, neste caso, as incertezas geradas pela variabilidade dos coeficientes técnicos não podem ser negligenciadas na interpretação dos resultados.

2.2 UNIDADE DE PRODUÇÃO AGROPECUÁRIA

Por meio do desenvolvimento de atividades agropecuárias. Tais atividades, além de competir, em menor ou maior grau, por recursos, podem ser complementares ou suplementares entre si uma unidade de produção agropecuária pode ser interpretada como um conjunto de recursos mobilizados para a obtenção de um resultado econômico. A enfatiza-se e considera-se as limitações de recursos na definição precisa das diversas relações que as atividades de uma unidade de produção mantêm entre si, e nesta relação, caracteriza a noção de sistema de produção (SANDMANN, 2013). Ainda segundo o autor, uma das noções relacionadas à aplicação de ferramentas matemáticas na abordagem sistêmica de unidades de produção agropecuária que muitas vezes gera problemas é a noção de "atividade". Como se sabe, de maneira geral a Matemática não lida diretamente com "conteúdos", mas apenas com quantidades e símbolos (normalmente usados quando não se tem precisão no que quer ou se sabe sobre suas atribuições numa quantidade pré-definida a uma variável). Assim é corriqueiro que, em uma unidade de produção especializada na cultivo da soja, possua várias atividades "cultura da soja", segundo o período de plantio, variedade, a quantidade coerente de insumos, relações climáticas, enfim, tudo o que referenciaria um resultado econômico distinto de outras atividades "cultura da soja".

2.3 FUNDAMENTOS DA PROGRAMAÇÃO MATEMÁTICA

No período da Segunda Grande Guerra Mundial, o governo norte-americano, com auxílio da *RAND Corporation*, inseriu um conjunto de pesquisadores para desenvolverem métodos matemáticos para a solução de problemas de logística

militar. Um dos primeiros métodos a ser desenvolvidos foi a programação linear, cuja utilidade para aplicações civis logo ficou evidente (ANDRADE, 2000).

No caso de uma unidade de produção, por exemplo, considerar-se-á a possibilidade de aumentar a soma de uma medida linear do resultado econômico (margem bruta, por exemplo) de diferentes atividades sujeitas a restrições de área, mão-de-obra e equipamentos usados no manejo e no plantio. Enfim, é importante salientar que a programação matemática (PM) sendo que um instrumento de análise tipicamente de médio e longo prazo da unidade de produção, devendo ser utilizada como forma de intensificar o planejamento estratégico do que para a sua gestão corriqueira. Isto devido as restrições como as de rotação de culturas, e as variáveis como a dimensão de um rebanho leiteiro ou as relacionadas para uma definição de sistemas de forragens que não podem ser analisadas, de forma direta e adequada, pensando-se apenas no curto prazo (SILVA NETO e OLIVEIRA, 2009).

De acordo Viaggi et al. (2009), a escolha do procedimento específico para o levantamento de dados e a modelação da situação que se pretende intervir deve ser avaliada com cautela, a fim de ajustar as propriedades reais do processo de produção subjacente, o que pode ser um fator limitante. Se faz necessário dar atenção especial à maneira como as restrições e os coeficientes técnicos afetam o resultado do modelo, caso contrário podem serem gerados modelos de difícil validação e aplicação.

2.4 PRODUÇÃO DE PROTEÍNA VEGETAL

No Brasil, as previsões de produção de milho indicam que na safra 2018/2019 a produção deveria atingir 73,25 milhões de toneladas e um consumo de 52,49 milhões, cujos resultados indicam que o país deverá fazer ajustes no seu quadro de fornecimento para garantir o provimento do mercado interno e obter algum excedente para exportação considerada em 22,91 milhões de toneladas (MAPA/AGE, 2009).

No primeiro relatório divulgado na pasta da Agricultura, a Companhia Nacional de Abastecimento (Conab) estimou uma safra de grãos de 237,290 milhões de toneladas no ciclo 2018/2019. Caso confirmado, o número será 4,2% maior que a colheita do que a da temporada 2017/2018, estimada em 227,751 milhões de toneladas. (Globo Rural, 2019).

No oeste do Paraná verifica-se a ocorrência de solos férteis e de consideráveis ganhos no que tange a agricultura, de acordo com a EMBRAPA (2017), o que não desobriga de algumas correções alusivas para que ocorra fertilidade e para agregação de insumos em tais plantios para que haja recuperação da fertilidade do solo pós colheita; o que se observa na prática agrícola desta região são os cultivos acentuados de soja, milho e aveia sendo que, muitas vezes, não é analisada a quantidade adequada de nutrientes necessários ao solo.

2.4.1 Necessidade de Nitrogênio para as Culturas de Soja e de Milho

Para Hungria, Campos e Mendes (2011), a reserva de nitrogênio na matéria orgânica do solo é limitada, onde a mesma pode se esgotar de forma rápida após alguns cultivos. As condições de temperatura e umidade também são fatores predominantes no território brasileiro, fazendo com que acelere os processos de decomposição da matéria orgânica e de perdas de nitrogênio, levando a escassez de alguns nutrientes no solo, capazes de fornecer, em média, apenas 10 a 15 kg de nitrogênio por cultura.

A recomendação, que remete a adubação nitrogenada para o milho, Coelho e França (1995) e de 40 kg e 120 kg ha⁻¹ que far-se-ão distribuídos em semeadura e cobertura. Para análise dos micronutrientes, o texto do autor supracitado, atesta que as quantidades requeridas pela cultura de milho são pequenas; a citar, tem-se que para produzir 9 toneladas de grãos.ha⁻¹ onde são extraídos: 2,1 kg de ferro, 0,34 kg de manganês, 0,4 kg de zinco, 0,17 kg de boro, 0,11 kg de cobre e 0,009 kg de molibdênio; assim, a deficiência de um deles pode ter afetado tanto na desordem de processos metabólicos e redução na produtividade quanto na deficiência de um macronutriente, por exemplo, o nitrogênio, e este por sua vez é fundamental para o cultivo e produção agrícola.

Os autores Coelho e França (1995), ainda estabeleceram nas suas pesquisas afim de provar que quantidades de N, P, K, Ca e Mg para a cultura do milho grão e silagem, a partir de análises do solo, conforme a Tabela 01.

Tabela 1. Extração média de nutrientes pela cultura do milho destinada à produção de grãos e silagem, em diferentes níveis de produtividades

Tipos de exploração	Produtividade (Mg ha ⁻¹)	Nutrientes extraídos (kg ha ⁻¹)				
		N	P	K	Ca	Mg
Grãos	3,65	77	9	83	10	10
	5,80	100	19	95	7	17
	7,87	167	33	113	27	25
	9,17	187	34	143	30	28
	10,15	217	42	157	32	33
Silagem (Matéria seca)	11,60	115	15	69	35	26
	15,31	181	21	213	41	28
	17,13	230	23	271	52	31
	18,65	231	26	259	58	32

Fonte: Coelho e França (1995).

Para exportação dos nutrientes, remete-se boa parte do fósforo é transloucado para os grãos (77 a 86 %), seguindo-se de o nitrogênio (70 a 77 %), o enxofre (60 %), o magnésio (47 a 69 %), o potássio (26 a 43 %) e o cálcio (3 a 7 %). Esse fator faz com que as incorporações dos restos culturais do milho agreguem em formato de depósito no solo grande parte dos nutrientes absorvidos nesse processo de agregação, citando ainda o cálcio e o potássio, contidos na palhada. Outrossim que enquanto o milho que fora colhido para silagem removeu-se, além dos grãos, a parte vegetativa, havendo alta extração e exportação de nutrientes (Tabela 1). Desta forma, poder-se-ão acarretar problemas na fertilidade do solo e na produção de silagem de forma antecipada do que na produção de grãos que devolve os nutrientes contidos nos grãos (COELHO et al, 2006).

Um fator muito importante para adubação nitrogenada na cultura do milho, refere-se à época de aplicação e à necessidade de seu parcelamento. Alguns fatores devem ser levados em conta por parte do agricultor: demanda de nitrogênio durante seu desenvolvimento; absorção de nitrogênio, que é intensa nos 40 dias após a semeadura até o florescimento masculino, quando a planta absorve mais de 70% da sua necessidade total; doses superiores a 120 kg/ha exigem maiores cuidados no manejo; potencial de perdas por lixiviação em função da textura do solo (arenoso ou argiloso) e a presença de impedimentos físicos e químicos que reduzem a profundidade ativa de exploração do perfil do solo pelas raízes. Esses fatores permitem alternativas de épocas de aplicação de nitrogênio na cultura de milho (COELHO et al, 2006).

Ensejando-se à otimização da produção de grãos, é necessário considerar-se certo fatores, como:

- a) a estimativa do potencial de mineralização do N do solo;

- b) a quantidade de N mineralizado ou imobilizado pela cultura de cobertura;
- c) o requerimento do N pela cultura para atingir um rendimento projetado;
- d) a expectativa da eficiência de recuperação do N disponível das diferentes fontes (solo, resíduo de cultura, fertilizante mineral).

A Tabela 2 resume a necessidade de nitrogênio para a cultura de milho, considerando-se uma produção de 7.000 kg ha⁻¹.

Tabela 2. Estimativa da necessidade de adubação nitrogenada para a cultura milho.

Necessidades da cultura para produzir 7.000,00 kg ha⁻¹	kg ha⁻¹
Grãos, 7000 kg ha ⁻¹ x 1,4% de N	98
Palhada, 7000 kg ha ⁻¹ x 1,0% de N	70
Total	168
Fornecimento pelo solo:	
20 kg de N por 1% de M.O. (solo com 3% de M.O.)	60
Resíduos de cultura, 30% de N da palhada	21
Total	81
Necessidades de adubação ¹ :	
$N_f = (168-81)/0,60$	145

Fonte: Coelho et al, 2006.

Para Coelho et al. (2006), os plantios em sucessão e/ou em rotação com a cultura da soja, reduzem 20 kg de N ha⁻¹ da recomendação de adubação em cobertura. Caso a cultura do milho apresente sintomas de deficiência, pode-se fazer aplicação de adubos suplementar em período anterior ao indicado, ou seja, aplicar na semeadura, de 10 a 30 kg de N ha⁻¹.

2.4.2 Necessidade de Fósforo para as culturas de Soja e Milho

Para produção do milho, em fósforo, são quantidades bem menores do que em relação ao nitrogênio e ao potássio (Tabela 01) as doses normalmente indicadas são altas em relação da baixa eficiência (20 a 30%) do aproveitamento desse nutriente pela cultura, advindas da alta capacidade de fixação do fósforo que adicionado ao solo, por meio de mecanismos de adsorção e precipitação reduzindo sua disponibilidade às plantas; outro fator que deve ser levado em consideração é a quantidade de fósforo pela cultura; plantas de desenvolvimento intenso, de ciclo curto como o milho, necessitam maior nível de fósforo em solução e que repõem mais rápida do P-adsorvido, comparados às plantas de culturas perenes, (COELHO et al.,2006).

Exames relativos ao solo se mostraram eficazes para discriminar as potenciais respostas do milho à adubação fosfatada. A interpretação da análise de solo e a

recomendação da adubação fosfatada para milho grão, com base no rendimento esperado, são apresentadas nas Tabelas 1 e 3, cujas doses devem ser aplicadas no sulco de semeadura e ser ajustadas para cada situação levando-se em conta, além dos resultados da análise de solo, o potencial de produção da cultura na região e o nível de tecnologia utilizado pelos agricultores (EMBRAPA, 2009).

Por apresentar teores de fósforo elevados ao nível crítico no solo (Tabela 1), os valores acima dos quais não se espera resposta do milho a esse nutriente, a conservação deste valor é feita pela reposição anual da quantidade extraída relativo aos valores de colheita. Para o milho considera-se que, para cada tonelada de grãos produzida, são exportados 10 kg de P₂O₅.

O mesmo valor fora considerado para o cultivo do milho para produção de silagem visto que a exportação de fósforo, ainda que, quando se cultivava o milho para esta finalidade, é semelhante àquela para a produção de grãos, em que se encontram mais de 80% do fósforo absorvido pela cultura, Tabela 1 (COELHO e FRANÇA, 1995)

Em relação a absorção, considerando as relações climáticas, de nutrientes por determinada espécie vegetal é influenciada por distintos fatores, como chuvas e temperaturas referentes, as diferenças genéticas entre cultivares de uma mesma espécie, o teor nutritivo no solo e dos vários tratos culturais; apesar disso, alguns estudos mostram quantidades médias de nutrientes contidos em 1.000 kg de restos culturais de soja e em 1.000 kg de grãos de soja, Tabela 3.

Tabela 3. Quantidade absorvida e concentração de nutrientes na cultura da soja.

PARTES DA PLANTA	N	P	K	CA	MG	S	B	CU	FE	MN	MO	ZN
Grãos	51	4,4	16,5	3,0	2,0	5,4	20	10	70	30	5	40
Restos culturais	32	2,3	14,9	9,2	4,7	10,0	57	16	390	100	2	21
Total	83	6,7	31,4	12,2	6,7	15,4	77	26	460	130	7	61
% exportado	61	65	53	25	30	35	26	38	15	23	71	66

Fonte: Correção e manutenção da fertilidade do solo (2004).

Ressalta-se, por meio desses dados, que ocorre maior exigência da soja, aos nutrientes de solo, refere-se ao nitrogênio e ao potássio, seguindo-se o cálcio, o magnésio, o fósforo e o enxofre; nos grãos, a ordem de remoção, em porcentagem, é bastante alterada; o fósforo é o mais translocado (67%), seguido do nitrogênio (66%), do potássio (57%), do enxofre (39%), do magnésio (34%) e do cálcio (26%). Em relação aos micronutrientes é importante observar as pequenas quantidades

necessárias para a manutenção da cultura, porém não se deve deixar faltar os nutrientes acima citados, pois são essenciais para o solo e sem eles não há bom desenvolvimento e rendimento de grãos (EMBRAPA, 1999).

Nas misturas de NPK com fosfatos naturais a legislação determina que o P seja expresso em P_2O_5 solúvel em água, ácido cítrico e total. Para o cálculo da quantidade de fosfato a ser utilizada deve-se considerar, segundo a CQFS-NRSSBCS (2004) o valor de P total, complementando em 20%.

2.5 COEFICIENTES ZOOTÉCNICOS RELATIVOS À BOVINOCULTURA LEITEIRA E À SUINOCULTURA

De acordo com Sandman (2013) nas décadas de 80 e 90 o uso dos dejetos como fertilizante orgânico do solo era tratado como se fosse a solução definitiva para os riscos de poluição causada pelos dejetos suínos e bovinos. Realmente, são úteis, podendo ser utilizados na adubação na agricultura no cultivo das mais diversas culturas e pastagens; porém se tem um agravante que norteia a grande concentração da produção de grandes quantidades em espaço limitado, tornando a quantidade de dejetos incompatível com a disponibilidade de terra apta a recebê-lo.

Em unidades de produção agropecuária leiteira do oeste paranaense, Sandmann (2013) quantificou a presença de N, P, K, Tabela 4.

Tabela 4. Teores médios de nutrientes e coeficientes de variação (CVs): N, P, K e Matéria orgânica (MO) oriundos da bovinocultura leiteira.

Nutriente	Média (g L ⁻¹)	Coefficiente de Variação (%)
N	0,8430	0,03
P	0,4670	0,06
K	0,2210	0,07

Fonte: Sandmann (2013, tabela 18. p. 100).

Na agropecuária, leiteira, tem gerado de grandes quantidades de rejeito, sendo que a quantidade total de efluentes orgânicos produzidos por vacas em confinamento varia de 9,0 a 12,0% do peso vivo do animal por dia e depende também do volume de água utilizado na limpeza e na desinfecção das instalações e equipamentos da unidade de produção Campos et al. (2002).

Mori et. al (2009) encontraram analisando dejetos de gado leiteiro em confinamento, valores similares a do autor Sandmann (2013) que obteve, para teores médios de e P ($0,870 \text{ g L}^{-1}$, $0,550 \text{ g L}^{-1}$) mas quase 5 vezes maior para o K de ($1,070 \text{ g L}^{-1}$). A Comissão de química e fertilidade do solo RS/SC (2004) observou valores similares para P ($0,34 \text{ g L}^{-1}$), mas teores acima para os nutrientes N ($1,4 \text{ g L}^{-1}$), K ($1,16 \text{ g L}^{-1}$).

Afirma-se que num estudo realizado por Silva e Roston (2010) na Unidade Educativa de Produção (UEP) da Escola Agrotécnica Federal de Inconfidentes – MG, sobre Bovinocultura de Leite, foram analisados alguns parâmetros como P ($0,0141 \text{ g L}^{-1}$) nos dejetos gerados pela bovinocultura. Smith et al. (2006) constataram, que se tratando efluente da produção de bovinos leiteiros em leitões cultivados, que a concentração P do afluente era de $0,0444 \text{ g L}^{-1}$.

Segundo Mellek et. al (2010) a aplicação de dejetos líquidos bovinos (DLB) durante o período de dois anos a qualidade estrutural do solo melhorou através da alteração de atributos físicos, como densidade do solo, macro porosidade e diâmetro médio ponderado entre úmido e agregados; o autor também concluiu que a aplicação de DLB, no mesmo tempo melhorou atributos hidrológicos do solo aumentando a condutividade hidráulica e a taxa de infiltração de água, o que tenha consequências positivas em termos de diminuição do escoamento superficial e transporte de elementos com nitrogênio e fósforo para corpos de água que serve-se de agente no processo, a longo prazo; equivalente, o uso de dejetos líquidos de bovino em longo prazo, tende a aumentar o estoque de carbono no solo, quer seja pelo acúmulo direto ou por via indireta, através do incremento de massa seca dos cultivos adubados.

No que remete a criação de suínos em grande escala, Silva Neto e Oliveira (2007) afirmam que o armazenamento em esterqueiras ou em lagoas e posterior ser aplicado no solo, forma esta mais usada no manejo de efluentes de pocilga, que vem sendo difundido no tratamento de dejetos da bovinocultura. Opção de baixo custo mais relevante para os produtores, desde que corretamente dimensionadas e operadas e para os propriedades que dispõem de áreas de cultivo suficientes para a absorção desses dejetos, uma vez que esses resíduos possam ser utilizados como fertilizante orgânico, devem ser respeitadas as instruções agrônomicas para tal prática, considerando o balanço de nutrientes para nortear as decisões sobre as

quantidades passíveis de serem lançadas no solo e que minimizem os impactos ambientais.

O autor Sánchez et al. (2001), analisaram os dejetos de suínos e observaram concentrações de nitrogênio e fósforo nas seguintes quantidades: 0,740 e 0,380 g L⁻¹, respectivamente. Para Cassol et. al. (2012) em efluentes de suínos os valores médios para N, P, K, são 3,560 g L⁻¹, 1,460 g L⁻¹, 1,610 g L⁻¹, respectivamente, que são valores estes superiores aos encontrados por outros autores; enquanto Agnes (2012) encontrou valores para P de 0,349 g L⁻¹ em rejeito de suínos. Cabral et al. (2011) encontraram, em um de seus experimentos na Universidade Estadual de Maringá campus da Cidade Gaúcha/PR, para os elementos N (0,856 g L⁻¹), para P (0,135 g L⁻¹) e K (0,324 g L⁻¹). Agnes (2012) afirma que os dejetos suínos apresentam grande diluição na maioria dos casos com teores de água próximos ou superiores a 95%, apresentando uma concentração de nutrientes variando entre 1,7% a 8%.

Quando se considera características quantitativas e qualitativas evidencia-se a necessidade de tratamento dos resíduos produzidos por suínos, para posteriormente ocorra sua aplicação no solo. Tendo na biodigestão anaeróbia um tratamento eficaz, que além de reduzir o poder poluente e os riscos sanitários dos dejetos também pode gerar, subprodutos, o biogás e o biofertilizante (ALVAREZ e GUNNAR, 2008). O processo de biodigestão anaeróbia consiste na otimização da degradação da matéria orgânica contida nos dejetos que permite, também, a redução das demandas química e bioquímica de oxigênio e de sólidos voláteis, tornando os nutrientes mais disponíveis para as plantas (CÔTÉ et al., 2006; ORRICO et al., 2007).

Todavia com o avanço da tecnologia apresentado para suinocultura brasileira nos últimos anos, exhibe benefícios sociais e econômicos incontestáveis à sociedade, todavia os problemas ambientais gerados pela atividade nos principais centros produtores do País, são igualmente importantes; para tanto apresentou-se, no modelo matemático gestor de UPAs de pequeno e médio porte, a redistribuição das culturas podendo, assim, tornar essas unidades sustentáveis quanto à reutilização de seus principais subprodutos (MACUCULE, SANDMANN E HELLMAN, 2015).

2.6 LEGISLAÇÃO AMBIENTAL E O USO DE EFLUENTES DA PECUÁRIA NA AGRICULTURA

Segundo Scherer (2011), os dejetos da suinocultura possuem elevado índice de fertilizantes, que pode substituir a adubação química e faz com que aumente a produtividade das culturas, e que diminua os impactos ambientais e os altos custos com a produção. Saber sobre a constituição química e biológica do material para definição dos sistemas de manejo, armazenamento e reciclagem dos dejetos da suinocultura e bovinocultura é essencial. Os dejetos líquidos apresentam uma grande quantidade de água. Para obtenção de um esterco de qualidade é importante que o produtor diminua o desperdício de água nos seus sistemas de produção e evite a entrada da água da chuva nos sistemas de coleta e armazenamento dos dejetos. O esterco de suínos pode ser armazenado na forma líquida ou sólida. A decomposição dos compostos orgânicos no depósito de armazenamento ocorre na presença de oxigênio sendo um tratamento aeróbico ou na sua ausência sendo tratamento anaeróbico. Para estercos líquidos é mais utilizado o processo anaeróbico.

No Paraná a suinocultura é constituída por 80 % do total de pequeno e médio porte na produtividade que se caracteriza pela ausência de investimentos em meio ambiente, sobretudo, na qualidade d'água. As duas regiões produtoras, oeste e sudoeste, foram apontadas como áreas de degradação dos recursos hídricos. O respaldo legal das ações ambientais do Instituto Ambiental do Paraná (IAP), se baseia na legislação ambiental paranaense formada pelos mesmos elementos das demais legislações estaduais. A regulação ambiental paranaense é mais específica, ou seja, buscou, através de uma resolução estadual SEMA nº. 031¹, desenvolver ações de controle dos dejetos nas propriedades suinícolas.

O sistema de produção, conforme a resolução SEMA nº. 031, de 24 de agosto de 1998, que define a classificação das propriedades suinícolas: ar livre, confinamento e misto; o sistema de produção – UPL, ciclo completo e terminação e, por último, pelo porte da propriedade que varia de mínimo a excepcional². Para propriedades com sistema de produção ao ar livre é definida a área necessária para criação de suínos por matriz, que é de 500 até 1000 m²; através da classificação da propriedade pelo número de matriz com que se mede o potencial poluidor do empreendimento feito pelo IAP (Instituto Ambiental do Paraná), órgão estadual vinculado à Secretaria de Estado de meio ambiente, responsável pela fiscalização ambiental.

¹ Este documento pode ser acessado no site: <http://www.oads.org.br/leis/1077.pdf> no link legislação

² A unidade de medida usada é o número de matriz que pode variar de 30 até acima 4.000

Na mesma resolução é definido que o licenciamento ambiental³ é um mecanismo utilizado para autorizar o funcionamento do empreendimento, estruturado em 3 etapas distintas: licença prévia (LP), licença de instalação (LI) e licença de operação (LO), o que impossibilita a “queima de etapas”; o empreendimento só poderá avançar para etapas seguintes se for aprovado nas etapas anteriores. Devido ao alto grau de poluição dos dejetos a resolução nº 031 define padrões de composição dos efluentes líquidos e dos resíduos sólidos⁴. Quando não alcançados esses níveis, a resolução estabelece que os dejetos devam receber tratamento prévio⁵ e tratamento específico ou secundário⁶ – quando usados para aplicação no solo como fertilizante orgânico.

A conjunção dos tratamentos tem, como objetivo, reduzir os níveis de substâncias aos padrões regulados na resolução; conseqüentemente, redução do mau cheiro e a diminuição de moscas e metais pesados⁷. Após receber o tratamento adequado, os dejetos podem ser utilizados como fertilizante orgânico na lavoura respeitando a época, a forma de aplicação e a cultura recomendada (apropriada).

Dentre as alternativas para reduzir as emissões de poluentes e promover o desenvolvimento de uma unidade de produção, aproveitamento dos dejetos dos suínos e bovinos com a produção do biogás, a negociação dos Créditos de Carbono e o uso adequado dos dejetos como biofertilizantes são aplicações que levam a resultados considerados produtivos devido aos custos e ao retorno financeiro.

Conforme Sartor, Souza e Tinoco (2004), para evitar problemas futuros e facilitar o tratamento cabem aos produtores, antes de construir uma pocilga, verificar e manter alguns cuidados no manejo, o seguinte:

- Fazer uma análise do local e a situação ambiental
- Apresentar um plano com dimensionamento do projeto em função do volume de resíduos gerados na produção de suínos e bovinos.
- Esboçar as obras a partir das exigências da legislação ambiental federal, estadual e municipal, que determinam, por exemplo, as distâncias mínimas de corpos d’água (fontes, rios, córregos, açudes, lagos etc.), estradas, residências, divisas do

³Detalhes do licenciamento ambiental podem ser acessados no endereço: <http://www.oads.org.br/leis/1077.pdf>.

⁴ Quantidades de máximo, mínimo e média de Ph; DBO; DQO; Sólidos totais, voláteis, fixos e sedimentares

⁵ Formado pelo sistema de armazenamento

⁶ Formado pelos sistemas: de compostagem, lagoas de estabilização, digestores, biodigestores

⁷ Crômio, zinco e cobre.

terreno, a proteção das áreas de preservação permanente, 20% da área de reserva legal e outras.

- Planejar a propriedade tendo em vista a bacia hidrográfica como um todo respeitando a disponibilidade de recursos naturais.

- Fazer uma avaliação previa no local de maior risco de poluição em caso de acidentes.

- Averiguar se atender às Legislações Estaduais e Municipais que normalmente exigem:

- a) LP (Licença Prévia) que determina a possibilidade de instalação do empreendimento em determinado local;

- b) LI (Licença de Instalação) que faz a análise do projeto quanto à conformidade com a legislação ambiental;

- c) LO (Licença de Operação) que concede a licença de funcionamento após conferência do projeto executado com base na LI e prevê um plano de monitoramento.

- Evitar o uso de cobre como promotor de crescimento e reduzir ao máximo o uso de zinco no controle da diarreia.

- Realizar manutenção periódica do sistema hidráulico.

Assim quando a matéria seca contida no dejetos suíno e de bovinos confinados, sendo esta a forma mais comum, líquida, ocorre em quantidades muito baixas; nesta grande quantidade de água torna-se inviável o transporte do mesmo para grandes distâncias. Conseqüente, precisam ser estudadas e realizadas formas de tratamento para:

- Diminuir a carga de poluição, visando aumentar a quantidade de dejetos a ser lançado no solo;

- Elevar seu valor nutritivo para ser usado como adubo, desde que evite perda de nutrientes por volatilização;

- Extinguir a água presente para que viabilize seu transporte para outras regiões.

Existem outras possibilidades de realizar este tratamento sendo que, a redução da carga orgânica vem sendo a mais usada e estudada até agora, em virtude de exigir menos mão-de-obra. A redução da carga orgânica é efetuada através do uso de lagoas de estabilização.

Essas lagoas usadas em série proporcionam um bom resultado, com a vantagem de uma das etapas, a lagoa Anaeróbica, produzir gás metano, biogás, que

por sua vez também tem seu valor. As lagoas de estabilização são modeladas para águas residuárias, até que o efluente desejado seja obtido através da ação dos microorganismos presentes no sistema, que quebram as moléculas orgânicas complexas em substâncias inorgânicas mais simples no processo de síntese celular (MEDRI, 1997).

Devido ao aumento do valor nutritivo e aumento da porcentagem de matéria seca, o tratamento usado é a compostagem dos dejetos a qual pode se dar no início, na própria pocilga ou ainda no estábulo, com a utilização de cama sobreposta de maravalha ou palha para o alojamento dos suínos e bovinos, bem como a eliminação de água em tanques, ressalta-se que ambas as formas de tratamento proporcionam bom resultado na redução de odores produzidos pela atividade.

Ao utilizar os dejetos como fertilizantes e para ser possível lançá-los ao solo, cabe ao produtor realizar uma análise do solo para verificar a capacidade de absorção, considerando as culturas ali produzidas, já que há diferença na absorção de nutrientes conforme cada cultura; tudo isto confrontado com a quantidade de dejetos produzido, é possível definir o tipo de tratamento a ser realizado relacionando produto e necessidade fértil.

Atualmente, os interesses em relação ao aproveitamento dos resíduos orgânicos gerados na suinocultura e bovinocultura ultrapassam os ambientais, norteando-se principalmente na economia com o aproveitamento energético do biogás (JUNIOR et al, 2009).

Os autores Silva Neto e Oliveira (2007) afirmam que o armazenamento em esterqueiras ou em lagoas e posterior aplicação no solo, é a forma mais usada no manejo de efluentes de pocilga e vem sendo difundido no tratamento de dejetos da bovinocultura. Sendo que esta é uma opção de baixo custo para os produtores desde que corretamente dimensionadas e operadas e para propriedades que dispõem de áreas de cultivo suficientes para a absorção, em que esses resíduos possam ser utilizados como fertilizante orgânico. Devem ser respeitadas as instruções agrônômicas para esta prática, levando-se em conta o balanço de nutrientes para nortear a tomada de decisão sobre as quantidades passíveis de serem lançadas, para que fiquem minimizados os impactos ambientais.

Este tipo de armazenamento que não necessite maior tratamento, o tempo de armazenagem indicado é de 120 dias para uma estabilização da matéria orgânica e inativação de patógenos. Assim durante o armazenamento o dejetos sofre degradação

anaeróbia sendo importante que a lagoa tenha profundidade superior a 2,5 metros. Neste processo pode ocorrer liberação de gases responsáveis pela geração de odores (TELOEKEN, 2009).

A utilização de biodigestores para o tratamento é uma alternativa que permite a agregação de valor ao dejetos, através do uso do gás (biogás) produzido pelo sistema; consiste, neste processo, além de uma excelente alternativa de tratamento e de remoção de carga orgânica, a digestão dos sólidos no fundo do biodigestor processa a formação de uma camada de lodo vivo onde ocorrem o processo de fermentação anaeróbica e a degradação da matéria orgânica com geração dos gases; sendo o biodigestor de compartimento fechado, o gás não é mais liberado naturalmente para a atmosfera; ao contrário, ele é conduzido por canalização para a queima podendo ser queima natural, uso para aquecimento ou produção de energia (SANDMANN, 2013).

O biofertilizante, efluente gerado pelo biodigestor, não pode ser descartado diretamente nos rios pois ainda apresenta alto potencial poluidor; seu uso como fertilizante orgânico deve também seguir os preceitos de balanço de nutrientes igual ao das esterqueiras porém com a vantagem de ter uma carga orgânica e poluidora menor; assim, o volume a ser lançado ao solo pode ser maior.

Dentre as formas de tratamento a mais recomendada e mais completa é formada por um sistema primário de separação do sólido e do líquido, esta seguida de quatro lagoas em série, as duas primeiras anaeróbicas, depois uma facultativa e, por último, uma lagoa de aguapés, sistema este, recomendado para produtores que não dispõem de área para destino final, já que este sistema apresenta elevadas taxas de remoção de matéria orgânica e nutrientes. Os custos de sua implantação são mais caros, o tempo de detenção também maior, área para implantação grande e necessidade de mais mão-de-obra para o manejo; enfim, este sistema de tratamento desenvolvido pela EMBRAPA pode atingir níveis de remoção de até 99% (EMBRAPA, 2009).

Uma outra opção relevante é a compostagem de dejetos, em que o tratamento e destinação, é pouco usada, mas é uma das que têm o melhor resultado. Este processo consiste em tornar os dejetos líquidos em sólidos pela eliminação de água, através de evaporação natural e adição de substrato, que geralmente é a maravalha. Este sistema é, entre todos, o que gera os melhores resultados na diminuição de odores produzidos pela atividade suinícola e bovina e na proliferação de moscas. O

processo de compostagem, além de ser uma opção para reduzir o potencial poluidor, agrega valor ao dejetos, haja vista que aumenta o valor nutritivo para uso na adubação; este processo fixa os nutrientes evitando que sejam perdidos com a volatilização e lixiviação. A compostagem é uma boa alternativa devido à redução de seu volume viabilizando o transporte a outras regiões, nas quais haja áreas de terra capazes de absorver. A compostagem necessita de remoções, fator este que para seu manejo necessita de máquinas, o que a grande maioria dos produtores não possui; o manejo é difícil e por isso este sistema ainda é pouco usado (KUNZ, BORTOLI e HIGARRASHI, 2008).

3 MATERIAIS E MÉTODOS

Neste tópico é realizada uma descrição do software que fora utilizado para a formulação do modelo referente a pesquisa. Onde são apresentados os procedimentos gerais da pesquisa, assim como da unidade de produção modelada para, após, descrever-se a formulação do modelo utilizado.

Por meio da análise técnico-econômica de uma UPA, tendo o foco a localização no município de Medianeira-PR, diversificada com a bovinocultura de leite, suinocultura e pastagem, pôde-se obter os coeficientes utilizados no modelo de programação, elaborou-se um modelo partindo de diferentes critérios de tomada de decisão considerando a adequação da unidade de produção agropecuária à legislação ambiental, em seguida foram desenvolvidas simulações para a comparação dos resultados.

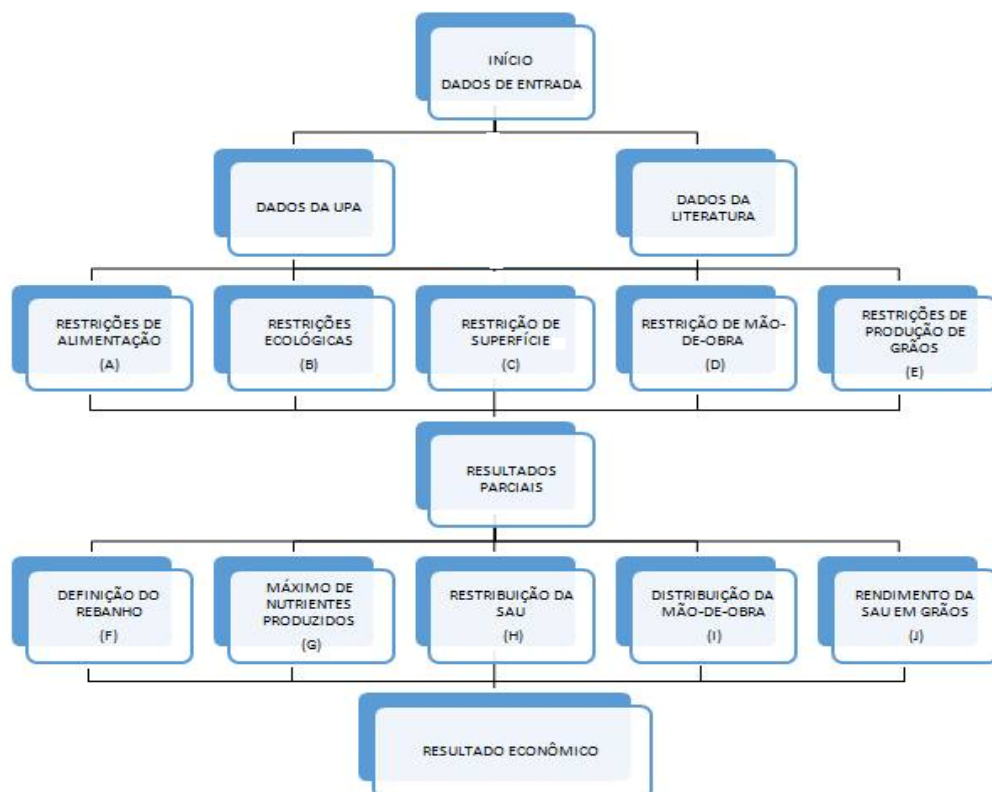


Figura 1. Fluxograma do Modelo proposto para a UPA

Adaptado de: Sandmann (2013).

Posteriormente a elaboração do modelo e de seus submodelos, os mesmos foram codificados, que objetivava-se, pelas simulações, determinar o modelo mais adequado baseando-se no seu potencial para colaborar no processo de tomada de decisão (precisão dos resultados, facilidade de aplicação e de interpretação etc.).

Buscando alcançar os objetivos dessa dissertação fora criado um modelo básico, a partir deste, foram realizadas entrevistas com um agricultor – de uma unidade modelo, que por indicação de uma agrônoma, que por possuir, em sua propriedade bovinocultura leiteira, suinocultura, produção de proteína vegetal, visando determinar coeficientes zootécnicos e financeiros, viria de encontro com a pesquisa. Posteriormente, foram desenvolvidos alguns ajustes no modelo e realizou-se a parametrização do mesmo. As soluções do modelo foram obtidas a partir das simulações realizadas e comparadas com dados da literatura e com os resultados reais que o produtor apresentara em sua propriedade.

Com a obtenção dos coeficientes relativos à qualidade do efluente oriundo da bovinocultura e suinocultura, os quais foram utilizados para alimentar o modelo e auxiliar na tomada de decisão no que remete a dimensão do rebanho e compra de adubos químicos, necessitou-se da coleta das amostras de efluentes para as amostras. As amostras foram analisadas no laboratório águas da UTFPR- Pato Branco, visando determinar as quantidades de N, P e K, dos bovinos e dos suínos; utilizando-se de metodologias do *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater*, APHA, 2005, 21ª ed.

3.1 UNIDADE DE PRODUÇÃO AGROPECUÁRIA PILOTO

O projeto foi desenvolvido em uma UPA (Unidade de Produção Agropecuária) piloto onde ocorre a produção de suínos, comportando até 1.500 suínos, sendo que a engorda se desenvolve a cada 110 dias aproximadamente, em parceria com um frigorífico local. Nesta unidade desenvolve a produção de pastagens e outras atividades permanentes como a prática de bovinocultura de leite, que conta com 23 vacas leiteiras; 7 vacas secas; 6 novilhas e 7 bezerros. A área mecanizada para a agricultura é de 9 hectares usadas para tais finalidades.

A referida UPA está localizada no município de Medianeira, na região Oeste do estado do Paraná, nas margens do Rio Ocoy – afluente do Lago de Itaipu; sua população estimada em 2019 foi de 46198 habitantes (IBGE, 2010); trata-se de uma cidade em desenvolvimento em relação à agricultura, ao comércio e a indústria.

O lago de Itaipu está entre um dos maiores lagos do mundo, contando com aproximadamente 20.000.000 m³ de água. Com a construção da Itaipu binacional, no

ano 1982, teve sua criação e junto criaram –se diversas praias às suas margens; sendo cenário de diversas atividades culturais

Contudo se faz a necessário de preservação ambiental. Ainda que, nesta região centraliza-se tais culturas, este projeto permeia pela diminuição dos problemas ambientais, referente aos dejetos ambientais, e que corroborando com ideais de água boa, projeto este da Itaipu Binacional, e auxiliando na manutenção natural dos afluentes que circundam a região.

3.2 DESCRIÇÃO DO MODELO BASE ELABORADO PARA ANÁLISE DA PRODUÇÃO AGROPECUÁRIA DA UPA

O modelo desenvolvido e descrito, compõe-se de dados de entrada referentes aos coeficientes da função-objetivo (remete aos valores financeiros relativos a entrada de capital e aos custos para manutenção do sistema produtivo); aos coeficientes das restrições de área; trabalho; energia; capacidade de ingestão dos animais; ingestão de volumosos; proporção entre as culturas nas rotações, e das necessidades nutricionais para geração de proteína vegetal. Foram introduzidas algumas restrições para fixar.

Outros dados de entrada que o modelo possui faz referência referem-se aos de resultados, os quais fornecem os valores numéricos para com a margem bruta total, obtida na solução ótima; unidade animal por categoria do rebanho; áreas das pastagens e de grãos; rendimento no que remete a proteína animal; produtividade marginal; custo marginal de substituição e análise de sensibilidade. Possuindo dados de entrada que descrevem, graficamente, alguns resultados como; a composição do resultado econômico fornecido pelas atividades, a distribuição da área utilizada, a produção de proteína animal ao longo do ano e o sistema de alimentação.

De acordo com Sandmann e Barros (2010), o modelo prevê restrições relativas a rotações de culturas e ligação entre restrições, e que devem ser formuladas de acordo com as especificidades da unidade de produção e, no caso do sistema de quotas agroindustriais que adquire o leite pela compra.

3.3 FORMULAÇÃO DO MODELO MATEMÁTICO

O modelo matemático é formado por um conjunto de equações cuja finalidade foi descrever o sistema produtivo de uma unidade de produção de grãos, pastagens, bovinocultura de leite e suinocultura.

Equações que estruturam-se na forma de um modelo de programação matemática, a qual abrange a programação linear e se divide em três partes: função objetivo, conjunto de restrições e um conjunto de condições de não-negatividade para as n variáveis de escolha.

Os valores das variáveis de decisão, maximizadores da função objetivo estabelecida, são induzidos a satisfazer certas restrições técnicas e comportamentais; e as restrições de não-negatividade são impostas pelo fato de que valores negativos não teriam significado físico (SANDMANN E BARROS, 2010).

A partir da realidade constatada na unidade de produção, tornou-se possível formular o problema, por meio da abstração. Assim, almejou-se relacionar esta realidade com a matemática, criando o modelo e encontrando a solução do mesmo. Dessa forma, o modelo pôde ser validado com os dados coletados a partir do sistema atual.

As obtenções dos dados para serem trabalhados de forma a construir o modelo matemático deram-se por meio do cálculo econômico feito para a propriedade, utilizando uma planilha de cálculo eletrônica (EXCEL, Microsoft, USA).

3.3.1 Função Objetivo

Para estabelecer a função objetivo, assume-se que o agricultor procura maximizar a renda mensal mínima ou anual,

$$\text{Função Objetivo 1} \quad \longrightarrow \text{MAX} = \text{REM}; \dots\dots\dots \text{Eq.01}$$

$$\text{Função Objetivo 2} \quad \longrightarrow \text{MAX} = \text{REA}; \dots\dots\dots \text{Eq.02}$$

Para renda mensal mínima (REM) em que relaciona a matriz do resultado econômico mensal mínimo com as demais restrições do sistema, a função objetivo é multicritério, o que remete ao resultado econômico mensal menos o custo de

manutenção do sistema, buscando fazer o melhor possível, em que considera os dados de entrada e de saída do modelo. Visa-se, na função objetivo 1, a estabilidade de renda mensal para a UPA, levando-se em consideração o resultado econômico relacionado com referência ao mês de menor rentabilidade.

Renda mensal anual (REA) relaciona a matriz do resultado econômico anual com as demais restrições do sistema. A função objetivo é multicritério, possibilitando um resultado econômico anual menos o custo de manutenção do sistema, buscando fazer o melhor possível, considerando os dados de entrada e de saída do modelo. Visa-se, na função objetivo 2, otimizar o resultado econômico anual, permitindo que o modelo apresente meses de negatividade de renda.

Partindo da descrição da função objetivo, foram elaboradas as restrições que se baseiam na distribuição da mão-de-obra; superfície de área útil; alimentação do rebanho; produção de proteína vegetal para venda, bem como, para a manutenção energética dos bovinos; restrições de rotatividade de culturas e suas necessidades em relação aos nutrientes para a otimização da produção.

Com o levantamento bibliográfico realizado, constatou-se grande importância no que tange ao tratamento e reaproveitamento dos dejetos na própria UPA onde são gerados. Apresentou-se, ainda, um direcionamento à criação de um modelo matemático que possibilite a redistribuição de culturas visando a sustentabilidade do sistema agrário, no qual se pretende intervir, oportunizando um equilíbrio financeiro e ambiental.

Para a construção do modelo foi utilizado um *software* comercial de otimização em programação Linear (Lingo, 18.0, *Lindo Systems Inc*, Chicago, EUA), que depois de compilar o modelo, mostra um relatório de solução, na qual se encontra o resultado ótimo da função-objetivo e o número de variáveis, junto às respostas apresentadas em três colunas. A primeira apresenta os nomes das variáveis ("*Variable*"), cujos valores se encontram na coluna central ("*Value*"). A última coluna é denominada "*Reducet Cost*", ligada a cada variável do problema. A redução de custo de uma variável pode ser interpretada como a penalidade (positiva ou negativa), ou seja, é necessário pagar para introduzir uma unidade daquela variável na solução (SANDMANN e BARROS, 2010).

Na segunda parte do relatório, coluna à esquerda ("*Row*"), são apresentados nomes, desde que foram atribuídos, ou seja, destacados entre colchetes ou número de linhas do programa. O "*Slack*" ou "*Surplus*", o da coluna central, indica o excesso

ou folga em restrições. A coluna da direita, designada “*Dual Price*”, pode ser compreendida como a quantidade pela qual a função objetivo melhoraria/pioraria, quando o lado direito das restrições é aumentado ou diminuído em uma unidade.

Para que haja entendimento, a função objetivo fora desenvolvido, com auxílio de entrevistas com o agricultor, a estrutura de custos dos principais sistemas de produção da UPA piloto, a qual fornece elementos que auxiliam, ao ser compilado o modelo, na tomada de decisões.

Para composição dos dados de custos do modelo fora criada uma sub-rotina na plataforma planilha eletrônica, que relaciona as principais saídas financeiras nas diferentes práticas desenvolvidas na UPA piloto. Para tanto, fora considerado os condicionantes técnicos e financeiros das atividades desenvolvidas como custos para: a implementação da cadeia produtiva de proteína animal, ressaltando-se valores agregados à construção e manutenção das instalações (pocilgas, sala de ordenha, galpões, biodigestor, lagoa facultativa); a exploração das culturas agrícolas (soja, milho, pastagens), levando-se em consideração valores agregados a sementes insumos, mão-de-obra e equipamentos.

$$\begin{aligned}
 & [RREANUAL] (SOJA*VSOJA) + VENDALOTESU + (VMIL1*MILHO1) + (VMIL2*MILHO2) + \\
 & (PL*L) + (PVENDA*PV*VD) - CSILC - (CVL*VL+CVS*VS+CN*N+CTF*TF) - \\
 & (CSCE*(CANA + CE + SOR)) - (CMIL*MILHO1) - (CPOT*POT) - (CUSTOSOJA *SOJA) - \\
 & (CAV*AV) - CMIL*MILHO2) - (PRACAO*R) -CSIL2 - CSIL1 - 12*8.33*WF + \\
 & BALANCOADUBO = REA Eq.03
 \end{aligned}$$

A função objetivo 2 apresenta o balanço econômico relativo a cada mês do ano, que serve para se localizar a renda suportável pelo agricultor no pior mês relativo à produtividade do sistema. A Inequação 1 representa a função objetivo 2 para o mês de janeiro; os demais meses têm suas inequações definidas de acordo com as atividades desenvolvidas nesses períodos.

$$\begin{aligned}
 & [REJAN] PL*LJAN + (PVENDA*PV*VD - CSILC/12 -8.33*WF - CVL*VL - CVS*VS - \\
 & CN*N -CTF*TF)/ANO - PRACAO*RJAN - CSIL1 + VENDALOTESUJAN \\
 & +BALANCOADUBO/12 >= REM..... In.01
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 & [\text{REDEZ}] \text{ PL} * \text{LDEZ} + (\text{PVENDA VS} * \text{PV} * \text{VD}) - \text{CSILC}/12 - 8.33 * \text{WF} - \text{CVL} * \text{VL} - \text{CVS} \\
 & * \text{VS} - \text{CN} * \text{N} - \text{CTF} * \text{TF})/\text{ANO} - \text{PRACAO} * \text{RDEZ} + \text{BALANCOADUBO}/12 \geq \\
 & \text{REM} \dots\dots\dots \text{In.02}
 \end{aligned}$$

As inequações descritas remete ao resultado económico mensal, permitindo que o modelo indique medidas a serem tomadas no sistema produtivo tais como: redistribuição da SAU (Superfície de Área Útil), redimensionamento do rebanho leiteiro e suíno; os quais ensejam a otimização da renda na UPA, tendo como referência o mês de menor rendimento.

Ao se tratar do rendimento de cada mês, descreveu-se doze equações que possibilitam o balanço entre os valores da venda dos produtos (proteína animal e vegetal) e seus custos de produção (manutenção do rebanho, mão de obra e silagem). Como ilustrado nas equações 04 até 15.

$$\begin{aligned}
 & [\text{RREJAN}] \text{ PL} * \text{LJAN} + (\text{PVENDA VS} * \text{PV} * \text{VD}) - \text{CSILC}/12 - 8.33 * \text{WF} - \text{CVL} * \text{VL} - \text{CVS} \\
 & * \text{VS} - \text{CN} * \text{N} - \text{CTF} * \text{TF})/\text{ANO} - \text{PRACAO} * \text{RJAN} - \text{CSIL1} + \text{VENDALOTESUJAN} + \\
 & \text{BALANCOADUBO}/12 = \text{REM1} \dots\dots\dots \text{Eq.04}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 & [\text{RREDEZ}] \text{ PL} * \text{LDEZ} + (\text{PVENDA VS} * \text{PV} * \text{VD}) - \text{CSILC}/12 - 8.33 * \text{WF} - \text{CVL} * \text{VL} - \text{CVS} \\
 & * \text{VS} - \text{CN} * \text{N} - \text{CTF} * \text{TF})/\text{ANO} - \text{PRACAO} * \text{RDEZ} + \text{BALANCOADUBO}/12 = \\
 & \text{REM12} \dots\dots\dots \text{Eq.05}
 \end{aligned}$$

O sistema de equações remete ao balanço financeiro de cada mês; a partir desse, o agricultor pode prever o resultado económico nas diferentes etapas da produção.

Parâmetros de entrada

A descrição do modelo foi adaptada de Sandmann (2013), onde os principais parâmetros de entrada – dados que alimentam o programa - do modelo estão elencados nos subitens de a até c. Os valores dos parâmetros foram obtidos a partir de entrevistas com agricultor e técnicos com conhecimento de produção agropecuária, análises laboratoriais e revisão bibliográfica. Entre as referências pesquisadas se destacam SILVA NETO e OLIVEIRA (2007), VALADARES FILHO, S.C., MACHADO,

P.A.S., CHIZZOTTI, M.L. et al.(2012) e EMBRAPA (2009), como fontes extratoras desses coeficientes.

a) Parâmetros estritamente relativos ao rebanho leiteiro

a-1) Estabilização do rebanho

Para que ocorra estabilização do rebanho leiteiro visando a um rendimento leiteiro melhor, é necessário que sejam respeitadas as inequações que seguem (SALVA NETO e OLIVEIRA, 2007).

$$[\text{VLVS}] \quad 0.3 \cdot \text{VL} - 0.7 \cdot \text{VS} \leq 0 \dots\dots\dots \text{In } 03$$

$$[\text{VLTERNEIRAS}] \quad 0.5 \cdot \text{VL} - \text{TF} \leq 0 \dots\dots\dots \text{In } 04$$

$$[\text{VLNOVILHAS}] \quad 0.49 \cdot \text{VL} - \text{N} \leq 0 \dots\dots\dots \text{In } 05$$

$$[\text{VLVD}] \quad \text{VD} - 0.48 \cdot \text{VL} \leq 0 \dots\dots\dots \text{In } 06$$

$$[\text{MORTALIDADE}] \quad \text{MORT} = 0.03 \dots\dots\dots \text{Eq } 06$$

Em que:

- 0,3 é a relação entre vacas secas e vacas em lactação;
- 0,7 é a relação entra vacas em lactação e vacas secas;
- 0,5 é a porcentagem em relação às vacas leiteiras e às terneiras;
- 0,49 é a porcentagem em relação às vacas leiteiras e às novilhas;
- 0,48 é a porcentagem em relação às vacas leiteiras e às vacas para descarte.

a-2) Potencial de rendimento das vacas:

Esta restrição faz com que o modelo busque uma solução através da qual a produção de leite seja superior a 26 litros por vaca *dia.

$$[\text{POTVL}] \quad \text{L} - 12 \cdot 360 \cdot \text{VL} \leq 0 \dots\dots\dots \text{In } 07$$

Em que:

- 12 equivale ao rendimento mínimo de leite por vaca por dia;
- 360 representa os dias de um ano.

a-3) Teores de energia de cada forrageira

Em referência à produção leiteira e para manutenção do rebanho, verificou-se a necessidade de teores médios de ingestão de energia metabolizável, os quais são extraídas das rações e dos volumosos, conforme os teores apresentados na Tabela 05: Segundo Silva Neto e Oliveira (2007) tem-se, para energia metabolizável (Mcal/kg).

Tabela 5. Energia metabolizável presente em alimentos disponíveis ao rebanho leiteiro

Alimento	Energia Metabolizável (Mcal/kg)
Piquete de gramínea (ENPOT)	1.6
Tifton 85 (ENCE)	2
Sorgo Forrageiro (ENSOR)	2
Aveia (ENAV)	2
Silagem (ENSIL)	2.3
Cana de Açúcar (ENCANA)	2
Ração (ENR)	3

Fonte: Silva Neto e Oliveira, 2009

a-4) Teores de proteína de cada forrageira

Os teores médios de proteína bruta a ser disponibilizada ao rebanho, estão apresentados da Tabela 06 e são expressos em Mcal.kg⁻¹.

Tabela 6. Proteína bruta presente em alimentos disponíveis ao rebanho leiteiro

Alimento	Proteína Bruta (Mcal/kg)
Piquete (PROTPOT)	0,081
Capim Elefante (PROTCE)	0,15
Sorgo Forrageiro (PROTSOR)	0,167
Aveia (PROTAV)	0,16
Silagem (PROTSIL)	0,08
Cana-de-açúcar (PROTCANA)	0,03

Fonte: Valadares Filho, S.C., Machado, P.A.S., Chizzotti, M.L. et al. (2012)

a-5) Peso médio de cada animal do rebanho existente na propriedade, em kg e coeficiente de ingestão de matéria seca

A massa média de cada animal está relacionada à ingestão de volumosos: PV=550 kg; PS=550 kg; PN=240 kg; PT=80 kg. Para a manutenção do rebanho faz-se necessário uma quantidade mínima de ingestão, que deve ser devidamente balanceada, conforme determinado por: [COEFINGMS] CIMS = 0.03 – representa a necessidade de ingestão de alimentos por dia por animal, em relação à sua massa.

a-6) Outros valores agregados ao rebanho

Esses dados se referem ao valor recebido pelo preço do leite; valor do quilograma de gado vivo na venda das vacas de descarte e custo de cada categoria de animal na propriedade, representados na Tabela 07, que foram elencados a partir das entrevistas.

Tabela 7. Valores financeiros agregados ao rebanho leiteiro

Produto	Unidade	Valor (R\$)
Leite Venda (PL)	L	1,60
Vaca Descarte (PVENDAVS)	Kg	11
Vaca Leiteira (CVL)	Ano	180
Vaca Seca (CVS)	Ano	120
Novilha (CN)	Ano	80
Terneira (CTF)	Ano	60
Ração (PRACAO)	Kg	1,36

Fonte: do autor.

Esses valores serviram de base na melhor distribuição das atividades da UPA levando-se em consideração alguns fatores da cadeia produtiva do leite.

b) Superfície e mão-de-obra disponíveis

Outros fatores de grande importância ao se considerar a cadeia produtiva agrícola, são a SAU e a mão-de-obra disponíveis, fundamentais para a escolha das atividades desenvolvidas na UPA. A Tabela 08 traz tais valores.

Tabela 8. SAU e mão-de-obra disponíveis na UPA

Recurso	Unidade	Valor
Superfície de área útil verão (SAUV)	Ha	9
Superfície de área útil inverno (SAUI)	Ha	9
Mão-de-Obra	Horas	Livre

Fonte: do autor.

c) Rendimento, qualidade das forragens (teores médios) e valores financeiros agregados

Rendimento em $\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ e custo. ha^{-1} em reais, de cada forrageira, do milho grão e da soja na propriedade em estudo, tal como o valor pago pelo agricultor ao quilograma de ração consumida pelos animais, energia elétrica e demais valores econômicos agregados à cadeia produtiva dessa UPA, foram imprescindíveis para a representatividade do modelo elaborado.

A dosagem dos dejetos líquidos de suínos e de bovinos deve obedecer à reposição da exportação de nutrientes pela produção das culturas, conforme apresentados na Tabela 09.

Tabela 9. Necessidade das culturas por hectare cultivado em relação aos nutrientes N e P

Culturas Agrícolas	Necessidade das Culturas (kg/ha)
Nitrogênio Aveia (NECESAVN)	75
Fósforo Aveia (NECESAVP)	30
Nitrogênio Cana (NECESCANAN)	120
Fósforo Cana (NECESCANAP)	54,4
Nitrogênio Tifton 85 (NECESCEN)	400
Fósforo Tifton 85 (NECESCEP)	35
Nitrogênio Milho Verão (NECESMILHON1)	187
Nitrogênio Milho Inverno (NECESMILHON2)	150
Fósforo Milho Verão (NECESMILHOP1)	33,5
Fósforo Milho Inverno (NECESMILHOP2)	27
Nitrogênio Potreiro (NECESPOTN)	100
Fósforo Potreiro (NECESPOTP)	35
Nitrogênio Silagem Verão (NECESSILN1)	180
Nitrogênio Silagem Inverno (NECESSILN2)	150
Fósforo Silagem Verão (NECESSILP1)	21
Fósforo Silagem Inverno (NECESSILP2)	18
Fósforo Soja (NECESSOJAP)	40
Nitrogênio Sorgo (NECESSORN)	214
Fósforo Sorgo (NECESSORP)	26

Fonte: Sandmann (2013).

Na Tabela 10 se apresenta, de acordo com as entrevistas, o rendimento das culturas desenvolvidas na UPA analisada.

Tabela 10. Rendimento das culturas na UPA

Culturas Agrícolas	Produção t.ha ⁻¹
RENDAV (Aveia)	27
RENDANA (Cana-de-Açúcar)	21
RENDCE (Capim Elefante)	54
RENDPOT (Potreiro)	2
RENDSOJA (Soja)	4
RENDSOR (Sorgo Forrageiro)	38
SILAG1 (Silagem de Verão)	19
SILAG2 (Silagem de Inverno)	16

Fonte: Valadares Filho, S.C., Machado, P.A.S., Chizzotti, M.L. et al. (2012)

Os custos agregados e os valores financeiros brutos por cultura agropecuária referentes a UPA piloto estão apresentados na Tabela 11 e foram levantados por meio de entrevistas.

Tabela 11. Valor monetário agregado às atividades desenvolvidas na UPA piloto

Culturas	Unidade	Valor Agregado (R\$)
Custo Milho (CMIL)	Hectare	3.000,00
Venda Milho Verão (VMIL1)	Hectare	6.333,00
Venda Milho Inverno VMIL2	Hectare	4750,00
Custo Silagem Verão (CSIL1)	Hectare	3400,00
Custo Silagem Inverno (CSIL2)	Hectare	3400,00
Custo Soja (CUSTOSOJA)	Hectare	2600,00
Venda Soja (VSOJA)	Hectare	5850,00
Custo Aveia (CAV)	Hectare	174,00
Custo Tifton 85(CSCE)	Hectare	145,00
Custo Potreiro (CPOT)	Hectare	145,00
CUSTO DA CANA (CCANA)	Hectare	145,00
Custo Sorgo (CSOR)	Hectare	145,00
Custo de Nitrogênio e Fósforo	kg	1,40

Fonte: do autor.

d) Produção de dejetos dos animais e balanço de nutrientes nas culturas

Mesmo com elevado potencial de contaminação os resíduos produzidos pelos animais são ricos em nutrientes podendo ser aproveitados na unidade de produção evitando, desta forma, também eleva a contaminação do ambiente que estão inseridos. Apresenta-se, a seguir, um sistema de equações em se pode permitir cálculo da produção total dos nutrientes N e P dos rejeitos da cadeia produtiva de proteína animal da UPA em função da dimensão do rebanho bovino; apresentando também, os principais valores adjuntos ao sistema produtivo da bovinocultura leiteira.

No que remete às excretas da bovinocultura de leite, foram desenvolvidas equações que levassem à acúmulos para auxiliar na compilação do modelo matemático em questão, sendo elas:

[PGADO]QPVST=PVST*DEJVT.....	Eq.07
PVST= 0.00046.....	Eq.08
[DEJGADO] DEJVT = 365*(DEJVL*VL +DEJVS*VS +DEJN*N+DEJTF*TF)	Eq.09
[DEJVACAL]DEJVL=40.....	Eq.10
[DEJVACAS]DEJVS= 25.....	Eq.11
[DEJNOV] DEJN = 19.....	Eq.12
[DEJTERNEIRA] DEJTF= 9.....	Eq.13

Desenvolveu-se um sistema de inequações no modelo, para determinar a quantidade máxima de N e P que pode ser gerada pelos efluentes e utilizada nas culturas soja, milho e pastagens, de modo a não ter excedente de resíduos e assim atender às exigências ambientais de disposição de efluentes na unidade de produção:

$$[\text{NOTROGENIMAXT}] \text{NSUINO} + \text{QNVST} = \text{NMAX} \dots\dots\dots \text{Eq.14}$$

$$[\text{FOSFOROMAX}] \text{PSUINO} + \text{QPVST} = \text{PMAX} \dots\dots\dots \text{Eq.15}$$

$$[\text{PLANTIIVERAOP}] \text{NECESSOJAP*SOJA} + \text{NECESMILHOP1*MILHO1} + \text{NECESCEP*CE} + \text{NECESPOTP*POT} + \text{NECESSORP*SOR} + \text{NECESSILP1*SIL1} + \text{NECESCANAP*CANA} + \text{NECESMILHOP2*MILHO2} + \text{NECESSILP2*SIL2} + \text{NECESAVP*AV} \geq \text{PMAX} \dots\dots\dots \text{In.18}$$

$$[\text{PLANTIIVERAON}] \text{NECESSOJAN*SOJA} + \text{NECESMILHON1*MILHO1} + \text{NECESCEN*CE} + \text{NECESPOTN*POT} + \text{NECESSORN*SOR} + \text{NECESSILN1*SIL1} + \text{NECESCANAN*CANA} + \text{NECESMILHON2*MILHO2} + \text{NECESSILN2*SIL2} + \text{NECESAVN*AV} \geq \text{NMAX} \dots\dots\dots \text{In.19}$$

e) Para determinar as quantidades necessárias de N e P das culturas se criaram as equações:

$$\begin{aligned} & \text{NECESSOJAP*SOJA} + \text{NECESMILHOP1*MILHO1} + \text{NECESCEP*CE} + \\ & \text{NECESPOTP*POT} + \text{NECESSORP*SOR} + \text{NECESSILP1*SIL1} + \text{NECESCANAP*CANA} \\ & + \text{NECESMILHOP2*MILHO2} + \text{NECESSILP2*SIL2} + \text{NECESAVP*AV} = \\ & \text{FOSFORO} \dots\dots\dots \text{Eq.16} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} & \text{NECESSOJAN*SOJA} + \text{NECESMILHON1*MILHO1} + \text{NECESCEN*CE} + \\ & \text{NECESPOTN*POT} + \text{NECESSORN*SOR} + \text{NECESSILN1*SIL1} + \text{NECESCANAN*CANA} \\ & + \text{NECESMILHON2*MILHO2} + \text{NECESSILN2*SIL2} + \text{NECESAVN*AV} = \\ & \text{NITRO} \dots\dots\dots \text{Eq.17} \end{aligned}$$

Em relação ao balanço dos nutrientes na UPA, desenvolveram-se as equações que visaram medir as prováveis diferenças entre os nutrientes gerados na propriedade e os absorvidos por ela. Elaborou-se um sistema de equações que permitiu determinar os custos para compra de adubo químico e compensar as possíveis faltas no adubo orgânico geradas por esse sistema, como segue:

$$\text{NITRO - NMAX} = \text{NCOMPRA} \dots\dots\dots \text{Eq.18}$$

$$\text{FOSFORO - PMAX} = \text{PCOMPRA} \dots\dots\dots \text{Eq.19}$$

$$\text{FOSFOCOMPRA} = 1.6 * \text{PCOMPRA} \dots\dots\dots \text{Eq.20}$$

$$\text{NITROCOMPRA} = 1.6 * \text{NCOMPRA} \dots\dots\dots \text{Eq.21}$$

$$\text{ADUBOCOMPRA} = \text{NITROCOMPRA} + \text{FOSFOCOMPRA} \dots\dots\dots \text{Eq.22}$$

$$\text{BALANCOADUBO} = \text{ADUBOCOMPRA} \dots\dots\dots \text{Eq.23}$$

f) Restrições

Para os autores SANDMANN e BARROS, 2010. Os sistemas de produção têm - em dado momento no tempo - pelo menos uma restrição entre as outras, que limita a performance do sistema em relação aos seus objetivos

Tais restrições podem ser classificadas como internas e externas ou, ainda, de mercado. Para gerir a performance do sistema a restrição deve ser identificada e administrada de forma correta, e assim serão apresentadas, a seguir, as restrições relacionadas ao modelo elaborado.

g) Superfície

Na UPA analisada, a superfície agrícola considerada útil (SAU) é de 9 ha tanto para o verão como para o inverno. Sendo que na região oeste do Estado do Paraná os cultivos de verão podem ser iniciados a partir de setembro e os cultivos de inverno, em janeiro. Essas culturas possibilitam a sobreposição na oferta de pastagens entre essas estações.

No modelo está sobreposição não acontece, assim a soma das superfícies agrícolas utilizadas pelo agricultor deve ser menor ou igual a área disponível total, divididas em superfície agrícola útil no verão com as atividades: milho, soja e silagem enquanto no inverno atividade se resume em: milho, silagem e aveia. Salientando que o agricultor pode manter alguns cultivares perenes em sua propriedade, tais como: sorgo forrageiro, cana-de-açúcar, tifton, potreiro e subsistência.

As equações e inequações necessárias para representar as restrições de SAU, são

$$[\text{TOTALV}] \text{ SAUV} = 9 \dots\dots\dots \text{Eq.24}$$

$$[\text{SAUTOTALI}] \text{ SAUI} = 9 \dots\dots\dots \text{Eq.25}$$

$$[\text{SAUQ}] \text{ SOJA} + \text{MILHO1} + \text{POT} + \text{CE} + \text{SOR} + \text{SIL1} + \text{CANA} \leq \text{SAUV} \dots\dots\dots \text{In.20}$$

$$[\text{SAUF}] \text{ MILHO2} + \text{SOR} + \text{SIL2} + \text{CE} + \text{POT} + \text{AV} + \text{CANA} \leq \text{SAUI} \dots\dots\dots \text{In.21}$$

$$\text{SOJA} + \text{MILHO1} + \text{POT} + \text{CE} + \text{SOR} + \text{SIL1} + \text{CANA} \leq \text{VERAO} \dots\dots\dots \text{In.22}$$

$$\text{MILHO2} + \text{SOR} + \text{SIL2} + \text{POT} + \text{AV} + \text{CANA} \leq \text{INVERNO} \dots\dots\dots \text{In.23}$$

h) Alimentação dos Bovinos de Leite

A restrição acima mencionado permite o balanço energético, a proporção de concentrado e outros, que compreende a quantidade/qualidade do alimento num conjunto que pode assegurar a quantidade de elementos indispensáveis na alimentação dos animais, mensalmente, para as Vacas em Lactação (VL) e rebanho não produtivo (REB), respeitando a capacidade que cada animal pode ingerir.

As restrições de alimentação se dividem em:

(a) Necessidade de energia:**I. Vacas em Lactação (VL):**

A soma da necessidade de energia para a produção do leite com a necessidade de manutenção das vacas em lactação deve ser menor ou igual à do rendimento de energia disponível nas pastagens mais a energia disponível na ração, para cada mês. A seguir se apresenta o conjunto de restrição:

$$\begin{aligned}
 & [\text{ENERGIAVLJAN}] 1.15 * \text{LJAN} + \text{ENVL} * \text{VL} - \text{ENPOT} * \text{POTJANVL} * \text{RENDPOTJAN} - \text{ENSIL} \\
 & * \text{SILJANVL} * \text{SILAG} - \text{ENCE} * \text{CEJANVL} * \text{RENDCEJAN} - \text{ENSOR} * \text{SORJANVL} * \\
 & \text{RENDSORJAN} - \text{ENR} * \text{RJANVL} - \text{ENCANA} * \text{CANAJANVL} * \text{RENDCANA} - \text{ENAV} * \\
 & \text{AVJANVL} * \text{RENDAVJAN} \leq 0 \dots\dots\dots \text{In.24}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 & [\text{ENERGIAVLDEZEM}] 1.15 * \text{LDEZ} + \text{ENVL} * \text{VL} - \text{ENPOT} * \text{POTDEZVL} * \text{RENDPOTDEZ} - \\
 & \text{ENSIL} * \text{SILDEZVL} * \text{SILAG} - \text{ENCE} * \text{CEDEZVL} * \text{RENDCEDEZ} - \text{ENSOR} * \text{SORDEZVL} * \\
 & \text{RENDSORDEZ} - \text{ENR} * \text{RDEZVL} - \text{ENCANA} * \text{CANADEZVL} * \text{RENDCANA} - \text{ENAV} * \\
 & \text{AVDEZVL} * \text{RENDAVDEZ} \leq 0 \dots\dots\dots \text{In.35}
 \end{aligned}$$

$$\text{ENERGIA METABOLIZÁVEL. L-1} = 1.15 \text{ Mcal} \dots\dots\dots \text{Eq.26}$$

II. Animais não produtivos (REB):

A soma da necessidade de energia para a manutenção das Vacas Secas, Novilhas e Terneiras, deve ser menor ou igual à do rendimento de energia disponível nas pastagens mais a energia disponível na ração, para cada animal nos 12 meses do ano. Segue-se a restrição referente às vacas secas, novilhas e terneiras, no mês de janeiro.

II.1. Energia vaca seca:

$$\begin{aligned}
 & [\text{ENERGIAVSJAN}] \text{ENVS} * \text{VS} - \text{ENPOT} * \text{POTJANVS} * \text{RENDPOTJAN} - \text{ENSIL} * \text{SILJANVS} \\
 & * \text{SILAG} - \text{ENCE} * \text{CEJANVS} * \text{RENDCEJAN} - \text{ENSOR} * \text{SORJANVS} * \text{RENDSORJAN} - \text{ENR} \\
 & * \text{RJANVS} - \text{ENCANA} * \text{CANAJANVS} * \text{RENDCANA} - \text{ENAV} * \text{AVJANVS} * \\
 & \text{RENDAVJAN} \leq 0 \dots\dots\dots \text{In.36}
 \end{aligned}$$

[ENERGIAVSDEZ] ENV_S * VS – ENPOT * POTDEZVS * RENDPOTDEZ – ENSIL * SILDEZVS * SILAG – ENCE * CEDEZVS * RENDCEDEZ – ENSOR * SORDEZVS * RENDSORDEZ – ENR * RDEZVS – ENCANA * CANADEZVS * RENDCANA – ENAV * AVDEZVS * RENDAVDEZ<=0..... In.47

II.2. Energia novilha:

[ENERGIANJAN] ENN * N – ENPOT * POTJANN * RENDPOTJAN – ENSIL * SILJANN * SILAG – ENCE * CEJANN * RENDCEJAN – ENSOR * SORJANN * RENDSORJAN – ENR * RJANN – ENCANA * CANAJANN * RENDCANA – ENAV * AVJANN * RENDAVJAN<=0..... In.48

:

[ENERGIANDEZ] ENN * N – ENPOT * POTDEZN * RENDPOTDEZ – ENSIL * SILDEZN * SILAG – ENCE * CEDEZN * RENDCEDEZ – ENSOR * SORDEZN * RENDSORDEZ – ENR * RDEZN – ENCANA * CANADEZN * RENDCANA – ENAV * AVDEZN * RENDAVDEZ <=0..... In.59

II.3. Energia Terneira:

[ENERGIATFJAN] ENT*TF - ENPOT*POTJANTF*RENDPOTJAN - ENSIL*SILJANTF*SILAG - ENCE*CEJANTF*RENDCEJAN - ENSOR*SORJANTF*RENDSORJAN - ENR*RJANTF - ENCANA*CANAJANTF*RENDCANA -ENAV*AVJANTF*RENDAVJAN<=0..... In.60

:

[ENERGIATFDEZ] ENT * TF – ENPOT * POTDEZTF * RENDPOTDEZ – ENSIL * SILDEZTF * SILAG – ENCE * CEDEZTF * RENDCEDEZ – ENSOR * SORDEZTF * RENDSORDEZ – ENR * RDEZTF – ENCANA * CANADEZTF * RENDCANA – ENAV * AVDEZTF * RENDAVDEZ<=0..... In.71

(b) Proteína bruta:

I) Vacas em lactação:

A soma da necessidade de proteína bruta para a produção do leite (necessidade de proteína bruta para a manutenção das vacas em lactação) deve ser menor ou igual ao rendimento da proteína bruta disponível nas pastagens mais a

proteína bruta disponível na ração, para cada mês do ano. Segue-se a restrição relativa ao mês de janeiro.

I.1. Proteína VL

[PROTEINAVLJAN] 0.084 * LJAN + PROTVL * VL – PROTPOT * POTJANVL * RENDPOTJAN – PROTSIL * SILJANVL * SILAG – PROTCE * CEJANVL * RENDCEJAN – PROTSOR * SORJANVL * RENDSORJAN – PROTR * RJANVL – PROTCANA * CANAJANVL * RENDCANA – PROTAV * AVJANVL * RENDAVJAN<=0..... In.72

·
·

[PROTEINAVLDEZEM] 0.084 * LDEZ + PROTVL * VL – PROTPOT * POTDEZVL * RENDPOTDEZ – PROTSIL * SILDEZVL * SILAG – PROTCE * CEDEZVL * RENDCEDEZ – PROTSOR * SORDEZVL * RENDSORDEZ – PROTR * RDEZVL – PROTCANA * CANADEZVL * RENDCANA – PROTAV * AVDEZVL * RENDAVDEZ<=0..... In.83

II) Animais não produtivos:

A soma da necessidade de proteína bruta para a manutenção das vacas secas, novilhas e terneiras, deve ser menor ou igual ao rendimento da proteína bruta disponível nas pastagens; mais a proteína bruta disponível na ração, para cada mês do ano. As restrições referentes aos doze meses do ano para vaca seca, terneira e novilha são apresentadas a seguir:

II.1. Proteína VS:

[PROTEINAVSJAN] PROTVS * VS – PROTPOT * POTJANVS * RENDPOTJAN – PROTSIL * SILJANVS * SILAG – PROTCE * CEJANVS * RENDCEJAN – PROTSOR * SORJANVS * RENDSORJAN – PROTR * RJANVS – PROTCANA * CANAJANVS * RENDCANA – PROTAV * AVJANVS * RENDAVJAN<=0..... In.84

·
·

[PROTEINAVSDEZ] PROTVS * VS – PROTPOT * POTDEZVS * RENDPOTDEZ – PROTSIL * SILDEZVS * SILAG – PROTCE * CEDEZVS * RENDCEDEZ – PROTSOR * SORDEZVS * RENDSORDEZ – PROTR * RDEZVS – PROTCANA * CANADEZVS * RENDCANA – PROTAV * AVDEZVS * RENDAVDEZ<=0.....

In.95

II.2. Proteína Novilha:

[PROTEINANJAN] PROTN * N – PROTPOT * POTJANN * RENDPOTJAN – PROTSIL *
 SILJANN * SILAG – PROTCE * CEJANN * RENDCEJAN – PROTSOR * SORJANN *
 RENDSORJAN – ROTR * RJANN – PROTCANA * CANAJANN * RENDCANA –PROTAV *
 AVJANN * RENDAVJAN<=0..... In.96

.
 .
 .

[PROTEINANDEZ] PROTN * N – PROTPOT * POTDEZN * RENDPOTDEZ – PROTSIL *
 SILDEZN * SILAG – PROTCE * CEDEZN * RENDCEDEZ – PROTSOR * SORDEZN *
 RENDSORDEZ – ROTR * RDEZN – PROTCANA * CANADEZN * RENDCANA –PROTAV
 * AVDEZN * RENDAVDEZ<=0..... In.107

II.3. Proteína Terneira:

[PROTEINATFJAN] PROTTF * TF – PROTPOT * POTJANTF * RENDPOTJAN - PROTSIL *
 SILJANTF * SILAG – PROTCE * CEJANTF * RENDCEJAN – PROTSOR * SORJANTF *
 RENDSORJAN – ROTR * RJANTF – PROTCANA * CANAJANTF * RENDCANA –PROTAV
 * AVJANTF * RENDAVJAN<=0..... In.108

.
 .
 .

[PROTEINATFDEZ] PROTTF * TF – PROTPOT * POTDEZTF * RENDPOTDEZ – PROTSIL
 * SILDEZTF * SILAG – PROTCE * CEDEZTF * RENDCEDEZ – PROTSOR * SORDEZTF *
 RENDSORDEZ – ROTR * RDEZTF – PROTCANA * CANADEZTF * RENDCANA –
 PROTAV * AVDEZTF * RENDAVDEZ<=0..... In.119

(c) Capacidade de ingestão de matéria seca:

Conjunto que garante a capacidade de ingestão de matéria seca mínima para cada animal a fim de que sejam respeitadas as fases de lactação e não lactação. Segundo Silva Neto e Oliveira (2007), esta capacidade deve ser de 3% do peso vivo do animal.

I) Vacas em lactação:

Na soma dos alimentos utilizados para a alimentação das vacas produtivas considerou-se que esta deve ser maior ou igual a 3% do peso da mesma vaca. Segue

o conjunto de inequações referente lactação multiplicado por 30 dias, para cada mês/ano do período anual.

I.1. Ingestão Vaca Leiteira:

[INGESTAOVLJANEI] $0.03 * 30 * PV * VL - POTJANVL * RENDPOTJAN - SILJANVL * SILAG - CEJANVL * RENDCEJAN - SORJANVL * RENDSORJAN - RJANVL - CANAJANVL * RENDCANA - AVJANVL * RENDAVJAN \geq 0$ In.120

⋮

[INGESTAOVLDEZ] $0.03 * 30 * PV * VL - POTDEZVL * RENDPOTDEZ - SILDEZVL * SILAG - CEDEZVL * RENDCEDEZ - SORDEZVL * RENDSORDEZ - RDEZVL - CANADEZVL * RENDCANA - AVDEZVL * RENDAVDEZ \geq 0$ In.131

II) Animais não produtivos:

Da mesma forma, a soma dos alimentos utilizados para a alimentação dos animais deve ser maior ou igual a 3% do peso da vaca seca, novilhas e terneiras, multiplicado por 30 dias, para cada mês do ano. O conjunto de inequações referente a esta restrição segue abaixo:

II.1. Ingestão Vaca Seca:

[INGESTAOVSJAN] $0.03 * 30 * PV * VS - POTJANVS * RENDPOTJAN - SILJANVS * SILAG - CEJANVS * RENDCEJAN - SORJANVS * RENDSORJAN - RJANVS - CANAJANVS * RENDCANA - AVJANVS * RENDAVJAN \geq 0$ In.132

⋮

[INGESTAOVSDEZ] $0.03 * 30 * PV * VS - POTDEZVS * RENDPOTDEZ - SILDEZVS * SILAG - CEDEZVS * RENDCEDEZ - SORDEZVS * RENDSORDEZ - RDEZVS - CANADEZVS * RENDCANA - AVDEZVS * RENDAVDEZ \geq 0$ In.143

II.2. Ingestão Novilha:

[INGESTAONJAN] $0.03 * 30 * PN * N - POTJANN * RENDPOTJAN - SILJANN * SILAG - CEJANN * RENDCEJAN - SORJANN * RENDSORJAN - RJANN - CANAJANN * RENDCANA - AVJANN * RENDAVJAN \geq 0$ In.144

.

·
·
[INGESTAONDEZ] $0.03 * 30 * PN * N - POTDEZN * RENDPOTDEZ - SILDEZN * SILAG -$
 $CEDEZN * RENDCEDEZ - SORDEZN * RENDSORDEZ - RDEZN - CANADEZN *$
 $RENCANA - AVDEZN * RENDAVDEZ \geq 0$ In.155

II.3. Ingestão Terneira:

[INGESTAOTFJAN] $0.03 * 30 * PT * TF - POTJANTF * RENDPOTJAN - SILJANTF * SILAG$
 $- CEJANTF * RENDCEJAN - SORJANTF * RENDSORJAN - RJANTF - CANAJANTF *$
 $RENCANA - AVJANTF * RENDAVJAN \geq 0$ In.156

·
·
[INGESTAOTFDEZ] $0.03 * 30 * PT * TF - POTDEZTF * RENDPOTDEZ - SILDEZTF * SILAG$
 $- CEDEZTF * RENDCEDEZ - SORDEZTF * RENDSORDEZ - RDEZTF - CANADEZTF *$
 $RENCANA - AVDEZTF * RENDAVDEZ \geq 0$ In.167

(d) Ingestão de volumosos:

Considerou-se que pelo menos a metade da capacidade de ingestão do rebanho bovino deve ser de alimentos volumosos. As inequações que tratam desta restrição são apresentadas abaixo:

I) Vacas em Lactação:

O somatório dos alimentos volumosos – pastagens - utilizados para a alimentação das vacas produtivas, deve ser menor ou igual à metade da capacidade de ingestão da vaca em lactação para cada mês do ano. Como apresentado nas inequações de 168 a 179:

I.1 Volumosos Vaca Leiteira

[VOLUMOSOSVLJAN] $MVVL * 0.03 * 30 * PV * VL - POTJANVL * RENDPOTJAN -$
 $SILJANVL * SILAG - CEJANVL * RENDCEJAN - SORJANVL * RENDSORJAN -$
 $CANAJANVL * RENCANA - AVJANVL * RENDAVJAN \leq 0$ In.168

·
·

[VOLUMOSOSVLDEZ] MVVL * 0.03 * 30 * PV * VL – POTDEZVL * RENDPOTDEZ –
 SILDEZVL * SILAG – CEDEZVL * RENDCEDEZ – SORDEZVL * RENDSORDEZ –
 CANADEZVL * RENDCANA – AVDEZVL * RENDAVDEZ<=0..... In.179

II) Animais não produtivos:

O somatório de alimentos utilizados para alimentação dos animais não produtivos do rebanho de leite deve, em relação aos volumosos, ser maior ou igual à metade da capacidade de ingestão da Vaca Seca, Terneiros e Novilhas em cada mês do ano, inequações de 180 a 215:

II.1. Volumosos Vaca Seca:

[VOLUMOSOSVSJAN] MVVS * 0.03 * 30 * PV * VS – POTJANVS * RENDPOTJAN –
 SILJANVS * SILAG – CEJANVS * RENDCEJAN – SORJANVS * RENDSORJAN –
 CANAJANVS * RENDCANA – AVJANVS * RENDAVJAN<=0..... In.180

⋮

[VOLUMOSOSVSDEZ] MVVS * 0.03 * 30 * PV * VS – POTDEZVS * RENDPOTDEZ –
 SILDEZVS * SILAG – CEDEZVS * RENDCEDEZ – SORDEZVS * RENDSORDEZ –
 CANADEZVS * RENDCANA – AVDEZVS * RENDAVDEZ<=0..... In.191

II.2. Volumosos Novilha:

[VOLUMOSOSNJAN] MVN * 0.03 * 30 * PN * N – POTJANN * RENDPOTJAN – SILJANN *
 SILAG – CEJANN * RENDCEJAN – SORJANN * RENDSORJAN – CANAJANN *
 RENDCANA – AVJANN * RENDAVJAN<=0..... In.192

⋮

[VOLUMOSOSNDEZ] MVN * 0.03 * 30 * PN * N – POTDEZN * RENDPOTDEZ – SILDEZN *
 SILAG – CEDEZN * RENDCEDEZ – SORDEZN * RENDSORDEZ – CANADEZN *
 RENDCANA – AVDEZN * RENDAVDEZ<=0..... In.203

II.3. Volumosos Terneira:

[VOLUMOSOSTFJAN] MVTF * 0.03 * 30 * PT * TF – POTJANTF * RENDPOTJAN –
 SILJANTF * SILAG – CEJANTF * RENDCEJAN – SORJANTF * RENDSORJAN –
 CANAJANTF * RENDCANA – AVJANTF * RENDAVJAN<=0..... In.204

⋮

[VUMOSOSTFDEZ] MVTF * 0.03 * 30 * PT * TF – POTDEZTF * RENDPOTDEZ –
 SILDEZTF * SILAG – CEDEZTF * RENDCEDEZ – SORDEZTF * RENDSORDEZ –
 CANADEZTF * RENDCANA – AVDEZTF * RENDAVDEZ<=0..... In.215

III) Mão-de-Obra

Para melhor compreensão do número de horas mês necessárias para o desenvolvimento de cada atividade deve ser menor ou igual ao número de Unidades de trabalho (240 horas mês) existente na unidade de produção que corresponde, na UPA, a duas pessoas adultas (720 horas mês). Da mesma forma, pode-se estabelecer as atividades numa ordem mensal de trabalho; em cada mês foi fixado o tempo para cada atividade considerada; por exemplo, em setembro quando ocorre o plantio do milho de silagem e no mês de janeiro quando é feito o corte e quando a mão-de-obra existente na propriedade não é o suficiente, necessita-se a contratação de mais mão-de-obra para auxiliar no desenvolvimento do trabalho, o que não ocorre em todos os meses; também fora calculado um tempo para isto e considerado o número de pessoas envolvidas no processo, ou seja, o número de horas utilizadas para todas as atividades do referido mês que foi considerado não pode ultrapassar a carga horária já limitada por duas pessoas.

As restrições 216 a 227 representam o período anual:

[WJANEIRO] 16*VL+ C*(CANAJANVL + CANAJANVS + CANAJANN + CANAJANTF) +
 HCE*(CEJANVL + CEJANVS + CEJANN + CEJANTF) + HSOR*(SORJANVL+ SORJANVS
 + SORJANN + SORJANTF) + HSUINO*LOTESU<=WF..... In.216

[WDEZEMBRO] 16*VL+HC*(CANADEZVL + CANADEZVS + CANADEZN + CANADEZTF)
 + HCE*(CEDEZVL + CEDEZVS + CEDEZN +CEDEZTF) + HSOR*(SORDEZVL +
 SORDEZVS + SORDEZN + SORDEZTF) + HSUINO*LOTESU<=WF..... In.227

VI) Restrições para validação do modelo

No modelo em questão foram fixadas algumas restrições que envolvem as variáveis independentes e dependentes, as quais refletiram a situação atual do sistema de produção modelado, isto é, fixaram-se 65 vacas leiteiras (VL=23).

Equações e Inequações de Ligações

I - Ligação de Leite Mensal e Anual:

Esta equação gera o montante de leite produzido anualmente a partir da quantidade determinada em cada um dos doze meses do ano:

I.1 Leite:

$$[\text{LEITE}]L = \text{LJAN} + \text{LFEV} + \text{LMAR} + \text{LABR} + \text{LMAI} + \text{LJUN} + \text{LJUL} + \text{LAGO} + \text{LSET} + \text{LOUT} \\ + \text{LNOV} + \text{LDEZ} \dots \dots \dots \text{Eq.27}$$

II - Ligação de Alimentos de Distribuição Livre

São alimentos, de acordo com a necessidade alimentícia do animal, que podem ser distribuídos aos animais durante todos os meses do ano, ou seja, alimentos que são levados ao animal e que estes alimentos podem ser armazenados durante o ano.

(a) Ligação da ração mensal e anual

Esta ligação faz com que a quantidade de ração consumida em cada mês do ano pelas vacas em lactação e pelo rebanho (vacas secas, novilhas e terneiros), forme a quantidade de ração consumida anualmente.

a.1 Ração

Essas equações geram, anualmente, o total de ração consumida por categoria do rebanho bovino a partir da quantidade determinada em cada um dos doze meses do ano:

$$\text{Vaca Leiteira} \quad [\text{RCVL}] \text{RJANVL} + \text{RFEVVL} + \text{RMARVL} + \text{RABRVL} + \text{RMAIVL} + \text{RJUNVL} \\ + \text{RJULVL} + \text{RAGOVL} + \text{RSETVL} + \text{ROUTVL} + \text{RNOVVL} + \text{RDEZVL} = \text{RVL} \\ \dots \dots \dots \text{Eq.28}$$

Vaca Seca	$[RCVS] RJANVS + RFEVVS + RMARVS + RABRVS + RMAIVS + RJUNVS + RJULVS + RAGOVVS + RSETVS + ROUTVS + RNOVVS + RDEZVS = RVS$	Eq.29
Novilha	$[RCN] RJANN + RFEVN + RMARN + RABRN + RMAIN + RJUNN + RJULN + RAGON + RSETN + ROUTN + RNOVN + RDEZN = RN$	Eq.30
Terneira	$RJANTF + RFEVTF + RMARTF + RABRTF + RMAITF + RJUNTF + RJULTF + RAGOTF + RSETTF + ROUTTF + RNOVTF + RDEZTF = RTF$	Eq.31
Ração Total	$[RACAOT] RVL + RVS + RN + RTF = R$	Eq.32

(b) Ligação da silagem mensal e anual:

Esta ligação faz com que a quantidade de silagem consumida em cada mês pelas vacas em lactação e pelo rebanho, constitua a quantidade anual de silagem consumida.

b.1. Silagem

Estas equações geram, anualmente, o total de silagem consumida por categoria rebanho bovino a partir da quantidade determinada em cada um dos doze meses do ano e por categoria:

Vaca Leiteira	$[SILAGEMVL] SILJANVL + SILFEVVL + SILMARVL + SILABRVL + SILMAIVL + SILJUNVL + SILJULVL + SILAGOVVL + SILSETVL + SILOUTVL + SILNOVVL + SILDEZVL = SILVL$	Eq. 33
Vaca Seca	$[SILAGEMVVS] SILJANVS + SILFEVVS + SILMARVS + SILABRVS + SILMAIVS + SILJUNVS + SILJULVS + SILAGOVVS + SILSETVS + SILOUTVS + SILNOVVS + SILDEZVS = SILVS$	Eq.34

$$\begin{aligned} \text{Novilha} \quad & [\text{SILAGEMN}] \text{SILJANN} + \text{SILFEVN} + \text{SILMARN} + \text{SILABRN} + \text{SILMAIN} + \\ & \text{SILJUNN} + \text{SILJULN} + \text{SILAGON} + \text{SILSETN} + \text{SILOUTN} + \text{SILNOVN} + \\ & \text{SILDEZN} = \text{SILN} \dots\dots\dots \text{Eq.35} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Terneira} \quad & [\text{SILAGEMTF}] \text{SILJANTF} + \text{SILFEVTF} + \text{SILMARTF} + \text{SILABRTF} + \\ & \text{SILMAITF} + \text{SILJUNTF} + \text{SILJULTF} + \text{SILAGOTF} + \text{SILSETTF} + \\ & \text{SILOUTTF} + \text{SILNOVTF} + \text{SILDEZTF} = \text{SILTF} \dots\dots\dots \text{Eq.36} \end{aligned}$$

$$\text{Silagem Total} \quad [\text{SILGAEMTOTAL}] \text{SILVL} + \text{SILVS} + \text{SILN} + \text{SILTF} = \text{SIL} \dots\dots\dots \text{Eq.37}$$

(c) Ligação de cana-de-açúcar mensal e anual:

Nesta ligação a quantidade consumida de cana-de-açúcar em cada mês pelas vacas em lactação e o rebanho, determina a quantidade anual desta pastagem.

c.1. Cana-de-açúcar

Estas equações geram, anualmente, o total de cana-de-açúcar consumida por categoria rebanho bovino a partir da quantidade determinada em cada um dos doze meses do ano:

$$\begin{aligned} \text{Vaca Leiteira} \quad & [\text{CANVL}] \text{CANA JANVL} + \text{CANAFEVVL} + \text{CANAMARVL} + \text{CANAABRVL} + \\ & \text{CANAMAIVL} + \text{CANA JUNVL} + \text{CANA JULVL} + \text{CANAAGOVL} + \\ & \text{CANASETVL} + \text{CANAOUTVL} + \text{CANANOVVL} + \text{CANADEZVL} = \text{CANAVL} \\ & \dots\dots\dots \text{Eq. 38} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Vaca Seca} \quad & [\text{CANVS}] \text{CANA JANVS} + \text{CANAFEVVS} + \text{CANAMARVS} + \text{CANAABRVS} + \\ & \text{CANAMAIVS} + \text{CANA JUNVS} + \text{CANA JULVS} + \text{CANAAGOVVS} + \\ & \text{CANASETVS} + \text{CANAOUTVS} + \text{CANANOVVS} + \text{CANADEZVS} = \\ & \text{CANAVS} \dots\dots\dots \text{Eq.39} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Novilha} \quad & [\text{CANN}] \text{CANA JANN} + \text{CANAFEVN} + \text{CANAMARN} + \text{CANAABRN} + \\ & \text{CANAMAIN} + \text{CANA JUNN} + \text{CANA JULN} + \text{CANAAGON} + \text{CANASETN} + \\ & \text{CANAOUTN} + \text{CANANOVN} + \text{CANADEZN} = \\ & \text{CANAN} \dots\dots\dots \text{Eq.40} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Terneira} \quad & [\text{CANTF}] \text{ CANAJANTF} + \text{ CANAFEVTF} + \text{ CANAMARTF} + \text{ CANAABRTF} + \\ & \text{ CANAMAITF} + \text{ CANAJUNTF} + \text{ CANAJULTF} + \text{ CANAAGOTF} + \\ & \text{ CANASETTF} + \text{ CANAOUTTF} + \text{ CANANOVTF} + \text{ CANADEZTF} = \\ & \text{CANATF} \dots\dots\dots \text{Eq.41} \end{aligned}$$

$$\text{Cana Total} \quad [\text{CANAGAEMTOTAL}] \text{ CANAVL} + \text{ CANAVS} + \text{ CANAN} + \text{ CANATF} = \text{CANA} \quad \text{Eq.42}$$

(d) Ligação de aveia feno mensal e anual:

Com esta ligação, consegue-se numerar a quantidade consumida de aveia em cada mês pelas vacas em lactação e pelo rebanho que determina a quantidade anual desta pastagem consumida.

d.1. Aveia

Estas equações geram o total de aveia consumida por categoria rebanho bovino anualmente a partir da quantidade determinada em cada um dos doze meses do ano:

$$\begin{aligned} \text{Vaca Leiteira} \quad & [\text{AVEIAVL}] \text{ AVJANVL} + \text{ AVFEVVL} + \text{ AVMARVL} + \text{ AVABRVL} + \text{ AVMAIVL} \\ & + \text{ AVJUNVL} + \text{ AVJULVL} + \text{ AVAGOVL} + \text{ AVSETVL} + \text{ AVOUTVL} + \\ & \text{ AVNOVVL} + \text{ AVDEZVL} = \text{AVVL} \dots\dots\dots \text{Eq. 43} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Vaca Seca} \quad & [\text{AVEIAVS}] \text{ AVJANVS} + \text{ AVFEVVS} + \text{ AVMARVS} + \text{ AVABRVS} + \text{ AVMAIVS} \\ & + \text{ AVJUNVS} + \text{ AVJULVS} + \text{ AVAGOVVS} + \text{ AVSETVS} + \text{ AVOUTVS} + \\ & \text{ AVNOVVS} + \text{ AVDEZVS} = \text{AVVS} \dots\dots\dots \text{Eq.44} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Novilha} \quad & [\text{AVEIAN}] \text{ AVJANN} + \text{ AVFEVN} + \text{ AVMARN} + \text{ AVABRN} + \text{ AVMAIN} + \\ & \text{ AVJUNN} + \text{ AVJULN} + \text{ AVAGON} + \text{ AVSETN} + \text{ AVOUTN} + \text{ AVNOVN} + \\ & \text{ AVDEZN} = \text{AVN} \dots\dots\dots \text{Eq.45} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Terneira} \quad & [\text{AVEIATF}] \text{ AVJANTF} + \text{ AVFEVTF} + \text{ AVMARTF} + \text{ AVABRTF} + \text{ AVMAITF} \\ & + \text{ AVJUNTF} + \text{ AVJULTF} + \text{ AVAGOTF} + \text{ AVSETTF} + \text{ AVOUTTF} + \\ & \text{ AVNOVTF} + \text{ AVDEZTF} = \text{AVTF} \dots\dots\dots \text{Eq.46} \end{aligned}$$

$$\text{Aveia Total} \quad [\text{AVGAEMTOTAL}] \text{ AVVL} + \text{ AVVS} + \text{ AVN} + \text{ AVTF} = \text{AV} \dots\dots\dots \text{Eq.47}$$

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

Para sorgo (SOR), (potreiro (POT) e capim elefante CE), tem-se que o somatório dessas pastagens consumidas por todas as categorias nos devidos meses, deve ser menor ou igual ao somatório relativo à pastagem total disponível naquele mês.

e.1. Potreiro:

Estas equações geram o total de potreiro consumida por categoria rebanho bovino anualmente a partir da quantidade determinada em cada um dos doze meses do ano:

$$\begin{aligned} [\text{POTREIROJAN}] \text{ POTJANVL} + \text{POTJANVS} + \text{POTJANN} + \text{POTJANTF} - \text{POT} &\leq 0 \dots\dots\dots \text{In.228} \\ \vdots & \\ [\text{POTREIRODEZ}] \text{ POTDEZVL} + \text{POTDEZVS} + \text{POTDEZN} + \text{POTDEZTF} - \text{POT} &\leq 0 \dots\dots\dots \text{In.239} \end{aligned}$$

e.2. Sorgo

Estas equações geram o rendimento de sorgo a partir da quantidade determinada em cada um dos doze meses do ano:

$$\begin{aligned} [\text{RSORJAN}] \text{ RENDSORJAN} &= 0.25 * \text{RENDSOR} \dots\dots\dots \text{Eq.48} \\ \vdots & \\ [\text{RSORDEZ}] \text{ RENDSORDEZ} &= 0.15 * \text{RENDSOR} \dots\dots\dots \text{Eq.59} \end{aligned}$$

e.3. Potreiro:

Estas equações geram o rendimento de potreiro a partir da quantidade determinada em cada um dos doze meses do ano:

$$\begin{aligned} [\text{RPOTJAN}] \text{ RENDPOTJAN} &= 0.2 * \text{RENDPOT} \dots\dots\dots \text{Eq.60} \\ \vdots & \\ [\text{RPOTDEZ}] \text{ RENDPOTDEZ} &= 0.15 * \text{RENDPOT} \dots\dots\dots \text{Eq.71} \end{aligned}$$

e.4. Tifton 85

Estas equações geram o rendimento de tifton 85 a partir da quantidade determinada em cada um dos doze meses do ano:

$$[\text{RCEJAN}] \text{ RENDCEJAN} = 0.15 * \text{RENDCE} \dots\dots\dots \text{ Eq.71}$$

:

$$[\text{RCEDEZ}] \text{ RENDCEDEZ} = 0.1 * \text{RENDCE} \dots\dots\dots \text{ Eq.82}$$

Contudo geram o total de sorgo consumida por categoria rebanho bovino anualmente a partir da quantidade determinada em cada um dos doze meses do ano:

$$[\text{SORGOJAN}] \quad \text{SORJANVL} + \text{SORJANVS} + \text{SORJANN} + \text{SORJANTF} - \text{SOR} \leq 0 \dots\dots\dots \text{ In.240}$$

:

$$[\text{SORGODEZ}] \text{ SORDEZVL} + \text{SORDEZVS} + \text{SORDEZN} + \text{SORDEZTF} - \text{SOR} \leq 0 \dots\dots\dots \text{ In.251}$$

e.5. Tifton 85:

$$[\text{CELJAN}] \text{ CEJANVL} + \text{CEJANVS} + \text{CEJANN} + \text{CEJANTF} - \text{CE} \leq 0 \dots\dots\dots \text{ In.252}$$

:

$$[\text{CELDEZ}] \text{ CEDEZVL} + \text{CEDEZVS} + \text{CEDEZN} + \text{CEDEZTF} - \text{CE} \leq 0 \dots\dots\dots \text{ In.263}$$

A família de restrições anteriores serve de base para a distribuição da SAU de maneira a se considerar a disponibilidade das pastagens no decorrer do ano.

(f) Rendimento das pastagens

Para sorgo, potreiro e tifton 85 tem-se a seguir, nas equações, o rendimento médio em porcentagem no que diz respeito às suas produções anuais.

f.1. Sorgo:

Estas equações geram o rendimento de sorgo a partir da quantidade determinada em cada um dos doze meses do ano:

$$\begin{aligned} [\text{RSORJAN}] \text{RENDSORJAN} &= 0.25 * \text{RENDSOR} \dots\dots\dots \text{Eq.83} \\ \vdots & \dots\dots\dots \cdot \\ [\text{RSORDEZ}] \text{RENDSORDEZ} &= 0.15 * \text{RENDSOR} \dots\dots\dots \text{Eq.94} \end{aligned}$$

f.2. Potreiro:

Estas equações geram o rendimento de potreiro a partir da quantidade determinada em cada um dos doze meses do ano:

$$\begin{aligned} [\text{RPOTJAN}] \text{RENDPOTJAN} &= 0.2 * \text{RENDPOT} \dots\dots\dots \text{Eq.95} \\ \vdots & \dots\dots\dots \cdot \\ [\text{RPOTDEZ}] \text{RENDPOTDEZ} &= 0.15 * \text{RENDPOT} \dots\dots\dots \text{Eq.106} \end{aligned}$$

f.3. Tífton 85

Estas equações geram o rendimento de tífton 85 a partir da quantidade determinada em cada um dos doze meses do ano:

$$\begin{aligned} [\text{RCEJAN}] \text{RENDCEJAN} &= 0.15 * \text{RENDCE} \dots\dots\dots \text{Eq.107} \\ \vdots & \dots\dots\dots \cdot \\ [\text{RCEDEZ}] \text{RENDCEDEZ} &= 0.1 * \text{RENDCE} \dots\dots\dots \text{Eq.118} \end{aligned}$$

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Como forma de manutenção, este tópico apresenta os principais resultados e discussões relativos aos nutrientes presentes nos rejeitos da suinocultura e da bovinocultura, assim como os valores custeados para manutenção da cadeia produtiva de proteína animal e vegetal, que serviram de suporte para o modelo matemático da UPA analisada; apresentar-se-ão, ainda, os resultados do Modelo Matemático, que deu ênfase nas possibilidades agropecuárias e ambientais.

4.1 RESULTADOS DAS ANÁLISES DOS RESÍDUOS DE BOVINOS NA UPA

Na cadeia produtiva do leite tem-se a produção de grandes volumes de dejetos, mais precisamente, o da urina e de fezes de forma quantitativa, quando eliminadas diariamente e, como citado por Campos et al. (2002) que a quantidade total de efluentes orgânicos produzidos por vacas leiteiras em confinamento que variam entre 7 a 10% do peso vivo de animal por dia que depende também do volume de água utilizado na higienização e na desinfecção das instalações e equipamentos da unidade de produção.

No presente trabalho as vacas em lactação pesavam, em média, 550 kg e eliminavam 40 L de dejetos por dia, perfazendo o total de 920 L. (dejetos dia)⁻¹; já as vacas secas, novilhas e terneiras, excretavam 25 L, 19 L e 9 L por dia, respectivamente, totalizando 352 L de dejetos . dia⁻¹.

Os resultados médios dos teores e dos seus coeficientes de variação referentes aos dados obtidos em laboratório, dos nutrientes N, P, e K, presentes nos dejetos da bovinocultura de leite, no período de março/2019 a setembro/2019, foram apresentados na Tabela 12.

Tabela 12. Teores médios de nutrientes e coeficientes de variação (CVs): N, P e K, oriundos da bovinocultura

Nutriente	Média (g.L-1)	CV
N	0,8338	0,03
P	0,4598	0,06
K	0,2302	0,07

Fonte: do autor

Observa-se na Tabela 12, que os coeficientes de variação se apresentam abaixo de 10% sugerindo a homogeneidade dos dados; remetendo à segurança na tomada de decisão em relação aos valores a ser considerado para alimentar o modelo em questão, no que tange aos dejetos da bovinocultura, ainda mais significativos e seguros.

Analisando-se dejetos de gado leiteiro, Mori et.al (2009), encontram teores médios de N, P e K de $0,870 \text{ g.L}^{-1}$, $0,550 \text{ g.L}^{-1}$ e $1,070 \text{ g.L}^{-1}$ verificando, assim, valores próximos as da Tabela 12 para N e P. A Comissão de química e fertilidade do solo RS/SC (2004) observou, em dejetos de bovinos) valores próximos aos da Tabela 12 para o elemento P ($0,34 \text{ g.L}^{-1}$) e teores acima para os nutrientes N ($1,4 \text{ g.L}^{-1}$) e K ($1,16 \text{ g.L}^{-1}$).

Sandmann (2013) encontrou valores muito próximos aos determinados nessa pesquisa, um dos fatores pode ter sido a localização geográfica das granjas analisadas, ambas foram em municípios lindeiros ao Parque Nacional do Iguaçu; sendo para N ($0,8430 \text{ g.L}^{-1}$), P ($0,4670 \text{ g.L}^{-1}$) e K ($0,2210 \text{ g.L}^{-1}$).

Silva e Roston (2010), em seus estudos na Unidade Educativa de Produção (UEP) da Escola Agrotécnica Federal de Inconfidentes – MG, sobre Bovinocultura de Leite, foram analisados alguns parâmetros como fósforo ($0,0141 \text{ g.L}^{-1}$) nos dejetos gerados pela bovinocultura. Smith et al. (2006) constataram, tratando efluente da produção de bovinos leiteiros em leitões cultivados, que a concentração P do afluente era de $0,0444 \text{ g.L}^{-1}$; a quantidade de Fósforo na análise na unidade agropecuária que se pretendeu neste trabalho, intervir, é bastante superior quando comparada à dos autores citados.

4.1.1 RESULTADOS DAS ANÁLISES DOS RESÍDUOS DE SUÍNOS NA UPA

Considera-se que além das excretas dos animais , mencionados nesta pesquisa, os resíduos advindos da suinocultura contêm consideráveis quantidades de restos de ração que fora consumida, componentes do piso das baias e água, dependendo do manejo adotado na criação; ao se utilizar grande quantidade de água para higienização e retirada dos dejetos, obtém-se um resíduo mais líquido e em maior volume originando preocupação com os danos ambientais quando os resíduos são manejados de forma incorreta, uma vez que direcionado incorretamente, a perda do

material líquido é bem mais elevado que o resíduo coletado por meio de raspagem das baias; sendo assim, a produção total de dejetos em pocilgas é muito variável dependendo principalmente do manejo de limpeza adotado em cada unidade produtora; de modo geral, a água estará sempre presente, diluindo e fazendo parte na geração de resíduo final, o que dá, aos dejetos de suínos, na quase totalidade dos sistemas, a característica de efluente líquido.

Os suínos da UPA produziram, em média, 8 litros/dia de resíduo por animal, totalizando 1.320.000 L de dejetos por lote. Na Tabela 13 pode-se analisar as variações e similaridades existentes nos tratamentos (SP e SLA) para excretas da suinocultura.

Tabela 13. Teores médios dos nutrientes N, P, K relativa às análises químicas da suinocultura, na saída da pocilga e na lagoa facultativa e na saída da pocilga.

Nutrientes	N	P	K
	g/L		
SP	0,659	0,349	0,112
SLA	0,631	0,279	0,101

Fonte: do autor.

(1) SP = saída da pocilga (2) SLA = Saída da lagoa

Ao analisar a Tabela 13, obtém-se verificação das diferenças em relação aos tratamentos para os valores médios de N, enquanto para o elemento P pode ser considerado que os tratamentos não se diferenciam entre si tornando difícil, desta forma, a escolha pelo tratamento adequado.

Acordado com a análise de Maggi et al. (2011) da análise da água de resíduos de suinocultura fora medido as concentrações de nitrogênio e fósforo em quantidades de 0,887 g/L 0,108 g/L respectivamente, além de 462,11 mg/l de potássio.

Sánchez et al. (2001) fez análise os dejetos de suínos que observaram concentrações de nitrogênio e fósforo nas seguintes quantidades: 0,740 e 0,380 g/L, respectivamente, resultados próximos aos encontrados neste estudo.

Cassol et. al. (2012) encontrou em efluentes de suínos os valores médios para N, P, K, são 3,560 g/L, 1,460 g/L, 1,610 g/L, cujos valores são muito superiores aos encontrados nesta pesquisa, e por Junior et.al (2009) e Barnabé (2001), enquanto Agnes (2012) encontrou teores similares para P (0,349 g/L) em rejeito de suínos. Cabral et al.(2011) encontraram, em um de seus experimentos no UEM campus da Cidade Gaúcha/PR, para os elementos N (0,856 g/L) teor médio superior aos

apresentados na Tabela 13, enquanto para P (0,135 g/L) e K (0,324 g/L) os valores foram inferiores para elementos oriundos do dejetos in natura de suínos (equivalente ao dejetos proveniente de SP do presente trabalho).

Bosco et al.(2008) obtiveram, em suas análises físico-químicas relativas às amostras de efluente da saída da lagoa de tratamento de rejeitos da suinocultura, em Cascavel oeste do Paraná, 0,143 g/L para o Fósforo e 0,517 g/L o Potássio. Nas análises realizadas na saída da lagoa da UPA referente ao presente trabalho, o Fósforo apresentou valor superior com 0,287 g/L, ao obtido pelo referido autor. Nesta mesma perspectiva o valor do nutrientes do Potássio obteve resultados menores nesta UPA, com 0,101 g/L.

Lo Monaco et al.(2009), ao pesquisar no Centro Federal de Educação Tecnológica de Januária (MG), mostrou que os teores avaliados em excrementos de suínos foram: nitrogênio total 2021 g/L, fósforo 0,338 g/L e potássio 0,275 g/L. Desta forma, o valor de fósforo e do potássio nos dejetos suínos analisados na UPA em qualquer sistema de tratamento possui valores aproximados.

Na Tabela 13 se encontram os valores relativos às médias (1) de nitrogênio próximas às encontradas por Vivan (2010), em trabalho realizado na Unidade Experimental da Embrapa Suínos e Aves, em Concórdia, SC, de 0,859 g/L, enquanto para Dartora (1998), os valores para este mesmo nutriente são superiores 3,10 g/L sem tratamento e 2,604 g/L para tratamento anaeróbico, 1,465 g/L em lagoas facultativas porém com maior eficiência em relação à minimização da carga de N.

O avanço tecnológico apresentado pela suinocultura brasileira nos últimos anos trouxe benefícios sociais e econômicos incontestáveis à sociedade, porém aumentou os problemas ambientais, tidos pela atividade nos principais centros produtores do País são igualmente importantes; para tanto apresentou-se, no modelo matemático gestor de UPAs de pequeno e médio porte, a redistribuição das culturas podendo, assim, tornar essas unidades sustentáveis quanto à reutilização de seus principais subprodutos.

Com intuito de cumprir as leis ambientais, na instalação de biodigestores e lagoas facultativas, a possibilidade de boas práticas que favorecem a diminuição da carga orgânica e de certos nutrientes que, em demasia, podem ser prejudiciais ao meio ambiente.

Dortzbach (2009) avaliou a concentração de nutrientes em solo adubado com dejetos suínos durante cinco anos, através de avaliações na camada de 0-5 cm para

os atributos físicos e quatro camadas de 0–15, 15–30, 30–45 e 45-60 cm em seis datas diferentes, durante o ciclo do milho para os atributos químicos. Os resultados encontrados indicaram que as adubações orgânicas promoveram alterações na maioria dos atributos analisados com pequenas diferenças entre si, quanto aos atributos físicos, após cinco anos de aplicação no solo, pois as maiores diferenças foram observadas nos atributos químicos. O P e o K apresentaram valores muito altos no solo, inclusive em profundidade, cujos resultados indicaram ocorrência de lixiviação de NO₃ e concentração de Zn, Cu e Mn no solo, porém ainda não em níveis críticos.

Os dejetos dos suínos após serem analisados foram inseridos no modelo desenvolvido para a UPA, levando à escolha do tratamento utilizado na adubação das culturas com o objetivo de suprir suas necessidades, através da adubação orgânica. Deste modo, o modelo simula uma unidade de produção agropecuária em um sistema cíclico, ou seja, o que é consumido pelos animais é produzido na propriedade e os resíduos por eles gerados são utilizados para adubação tentando, assim, minimizar os custos tornando uma propriedade autossustentável, minimizando a agressão da natureza e aumentando a produção agrícola elevando, sem dúvida, a lucratividade.

4.2 COERÊNCIA DO MODELO COM A SITUAÇÃO ATUAL

A partir dos dados coletados nas entrevistas com o agricultor referente aos condicionantes econômicos e financeiros calculou-se o rendimento líquido da situação atual da propriedade que resultou em um valor anual de R\$ 302.000,00 correspondendo a um rendimento mensal de médio de R\$ 21.166,67.

Com uso do Modelo desenvolvido alcançou-se o resultado econômico anual de R\$ 313.390,20, para os valores adotados pelo agricultor – elencados nas entrevistas -. Comparando-se este valor com o obtido pela situação atual verifica-se uma diferença de 3,77%. Este valor está de acordo com os achados de Sandmann e Barros (2009) que desenvolveram modelo de uma unidade de produção agropecuária de pequeno porte, bem como para Sandmann (2013), ao realizar uma pesquisa na região oeste paranaense, vinculada ao programa de doutoramento junto à Universidade Federal de Campina Grande/PB.

A diferença entre os resultados obtidos no modelo e a situação atual, provavelmente, se deve a precisão das quantidades a serem ingeridas pelos animais,

quando de fato há perdas no processo de alimentação; outro fato que pode ter ocorrido foi a superestimativa da produção de grãos e pastagens.

4.3 APRESENTAÇÃO DAS SIMULAÇÕES

Observa-se, pela Tabela 14, que o resultado econômico em MAX=REA foi de (R\$478.463,20) em MAX=REM foi (R\$396.168,84) e na situação atual (R\$ 302.000,00). Verifica-se na primeira simulação que maximizou o resultado econômico anual (REA), obtendo-se o melhor resultado financeiro em relação ao obtido pelo REM como pelo observado na UPA. Isso ocorreu pela melhor distribuição das condições de contorno que envolveu a produção agropecuária, ou seja, pela otimização no uso da superfície de área útil e pelo aumento e estabilização no rebanho bovino.

Ao se compilar à função objetivo 1 nota-se que a UPA possui condições de produzir pastagens para suprir a necessidade de um rebanho bovino com até 34 vacas em lactação, valor 47,8% superior comparando-se com a situação atual, nota-se também que o modelo sugere aumentar a alimentação a base de ração e cultivar soja. Possibilitando ao agricultor realizar melhorias na estrutura da propriedade e também comprar equipamentos para aumentar a eficiência no uso da mão de obra entre outros fatores.

Sobre o resultado econômico mensal mínimo simulado (REM) trouxe possibilidade ao agricultor, garantir, ao longo do ano, uma renda mensal compatível com as necessidades da propriedade; isto aconteceu, certamente, pela otimização no aumento e estabilização do rebanho leiteiro em comparação a situação atual. Desta forma, modificações na dimensão do rebanho leiteiro foi a solução indicada pelo modelo para maximizar a renda do mês de menor lucratividade da UPA.

Na tabela 14 pode-se observar que nas três situações – REM, REA e ATUAL- há o cultivo de toda superfície de área útil da UPA. Este fato é justificável tanto para o REA quanto para o REM haja vista que nas situações descritas se atinge - pelas distribuições das culturas agrícolas - a capacidade máxima de absorção de fosforo. Enquanto que para o nitrogênio obteve-se o equilíbrio entre absorção e produção na maximização do resultado econômico anual, e para o resultado econômico mensal a produção foi inferior a absorção, o que também pode ser desejável, visto que atenta para a legislação.

Tabela 14. Resultados da otimização do modelo (REM e REA) e da situação atual (observada)

Variável	Descrição	Unidade	Modelo (REA)	Modelo (REM)	Situação observada
REA	Resultado econômico anual	Reais	478.463,20	396.168,84	302.000,00
REND/DIA/VL	Rendimento de leite p/dia p/vaca	Reais	21	16,30	25
VL	Vacas em lactação	Cabeças	44	34	23
VS	Vacas secas	Cabeças	19	14	7
VD	Vacas descarte	Cabeças	21	16	7
TF	Terneiros	Cabeças	22	17	7
N	Novilhas	Cabeças	23	16	6
MILHO1	Milho Verão	Hectares	0	0	0
MILHO2	Milho Inverno	Hectares	5,39	0,36	0
SIL1	Silagem verão	Hectare	0	0,48	0
SIL2	Silagem inverno	Hectare	0	0	0
SOJA	SOJA	Hectare	8,77	0,63	0
CE	Tifton	Hectare	0,23	0	7
SOR	Sorgo	Hectare	0	0	0
AV	Aveia	Hectare	3,38	0,75	0
POT	Potreiro	Hectare	0	0	2
CANA	Cana de Açúcar	Hectare	0	7,89	0
R	Ração	Kg	91.582,29	24.299,05	16.000,00
DEJVT	Dejeto rebanho leiteiro	Mil litros	1.045.139	809.698,70	457.920
NMAX	Nitrogênio produzidos	Kg	1.154,17	955,69	2.868,94
NITRO	Nitrogênio Absorvido	Kg	1.154,17	1143,78	2820,00
PMAX	Fósforo produzido	Kg	605,78	497,48	1.347,16
FOSFORO	Fosforo Absorvido	Kg	605,78	497,48	315,00
SAUV	Área disponível verão	Hectare	9	9	9
SAUI	Área disponível inverno	Hectare	8,99	9	9

Fonte: do autor.

Aja vista uma melhor compreensão melhor dos resultados obtidos nas simulações, a Figura 02 ilustra uma comparação entre as simulações dos resultados econômicos mínimo mensal REM e resultado econômico anual REA.

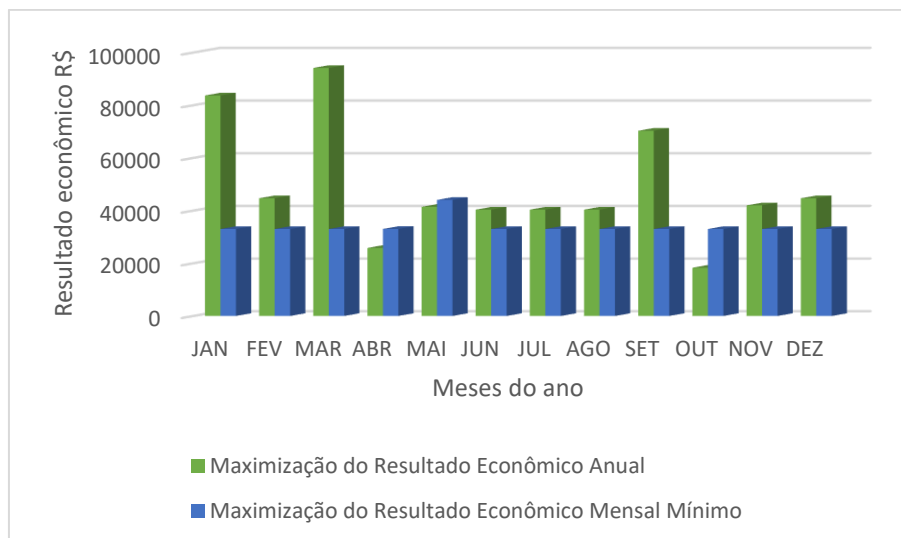


Figura 2. Simulações sobre os resultados econômicos mensais
Fonte: do autor.

Ao analisar a Figura 02, observar-se uma tendência de estabilização nos resultados econômicos mensais na simulação que maximiza o resultado econômico mensal mínimo (REM), o que não se verifica nos resultados do REA. Ainda que os resultados econômicos da simulação (REA) são, na maioria dos meses, superiores aos obtidos com a REM., Entretanto, no REA, o menor resultado econômico mensal é de R\$ 18.314,14 e ocorre no mês de outubro, devido a maiores gastos com manutenção de pastagens perenes, e plantio de soja sendo a renda máxima mensal foi de R\$ 94.145,12, no mês de março. No REM a renda mínima mensal foi de R\$ 33.014,07 – o que se repete em onze meses do ano, exceto no mês de maio que foi de R\$ 44.058,19 devido a venda de um lote de suíno -. Isto ocorre devido ao fato de que, no redimensionamento do rebanho e das culturas agrícolas, obteve-se uma estabilidade de renda. Cabe ressaltar que ao maximizar o resultado econômico anual, tem-se um maior rendimento no montante dos 12 meses, podendo assumir valores negativos em determinados meses do ano – plantio e colheita -, o que não ocorreria na maximização do resultado econômico mensal; nessa compilação do modelo, o programa maximiza o pior resultado econômico mensal, possibilitando ao agricultor, uma estabilidade de renda.

A Figura 03 apresenta os resultados das simulações em relação às quantidades de terra destinadas às principais culturas da UPA. Pode-se observar que a solução do modelo 1 (a que considera a maximização do resultado econômico anual) e a situação atual utiliza toda a SAU levando à necessidade maior de nutrientes do que no modelo

2 (que considera a maximização do resultado econômico mensal), que utiliza a SAU parcialmente.

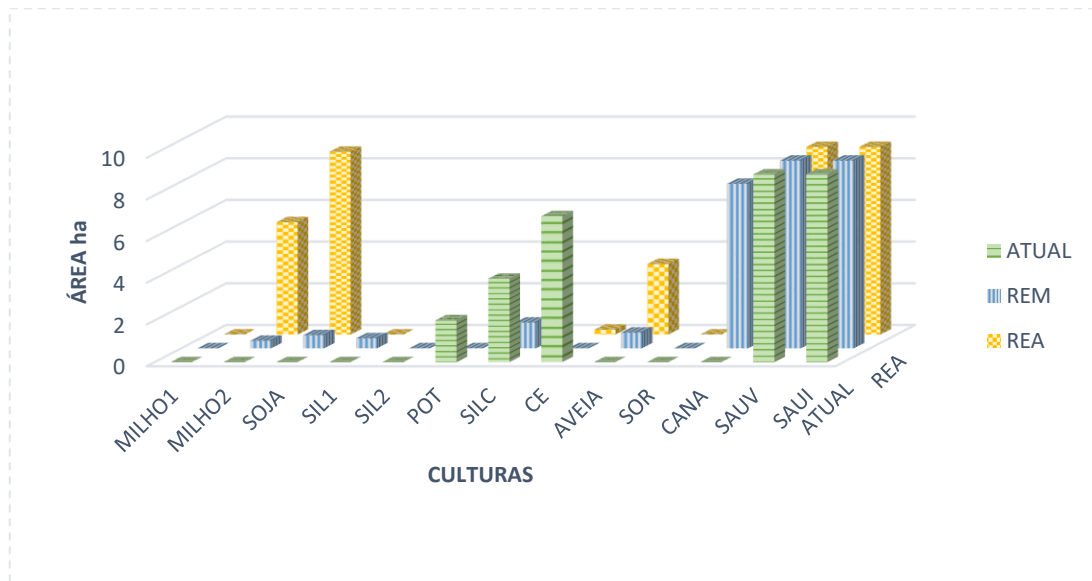


Figura 3. Distribuição da SAU nas simulações

Fonte: do autor.

Analisando-se ainda a Figura 03 verificam-se quantidades diferentes de áreas destinadas às várias culturas nas três situações; na situação atual tem-se, MILHO1 = 0 ha, MILHO2 = 0 ha, SOJA= 0 ha, SIL1 = 0 ha, SIL2 = 0 ha, POT =2 ha, SILC =4, (CE) = 0 ha, AVEIA= 0, SOR = 0 ha e CANA = 0 ha, totalizando uma superfície cultivada de 9 ha utilizando toda a SAU disponível no verão e no inverno; na simulação do resultado econômico anual utilizou-se uma SAUV =9 ha e SAUI=9, das quais: MILHO1 = 0 ha, MILHO2 = 5,39 ha, SOJA=8,77ha, SIL1 = 0 ha, SIL2 = 0 ha, POT = 0 ha, SILC 4,23 ha, (CE) = 0,23 ha, AVEIA= 3,38 ha, SOR = 0 ha e Cana = 0 ha; na simulação do resultado econômico mensal a distribuição da terra referente as culturas foi: MILHO1 = 0 ha, MILHO2 = 0,36 ha, SOJA=0,63, SIL1 = 0,48 ha, SIL2 = 0 ha, POT = 0 ha, SILC =1,23 ha, CE = 0 ha, AVEIA= 0,75 há, , SOR = 0 ha e CANA = 7,89 ha, totalizando uma SAUV=9 e SAUI=9. A sobra de superfície de área útil na maximização REM se justifica pela redistribuição das culturas visando a otimizar o pior resultado mensal nesta redistribuição.

Na Tabela 14 são apresentadas as quantidades dos nutrientes N e P requeridos pelas culturas e obtidos nos dejetos gerados na UPA para as 2 simulações e situação atual.

Ao se abordar questões relativas aos nutrientes pode-se verificar, na Tabela 15, um equilíbrio em relação as quantidades de Nitrogênio e Fósforo necessárias para diferentes distribuições da SAU em cada tipo de simulação bem como para o sistema atual.

Tabela 15. Quantidades de N e P requeridos pelas culturas e produzidos na UPA para as 2 simulações e situação atual

CULTURA	DEMANDA NITROGÊNIO (kg)			DEMANDA FÓSFORO (kg)		
	REA	REM	ATUAL	REA	REM	ATUAL
SIL1	0	86,4	0	0	10,08	0
SIL2	0	0	0	0	0	0
MILHO1	0	0	0	0	0	0
MILHO2	808,50	54	0	145,53	9,72	0
SOJA	0	0	0	350,80	25,2	400
POT	0	0	200	0	0	70
AV	252,75	56,25	0	101,1	22,50	0
CE	92	0	2800	8,05	0	245,00
SOR	0	0	0	0	0	0
CANA	0	946,8	0	0	430,00	0
NECESSIDADE						
TOTAL	1.153,25	1.143,45	3.000,0	605,48	497,50	315,00
PRODUÇÃO						
TOTAL	1.154,17	955,69	2.868,94	605,77	477,47	1.347,16

Fonte: do autor.

Na Tabela 15, as desigualdades consideráveis entre os três tipos de sistemas produtivos, o que exige às necessidades de adubo – REM; REA; SISTEMA ATUAL; o que se percebe é a disparidade que se tem entre as quantidades necessárias para um máximo desempenho das culturas e as quantidades de nitrogênio e de fósforo geradas no processo de produção de proteína animal no sistema atual. Nas simulações verificou-se o equilíbrio de nutrientes na distribuição das culturas na UPA, demonstrando a viabilidade dos sistemas indicados visando, além do máximo retorno financeiro, e ao balanço dos nutrientes que resultou no uso de todo efluente gerado na UPA e desta forma adequação da UPA as normas ambientais em relação a disposição de efluentes.

As simulações indicam o aproveitamento de toda superfície de área útil assim como apresentado na situação atual. Porém os modelos apresentam a geração de nitrogênio e fósforo em conformidade com a capacidade de absorção apresentado pela produção de proteína vegetal – para o REA a produção de nitrogênio e fosforo é

equivalente a necessidade do sistema enquanto os resultados do REM apontam para aquisição de nitrogênio e fósforo -, atingindo o dessa dissertação que remete ao aproveitamento total dos resíduos gerados no sistema de produção de proteína animal; diferente do que ocorre na situação atual que há uma sobra de 1.032,16 Kg de fosforo conforme a tabela 14.

O efeito benéfico principal da aplicação de resíduos é o que suprir os nutrientes essenciais para as culturas, sobretudo macronutrientes (N e P). Em geral, a aplicação de resíduos melhora as propriedades físicas do solo aumentando a agregação, reduzindo a densidade de solo e aumentando a capacidade de retenção de água pelo solo. Adicionalmente, algumas aplicações (particularmente de material orgânico) podem aumentar a matéria orgânica do solo; o equilíbrio de nutrientes verificado nas simulações é de suma importância para a tomada de decisão acerca de desenvolver ou não o que esses indicam para a UPA.

Mellek (2010) diz que se aplicar o dejetos líquido bovino (DLB) durante dois anos melhora a qualidade estrutural do solo através da alteração de atributos físicos, como densidade do solo, macroporosidade e diâmetro médio agregados à umidades do solo; o autor também concluiu que a aplicação de DLB, no mesmo tempo melhorou atributos hidrológicos do solo aumentando a condutividade hidráulica e a taxa de infiltração de água, o que provavelmente tenha consequências positivas em termos de diminuição do potencial de escoamento superficial e transporte de elementos com nitrogênio e fósforo para corpos de água, a longo prazo; da mesma forma, o uso de dejetos líquido de bovino em longo prazo, tende a aumentar o estoque de carbono no solo, quer seja pelo acúmulo direto ou por via indireta, através do incremento de massa seca dos cultivos adubados.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Após analisar o manejo indicado nos modelos (MAX = REA e MAX = REM) pode ser verificado que o objetivo principal da pesquisa foi alcançado, pois em ambos apresentam na maximização dos resultados econômicos a adequação da UPA no que tange o destino correto dos dejetos da bovinocultura e suinocultura, nas condições do entorno do Lago de Itaipu.

As análises químicas mostram, que os nutrientes N, P e K, presentes nas excretas dos bovinos e suínos se encontram em conformidade com os achados da literatura e com órgãos de pesquisa como EMBRAPA e Comissão de Química e Fertilidade do Solo, RS/SC.

A superfície de área útil e o balanço de nutrientes foram as condições de contorno que mais afetaram os resultados das simulações. Tanto na função objetivo 1, quanto na função objetivo 2 a solução indica que para maximizar a renda anual o proprietário deve atentar para a estabilização do rebanho e, além disso disponibilizar área para a produção de milho e soja para venda.

No que tange ao reaproveitamento dos resíduos gerados na simulação do REM, pode-se verificar que há necessidade de compra de adubos químicos a base de nitrogênio para o melhor rendimento da produção de proteína vegetal.

Para finalizar conseguiu-se, com o presente trabalho, definir um sistema de produção, conforme o modelo acima mencionado que, por meio das simulações e dos resultados acerca do sistema de produção apresentado pelo modelo que maximiza o resultado econômico anual e mensal mínimo, ambos se adaptam bem a UPAs de médio porte. Pode-se, também, elaborar procedimentos que permitam a avaliação e a análise de outros resultados.

Sugere-se, para trabalhos futuros, a implementação, no modelo, dos custos de oportunidade sobre o capital circulante, o que apresenta melhores aplicações a agricultores de pequeno porte e com restrições financeiras, além disso, ao remeter ao modelo desenvolvido, a criação de um conjunto de restrições voltadas a contratação de mão de obra pode gerar maior renda e maior flexibilidade na utilização da SAU.

REFERÊNCIAS

- AGNES, G. **Emissões de gases no processo de compostagem de dejetos suínos**. Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Santa Catarina, Centro de Ciências Agrárias. Programa de Pós- Graduação em Agroecossistemas, 2012.
- ALVAREZ, R.; GUNNAR, L. **Semi-continuous co-digestion of solid slaughterhouse waste, manure, and fruit and vegetable waste**. *Renewable Energy*, Great Britain, v.33, n.2, p.726-734, 2008.
- ANDRADE, E. L. **Introdução à Pesquisa Operacional: Métodos e Modelos para Análise de Decisão**, 2º ed. LTC, Rio de Janeiro, 2000.
- BARNABÉ, M.C. **Produção e composição bromatologica da Brachiaria brizanta cv. Marandu adubada com dejetos de suínos**. 2001. 23 p. Dissertação (Mestrado). Universidade Federal de Goiás. 2001.
- Brasil. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Projeções do Agronegócio : Brasil 2017/18 a 2027/28 projeções de longo prazo / Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Secretaria de Política Agrícola. – Brasília : MAPA/ACE, 2018.**
- CAMPOS, A.T.de; FERREIRA, W.A.; PACCOLA, A.A.; LUCAS JÚNIOR, J.; ULBANERE, R.C.; CARDOSO, R.M.; CAMPOS, A.T. **Tratamento biológico aeróbio e reciclagem de dejetos de bovinos em sistema intensivo de produção de leite**. *Ciência e Agrotecnologia*, Lavras, v.26, n.2, p.426-438, 2002.
- CASSOL, P.C. **Disponibilidade de macronutrientes e rendimento de milho em latossolo fertilizado com dejetos suíno**. *Rev. Bras. Ciênc. Solo* vol.36 no.6 Viçosa Nov./Dec. 2012 <http://www.scielo.br/img/revistas/rbcs/v36n6/25q02.jpg>
- COELHO, A.M.; FRANÇA, G.E. **Seja o doutor do seu milho: nutrição e adubação**. 2.ed. Piracicaba: Potafos, 1995. 9p

COELHO, A. M . **Embrapa Milho e Sorgo - Sistemas de Produção**. Versão Eletrônica - 2ª Edição, 2006.

COELHO, A. M Embrapa Milho e Sorgo - **Sistemas de Produção**. Versão Eletrônica - 2ª Edição, 2006.

COMISSÃO DE QUÍMICA E FERTILIDADE DO SOLO - RS/SC. **Manual de adubação e de calagem para os Estados do Rio Grande do Sul e de Santa Catarina**. 4ª ed. Porto Alegre: SOCIEDADE BRASILEIRA DE CIÊNCIA DO SOLO, 2004.

CONAB estima safra 2018/2019 em 237,2 milhões de toneladas de grãos. Globo Rural, cidade,10, janeiro 2019. Visitado em 01 de maio de 2019. Disponível em: <HTTPS://REVISTAGLOBORURAL.GLOBO.COM/NOTICIAS/AGRICULTURA/NOTICIA/2019/01/CONAB-ESTIMA-SAFRA-20182019-EM-2372-MILHOES-DE-TONELADAS-DE-GRAOS.HTML>

CORREÇÃO e manutenção da fertilidade do solo. In: **TECNOLOGIAS de produção de soja – Região Central do Brasil, 2005**. Londrina: Embrapa Soja: Embrapa Cerrados: Embrapa Agropecuária Oeste: Fundação Meridional, 2004. p. 57-80 (Embrapa Soja. Sistemas de Produção, 6).

CÔTÉ, C.; MASSÉ, I.D.; QUESSY, S. **Reduction of indicator and pathogenic microorganisms by psychrophilic anaerobic digestion in swine slurries**. *Bioresource Technology*, Oxford, v.97, n.3, p.686-691, 2006.

DUNNETT, A.; P.B. SHIRSATH,; P.K. AGGARWAL,; P.; JOSHI, P.K.; PAL, B.D.; KHATRI-CHHETRI, A.; GHOSH, J.. **Multi-objective land use allocation modelling for prioritizing climate-smart agricultural interventions**. *Ecological Modelling* 381, 2018. Journal homepage: www.elsevier.com/locate/ecolmodel. Consultado em: 30/08/2018, as 16:00.

EMBRAPA – **Empresa Brasileira de Pesquisa**. **Manual de análises Químicas de**

solos, plantas e fertilizantes. 2.ed.rev.ampl. Brasília, EMBRAPA Informações Tecnológicas, 2009, 627p.

EMBRAPA. **Mapas de Solos do Paraná, 2017**. Extraído de:

<https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/339505/mapa-de-solos-do-estado-do-parana>. Visitado em: 13/04/2019.

EMBRAPA. **Recomendações técnicas para a cultura da soja na região Central do Brasil 1998/99**. Londrina: Centro Nacional de Pesquisa de Soja (Londrina, PR), 1998, p. 182.

HUNGRIA, M; CAMPO J,R; MENDES C,I; **Fixação Biológica do Nitrogênio na Cultura da Soja**, 2011.

IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística), **Cidades e Estados**.

Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/cidades-e-estados/pr/medianeira.html> 2010

JUNIOR, C. B. et. al. **Agroenergia da biomassa residual: perspectivas energéticas, socioeconômicas e Ambientais**. 2ª ed. rev. - Foz do Iguaçu/Brasília: Itaipu Binacional, Organização das Nações Unidas para Agricultura e Alimentação, 2009.

KUNZ, A., BORTOLI, M., HIGARRASHI, M. M.. **AVALIAÇÃO DO MANEJO DE DIFERENTES SUBSTRATOS PARA A COMPOSTAGEM DE DEJETOS LÍQUIDOS DE SUÍNOS**. ACTA Ambiental Catarinnense, vol. 5, n. ½, janeiro/dezembro/2008.

KAMINSKI, J.; PERUZZO, G. **Eficácia de fosfatos naturais reativos em sistemas de cultivo**. Santa Maria, Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 1997, p. 31. (Boletim Técnico 3).

LACHTERMACHER, G. **Pesquisa operacional** 4ª edição, ed. Person, 2009.

MACUCULE, O. E.; SANDMANN, A.; HELLMAN, L. **Produção de proteína animal e reuso de seus rejeitos na própria unidade produtora**. Revista Eletrônica

Científica Inovação e Tecnologia, Vol. 2 Ed.12, 2015, 78-85.

MAPA - MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO. ASSESSORIA DE GESTÃO ESTRATÉGICA. **Projeções do Agronegócio Brasil - 2008/09 a 2018/19**. Brasília, fevereiro de 2009.

MEDRI, Valdir. **Modelagem e otimização de sistemas de lagoas de estabilização para tratamento de dejetos suínos**. Florianópolis: Universidade Federal de Santa Catarina, 1997.

MELLEK, J.E. et al. **Dairy liquid manure and no-tillage: Physical and hydraulic properties and carbon stocks in a Cambisol of Southern Brazil**. *Soil & Tillage Research* v.110, p. 69–76, 2010.

MORI. H. F. et al. **Perda de água, solo e fósforo com aplicação de dejetos líquido bovino em latossolo sob plantio direto e com chuva simulada** R. Bras. Ci. Solo, 33:189-198, 2009.

MOSLEH, Z.; SALEHI, M. H.; FASAKHODI, A. A.; JAFARI, A.; MEHNATKESH, A.; BORUJENI, I. E.. **Sustainable allocation of agricultural lands and water resources using suitability analysis and mathematical multi-objective programming**. *Geoderma* 303, 2017. Journal homepage: www.elsevier.com/locate/geoderma. Consultado em: 30/04/2019, as 17:00.

ORRICO, A.C.A.; LUCAS JÚNIOR, J.; ORRICO JÚNIOR, M.A.P. **Caracterização e biodigestão anaeróbia dos dejetos de caprinos**. *Engenharia Agrícola*, Jaboticabal, v.27, n.3, p.639-647, 2007.

ORRICO JÚNIOR, M A. P. , ORRICO A C. A. , LUCAS JÚNIOR, J **Biodigestão anaeróbia de dejetos de suínos com e sem separação da fração sólida em diferentes tempos de retenção hidráulica** Eng. Agríc. vol.29 no.3 Jaboticabal July/Sept. 2009.

PETSAKOS, A.; ROZAKIS, S.. **Calibration of agricultural risk programming models**. European Journal of Operational Research 242, 2015.
www.elsevier.com/locate/ejor. Consultado em: 20/02/2019, as 8:00.

RAHMEIER, D.. **Agricultura familiar na mesorregião oeste do paraná: Cooperativismo como forma de integra o para a sustentabilidade dos estabelecimentos familiares**. Tese. Toledo, 2016.

RAIJ, B. VAN, J. A. QUAGGIO, H. CANTARELLA, M. E. FERREIRA, A. S. LOPES, O. C. BATAGLIA. **Análise química do solo para fins de fertilidade [Soil Chemical Analysis for Fertility]**. Funda o Cargill, Campinas, São Paulo, Brazil, 1987.

SÁNCHEZ, E; BORJA, R.; WEILAND, P.; TRAVIESO, L.; MARTÍN, A. **Effect of substrate concentration and temperature on the anaerobic digestion of piggery waste in a tropical climate**. Process Biochemistry, v. 37, p. 483- 489, 2001.

SANDMANN, A. **Maximizacao economica em unidade produtiva agropecuaria com reutilizacao dos efluentes gerados**. Tese de (doutorado) – Universidade Federal de Campina Grande, 2013.

SANDMANN, A; BARROS, M. **Modelagem matemática dos condicionantes técnicos, econômicos e financeiros de uma unidade de produ o agropecuária com bovinocultura de leite**. Medianeira: Edi o do autor, 2010.

SARTOR, V.; SOUZA, C. F.; TINOCO, I. F. F. **Informa es Básicas para Projetos de Constru es Rurais**. Instala es para suínos Constru es Rurais e Ambiência (DEA –UFV), 2004. <http://arquivo.ufv.br/dea/ambiagro/arquivos/suinos.pdf>. Acessado em 27/05/2019.

SCHERER, E. E.. **Aproveitamento do esterco de suínos como fertilizante**. Disponível em: http://www.cnpsa.embrapa.br/pnma/pdf_doc/9-EloiScherer.pdf

SILVA, E. M. e ROSTON, D.M. **Tratamento de efluentes de sala de ordenha de bovinocultura: lagoas de estabilização seguidas de leite cultivado.** Eng. Agríc., Jaboticabal, v.30, n.1, p.67-73, jan./fev. 2010

SILVA NETO, B.; OLIVEIRA, A. de. **A Programação Matemática na Análise de Sistemas de Produção Agropecuária.** Parte I. Ed. UNIJUÍ – Ijuí, 2007.

SILVA NETO, B; OLIVEIRA, A de. **Modelagem e planejamento de sistemas de produção agropecuária.** Ijuí; unijuí, 2009.

SMITH, E.; GORDON, R.; MADANI, A.; STRATTON, G. **Year-round treatment of dairy wastewater by constructed wetlands in Atlantic Canada.** Wetlands, v.26, n.2, p.349-357, 2006.

Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, APHA, 2005, 21^a ed.

TAN, Q., ZHANG, T.. **Robust fractional programming approach for improving agricultural water- use efficiency under uncertainty.** Journal of Hydrology 564, 2018. www.elsevier.com/locate/jhydrol. Consultado em: 31/08/2018, as 13:00.

TELOEKEN, A. **Modelagem matemática do tratamento de dejetos suínos em unidades de produção agropecuárias.** Dissertação de Mestrado, UNIJUÍ – UNIVERSIDADE REGIONAL DO NOROESTE DO ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL, 2009.

VALADARES FILHO, S.C., MACHADO, P.A.S., CHIZZOTTI, M.L. et al. BR-CORTE 1.0. **Cálculo de Exigências Nutricionais e Formulação de Dietas.** 2012. Disponível em www.brcorte.ufv.br. Acesso em 01/05/2019.

VIAGGI, D.; BARTOLINI, F.; RAGGI, M.. **Combining linear programming and principal-agent models: An example from environmental regulation in agriculture.** Environmental Modelling & Software 24, 2009. Journal homepage: www.elsevier.com/locate/envsoft. Consultado em: 02/03/2019, as 10:00.

APÊNDICE A

Levantamento de Dados

Área	Ha	Custo
Superfície Agricultável		
Superfície Geral		

Trabalho	Horas	Custo (R\$)
Unidades de trabalho cont 1		
Unidades de trabalho fam: 3		
Unidades de trabalho total		

Principais Instalações		
Tipo	Tamanho m ²	Estado
Galpão Madeira		
Sala de leite (ordenha coletiva)		
Freestall		
Garagem (máquinas)		

Principais maquinas e equipamentos		
Tipos e características	Quantidade	Estado
Trator		Ótimo
Plantadeira		Ótimo
Pulverizador		Ótimo
Desensilador		Regular
Tanque distribuidor		Ótimo
Ordeneira		Ótimo
Resfriador de leite		Ótimo
Grade niveladora		Ótimo
Cata capim		Bom
Cow brush		Otimo

Rebanho	Quantidade	Raça	Custo Anual (Medicamentos, veterinário)
Bezerro (até um ano)			
Novilhos (1 a 2 nos)			
Boi/vaca (acima de 2 anos)			

Culturas	Área	Rendimento médio ha⁻¹	Custo médio ha⁻¹
Soja			
Milho Verão			
Milho Inverno			
Pastagem			

APÊNDICE B

```

MAX= REA;

!DADOS DE ENTRADA;

!PRODUTOS E INSUMOS;

R          > = 0;
RACAN     > = 0;
REA       > = 0;
REANUAL   > = 0;
SIL= SIL1+SIL2+SILC;
SIL1>=0;
SIL2>=0;
SILC>=0;
MILHO = MILHO1 + MILHO2;
MILHO1>=0;
MILHO2>=0; LOTESU>=1;
@FREE (REM) ;

!REBANHO LEITERO;

!LEITE;
[PRECOLEITE]  PL      = 1.6;
[PRECOVD]    PVENDA VS = 11;
[CUSTOANOVL] CVL     = 180;
[CUSTOANOVS] CVS     = 120;
[CUSTOANON]  CN      = 80;
[CUSTOANOTF] CTF     = 60;
[CUSTORACAO] PRACAO = 1.36;

!DEJETO BOVINOS;

[NGADO] QNVST=NVST*DEJVT;

NVST=0.000843;

[PGADO] QPVST=PVST*DEJVT;

PVST= 0.00046;

[DEJGADO] DEJVT = 365*(DEJVL*VL +DEJVS*VS +DEJN*N+DEJTF*TF);
[DEJVACAL] DEJVL=40;
[DEJVACAS] DEJVS= 25;
[DEJNOV]  DEJN = 19;
[DEJTERNEIRA] DEJTF= 9;

!ENERGIA;
ENPOT     = 1.6;
ENCE      = 2;
ENSOR     = 2;
ENAV      = 2;
ENSIL     = 2.3;
ENR       = 3;
ENCANA    = 2;

!PROTEINA;

```

PROTPOT = 0.081;
 PROTCE = 0.15;
 PROTSOR = 0.167;
 PROTAV = 0.16;
 PROTSIL = 0.08;
 PROTR = 0.2;
 PROTCANA = 0.03;

!PROTEINA PARA MANUTENCAO MENSAL;

PROTVL = 13.56;
 PROTVS = 14.71;
 PROTN = 19.93;
 PROTTF = 10;

!ENERGIA METABOLIZAVEL MENSAL;

ENVL = 495.9;
 ENVS = 587;
 ENN = 366.91;
 ENT = 177.72;

!BALANÇO DE VOLUMOSOS;

MVVL = 0.5;
 MVVS = 0.5;
 MVN = 0.5;
 MVTF = 0.25;

!LEITE;

[LEITE] L=LJAN+LFEV+LMAR+LABR+LMAI+LJUN+LJUL+LAGO+LSET+LOUT+LNOV+LDEZ;

![POTVL] L - 12*360*VL <= 0;

!LIGACAO ENTRE AS CATEGORIAS DO REBANHO;

[VLVS] 0.3*VL - 0.7*VS <= 0;
 [VLTERNEIRAS] 0.5*VL - TF<=0;
 [VLNOVILHAS] 0.49*VL - N<=0;
 [VLVD] VD - 0.48*VL <=0;
 [MORTALIDADE] MORT=0.03;

PV=550;
 PS=520;
 PN=320;
 PT=104;

!SUINOS;

LOTESU <= 3;
 VENTALOTESU = VENTALOTESUJAN+VENTALOTESUMAI+VENTALOTESUSET;
 VENTALOTESUJAN = 39000*LOTESU1;
 VENTALOTESUMAI = 39000*LOTESU2;
 VENTALOTESUSET = 39000*LOTESU3;
 LOTESU = LOTESU1+LOTESU2+LOTESU3;@BIN(LOTESU1);@BIN(LOTESU2);@BIN(LOTESU3);

!NITROGENIO SUINO;

[QDEJETOSUI] DEJS = 8*110*495*LOTESU;@GIN(LOTESU);

[NLAGOA] QNSLA = NSLA *DEJSLA;

!ANALISES N SUINO;

NSLA = 0.000627;

!FOSFORO SUINO;

[PLAGOASUI] QPSLA = PSLA*DEJSLA;

!ANALISE P SUINO;

PSLA = 0.000287;

!TOTAL DEJETOS N e P;

[LIMDEJN] QNSLA = NSUINO;

[LIMDEJP] QPSLA = PSUINO;

!ESCOLHA DO SISTEMA DE MANEJO;

[DEJTOTAL] DEJSLA = DEJS;

!Ligacao entre as quantidades de Nitrogênio e Fósforo produzidas pelas três categorias;

[NOTROGENIMAXT] NSUINO + QNVST = NMAX;

[FOSFOROMAX] PSUINO + QPVST = PMAX;

[PLANTIUVERAOP] NECESSOJAP*SOJA + NECESMILHOP1*MILHO1 + NECESCEP*CE +
NECESPOTP*POT+ NECESSORP*SOR + NECESSILP1*SIL1 + NECESCANAP*CANA
+NECESMILHOP2*MILHO2 + NECESSILP2*SIL2 + NECESAVP*AV >= PMAX;

[PLANTIUVERAON] NECESSOJAN*SOJA + NECESMILHON1*MILHO1 + NECESCEP*CE +
NECESPOTN*POT+ NECESSORN*SOR + NECESSILN1*SIL1 +
NECESCANAN*CANA+NECESMILHON2*MILHO2 + NECESSILN2*SIL2 + NECESAVN*AV >=
NMAX;

!PROTEINA VEGETAL;

!NECESSIDADES;

NECESSOJAP*SOJA + NECESMILHOP1*MILHO1 + NECESCEP*CE + NECESPOTP*POT+
NECESSORP*SOR + NECESSILP1*SIL1 + NECESCANAP*CANA +NECESMILHOP2*MILHO2 +
NECESSILP2*SIL2 + NECESAVP*AV = FOSFORO;

NECESSOJAN*SOJA + NECESMILHON1*MILHO1 + NECESCEP*CE + NECESPOTN*POT+
NECESSORN*SOR + NECESSILN1*SIL1 + NECESCANAN*CANA +NECESMILHON2*MILHO2 +
NECESSILN2*SIL2 + NECESAVN*AV= NITRO;

!COMPRA DE ADUBO;

```
NITRO - NMAX = NCOMPRA;  
FOSFORO - PMAX = PCOMPRA;  
FOSFOCOMPRA = 1.6*PCOMPRA;  
NITROCOMPRA = 1.6*NCOMPRA;  
BALANCOADUBO = NITROCOMPRA+FOSFOCOMPRA;
```

!COEFICIENTES DAS CULTURAS;

```
NECESSOJAN = 0;  
NECESSOJAP = 40;
```

```
NECESMILHON2 = 150;  
NECESMILHOP2 = 27;  
NECESMILHOP1 = 33.5;  
NECESMILHON1 = 187;
```

```
RENDCE = 54000;  
NECESCEP = 35;  
NECESCEN = 400;
```

```
RENDPOT = 2000;  
NECESPOTP = 35;  
NECESPOTN = 100;
```

```
RENDSOR = 38000;  
NECESSORP = 26;  
NECESSORN = 214;
```

```
SILAG1 = 19000;  
NECESSILP1 = 21;  
NECESSILN1 = 180;
```

```
SILAG2 = 16000;  
NECESSILP2 = 18;  
NECESSILN2 = 150;  
SILAGC= 19000;
```

```
RENDCANA = 21000;  
NECESCANAP = 54.5;  
NECESCANAN = 120;
```

```
RENDAV = 27000;  
NECESAVP = 30;  
NECESAVN = 75;
```

```
SILAG = SILAG1 + SILAG2+SILAGC;
```

!PRINCIPAIS VALORES AGREGADOS AO MILHO E A SOJA;

```
CMIL = 3000;  
VMIL1 = 6333;  
VMIL2 = 4750;
```

```
[CUSTOSIL1] CSIL1 = 3400 * SIL1;
```

[CUSTOSIL2] CSIL2 = 3400 * SIL2;
 [CUSTOSILCOMPRA] CSILC = 5000*SILC;

VSOJA = 5850;
 CUSTOSOJA = 2600;

!RENDIMENTO MENSAL DA UNIDADE DE PRODUCAO AGRICOLA;

ANO = 12 ;
 CAV = 174; !CUSTO DA AVEIA;
 CSCE = 145; !CUSTO DA CANA, SORGO E CAPIM;
 CPOT = 145; !CUSTO DO POTREIRO;

[REJAN] PL*LJAN+(PVENDA*PV*VD -CSILC/12 -8.33*WF -CVL*VL - CVS*VS - CN*N -CTF*TF)/ANO -PRACAO*RJAN -CSIL1 +VENDALOTESUJAN +BALANCOADUBO/12>= REM;

[REFEV] PL*LFEV+(PVENDA*PV*VD-CSILC/12 -8.33*WF - CVL*VL - CVS*VS - CN*N -CTF*TF)/ANO - (PRACAO*RFEV) + BALANCOADUBO/12>= REM;

[REMAR] PL*LMAR +(PVENDA*PV*VD -CSILC/12 -8.33*WF - CVL*VL - CVS*VS - CN*N -CTF*TF)/ANO - (PRACAO*RMAR)+ (VMIL1*MILHO1)+ (SOJA*VSOJA)+BALANCOADUBO/12 >= REM;

[REABR] PL*LABR +(PVENDA*PV*VD -CSILC/12 -8.33*WF - CVL*VL - CVS*VS - CN*N -CTF*TF)/ANO - (PRACAO*RABR) - (CMIL*MILHO2) >= REM ;

[REMAI] PL*LMAI +(PVENDA*PV*VD-CSILC/12 -8.33*WF - CVL*VL - CVS*VS - CN*N -CTF*TF)/ANO - (PRACAO*RNAI)-(CAV*AV)+ VENDALOTESUMAI+BALANCOADUBO/12>= REM;

[REJUN] PL*LJUN +(PVENDA*PV*VD -CSILC/12 -8.33*WF - CVL*VL - CVS*VS - CN*N -CTF*TF)/ANO - (PRACAO*RJUN)+BALANCOADUBO/12 >= REM;

[REJUL] PL*LJUL +(PVENDA*PV*VD -CSILC/12 -8.33*WF - CVL*VL - CVS*VS - CN*N -CTF*TF)/ANO - (PRACAO*RJUL)+BALANCOADUBO/12 >= REM;

[REAGO] PL*LAGO +(PVENDA*PV*VD-CSILC/12 -8.33*WF - CVL*VL - CVS*VS - CN*N -CTF*TF)/ANO - (PRACAO*RAGO) -CSIL2 + BALANCOADUBO/12>= REM;

[RESET] PL*LSET +(PVENDA*PV*VD-CSILC/12 -8.33*WF - CVL*VL - CVS*VS - CN*N -CTF*TF)/ANO - (PRACAO*RSET)+ VMIL2*MILHO2 + VENDALOTESUSET+BALANCOADUBO/12>= REM;

[REOUT] PL*LOUT +(PVENDA*PV*VD -CSILC/12-8.33*WF - CVL*VL - CVS*VS - CN*N -CTF*TF)/ANO - (PRACAO*ROUT) - (CMIL*MILHO1) - (CPOT*POT) - CUSTOSOJA *SOJA+ BALANCOADUBO/12 >= REM;

[RENOV] PL*LNOV +(PVENDA*PV*VD-CSILC/12 -8.33*WF - CVL*VL - CVS*VS - CN*N -CTF*TF)/ANO - (PRACAO*RNAOV) - (CSCE*(CAN + CE + SOR)) +BALANCOADUBO/12>= REM;

[REDEZ] PL*LDEZ +(PVENDA*PV*VD -CSILC/12-8.33*WF - CVL*VL - CVS*VS - CN*N -CTF*TF)/ANO - PRACAO*RDEZ + BALANCOADUBO/12>= REM;

! RESULTADO ECONOMICO EM CADA MES;

[RREJAN] PL*LJAN+(PVENDA*PV*VD -CSILC/12 -8.33*WF -CVL*VL - CVS*VS - CN*N -CTF*TF)/ANO -PRACAO*RJAN -CSIL1 +VENDALOTESUJAN +BALANCOADUBO/12= REM1;

[RREFEV] PL*LFEV+(PVENDA*PV*VD -CSILC/12-8.33*WF - CVL*VL - CVS*VS - CN*N -CTF*TF)/ANO - (PRACAO*RFEV) + BALANCOADUBO/12= REM2;

[RREMAR] PL*LMAR + (PVENDA*PV*VD -CSILC/12 -8.33*WF - CVL*VL - CVS*VS - CN*N -CTF*TF)/ANO - (PRACAO*RMAR)+ (VMIL1*MILHO1)+ (SOJA*VSOJA) +BALANCOADUBO/12= REM3;

[RREABR] PL*LABR + (PVENDA*PV*VD -CSILC/12-8.33*WF - CVL*VL - CVS*VS - CN*N -CTF*TF)/ANO - (PRACAO*RABR) - (CMIL*MILHO2)+ BALANCOADUBO/12 = REM4 ;

[RREMAI] PL*LMAI + (PVENDA*PV*VD -CSILC/12-8.33*WF - CVL*VL - CVS*VS - CN*N -CTF*TF)/ANO - (PRACAO*RNAI)-(CAV*AV)+ VENDA*VSOJA+BALANCOADUBO/12 = REM5;

[RREJUN] PL*LJUN + (PVENDA*PV*VD -CSILC/12 -8.33*WF - CVL*VL - CVS*VS - CN*N -CTF*TF)/ANO - (PRACAO*RJUN)+BALANCOADUBO/12= REM6;

[RREJUL] PL*LJUL + (PVENDA*PV*VD -CSILC/12-8.33*WF - CVL*VL - CVS*VS - CN*N -CTF*TF)/ANO - (PRACAO*RJUL)+BALANCOADUBO/12= REM7;

[RREAGO] PL*LAGO + (PVENDA*PV*VD -CSILC/12-8.33*WF - CVL*VL - CVS*VS - CN*N -CTF*TF)/ANO - (PRACAO*RAGO) -CSIL2 +BALANCOADUBO/12= REM8;

[RRESET] PL*LSET + (PVENDA*PV*VD -CSILC/12 -8.33*WF - CVL*VL - CVS*VS - CN*N -CTF*TF)/ANO - (PRACAO*RSET)+ VMIL2*MILHO2 + VENDA*VSOJA +BALANCOADUBO/12= REM9;

[RREOUT] PL*LOUT + (PVENDA*PV*VD-CSILC/12 -8.33*WF - CVL*VL - CVS*VS - CN*N -CTF*TF)/ANO - (PRACAO*ROUT) - (CMIL*MILHO1)- (CPOT*POT) - CUSTOSOJA *SOJA+ BALANCOADUBO/12 = REM10;

[RRENOV] PL*LNNOV + (PVENDA*PV*VD-CSILC/12 -8.33*WF - CVL*VL - CVS*VS - CN*N -CTF*TF)/ANO - (PRACAO*RNNOV)- (CSCE*(CANA + CE + SOR))+BALANCOADUBO/12 = REM11;

[RREDEZ] PL*LDEZ + (PVENDA*PV*VD -CSILC/12-8.33*WF - CVL*VL - CVS*VS - CN*N -CTF*TF)/ANO - PRACAO*RDEZ + BALANCOADUBO/12= REM12;

@FREE (REM1) ;@FREE (REM2) ;@FREE (REM3) ;@FREE (REM4) ;@FREE (REM5) ;@FREE (REM6) ;@FREE (REM7) ;@FREE (REM8) ;@FREE (REM9) ;@FREE (REM10) ;@FREE (REM11) ;@FREE (REM12) ;

!RESULTADO ECONOMICO ANUAL;

[RENDAN] REM1 + REM2 + REM3 + REM4 + REM5 + REM6 + REM7 + REM8 + REM9 + REM10 + REM11 + REM12 = REANUAL;

[RREANUAL] (SOJA*VSOJA) + VENDA*VSOJA+ (VMIL1*MILHO1) + (VMIL2*MILHO2)+ (PL*L) + (PVENDA*PV*VD)-CSILC - (CVL*VL+CVS*VS+CN*N+CTF*TF)-(CSCE*(CANA + CE + SOR))- (CMIL*MILHO1)- (CPOT*POT) - (CUSTOSOJA *SOJA)- (CAV*AV)- (CMIL*MILHO2)- (PRACAO*R)-CSIL2 - CSIL1-12*8.33*WF +BALANCOADUBO= REA;

!RESTRICÖES;

!SAU;

[TOTALV] SAUV = 9;

[SAUTOTALI] SAUI = 9;

[SAUQ]SOJA+ MILHO1+POT+CE+SOR+SIL1+CANA<=SAUV;

[SAUF] MILHO2 +SOR+CE+ SIL2+ POT+AV+CANA<=SAUI;

SOJA+ MILHO1+POT+CE+SOR+SIL1+CANA<=VERAO;

MILHO2 +SOR+ SIL2+ POT+AV+CANA<=INVERNO;

!TRABALHO;

[WJANEIRO] 16*VL+

HC* (CANAJANVL+CANAJANVS+CANAJANN+CANAJANTF) +HCE* (CEJANVL+CEJANVS+CEJANN+CEJANTF) +HSOR* (SORJANVL+SORJANVS+SORJANN+SORJANTF) + HSUINO*LOTESU<=WF;

[WFEVEREIRO]

16*VL+HC* (CANAFEVVL+CANAFEVVS+CANAFEVN+CANAFEVTF) +HCE* (CEFEVVL+CEFEVVS+CEFEVN+CEFEVTF) +HSOR* (SORFEVVL+SORFEVVS+SORFEVN+SORFEVTF) + HSUINO*LOTESU<=WF;

[WMARCO]

16*VL+HC* (CANAMARVL+CANAMARVS+CANAMARN+CANAMARTF) +HCE* (CEMARVL+CEMARVS+CEMARVN+CEMARTF) +HSOR* (SORMARVL+SORMARVS+SORMARN+SORMARTF) + HSUINO*LOTESU<=WF;

[WABRIL]

16*VL+AV+HC* (CANAABRVL+CANAABRVS+CANAABRN+CANAABRTF) +HCE* (CEABRVL+CEABRVS+CEABRN+CEABRTF) +HSOR* (SORABRVL+SORABRVS+SORABRN+SORABRTF) +

HSUINO*LOTESU<=WF;

[WMAIO]

16*VL+HC* (CANAMAIVL+CANAMAIVS+CANAMAIN+CANAMAITF) +HCE* (CEMAIVL+CEMAIVS+CEMAIN+CEMAITF) + HSUINO*LOTESU<=WF;

[WJUNHO]

16*VL+HC* (CANAJUNVL+CANAJUNVS+CANAJUNN+CANAJUNTF) +HCE* (CEJUNVL+CEJUNVS+CEJUNN+CEJUNTF) + HSUINO*LOTESU<=WF;

[WJULHO]

16*VL+HC* (CANAJULVL+CANAJULVS+CANAJULN+CANAJULTF) +HCE* (CEJULVL+CEJULVS+CEJULN+CEJULTF) + HSUINO*LOTESU<=WF;

[WAGOSTO]

16*VL+HSOR*SOR+HC* (CANAAGOVL+CANAAGOVVS+CANAAGON+CANAAGOTF) +HCE* (CEAGOVL+CEAGOVVS+CEAGON+CEAGOTF) + HSUINO*LOTESU<=WF;

[WSETEMBRO]

16*VL+HC* (CANASETVL+CANASETVS+CANASETN+CANASETTF) +HSOR* (SORSETVL+SORSETVS+SORSETN+SORSETTF) +HCE* (CESETVL+CESETVS+CESETN+CESETTF) + HSUINO*LOTESU<=WF;

[WOUTUBRO]

16*VL+SIL+POT+HC* (CANAOUTVL+CANAOUTVS+CANAOUTN+CANAOUTTF) +HCE* (CEOUTVL+CEOUTVS+CEOUTN+CEOUTTF) +HSOR* (SOROUTVL+SOROUTVS+SOROUTN+SOROUTTF) +

HSUINO*LOTESU<=WF;

[WNOVEMBRO]

16*VL+HC* (CANANOVVL+CANANOVVS+CANANOVN+CANANOVTF) +HCE* (CENOVVL+CENOVVS+CENOVN+CENOVTF) +HSOR* (SORNOVVL+SORNOVVS+SORNOVN+SORNOVTF) + HSUINO*LOTESU<=WF;

[WDEZEMBRO]

16*VL+HC* (CANADEZVL+CANADEZVS+CANADEZN+CANADEZTF) +HCE* (CEDEZVL+CEDEZVS+CEDEZN+CEDEZTF) +HSOR* (SORDEZVL+SORDEZVS+SORDEZN+SORDEZTF) + HSUINO*LOTESU<=WF;

[HORASCANA] HC = 40; !HORAS POR HECTARE DE CANA;

[HORASOR] HSOR = 18;

[HORASCE] HCE = 45;

[HORASUINO] HSUINO = 240; !horas mensais por lote de suíno;

@FREE (WF) ;

!ENERGIA VL;

[ENERGIAVLJAN] 1.15*LJAN+ENVL*VL-ENPOT*POTJANVL*RENDPOTJAN-ENSIL*SILJANVL*SILAG-ENCE*CEJANVL*RENDCEJAN-ENSOR*SORJANVL*RENDSORJAN-ENR*RJANVL-ENCANA*CANAANVL*RENDNCANA-ENAV*AVJANVL*RENDAVJAN<=0;

[ENERGIAVLFEV] 1.15*LFEV+ENVL*VL-ENPOT*POTFEVVL*RENDPOTFEV-ENSIL*SILFEVVL*SILAG-ENCE*CEFEVVL*RENDCEFEV-ENSOR*SORFEVVL*RENDSORFEV-ENR*RFEVVL-ENCANA*CANAFEVVL*RENDNCANA-ENAV*AVFEVVL*RENDAVFEV<=0;

[ENERGIAVLMAR] 1.15*LMAR+ENVL*VL-ENPOT*POTMARVL*RENDPOTMAR-ENSIL*SILMARVL*SILAG-ENCE*CEMARVL*RENDCEMAR-ENSOR*SORMARVL*RENDSORMAR-ENR*RMARVL-ENCANA*CANAMARVL*RENDNCANA-ENAV*AVMARVL*RENDAVMAR<=0;

[PROTEINAVLAGOS] 0.084*LAGO+PROTVL*VL-PROTPOT*POTAGOV*RENDPOTAGO-
 PROTSIL*SILAGOV*V*VL-SILAG-PROTCE*CEAGOV*RENDCEAGO-
 PROTSOR*SORAGOV*V*VL-RENDSORAGO-PROTR*RAGOV*V*VL-PROTCANA*CANAAGOV*V*VL-RENDCANA-
 PROTAV*AVAGOV*V*VL-RENDAVAGO<=0;
 [PROTEINAVLSETEM] 0.084*LSET+PROTVL*VL-PROTPOT*POTSETV*V*VL-RENDPOTSET-
 PROTSIL*SILSETV*V*VL-SILAG-PROTCE*CESETV*V*VL-RENDCESET-
 PROTSOR*SORSETV*V*VL-RENDSORSET-PROTR*RSETV*V*VL-PROTCANA*CANASETV*V*VL-RENDCANA-
 PROTAV*AVSETV*V*VL-RENDAVSET<=0;
 [PROTEINAVLOUTUB] 0.084*LOUT+PROTVL*VL-PROTPOT*POTOUTV*V*VL-RENDPOTOUT-
 PROTSIL*SILOUTV*V*VL-SILAG-PROTCE*CEOUTV*V*VL-RENDCEOUT-
 PROTSOR*SOROUTV*V*VL-RENDSOROUT-PROTR*ROUTV*V*VL-PROTCANA*CANAOUTV*V*VL-RENDCANA-
 PROTAV*AVOUTV*V*VL-RENDAVOUT<=0;
 [PROTEINAVLNOVEM] 0.084*LNNOV+PROTVL*VL-PROTPOT*POTNOVV*V*VL-RENDPOTNOV-
 PROTSIL*SILNOVV*V*VL-SILAG-PROTCE*CENOVV*V*VL-RENDCENOV-
 PROTSOR*SORNOVV*V*VL-RENDSORNOV-PROTR*RNOVV*V*VL-PROTCANA*CANANOVV*V*VL-RENDCANA-
 PROTAV*AVNOVV*V*VL-RENDAVNOV<=0;
 [PROTEINAVLDEZEM] 0.084*LDEZ+PROTVL*VL-PROTPOT*POTDEZV*V*VL-RENDPOTDEZ-
 PROTSIL*SILDEZV*V*VL-SILAG-PROTCE*CEDEZV*V*VL-RENDCEDEZ-
 PROTSOR*SORDEZV*V*VL-RENDSORDEZ-PROTR*RDEZV*V*VL-PROTCANA*CANADEZV*V*VL-RENDCANA-
 PROTAV*AVDEZV*V*VL-RENDAVDEZ<=0;

!INGESTAO VL;

[INGESTAOVLJANEI] 0.03*30*PV*VL-POTJANV*V*VL-RENDPOTJAN-SILJANV*V*VL-SILAG-
 CEJANV*V*VL-RENDCEJAN-SORJANV*V*VL-RENDSORJAN-RJANV*V*VL-CANAJANV*V*VL-RENDCANA-
 AVJANV*V*VL-RENDAVJAN>=0;
 [INGESTAOVLFEV] 0.03*30*PV*VL-POTFEVV*V*VL-RENDPOTFEV-SILFEVV*V*VL-SILAG-
 CEFEVV*V*VL-RENDCEFEV-SORFEVV*V*VL-RENDSORFEV-RFEVV*V*VL-CANAFEVV*V*VL-RENDCANA-
 AVFEVV*V*VL-RENDAVFEV>=0;
 [INGESTAOVLMAR] 0.03*30*PV*VL-POTMARV*V*VL-RENDPOTMAR-SILMARV*V*VL-SILAG-
 CEMARV*V*VL-RENDCEMAR-SORMARV*V*VL-RENDSORMAR-RMARV*V*VL-CANAMARV*V*VL-RENDCANA-
 AVMARV*V*VL-RENDAVMAR>=0;
 [INGESTAOVLABR] 0.03*30*PV*VL-POTABRV*V*VL-RENDPOTABR-SILABRV*V*VL-SILAG-
 CEABRV*V*VL-RENDCEABR-SORABRV*V*VL-RENDSORABR-RABRV*V*VL-CANAABRV*V*VL-RENDCANA-
 AVABRV*V*VL-RENDAVABR>=0;
 [INGESTAOVLMAI] 0.03*30*PV*VL-POTMAIV*V*VL-RENDPOTMAI-SILMAIV*V*VL-SILAG-
 CEMAIV*V*VL-RENDCEMAI-SORMAIV*V*VL-RENDSORMAI-RMAIV*V*VL-CANAMAIV*V*VL-RENDCANA-
 AVMAIV*V*VL-RENDAVMAI>=0;
 [INGESTAOVLJUN] 0.03*30*PV*VL-POTJUNV*V*VL-RENDPOTJUN-SILJUNV*V*VL-SILAG-
 CEJUNV*V*VL-RENDCEJUN-SORJUNV*V*VL-RENDSORJUN-RJUNV*V*VL-CANAJUNV*V*VL-RENDCANA-
 AVJUNV*V*VL-RENDAVJUN>=0;
 [INGESTAOVLJUL] 0.03*30*PV*VL-POTJULV*V*VL-RENDPOTJUL-SILJULV*V*VL-SILAG-
 CEJULV*V*VL-RENDCEJUL-SORJULV*V*VL-RENDSORJUL-RJULV*V*VL-CANAJULV*V*VL-RENDCANA-
 AVJULV*V*VL-RENDAVJUL>=0;
 [INGESTAOVLGOS] 0.03*30*PV*VL-POTAGOV*V*VL-RENDPOTAGO-SILAGOV*V*VL-SILAG-
 CEAGOV*V*VL-RENDCEAGO-SORAGOV*V*VL-RENDSORAGO-RAGOV*V*VL-CANAAGOV*V*VL-RENDCANA-
 AVAGOV*V*VL-RENDAVAGO>=0;
 [INGESTAOVLSET] 0.03*30*PV*VL-POTSETV*V*VL-RENDPOTSET-SILSETV*V*VL-SILAG-
 CESETV*V*VL-RENDCESET-SORSETV*V*VL-RENDSORSET-RSETV*V*VL-CANASETV*V*VL-RENDCANA-
 AVSETV*V*VL-RENDAVSET>=0;
 [INGESTAOVLOUT] 0.03*30*PV*VL-POTOUTV*V*VL-RENDPOTOUT-SILOUTV*V*VL-SILAG-
 CEOUTV*V*VL-RENDCEOUT-SOROUTV*V*VL-RENDSOROUT-ROUTV*V*VL-CANAOUTV*V*VL-RENDCANA-
 AVOUTV*V*VL-RENDAVOUT>=0;
 [INGESTAOVLNOV] 0.03*30*PV*VL-POTNOVV*V*VL-RENDPOTNOV-SILNOVV*V*VL-SILAG-
 CENOVV*V*VL-RENDCENOV-SORNOVV*V*VL-RENDSORNOV-RNOVV*V*VL-CANANOVV*V*VL-RENDCANA-
 AVNOVV*V*VL-RENDAVNOV>=0;
 [INGESTAOVLDEZ] 0.03*30*PV*VL-POTDEZV*V*VL-RENDPOTDEZ-SILDEZV*V*VL-SILAG-
 CEDEZV*V*VL-RENDCEDEZ-SORDEZV*V*VL-RENDSORDEZ-RDEZV*V*VL-CANADEZV*V*VL-RENDCANA-
 AVDEZV*V*VL-RENDAVDEZ>=0;

!VOLUMOSOS VL;

[VOLUMOSOSVLJAN] MVVL*0.03*30*PV*VL-POTJANVL*RENDPOTJAN-SILJANVL*SILAG-CEJANVL*RENDCEJAN-SORJANVL*RENDSORJAN-CANAJANVL*RENDCANA-AVJANVL*RENDAVJAN<=0;

[VOLUMOSOSVLFEV] MVVL*0.03*30*PV*VL-POTFEVVL*RENDPOTFEV-SILFEVVL*SILAG-CEFEVVL*RENDCEFEV-SORFEVVL*RENDSORFEV-CANAFEVVL*RENDCANA-AVFEVVL*RENDAVFEV<=0;

[VOLUMOSOSVLMAR] MVVL*0.03*30*PV*VL-POTMARVL*RENDPOTMAR-SILMARVL*SILAG-CEMARVL*RENDCEMAR-SORMARVL*RENDSORMAR-CANAMARVL*RENDCANA-AVMARVL*RENDAVMAR<=0;

[VOLUMOSOSVLABR] MVVL*0.03*30*PV*VL-POTABRVL*RENDPOTABR-SILABRVL*SILAG-CEABRVL*RENDCEABR-SORABRVL*RENDSORABR-CANAABRVL*RENDCANA-AVABRVL*RENDAVABR<=0;

[VOLUMOSOSVLMAI] MVVL*0.03*30*PV*VL-POTMAIVL*RENDPOTMAI-SILMAIVL*SILAG-CEMAIVL*RENDCEMAI-SORMAIVL*RENDSORMAI-CANAMAIVL*RENDCANA-AVMAIVL*RENDAVMAI<=0;

[VOLUMOSOSVLJUN] MVVL*0.03*30*PV*VL-POTJUNVL*RENDPOTJUN-SILJUNVL*SILAG-CEJUNVL*RENDCEJUN-SORJUNVL*RENDSORJUN-CANAJUNVL*RENDCANA-AVJUNVL*RENDAVJUN<=0;

[VOLUMOSOSVLJUL] MVVL*0.03*30*PV*VL-POTJULVL*RENDPOTJUL-SILJULVL*SILAG-CEJULVL*RENDCEJUL-SORJULVL*RENDSORJUL-CANAJULVL*RENDCANA-AVJULVL*RENDAVJUL<=0;

[VOLUMOSOSVLAGO] MVVL*0.03*30*PV*VL-POTAGOVVL*RENDPOTAGO-SILAGOVVL*SILAG-CEAGOVVL*RENDCEAGO-SORAGOVVL*RENDSORAGO-CANAAGOVVL*RENDCANA-AVAGOVVL*RENDAVAGO<=0;

[VOLUMOSOSVLSET] MVVL*0.03*30*PV*VL-POTSETVL*RENDPOTSET-SILSETVL*SILAG-CESETVL*RENDCESET-SORSETVL*RENDSORSET-CANASETVL*RENDCANA-AVSETVL*RENDAVSET<=0;

[VOLUMOSOSVLOUT] MVVL*0.03*30*PV*VL-POTOUTVL*RENDPOTOUT-SILOUTVL*SILAG-CEOUTVL*RENDCEOUT-SOROUTVL*RENDSOROUT-CANAOUTVL*RENDCANA-AVOUTVL*RENDAVOUT<=0;

[VOLUMOSOSVLNOV] MVVL*0.03*30*PV*VL-POTNOVVL*RENDPOTNOV-SILNOVVL*SILAG-CENOVVL*RENDCENOV-SORNOVVL*RENDSORNOV-CANANOVVL*RENDCANA-AVNOVVL*RENDAVNOV<=0;

[VOLUMOSOSVLDEZ] MVVL*0.03*30*PV*VL-POTDEZVL*RENDPOTDEZ-SILDEZVL*SILAG-CEDEZVL*RENDCEDEZ-SORDEZVL*RENDSORDEZ-CANADEZVL*RENDCANA-AVDEZVL*RENDAVDEZ<=0;

!ENERGIA VS;

[ENERGIAVSJAN] ENVV*VS-ENPOT*POTJANVS*RENDPOTJAN-ENSIL*SILJANVS*SILAG-ENCE*CEJANVS*RENDCEJAN-ENSOR*SORJANVS*RENDSORJAN-ENR*RJANVS-ENCANA*CANAJANVS*RENDCANA-ENAV*AVJANVS*RENDAVJAN<=0;

[ENERGIAVSFEV] ENVV*VS-ENPOT*POTFEVVS*RENDPOTFEV-ENSIL*SILFEVVS*SILAG-ENCE*CEFEVVS*RENDCEFEV-ENSOR*SORFEVVS*RENDSORFEV-ENR*RFEVVS-ENCANA*CANAFEVVS*RENDCANA-ENAV*AVFEVVS*RENDAVFEV<=0;

[ENERGIAVSMAR] ENVV*VS-ENPOT*POTMARVS*RENDPOTMAR-ENSIL*SILMARVS*SILAG-ENCE*CEMARVS*RENDCEMAR-ENSOR*SORMARVS*RENDSORMAR-ENR*RMARVS-ENCANA*CANAMARVS*RENDCANA-ENAV*AVMARVS*RENDAVMAR<=0;

[ENERGIAVSABR] ENVV*VS-ENPOT*POTABRVS*RENDPOTABR-ENSIL*SILABRVS*SILAG-ENCE*CEABRVS*RENDCEABR-ENSOR*SORABRVS*RENDSORABR-ENR*RABRVS-ENCANA*CANAABRVS*RENDCANA-ENAV*AVABRVS*RENDAVABR<=0;

[ENERGIAVSMAI] ENVV*VS-ENPOT*POTMAIVS*RENDPOTMAI-ENSIL*SILMAIVS*SILAG-ENCE*CEMAIVS*RENDCEMAI-ENSOR*SORMAIVS*RENDSORMAI-ENR*RMAIVS-ENCANA*CANAMAIVS*RENDCANA-ENAV*AVMAIVS*RENDAVMAI<=0;

[ENERGIAVSJUN] ENVV*VS-ENPOT*POTJUNVS*RENDPOTJUN-ENSIL*SILJUNVS*SILAG-ENCE*CEJUNVS*RENDCEJUN-ENSOR*SORJUNVS*RENDSORJUN-ENR*RJUNVS-ENCANA*CANAJUNVS*RENDCANA-ENAV*AVJUNVS*RENDAVJUN<=0;

[ENERGIAVSJUL] ENVV*VS-ENPOT*POTJULVS*RENDPOTJUL-ENSIL*SILJULVS*SILAG-ENCE*CEJULVS*RENDCEJUL-ENSOR*SORJULVS*RENDSORJUL-ENR*RJULVS-ENCANA*CANAJULVS*RENDCANA-ENAV*AVJULVS*RENDAVJUL<=0;

[ENERGIAVSAGO] ENVSVS-ENPOT*POTAGOVSV*RENDPOTAGO-ENSIL*SILAGOVSV*SILAG-
 ENCE*CEAGOVSV*RENDCEAGO-ENSOR*SORAGOVSV*RENDSORAGO-ENR*RAGOVSV-
 ENCANA*CANAAGOVSV*RENDCANA-ENAV*AVAGOVSV*RENDAVAGO<=0;
 [ENERGIAVSSET] ENVSVS-ENPOT*POTSETVSV*RENDPOTSET-ENSIL*SILSETVSV*SILAG-
 ENCE*CESETVSV*RENDCESET-ENSOR*SORSETVSV*RENDSORSET-ENR*RSETVSV-
 ENCANA*CANASETVSV*RENDCANA-ENAV*AVSETVSV*RENDAVSET<=0;
 [ENERGIAVSOUT] ENVSVS-ENPOT*POTOUTVSV*RENDPOTOUT-ENSIL*SILOUTVSV*SILAG-
 ENCE*CEOUTVSV*RENDCEOUT-ENSOR*SOROUTVSV*RENDSOROUT-ENR*ROUTVSV-
 ENCANA*CANAOUTVSV*RENDCANA-ENAV*AVOUTVSV*RENDAVOUT<=0;
 [ENERGIAVSNV] ENVSVS-ENPOT*POTNOVSV*RENDPOTNOV-ENSIL*SILNOVSV*SILAG-
 ENCE*CENOVSV*RENDCENOV-ENSOR*SORNOVSV*RENDSORNOV-ENR*RNOVSV-
 ENCANA*CANANOVS*RENDCANA-ENAV*AVNOVSV*RENDAVNOV<=0;
 [ENERGIAVSDEZ] ENVSVS-ENPOT*POTDEZVSV*RENDPOTDEZ-ENSIL*SILDEZVSV*SILAG-
 ENCE*CEDEZVSV*RENDCEDEZ-ENSOR*SORDEZVSV*RENDSORDEZ-ENR*RDEZVSV-
 ENCANA*CANADEZVSV*RENDCANA-ENAV*AVDEZVSV*RENDAVDEZ<=0;

!PROTEINA VS;

[PROTEINAVSJAN] PROTVSVS-PROTPOT*POTJANVSV*RENDPOTJAN-
 PROTSIL*SILJANVSV*SILAG-PROTCE*CEJANVSV*RENDCEJAN-
 PROTSOR*SORJANVSV*RENDSORJAN-PROTR*RJANVSV-PROTCANA*CANAJANVSV*RENDCANA-
 PROTAV*AVJANVSV*RENDAVJAN<=0;
 [PROTEINAVSFEV] PROTVSVS-PROTPOT*POTFEVSV*RENDPOTFEV-
 PROTSIL*SILFEVSV*SILAG-PROTCE*CEFEVSV*RENDCEFEV-
 PROTSOR*SORFEVSV*RENDSORFEV-PROTR*RFEVSV-PROTCANA*CANAFEVSV*RENDCANA-
 PROTAV*AVFEVSV*RENDAVFEV<=0;
 [PROTEINAVSMAR] PROTVSVS-PROTPOT*POTMARVSV*RENDPOTMAR-
 PROTSIL*SILMARVSV*SILAG-PROTCE*CEMARVSV*RENDCEMAR-
 PROTSOR*SORMARVSV*RENDSORMAR-PROTR*RMARVSV-PROTCANA*CANAMARVSV*RENDCANA-
 PROTAV*AVMARVSV*RENDAVMAR<=0;
 [PROTEINAVSABR] PROTVSVS-PROTPOT*POTABRVSV*RENDPOTABR-
 PROTSIL*SILABRVSV*SILAG-PROTCE*CEABRVSV*RENDCEABR-
 PROTSOR*SORABRVSV*RENDSORABR-PROTR*RABRVSV-PROTCANA*CANABRVSV*RENDCANA-
 PROTAV*AVABRVSV*RENDAVABR<=0;
 [PROTEINAVSMAI] PROTVSVS-PROTPOT*POTMAIVSV*RENDPOTMAI-
 PROTSIL*SILMAIVSV*SILAG-PROTCE*CEMAIVSV*RENDCEMAI-
 PROTSOR*SORMAIVSV*RENDSORMAI-PROTR*RNAIVSV-PROTCANA*CANAMAIVSV*RENDCANA-
 PROTAV*AVMAIVSV*RENDAVMAI<=0;
 [PROTEINAVSJUN] PROTVSVS-PROTPOT*POTJUNVSV*RENDPOTJUN-
 PROTSIL*SILJUNVSV*SILAG-PROTCE*CEJUNVSV*RENDCEJUN-
 PROTSOR*SORJUNVSV*RENDSORJUN-PROTR*RJUNVSV-PROTCANA*CANAJUNVSV*RENDCANA-
 PROTAV*AVJUNVSV*RENDAVJUN<=0;
 [PROTEINAVSJUL] PROTVSVS-PROTPOT*POTJULVSV*RENDPOTJUL-
 PROTSIL*SILJULVSV*SILAG-PROTCE*CEJULVSV*RENDCEJUL-
 PROTSOR*SORJULVSV*RENDSORJUL-PROTR*RJULVSV-PROTCANA*CANAJULVSV*RENDCANA-
 PROTAV*AVJULVSV*RENDAVJUL<=0;
 [PROTEINAVSAGO] PROTVSVS-PROTPOT*POTAGOVSV*RENDPOTAGO-
 PROTSIL*SILAGOVSV*SILAG-PROTCE*CEAGOVSV*RENDCEAGO-
 PROTSOR*SORAGOVSV*RENDSORAGO-PROTR*RAGOVSV-PROTCANA*CANAAGOVSV*RENDCANA-
 PROTAV*AVAGOVSV*RENDAVAGO<=0;
 [PROTEINAVSSET] PROTVSVS-PROTPOT*POTSETVSV*RENDPOTSET-
 PROTSIL*SILSETVSV*SILAG-PROTCE*CESETVSV*RENDCESET-
 PROTSOR*SORSETVSV*RENDSORSET-PROTR*RSETVSV-PROTCANA*CANASETVSV*RENDCANA-
 PROTAV*AVSETVSV*RENDAVSET<=0;
 [PROTEINAVSOUT] PROTVSVS-PROTPOT*POTOUTVSV*RENDPOTOUT-
 PROTCE*CEOUTVSV*RENDCEOUT-PROTSIL*SILOUTVSV*PROTVSVS-
 PROTPOT*POTOUTVSV*RENDPOTOUT-PROTSIL*SILOUTVSV*SILAG-
 PROTCE*CEOUTVSV*RENDCEOUT-PROTSOR*SOROUTVSV*RENDSOROUT-PROTR*ROUTVSV-
 PROTCANA*CANAOUTVSV*RENDCANA-PROTAV*AVOUTVSV*RENDAVOUT<=0;
 [PROTEINAVSNV] PROTVSVS-PROTPOT*POTNOVSV*RENDPOTNOV-
 PROTSIL*SILNOVSV*SILAG-PROTCE*CENOVSV*RENDCENOV-

PROTSOR*SORNOVVS*RENDSORNOV-PROTR*RNOVVS-PROTCANA*CANANOVVS*RENDCANA-
 PROTAV*AVNOVVS*RENDAVNOV<=0;
 [PROTEINAVSDEZ] PROTVS*VS-PROTPOT*POTDEZVS*RENDPOTDEZ-
 PROTSIL*SILDEZVS*SILAG-PROTCE*CEDEZVS*RENDCEDEZ-
 PROTSOR*SORDEZVS*RENDSORDEZ-PROTR*RDEZVS-PROTCANA*CANADEZVS*RENDCANA-
 PROTAV*AVDEZVS*RENDAVDEZ<=0;

!INGESTAO VS;

[INGESTAOVSIJAN] 0.03*30*PV*VS-POTJANVS*RENDPOTJAN-SILJANVS*SILAG-
 CEJANVS*RENDCEJAN-SORJANVS*RENDSORJAN-RJANVS-CANAJANVS*RENDCANA-
 AVJANVS*RENDAVJAN>=0;
 [INGESTAOVSFEB] 0.03*30*PV*VS-POTFEVVS*RENDPOTFEV-SILFEVVS*SILAG-
 CEFEBVS*RENDCEFEV-SORFEVVS*RENDSORFEV-RFEVVS-CANAFEVVS*RENDCANA-
 AVFEVVS*RENDAVFEV>=0;
 [INGESTAOVSMAR] 0.03*30*PV*VS-POTMARVS*RENDPOTMAR-SILMARVS*SILAG-
 CEMARVS*RENDCEMAR-SORMARVS*RENDSORMAR-RMARVS-CANAMARVS*RENDCANA-
 AVMARVS*RENDAVMAR>=0;
 [INGESTAOVSABR] 0.03*30*PV*VS-POTABRVS*RENDPOTABR-SILABRVS*SILAG-
 CEABRVS*RENDCEABR-SORABRVS*RENDSORABR-RABRVS-CANAABRVS*RENDCANA-
 AVABRVS*RENDAVABR>=0;
 [INGESTAOVSMAI] 0.03*30*PV*VS-POTMAIVS*RENDPOTMAI-SILMAIVS*SILAG-
 CEMAIVS*RENDCEMAI-SORMAIVS*RENDSORMAI-RMAIVS-CANAMAIVS*RENDCANA-
 AVMAIVS*RENDAVMAI>=0;
 [INGESTAOVSIJUN] 0.03*30*PV*VS-POTJUNVS*RENDPOTJUN-SILJUNVS*SILAG-
 CEJUNVS*RENDCEJUN-SORJUNVS*RENDSORJUN-RJUNVS-CANAJUNVS*RENDCANA-
 AVJUNVS*RENDAVJUN>=0;
 [INGESTAOVSIJUL] 0.03*30*PV*VS-POTJULVS*RENDPOTJUL-SILJULVS*SILAG-
 CEJULVS*RENDCEJUL-SORJULVS*RENDSORJUL-RJULVS-CANAJULVS*RENDCANA-
 AVJULVS*RENDAVJUL>=0;
 [INGESTAOVSIAGO] 0.03*30*PV*VS-POTAGOVS*RENDPOTAGO-SILAGOVS*SILAG-
 CEAGOVS*RENDCEAGO-SORAGOVS*RENDSORAGO-RAGOVS-CANAAGOVS*RENDCANA-
 AVAGOVS*RENDAVAGO>=0;
 [INGESTAOVSISET] 0.03*30*PV*VS-POTSETVS*RENDPOTSET-SILSETVS*SILAG-
 CESETVS*RENDCESET-SORSETVS*RENDSORSET-RSETVS-CANASETVS*RENDCANA-
 AVSETVS*RENDAVSET>=0;
 [INGESTAOVSIOUT] 0.03*30*PV*VS-POTOUTVS*RENDPOTOUT-SILOUTVS*SILAG-
 CEOUTVS*RENDCEOUT-SOROUTVS*RENDSOROUT-ROUTVS-CANAOUTVS*RENDCANA-
 AVOUTVS*RENDAVOUT>=0;
 [INGESTAOVSI NOV] 0.03*30*PV*VS-POTNOVVS*RENDPOTNOV-SILNOVVS*SILAG-
 CENOVVS*RENDCENOV-SORNOVVS*RENDSORNOV-RNOVVS-CANANOVVS*RENDCANA-
 AVNOVVS*RENDAVNOV>=0;
 [INGESTAOVSI DEZ] 0.03*30*PV*VS-POTDEZVS*RENDPOTDEZ-SILDEZVS*SILAG-
 CEDEZVS*RENDCEDEZ-SORDEZVS*RENDSORDEZ-RDEZVS-CANADEZVS*RENDCANA-
 AVDEZVS*RENDAVDEZ>=0;

!VOLUMOSOS VS;

[VOLUMOSOSVSIJAN] MVVS*0.03*30*PV*VS-POTJANVS*RENDPOTJAN-SILJANVS*SILAG-
 CEJANVS*RENDCEJAN-SORJANVS*RENDSORJAN-CANAJANVS*RENDCANA-
 AVJANVS*RENDAVJAN<=0;
 [VOLUMOSOSVSI FEB] MVVS*0.03*30*PV*VS-POTFEVVS*RENDPOTFEV-SILFEVVS*SILAG-
 CEFEBVS*RENDCEFEV-SORFEVVS*RENDSORFEV-CANAFEVVS*RENDCANA-
 AVFEVVS*RENDAVFEV<=0;
 [VOLUMOSOSVSI MAR] MVVS*0.03*30*PV*VS-POTMARVS*RENDPOTMAR-SILMARVS*SILAG-
 CEMARVS*RENDCEMAR-SORMARVS*RENDSORMAR-CANAMARVS*RENDCANA-
 AVMARVS*RENDAVMAR<=0;
 [VOLUMOSOSVSI ABR] MVVS*0.03*30*PV*VS-POTABRVS*RENDPOTABR-SILABRVS*SILAG-
 CEABRVS*RENDCEABR-SORABRVS*RENDSORABR-CANAABRVS*RENDCANA-
 AVABRVS*RENDAVABR<=0;

[VOLUMOSOSVSMAI] MVVS*0.03*30*PV*VS-POTMAIVS*RENDPOTMAI-SILMAIVS*SILAG-CEMAIVS*RENDCEMAI-SORMAIVS*RENDSORMAI-CANAMAIVS*RENDCANA-AVMAIVS*RENDAVMAI<=0;

[VOLUMOSOSVSJUN] MVVS*0.03*30*PV*VS-POTJUNVS*RENDPOTJUN-SILJUNVS*SILAG-CEJUNVS*RENDCEJUN-SORJUNVS*RENDSORJUN-CANAJUNVS*RENDCANA-AVJUNVS*RENDAVJUN<=0;

[VOLUMOSOSVSJUL] MVVS*0.03*30*PV*VS-POTJULVS*RENDPOTJUL-SILJULVS*SILAG-CEJULVS*RENDCEJUL-SORJULVS*RENDSORJUL-CANAJULVS*RENDCANA-AVJULVS*RENDAVJUL<=0;

[VOLUMOSOSVSAGO] MVVS*0.03*30*PV*VS-POTAGOVS*RENDPOTAGO-SILAGOVS*SILAG-CEAGOVS*RENDCEAGO-SORAGOVS*RENDSORAGO-CANAAGOVS*RENDCANA-AVAGOVS*RENDAVAGO<=0;

[VOLUMOSOSVSSET] MVVS*0.03*30*PV*VS-POTSETVS*RENDPOTSET-SILSETVS*SILAG-CESETVS*RENDCESET-SORSETVS*RENDSORSET-CANASETVS*RENDCANA-AVSETVS*RENDAVSET<=0;

[VOLUMOSOSVSOUT] MVVS*0.03*30*PV*VS-POTOUTVS*RENDPOTOUT-SILOUTVS*SILAG-CEOUTVS*RENDCEOUT-SOROUTVS*RENDSOROUT-CANAOUTVS*RENDCANA-AVOUTVS*RENDAVOUT<=0;

[VOLUMOSOSVSNV] MVVS*0.03*30*PV*VS-POTNOVVS*RENDPOTNOV-SILNOVVS*SILAG-CENOVVS*RENDCENOV-SORNOVVS*RENDSORNOV-CANANOVVS*RENDCANA-AVNOVVS*RENDAVNOV<=0;

[VOLUMOSOSVSDEZ] MVVS*0.03*30*PV*VS-POTDEZVS*RENDPOTDEZ-SILDEZVS*SILAG-CEDEZVS*RENDCEDEZ-SORDEZVS*RENDSORDEZ-CANADEZVS*RENDCANA-AVDEZVS*RENDAVDEZ<=0;

!ENERGIA N;

[ENERGIANJAN] ENN*N-ENPOT*POTJANN*RENDPOTJAN-ENSIL*SILJANN*SILAG-ENCE*CEJANN*RENDCEJAN-ENSOR*SORJANN*RENDSORJAN-ENR*RJANN-ENCANA*CANAJANN*RENDCANA-ENAV*AVJANN*RENDAVJAN<=0;

[ENERGIANFEV] ENN*N-ENPOT*POTFEVN*RENDPOTFEV-ENSIL*SILFEVN*SILAG-ENCE*CEFEVN*RENDCEFEV-ENSOR*SORFEVN*RENDSORFEV-ENR*RFEVN-ENCANA*CANAFEVN*RENDCANA-ENAV*AVFEVN*RENDAVFEV<=0;

[ENERGIANMAR] ENN*N-ENPOT*POTMARN*RENDPOTMAR-ENSIL*SILMARN*SILAG-ENCE*CEMARN*RENDCEMAR-ENSOR*SORMARN*RENDSORMAR-ENR*RMARN-ENCANA*CANAMARN*RENDCANA-ENAV*AVMARN*RENDAVMAR<=0;

[ENERGIANABR] ENN*N-ENPOT*POTABRN*RENDPOTABR-ENSIL*SILABRN*SILAG-ENCE*CEABRN*RENDCEABR-ENSOR*SORABRN*RENDSORABR-ENR*RABRN-ENCANA*CANAABRN*RENDCANA-ENAV*AVABRN*RENDAVABR<=0;

[ENERGIANMAI] ENN*N-ENPOT*POTMAIN*RENDPOTMAI-ENSIL*SILMAIN*SILAG-ENCE*CEMAIN*RENDCEMAI-ENSOR*SORMAIN*RENDSORMAI-ENR*RMAIN-ENCANA*CANAMAIN*RENDCANA-ENAV*AVMAIN*RENDAVMAI<=0;

[ENERGIANJUN] ENN*N-ENPOT*POTJUNN*RENDPOTJUN-ENSIL*SILJUNN*SILAG-ENCE*CEJUNN*RENDCEJUN-ENSOR*SORJUNN*RENDSORJUN-ENR*RJUNN-ENCANA*CANAJUNN*RENDCANA-ENAV*AVJUNN*RENDAVJUN<=0;

[ENERGIANJUL] ENN*N-ENPOT*POTJULN*RENDPOTJUL-ENSIL*SILJULN*SILAG-ENCE*CEJULN*RENDCEJUL-ENSOR*SORJULN*RENDSORJUL-ENR*RJULN-ENCANA*CANAJULN*RENDCANA-ENAV*AVJULN*RENDAVJUL<=0;

[ENERGIANAGO] ENN*N-ENPOT*POTAGON*RENDPOTAGO-ENSIL*SILAGON*SILAG-ENCE*CEAGON*RENDCEAGO-ENSOR*SORAGON*RENDSORAGO-ENR*RAGON-ENCANA*CANAAAGON*RENDCANA-ENAV*AVAGON*RENDAVAGO<=0;

[ENERGIANSET] ENN*N-ENPOT*POTSETN*RENDPOTSET-ENSIL*SILSETN*SILAG-ENCE*CESETN*RENDCESET-ENSOR*SORSETN*RENDSORSET-ENR*RSETN-ENCANA*CANASETN*RENDCANA-ENAV*AVSETN*RENDAVSET<=0;

[ENERGIANOUT] ENN*N-ENPOT*POTOUTN*RENDPOTOUT-ENSIL*SILOUTN*SILAG-ENCE*CEOUTN*RENDCEOUT-ENSOR*SOROUTN*RENDSOROUT-ENR*ROUTN-ENCANA*CANAOUTN*RENDCANA-ENAV*AVOUTN*RENDAVOUT<=0;

[ENERGIANNOV] ENN*N-ENPOT*POTNOVN*RENDPOTNOV-ENSIL*SILNOVN*SILAG-ENCE*CENOVN*RENDCENOV-ENSOR*SORNOVN*RENDSORNOV-ENR*RNOVN-ENCANA*CANANOVN*RENDCANA-ENAV*AVNOVN*RENDAVNOV<=0;

[ENERGIANDEZ] ENN*N-ENPOT*POTDEZN*RENDPOTDEZ-ENSIL*SILDEZN*SILAG-
 ENCE*CEDEZN*RENDCEDEZ-ENSOR*SORDEZN*RENDSORDEZ-ENR*RDEZN-
 ENCANA*CANADEZN*RENDCANA-ENAV*AVDEZN*RENDAVDEZ<=0;

!PROTEINA N;

[PROTEINANJAN] PROTN*N-PROTPOT*POTJANN*RENDPOTJAN-PROTSIL*SILJANN*SILAG-
 PROTCE*CEJANN*RENDCEJAN-PROTSOR*SORJANN*RENDSORJAN-PROTR*RJANN-
 PROTCANA*CANAJANN*RENDCANA-PROTAV*AVJANN*RENDAVJAN<=0;
 [PROTEINANFEV] PROTN*N-PROTPOT*POTFEVN*RENDPOTFEV-PROTSIL*SILFEVN*SILAG-
 PROTCE*CEFEVN*RENDCEFEV-PROTSOR*SORFEVN*RENDSORFEV-PROTR*RFEVN-
 PROTCANA*CANAFEVN*RENDCANA-PROTAV*AVFEVN*RENDAVFEV<=0;
 [PROTEINANMAR] PROTN*N-PROTPOT*POTMARN*RENDPOTMAR-PROTSIL*SILMARN*SILAG-
 PROTCE*CEMARN*RENDCEMAR-PROTSOR*SORMARN*RENDSORMAR-PROTR*RMARN-
 PROTCANA*CANAMARN*RENDCANA-PROTAV*AVMARN*RENDAVMAR<=0;
 [PROTEINANABR] PROTN*N-PROTPOT*POTABRN*RENDPOTABR-PROTSIL*SILABRN*SILAG-
 PROTCE*CEABRN*RENDCEABR-PROTSOR*SORABRN*RENDSORABR-PROTR*RABRN-
 PROTCANA*CANABRN*RENDCANA-PROTAV*AVABRN*RENDAVABR<=0;
 [PROTEINANMAI] PROTN*N-PROTPOT*POTMAIN*RENDPOTMAI-PROTSIL*SILMAIN*SILAG-
 PROTCE*CEMAIN*RENDCEMAI-PROTSOR*SORMAIN*RENDSORMAI-PROTR*RMAIN-
 PROTCANA*CANAMAIN*RENDCANA-PROTAV*AVMAIN*RENDAVMAI<=0;
 [PROTEINANJUN] PROTN*N-PROTPOT*POTJUNN*RENDPOTJUN-PROTSIL*SILJUNN*SILAG-
 PROTCE*CEJUNN*RENDCEJUN-PROTSOR*SORJUNN*RENDSORJUN-PROTR*RJUNN-
 PROTCANA*CANAJUNN*RENDCANA-PROTAV*AVJUNN*RENDAVJUN<=0;
 [PROTEINANJUL] PROTN*N-PROTPOT*POTJULN*RENDPOTJUL-PROTSIL*SILJULN*SILAG-
 PROTCE*CEJULN*RENDCEJUL-PROTSOR*SORJULN*RENDSORJUL-PROTR*RJULN-
 PROTCANA*CANAJULN*RENDCANA-PROTAV*AVJULN*RENDAVJUL<=0;
 [PROTEINANAGO] PROTN*N-PROTPOT*POTAGON*RENDPOTAGO-PROTSIL*SILAGON*SILAG-
 PROTCE*CEAGON*RENDCEAGO-PROTSOR*SORAGON*RENDSORAGO-PROTR*RAGON-
 PROTCANA*CANAGON*RENDCANA-PROTAV*AVAGON*RENDAVAGO<=0;
 [PROTEINANSET] PROTN*N-PROTPOT*POTSETN*RENDPOTSET-PROTSIL*SILSETN*SILAG-
 PROTCE*CESETN*RENDCESET-PROTSOR*SORSETN*RENDSORSET-PROTR*RSETN-
 PROTCANA*CANASETN*RENDCANA-PROTAV*AVSETN*RENDAVSET<=0;
 [PROTEINANOUT] PROTN*N-PROTPOT*POTOUTN*RENDPOTOUT-PROTSIL*SILOUTN*SILAG-
 PROTCE*CEOUTN*RENDCEOUT-PROTSOR*SOROUTN*RENDSOROUT-PROTR*ROUTN-
 PROTCANA*CANAOUTN*RENDCANA-PROTAV*AVOUTN*RENDAVOUT<=0;
 [PROTEINANNOV] PROTN*N-PROTPOT*POTNOVN*RENDPOTNOV-PROTSIL*SILNOVN*SILAG-
 PROTCE*CENOVN*RENDCENOV-PROTSOR*SORNOVN*RENDSORNOV-PROTR*RNOVN-
 PROTCANA*CANANOVN*RENDCANA-PROTAV*AVNOVN*RENDAVNOV<=0;
 [PROTEINANDEZ] PROTN*N-PROTPOT*POTDEZN*RENDPOTDEZ-PROTSIL*SILDEZN*SILAG-
 PROTCE*CEDEZN*RENDCEDEZ-PROTSOR*SORDEZN*RENDSORDEZ-PROTR*RDEZN-
 PROTCANA*CANADEZN*RENDCANA-PROTAV*AVDEZN*RENDAVDEZ<=0;

!INGESTAO N;

[INGESTAONJAN] 0.03*30*PN*N-POTJANN*RENDPOTJAN-SILJANN*SILAG-
 CEJANN*RENDCEJAN-SORJANN*RENDSORJAN-RJANN-CANAJANN*RENDCANA-
 AVJANN*RENDAVJAN>=0;
 [INGESTAONFEV] 0.03*30*PN*N-POTFEVN*RENDPOTFEV-SILFEVN*SILAG-
 CEFEVN*RENDCEFEV-SORFEVN*RENDSORFEV-RFEVN-CANAFEVN*RENDCANA-
 AVFEVN*RENDAVFEV>=0;
 [INGESTAONMAR] 0.03*30*PN*N-POTMARN*RENDPOTMAR-SILMARN*SILAG-
 CEMARN*RENDCEMAR-SORMARN*RENDSORMAR-RMARN-CANAMARN*RENDCANA-
 AVMARN*RENDAVMAR>=0;
 [INGESTAONABR] 0.03*30*PN*N-POTABRN*RENDPOTABR-SILABRN*SILAG-
 CEABRN*RENDCEABR-SORABRN*RENDSORABR-RABRN-CANABRN*RENDCANA-
 AVABRN*RENDAVABR>=0;
 [INGESTAONMAI] 0.03*30*PN*N-POTMAIN*RENDPOTMAI-SILMAIN*SILAG-
 CEMAIN*RENDCEMAI-SORMAIN*RENDSORMAI-RMAIN-CANAMAIN*RENDCANA-
 AVMAIN*RENDAVMAI>=0;

[INGESTAONJUN] 0.03*30*PN*N-POTJUNN*RENDPOTJUN-SILJUNN*SILAG-
 CEJUNN*RENDCEJUN-SORJUNN*RENDSORJUN-RJUNN-CANAJUNN*RENDCCANA-
 AVJUNN*RENDAVJUN>=0;
 [INGESTAONJUL] 0.03*30*PN*N-POTJULN*RENDPOTJUL-SILJULN*SILAG-
 CEJULN*RENDCEJUL-SORJULN*RENDSORJUL-RJULN-CANAJULN*RENDCCANA-
 AVJULN*RENDAVJUL>=0;
 [INGESTAONAGO] 0.03*30*PN*N-POTAGON*RENDPOTAGO-SILAGON*SILAG-
 CEAGON*RENDCEAGO-SORAGON*RENDSORAGO-RAGON-CANAAGON*RENDCCANA-
 AVAGON*RENDAVAGO>=0;
 [INGESTAONSET] 0.03*30*PN*N-POTSETN*RENDPOTSET-SILSETN*SILAG-
 CESETN*RENDCESET-SORSETN*RENDSORSET-RSETN-CANASETN*RENDCCANA-
 AVSETN*RENDAVSET>=0;
 [INGESTAONOUT] 0.03*30*PN*N-POTOUTN*RENDPOTOUT-SILOUTN*SILAG-
 CEOUTN*RENDCEOUT-SOROUTN*RENDSOROUT-ROUTN-CANAOUTN*RENDCCANA-
 AVOUTN*RENDAVOUT>=0;
 [INGESTAONNOV] 0.03*30*PN*N-POTNOVN*RENDPOTNOV-SILNOVN*SILAG-
 CENOVN*RENDCENOV-SORNOVN*RENDSORNOV-RNOVN-CANANOVN*RENDCCANA-
 AVNOVN*RENDAVNOV>=0;
 [INGESTAONDEZ] 0.03*30*PN*N-POTDEZN*RENDPOTDEZ-SILDEZN*SILAG-
 CEDEZN*RENDCEDEZ-SORDEZN*RENDSORDEZ-RDEZN-CANADEZN*RENDCCANA-
 AVDEZN*RENDAVDEZ>=0;

!VOLUMOSOS N;

[VOLUMOSOSNJAN] MVN*0.03*30*PN*N-POTJANN*RENDPOTJAN-SILJANN*SILAG-
 CEJANN*RENDCEJAN-SORJANN*RENDSORJAN-CANAJANN*RENDCCANA-AVJANN*RENDAVJAN<=0;
 [VOLUMOSOSNFEV] MVN*0.03*30*PN*N-POTFEVN*RENDPOTFEV-SILFEVN*SILAG-
 CEFEVN*RENDCEFEV-SORFEVN*RENDSORFEV-CANAFEVN*RENDCCANA-AVFEVN*RENDAVFEV<=0;
 [VOLUMOSOSNMAR] MVN*0.03*30*PN*N-POTMARN*RENDPOTMAR-SILMARN*SILAG-
 CEMARN*RENDCEMAR-SORMARN*RENDSORMAR-CANAMARN*RENDCCANA-AVMARN*RENDAVMAR<=0;
 [VOLUMOSOSNABR] MVN*0.03*30*PN*N-POTABRN*RENDPOTABR-SILABRN*SILAG-
 CEABRN*RENDCEABR-SORABRN*RENDSORABR-CANAABRN*RENDCCANA-AVABRN*RENDAVABR<=0;
 [VOLUMOSOSNMAI] MVN*0.03*30*PN*N-POTMAIN*RENDPOTMAI-SILMAIN*SILAG-
 CEMAIN*RENDCEMAI-SORMAIN*RENDSORMAI-CANAMAIN*RENDCCANA-AVMAIN*RENDAVMAI<=0;
 [VOLUMOSOSNJUN] MVN*0.03*30*PN*N-POTJUNN*RENDPOTJUN-SILJUNN*SILAG-
 CEJUNN*RENDCEJUN-SORJUNN*RENDSORJUN-CANAJUNN*RENDCCANA-AVJUNN*RENDAVJUN<=0;
 [VOLUMOSOSNJUL] MVN*0.03*30*PN*N-POTJULN*RENDPOTJUL-SILJULN*SILAG-
 CEJULN*RENDCEJUL-SORJULN*RENDSORJUL-CANAJULN*RENDCCANA-AVJULN*RENDAVJUL<=0;
 [VOLUMOSOSNAGO] MVN*0.03*30*PN*N-POTAGON*RENDPOTAGO-SILAGON*SILAG-
 CEAGON*RENDCEAGO-SORAGON*RENDSORAGO-CANAAGON*RENDCCANA-AVAGON*RENDAVAGO<=0;
 [VOLUMOSOSNSET] MVN*0.03*30*PN*N-POTSETN*RENDPOTSET-SILSETN*SILAG-
 CESETN*RENDCESET-SORSETN*RENDSORSET-CANASETN*RENDCCANA-AVSETN*RENDAVSET<=0;
 [VOLUMOSOSNOUT] MVN*0.03*30*PN*N-POTOUTN*RENDPOTOUT-SILOUTN*SILAG-
 CEOUTN*RENDCEOUT-SOROUTN*RENDSOROUT-CANAOUTN*RENDCCANA-AVOUTN*RENDAVOUT<=0;
 [VOLUMOSOSNNOV] MVN*0.03*30*PN*N-POTNOVN*RENDPOTNOV-SILNOVN*SILAG-
 CENOVN*RENDCENOV-SORNOVN*RENDSORNOV-CANANOVN*RENDCCANA-AVNOVN*RENDAVNOV<=0;
 [VOLUMOSOSNDEZ] MVN*0.03*30*PN*N-POTDEZN*RENDPOTDEZ-SILDEZN*SILAG-
 CEDEZN*RENDCEDEZ-SORDEZN*RENDSORDEZ-CANADEZN*RENDCCANA-AVDEZN*RENDAVDEZ<=0;

!ENERGIA TERNEIRA;

[ENERGIATFJAN] ENT*TF-ENPOT*POTJANTF*RENDPOTJAN-ENSIL*SILJANTF*SILAG-
 ENCE*CEJANTF*RENDCEJAN-ENSOR*SORJANTF*RENDSORJAN-ENR*RJANTF-
 ENCANA*CANAJANTF*RENDCCANA-ENAV*AVJANTF*RENDAVJAN<=0;
 [ENERGIATFFEV] ENT*TF-ENPOT*POTFEVTF*RENDPOTFEV-ENSIL*SILFEVTF*SILAG-
 ENCE*CEFEVTF*RENDCEFEV-ENSOR*SORFEVTF*RENDSORFEV-ENR*RFEVTF-
 ENCANA*CANAFEVTF*RENDCCANA-ENAV*AVFEVTF*RENDAVFEV<=0;

[ENERGIATFMAR] ENT*TF-ENPOT*POTMARTF*RENDPOTMAR-ENSIL*SILMARTF*SILAG-
 ENCE*CEMARTF*RENDCEMAR-ENSOR*SORMARTF*RENDSORMAR-ENR*RMARTF-
 ENCANA*CANAMARTF*RENDCCANA-ENAV*AVMARTF*RENDAVMAR<=0;
 [ENERGIATFABR] ENT*TF-ENPOT*POTABRTF*RENDPOTABR-ENSIL*SILABRTF*SILAG-
 ENCE*CEABRTF*RENDCEABR-ENSOR*SORABRTF*RENDSORABR-ENR*RABRTF-
 ENCANA*CANAABRTF*RENDCCANA-ENAV*AVABRTF*RENDAVABR<=0;
 [ENERGIATFMAI] ENT*TF-ENPOT*POTMAITF*RENDPOTMAI-ENSIL*SILMAITF*SILAG-
 ENCE*CEMAITF*RENDCEMAI-ENSOR*SORMAITF*RENDSORMAI-ENR*RMAITF-
 ENCANA*CANAMAITF*RENDCCANA-ENAV*AVMAITF*RENDAVMAI<=0;
 [ENERGIATFJUN] ENT*TF-ENPOT*POTJUNTF*RENDPOTJUN-ENSIL*SILJUNTF*SILAG-
 ENCE*CEJUNTF*RENDCEJUN-ENSOR*SORJUNTF*RENDSORJUN-ENR*RJUNTF-
 ENCANA*CANAJUNTF*RENDCCANA-ENAV*AVJUNTF*RENDAVJUN<=0;
 [ENERGIATFJUL] ENT*TF-ENPOT*POTJULTF*RENDPOTJUL-ENSIL*SILJULTF*SILAG-
 ENCE*CEJULTF*RENDCEJUL-ENSOR*SORJULTF*RENDSORJUL-ENR*RJULTF-
 ENCANA*CANAJULTF*RENDCCANA-ENAV*AVJULTF*RENDAVJUL<=0;
 [ENERGIATFAGO] ENT*TF-ENPOT*POTAGOTF*RENDPOTAGO-ENSIL*SILAGOTF*SILAG-
 ENCE*CEAGOTF*RENDCEAGO-ENSOR*SORAGOTF*RENDSORAGO-ENR*RAGOTF-
 ENCANA*CANAGOTF*RENDCCANA-ENAV*AVAGOTF*RENDAVAGO<=0;
 [ENERGIATFSET] ENT*TF-ENPOT*POTSETTF*RENDPOTSET-ENSIL*SILSETTF*SILAG-
 ENCE*CESETTF*RENDCESET-ENSOR*SORSETTF*RENDSORSET-ENR*RSETTF-
 ENCANA*CANASETTF*RENDCCANA-ENAV*AVSETTF*RENDAVSET<=0;
 [ENERGIATFOUT] ENT*TF-ENPOT*POTOUTTF*RENDPOTOUT-ENSIL*SILOUTTF*SILAG-
 ENCE*CEOUTTF*RENDCEOUT-ENSOR*SOROUTTF*RENDSOROUT-ENR*ROUTTF-
 ENCANA*CANAOUTTF*RENDCCANA-ENAV*AVOUTTF*RENDAVOUT<=0;
 [ENERGIATFNOV] ENT*TF-ENPOT*POTNOVTF*RENDPOTNOV-ENSIL*SILNOVTF*SILAG-
 ENCE*CENOVTF*RENDCCANOV-ENSOR*SORNOVTF*RENDSORNOV-ENR*RNOVTF-
 ENCANA*CANANOVTF*RENDCCANA-ENAV*AVNOVTF*RENDAVNOV<=0;
 [ENERGIATFDEZ] ENT*TF-ENPOT*POTDEZTF*RENDPOTDEZ-ENSIL*SILDEZTF*SILAG-
 ENCE*CEDEZTF*RENDCEDEZ-ENSOR*SORDEZTF*RENDSORDEZ-ENR*RDEZTF-
 ENCANA*CANADEZTF*RENDCCANA-ENAV*AVDEZTF*RENDAVDEZ<=0;

!PROTEINA TERNEIRA;

[PROTEINATFJAN] PROTTF*TF-PROTPOT*POTJANTF*RENDPOTJAN-
 PROTSIL*SILJANTF*SILAG-PROTCE*CEJANTF*RENDCEJAN-
 PROTSOR*SORJANTF*RENDSORJAN-PROTR*RJANTF-PROTCANA*CANAJANTF*RENDCCANA-
 PROTAV*AVJANTF*RENDAVJAN<=0;
 [PROTEINATFFEV] PROTTF*TF-PROTPOT*POTFEVTF*RENDPOTFEV-
 PROTSIL*SILFEVTF*SILAG-PROTCE*CEFEVTF*RENDCEFEV-
 PROTSOR*SORFEVTF*RENDSORFEV-PROTR*RFEVTF-PROTCANA*CANAFEVTF*RENDCCANA-
 PROTAV*AVFEVTF*RENDAVFEV<=0;
 [PROTEINATFMAR] PROTTF*TF-PROTPOT*POTMARTF*RENDPOTMAR-
 PROTSIL*SILMARTF*SILAG-PROTCE*CEMARTF*RENDCEMAR-
 PROTSOR*SORMARTF*RENDSORMAR-PROTR*RMARTF-PROTCANA*CANAMARTF*RENDCCANA-
 PROTAV*AVMARTF*RENDAVMAR<=0;
 [PROTEINATFABR] PROTTF*TF-PROTPOT*POTABRTF*RENDPOTABR-
 PROTSIL*SILABRTF*SILAG-PROTCE*CEABRTF*RENDCEABR-
 PROTSOR*SORABRTF*RENDSORABR-PROTR*RABRTF-PROTCANA*CANAABRTF*RENDCCANA-
 PROTAV*AVABRTF*RENDAVABR<=0;
 [PROTEINATFMAI] PROTTF*TF-PROTPOT*POTMAITF*RENDPOTMAI-
 PROTSIL*SILMAITF*SILAG-PROTCE*CEMAITF*RENDCEMAI-
 PROTSOR*SORMAITF*RENDSORMAI-PROTR*RMAITF-PROTCANA*CANAMAITF*RENDCCANA-
 PROTAV*AVMAITF*RENDAVMAI<=0;
 [PROTEINATFJUN] PROTTF*TF-PROTPOT*POTJUNTF*RENDPOTJUN-
 PROTSIL*SILJUNTF*SILAG-PROTCE*CEJUNTF*RENDCEJUN-
 PROTSOR*SORJUNTF*RENDSORJUN-PROTR*RJUNTF-PROTCANA*CANAJUNTF*RENDCCANA-
 PROTAV*AVJUNTF*RENDAVJUN<=0;
 [PROTEINATFJUL] PROTTF*TF-PROTPOT*POTJULTF*RENDPOTJUL-
 PROTSIL*SILJULTF*SILAG-PROTCE*CEJULTF*RENDCEJUL-

PROTSOR*SORJULTF*RENDSORJUL-PROTR*RJULTF-PROTCANA*CANAJULTF*RENDCANA-
 PROTAV*AVJULTF*RENDAVJUL<=0;
 [PROTEINATFAGO] PROTTF*TF-PROTPOT*POTAGOTF*RENDPOTAGO-
 PROTSIL*SILAGOTF*SILAG-PROTCE*CEAGOTF*RENDCEAGO-
 PROTSOR*SORAGOTF*RENDSORAGO-PROTR*RAGOTF-PROTCANA*CANAAGOTF*RENDCANA-
 PROTAV*AVAGOTF*RENDAVAGO<=0;
 [PROTEINATFSET] PROTTF*TF-PROTPOT*POTSETTF*RENDPOTSET-
 PROTSIL*SILSETTF*SILAG-PROTCE*CESETTF*RENDCESET-
 PROTSOR*SORSETTF*RENDSORSET-PROTR*RSETTF-PROTCANA*CANASETTF*RENDCANA-
 PROTAV*AVSETTF*RENDAVSET<=0;
 [PROTEINATFOUT] PROTTF*TF-PROTPOT*POTOOTTF*RENDPOTOOT-
 PROTSIL*SILOOTTF*SILAG-PROTCE*CEOOTTF*RENDCEOOT-
 PROTSOR*SOROOTTF*RENDSOROUT-PROTR*ROOTTF-PROTCANA*CANAOOTTF*RENDCANA-
 PROTAV*AVOOTTF*RENDAVOUT<=0;
 [PROTEINATFNOV] PROTTF*TF-PROTPOT*POTNOVTF*RENDPOTNOV-
 PROTSIL*SILNOVTF*SILAG-PROTCE*CENOVTF*RENDCENOV-
 PROTSOR*SORNOVTF*RENDSORNOV-PROTR*RNOVTF-PROTCANA*CANANOVTF*RENDCANA-
 PROTAV*AVNOVTF*RENDAVNOV<=0;
 [PROTEINATFDEZ] PROTTF*TF-PROTPOT*POTDEZTF*RENDPOTDEZ-
 PROTSIL*SILDEZTF*SILAG-PROTCE*CEDEZTF*RENDCEDEZ-
 PROTSOR*SORDEZTF*RENDSORDEZ-PROTR*RDEZTF-PROTCANA*CANADEZTF*RENDCANA-
 PROTAV*AVDEZTF*RENDAVDEZ<=0;

!INGESTAO TERNEIRA;

[INGESTAOTFJAN] 0.03*30*PT*TF-POTJANTF*RENDPOTJAN-SILJANTF*SILAG-
 CEJANTF*RENDCEJAN-SORJANTF*RENDSORJAN-RJANTF-CANAJANTF*RENDCANA-
 AVJANTF*RENDAVJAN>=0;
 [INGESTAOTFFEVE] 0.03*30*PT*TF-POTFEVTF*RENDPOTFEV-SILFEVTF*SILAG-
 CEFEVTF*RENDCEFEV-SORFEVTF*RENDSORFEV-RFEVTF-CANAFEVTF*RENDCANA-
 AVFEVTF*RENDAVFEV>=0;
 [INGESTAOTFMAR] 0.03*30*PT*TF-POTMARTF*RENDPOTMAR-SILMARTF*SILAG-
 CEMARTF*RENDCEMAR-SORMARTF*RENDSORMAR-RMARTF-CANAMARTF*RENDCANA-
 AVMARTF*RENDAVMAR>=0;
 [INGESTAOTFABR] 0.03*30*PT*TF-POTABRTF*RENDPOTABR-SILABRTF*SILAG-
 CEABRTF*RENDCEABR-SORABRTF*RENDSORABR-RABRTF-CANAABRTF*RENDCANA-
 AVABRTF*RENDAVABR>=0;
 [INGESTAOTFMAI] 0.03*30*PT*TF-POTMAITF*RENDPOTMAI-SILMAITF*SILAG-
 CEMAITF*RENDCEMAI-SORMAITF*RENDSORMAI-RMAITF-CANAMAITF*RENDCANA-
 AVMAITF*RENDAVMAI>=0;
 [INGESTAOTFJUN] 0.03*30*PT*TF-POTJUNTF*RENDPOTJUN-SILJUNTF*SILAG-
 CEJUNTF*RENDCEJUN-SORJUNTF*RENDSORJUN-RJUNTF-CANAJUNTF*RENDCANA-
 AVJUNTF*RENDAVJUN>=0;
 [INGESTAOTFJUL] 0.03*30*PT*TF-POTJULTF*RENDPOTJUL-SILJULTF*SILAG-
 CEJULTF*RENDCEJUL-SORJULTF*RENDSORJUL-RJULTF-CANAJULTF*RENDCANA-
 AVJULTF*RENDAVJUL>=0;
 [INGESTAOTFAGO] 0.03*30*PT*TF-POTAGOTF*RENDPOTAGO-SILAGOTF*SILAG-
 CEAGOTF*RENDCEAGO-SORAGOTF*RENDSORAGO-RAGOTF-CANAAGOTF*RENDCANA-
 AVAGOTF*RENDAVAGO>=0;
 [INGESTAOTFSET] 0.03*30*PT*TF-POTSETTF*RENDPOTSET-SILSETTF*SILAG-
 CESETTF*RENDCESET-SORSETTF*RENDSORSET-RSETTF-CANASETTF*RENDCANA-
 AVSETTF*RENDAVSET>=0;
 [INGESTAOTFOUT] 0.03*30*PT*TF-POTOOTTF*RENDPOTOOT-SILOOTTF*SILAG-
 CEOOTTF*RENDCEOOT-SOROOTTF*RENDSOROUT-ROOTTF-CANAOOTTF*RENDCANA-
 AVOOTTF*RENDAVOUT>=0;
 [INGESTAOTFNOV] 0.03*30*PT*TF-POTNOVTF*RENDPOTNOV-SILNOVTF*SILAG-
 CENOVTF*RENDCENOV-SORNOVTF*RENDSORNOV-RNOVTF-CANANOVTF*RENDCANA-
 AVNOVTF*RENDAVNOV>=0;
 [INGESTAOTFDEZ] 0.03*30*PT*TF-POTDEZTF*RENDPOTDEZ-SILDEZTF*SILAG-
 CEDEZTF*RENDCEDEZ-SORDEZTF*RENDSORDEZ-RDEZTF-CANADEZTF*RENDCANA-
 AVDEZTF*RENDAVDEZ>=0;

!VOLUMOSOS TERNEIRA;

[VOLUMOSOSTFJAN] MVTF*0.03*30*PT*TF-POTJANTF*RENDPOTJAN-SILJANTF*SILAG-
CEJANTF*RENDCEJAN-SORJANTF*RENDSORJAN-CANAJANTF*RENDCANA-
AVJANTF*RENDAVJAN<=0;

[VOLUMOSOSTFFEJ] MVTF*0.03*30*PT*TF-POTFEVTF*RENDPOTFEV-SILFEVTF*SILAG-
CEFEVTF*RENDCEFEV-SORFEVTF*RENDSORFEV-CANAFEVTF*RENDCANA-
AVFEVTF*RENDAVFEV<=0;

[VOLUMOSOSTFMAR] MVTF*0.03*30*PT*TF-POTMARTF*RENDPOTMAR-SILMARTF*SILAG-
CEMARTF*RENDCEMAR-SORMARTF*RENDSORMAR-CANAMARTF*RENDCANA-
AVMARTF*RENDAVMAR<=0;

[VOLUMOSOSTFABR] MVTF*0.03*30*PT*TF-POTABRTF*RENDPOTABR-SILABRTF*SILAG-
CEABRTF*RENDCEABR-SORABRTF*RENDSORABR-CANAABRTF*RENDCANA-
AVABRTF*RENDAVABR<=0;

[VOLUMOSOSTFMAI] MVTF*0.03*30*PT*TF-POTMAITF*RENDPOTMAI-SILMAITF*SILAG-
CEMAITF*RENDCEMAI-SORMAITF*RENDSORMAI-CANAMAITF*RENDCANA-
AVMAITF*RENDAVMAI<=0;

[VOLUMOSOSTFJUN] MVTF*0.03*30*PT*TF-POTJUNTF*RENDPOTJUN-SILJUNTF*SILAG-
CEJUNTF*RENDCEJUN-SORJUNTF*RENDSORJUN-CANAJUNTF*RENDCANA-
AVJUNTF*RENDAVJUN<=0;

[VOLUMOSOSTFJUL] MVTF*0.03*30*PT*TF-POTJULTF*RENDPOTJUL-SILJULTF*SILAG-
CEJULTF*RENDCEJUL-SORJULTF*RENDSORJUL-CANAJULTF*RENDCANA-
AVJULTF*RENDAVJUL<=0;

[VOLUMOSOSTFAGO] MVTF*0.03*30*PT*TF-POTAGOTF*RENDPOTAGO-SILAGOTF*SILAG-
CEAGOTF*RENDCEAGO-SORAGOTF*RENDSORAGO-CANAAGOTF*RENDCANA-
AVAGOTF*RENDAVAGO<=0;

[VOLUMOSOSTFSET] MVTF*0.03*30*PT*TF-POTSETTF*RENDPOTSET-SILSETTF*SILAG-
CESETTF*RENDCESET-SORSETTF*RENDSORSET-CANASETTF*RENDCANA-
AVSETTF*RENDAVSET<=0;

[VOLUMOSOSTFOUT] MVTF*0.03*30*PT*TF-POTOUTTF*RENDPOTOUT-SILOUTTF*SILAG-
CEOUTTF*RENDCEOUT-SOROUTTF*RENDSOROUT-CANAOUTTF*RENDCANA-
AVOUTTF*RENDAVOUT<=0;

[VOLUMOSOSTFNOV] MVTF*0.03*30*PT*TF-POTNOVTF*RENDPOTNOV-SILNOVTF*SILAG-
CENOVTF*RENDCENOV-SORNOVTF*RENDSORNOV-CANANOVTF*RENDCANA-
AVNOVTF*RENDAVNOV<=0;

[VOLUMOSOSTFDEZ] MVTF*0.03*30*PT*TF-POTDEZTF*RENDPOTDEZ-SILDEZTF*SILAG-
CEDEZTF*RENDCEDEZ-SORDEZTF*RENDSORDEZ-CANADEZTF*RENDCANA-
AVDEZTF*RENDAVDEZ<=0;

!LIGACAO ALIMENTOS DISTRIBUICAO LIVRE;

!RACAO;

[RACAOJAN] RJANVL+RJANVS+RJANN+RJANTF=RJAN;

[RACAOFEV] RFEVVL+RFEVVS+RFEVN+RFEVTF=RFEV;

[RACAOAMAR] RMARVL+RMARVS+RMARN+RMARTF=RMAR;

[RACAOABR] RABRVL+RABRVS+RABRN+RABRTF=RABR;

[RACAOAMAI] RMAIVL+RMAIVS+RMAIN+RMAITF=RMAI;

[RACAOJUN] RJUNVL+RJUNVS+RJUNN+RJUNTF=RJUN;

[RACAOJUL] RJULVL+RJULVS+RJULN+RJULTF=RJUL;

[RACAOAGO] RAGOVVL+RAGOVVS+RAGON+RAGOTF=RAGO;

[RACAOSET] RSETVL+RSETVS+RSETN+RSETTF=RSET;

[RACAOOUT] ROUTVL+ROUTVS+ROUTN+ROUTTF=ROUT;

[RACAO NOV] RNOVVL+RNOVVS+RNOVN+RNOVTF=RNOV;

[RACAO DEZ] RDEZVL+RDEZVS+RDEZN+RDEZTF=RDEZ;

!racao total;

[RTOTA] RJAN+RFEV+RMAR+RABR+RMAI+RJUN+RJUL+RAGO+RSET+ROUT+RNOV+RDEZ=RACAN;

!RACAO;

[RCVL]

RJANVL+RFEVVL+RMARVL+RABRVL+RMAIVL+RJUNVL+RJULVL+RAGOVL+RSETVL+ROUTVL+RNOVVL+RDEZVL=RVL;

[RCVS]

RJANVS+RFEVVS+RMARVS+RABRVS+RMAIVS+RJUNVS+RJULVS+RAGOVVS+RSETVS+ROUTVS+RNOVVS+RDEZVS=RVS;

[RCN]

RJANN+ RFEVN+ RMARN+ RABRN+ RMAIN+ RJUNN+ RJULN+ RAGON+ RSETN+ ROUTN+ RNOVN+ RDEZN=RN;

[RCTF]

RJANTF+RFEVTF+RMARTF+RABRTF+RMAITF+RJUNTF+RJULTF+RAGOTF+RSETTF+ROUTTF+RNOVTF+RDEZTF=RTF;

!RACAO TOTAL;

[RACAOT] RVL+RVS+RN+RTF=R;

!SILAGEM VACA LEITEIRA;

[SILAGEMVL]

SILJANVL+SILFEVVL+SILMARVL+SILABRVL+SILMAIVL+SILJUNVL+SILJULVL+SILAGOVVL+SILSETVL+SILOUTVL+SILNOVVL+SILDEZVL=SILVL;

!SILAGEM VS;

[SILAGEMVS]

SILJANVS+SILFEVVS+SILMARVS+SILABRVS+SILMAIVS+SILJUNVS+SILJULVS+SILAGOVVS+SILSETVS+SILOUTVS+SILNOVVS+SILDEZVS=SILVS;

!SILAGEM N;

[SILAGEMN]

SILJANN+SILFEVN+SILMARN+SILABRN+SILMAIN+SILJUNN+SILJULN+SILAGON+SILSETN+SILOUTN+SILNOVN+SILDEZN=SILN;

!SILAGEM TF;

[SILAGEMTF]

SILJANTF+SILFEVTF+SILMARTF+SILABRTF+SILMAITF+SILJUNTF+SILJULTF+SILAGOTF+SILSETTF+SILOUTTF+SILNOVTF+SILDEZTF=SILTF;

!SILAGEM TOTAL;

[SILGAEMTOTAL] SILVL+SILVS+SILN+SILTF=SIL;

!CANA VACA LEITEIRA;

[CANVL]

CANAJANVL+CANAFEVVL+CANAMARVL+CANAABRVL+CANAMAIVL+CANAJUNVL+CANAJULVL+CANAAGOVVL+CANAASETVL+CANAOUTVL+CANANOVVL+CANADEZVL=CANAVL;

!CANA VS;

[CANVS]

CANAJANVS+CANAFEVVS+CANAMARVS+CANAABRVS+CANAMAIVS+CANAJUNVS+CANAJULVS+CANAAGOVVS+CANAASETVS+CANAOUTVS+CANANOVVS+CANADEZVS=CANAVS;

!CANA N;

[CANN]

CANAJANN+CANAFEVN+CANAMARN+CANAABRN+CANAMAIN+CANAJUNN+CANAJULN+CANAAGON+CANAASETN+CANAOUTN+CANANOVN+CANADEZN=CANAN;

!CANA TF;

[CANTF]
 CANAJANTF+CANAFEVTF+CANAMARTF+CANAABRTF+CANAMAITF+CANAJUNTF+CANAJULTF+CANAAGOTF+CANASETTF+CANAOUTTF+CANANOVTF+CANADEZTF=CANATF;

!CANA TOTAL;

[CANAGAEMTOTAL] CANAVL+CANAVS+CANAN+CANATF=CANA;

!AV VACA LEITEIRA;

[AVEIAVL]

AVJANVL+AVFEVVL+AVMARVL+AVABRVL+AVMAIVL+AVJUNVL+AVJULVL+AVAGOVL+AVSETVL+AVOUTVL+AVNOVVL+AVDEZVL=AVVL;

!AV VS;

[AVEIAVS]

AVJANVS+AVFEVVS+AVMARVS+AVABRVS+AVMAIVS+AVJUNVS+AVJULVS+AVAGOVVS+AVSETVS+AVOUTVS+AVNOVVS+AVDEZVS=AVVS;

!AV N;

[AVEIAN]

AVJANN+AVFEVN+AVMARN+AVABRN+AVMAIN+AVJUNN+AVJULN+AVAGON+AVSETN+AVOUTN+AVNOVN+AVDEZN=AVN;

!AV TF;

[AVEIATF]

AVJANTF+AVFEVTF+AVMARTF+AVABRTF+AVMAITF+AVJUNTF+AVJULTF+AVAGOTF+AVSETTF+AVOUTTF+AVNOVTF+AVDEZTF=AVTF;

!AV TOTAL;

[AVGAEMTOTAL] AVVL+AVVS+AVN+AVTF=AV;

!LIGACAO PASTAGENS;

!POTREIRO;

[POTREIROJAN] POTJANVL+POTJANVS+POTJANN+POTJANTF-POT<=0;

[POTREIROFEV] POTFEVVL+POTFEVVS+POTFEVN+POTFEVTF-POT<=0;

[POTREIROMARC] POTMARVL+POTMARVS+POTMARN+POTMARTF-POT<=0;

[POTREIROABRI] POTABRVL+POTABRVS+POTABRN+POTABRTF-POT<=0;

[POTREIROMAI] POTMAIVL+POTMAIVS+POTMAIN+POTMAITF-POT<=0;

[POTREIROJUN] POTJUNVL+POTJUNVS+POTJUNN+POTJUNTF-POT<=0;

[POTREIROJUL] POTJULVL+POTJULVS+POTJULN+POTJULTF-POT<=0;

[POTREIROAGOS] POTAGOVL+POTAGOVVS+POTAGON+POTAGOTF-POT<=0;

[POTREIROSETEM] POTSETVL+POTSETVS+POTSETN+POTSETTF-POT<=0;

[POTREIROOUT] POTOUTVL+POTOUTVS+POTOUTN+POTOUTTF-POT<=0;

[POTREIRONOV] POTNOVVL+POTNOVVS+POTNOVN+POTNOVTF-POT<=0;

[POTREIRODEZ] POTDEZVL+POTDEZVS+POTDEZN+POTDEZTF-POT<=0;

!CAPIM ELEFANTE;

[CELJAN] CEJANVL+CEJANVS+CEJANN+CEJANTF-CE<=0;

[CELFEV] CEFEVVL+CEFEVVS+CEFEVN+CEFEVTF-CE<=0;

[CELMAR] CEMARVL+CEMARVS+CEMARN+CEMARTF-CE<=0;

[CELABRI] CEABRVL+CEABRVS+CEABRN+CEABRTF-CE<=0;

[CELMAIO] CEMAIIVL+CEMAIVS+CEMAIN+CEMAITF-CE<=0;

[CELJUN] CEJUNVL+CEJUNVS+CEJUNN+CEJUNTF-CE<=0;

[CELJUL] CEJULVL+CEJULVS+CEJULN+CEJULTF-CE<=0;

[CELAGO] CEAGOVL+CEAGOVVS+CEAGON+CEAGOTF-CE<=0;

[CELSET] CESETVL+CESETVS+CESETN+CESETTF-CE<=0;

[CELOUT] CEOUTVL+CEOUTVS+CEOUTN+CEOUTTF-CE<=0;

[CELNOV] CENOVVL+CENOVVS+CENOVN+CENOVTF-CE<=0;

[CELDEZ] CEDEZVL+CEDEZVS+CEDEZN+CEDEZTF-CE<=0;

!SORGO;

[SORGOJAN] SORJANVL+SORJANVS+SORJANN+SORJANTF-SOR<=0;
 [SORGOFEV] SORFEVVL+SORFEVVS+SORFEVN+SORFEVTF-SOR<=0;
 [SORGOMAR] SORMARVL+SORMARVS+SORMARN+SORMARTF-SOR<=0;
 [SORGOABR] SORABRVL+SORABRVS+SORABRN+SORABRTF-SOR<=0;
 [SORGOMAI] SORMAIVL+SORMAIVS+SORMAIN+SORMAITF-SOR<=0;
 [SORGOJUN] SORJUNVL+SORJUNVS+SORJUNN+SORJUNTF-SOR<=0;
 [SORGOJUL] SORJULVL+SORJULVS+SORJULN+SORJULTF-SOR<=0;
 [SORGOAGO] SORAGOVL+SORAGOVVS+SORAGON+SORAGOTF-SOR<=0;
 [SORGOSET] SORSETVL+SORSETVS+SORSETN+SORSETTF-SOR<=0;
 [SORGOOUT] SOROUTVL+SOROUTVS+SOROUTN+SOROUTTF-SOR<=0;
 [SORGONOV] SORNOVVL+SORNOVVS+SORNOVN+SORNOVTF-SOR<=0;
 [SORGODEZ] SORDEZVL+SORDEZVS+SORDEZN+SORDEZTF-SOR<=0;

!RENDIMENTO DAS PASTAGENS;

[RPOTJAN] RENDPOTJAN = 0.2*RENDPOT;
 [RPOTFEV] RENDPOTFEV = 0.1*RENDPOT;
 [RPOTMAR] RENDPOTMAR = 0.07*RENDPOT;
 [RPOTABR] RENDPOTABR = 0.05*RENDPOT;
 [RPOTMAI] RENDPOTMAI = 0.03*RENDPOT;
 [RPOTJUN] RENDPOTJUN = 0.02*RENDPOT;
 [RPOTJUL] RENDPOTJUL = 0.01*RENDPOT;
 [RPOTAGO] RENDPOTAGO = 0.02*RENDPOT;
 [RPOTSET] RENDPOTSET = 0.1*RENDPOT;
 [RPOTOUT] RENDPOTOUT = 0.1*RENDPOT;
 [RPOTNOV] RENDPOTNOV = 0.15*RENDPOT;
 [RPOTDEZ] RENDPOTDEZ = 0.15*RENDPOT;

[RCEJAN] RENDCEJAN = 0.15*RENDCE;
 [RCEFEV] RENDCEFEV = 0.25*RENDCE;
 [RCEMAR] RENDCEMAR = 0.15*RENDCE;
 [RCEABR] RENDCEABR = 0.1*RENDCE;
 [RCEMAI] RENDCEMAI = 0.1*RENDCE;
 [RCEJUN] RENDCEJUN = 0*RENDCE;
 [RCEJUL] RENDCEJUL = 0*RENDCE;
 [RCEAGO] RENDCEAGO = 0*RENDCE;
 [RCESET] RENDCESET = 0*RENDCE;
 [RCEOUT] RENDCEOUT = 0.05*RENDCE;
 [RCENOV] RENDCENOV = 0.1*RENDCE;
 [RCEDEZ] RENDCEDEZ = 0.1*RENDCE;

[RSORJAN] RENDSORJAN = 0.25*RENDSOR;
 [RSORFEV] RENDSORFEV = 0.2*RENDSOR;
 [RSORMAR] RENDSORMAR = 0.1*RENDSOR;
 [RSORABR] RENDSORABR = 0.05*RENDSOR;
 [RSORMAI] RENDSORMAI = 0*RENDSOR;
 [RSORJUN] RENDSORJUN = 0*RENDSOR;
 [RSORJUL] RENDSORJUL = 0*RENDSOR;
 [RSORAGO] RENDSORAGO = 0*RENDSOR;
 [RSORSET] RENDSORSET = 0.05*RENDSOR;
 [RSOROUT] RENDSOROUT = 0.1*RENDSOR;
 [RSORNOV] RENDSORNOV = 0.1*RENDSOR;
 [RSORDEZ] RENDSORDEZ = 0.15*RENDSOR;

APÊNDICE C

Rows= 350 Vars= 457 No. integer vars= 4
 Nonlinear rows= 192 Nonlinear vars= 62 Nonlinear constraints=
 192
 Nonzeros= 2731 Constraint nonz= 2726 Density=0.017
 No. < : 201 No. =: 76 No. > : 72, Obj=MAX Single cols= 20

**** WARNING **** Problem is poorly scaled. The units
 of the rows and variables should be changed so the
 coefficients cover a much smaller range.

Optimal solution found at step: 3501
 Objective value: 478463.2
 Branch count: 0

Variable	Value	Reduced Cost
REA	478463.2	0.0000000
R	91582.29	0.0000000
RACAN	91582.29	0.0000000
REANUAL	586144.2	0.0000000
SIL	4.226895	0.0000000
SIL1	0.0000000	0.0000000
SIL2	0.0000000	0.0000000
SILC	4.226895	0.0000000
MILHO	5.393885	0.0000000
MILHO1	0.0000000	0.0000000
MILHO2	5.393885	0.0000000
LOTESU	1.0000000	0.0000000
REM	18314.14	0.0000000
PL	1.6000000	0.0000000
PVENDAVS	11.0000000	0.0000000
CVL	180.00000	0.0000000
CVS	120.00000	0.0000000
CN	80.000000	0.0000000
CTF	60.000000	0.0000000
PRACAO	1.3600000	0.0000000
QNVST	881.0520	0.0000000
NVST	0.8430000E-03	0.0000000
DEJVT	1045139.	0.0000000
QPVST	480.7639	0.0000000
PVST	0.4600000E-03	0.0000000
DEJVL	40.000000	0.0000000
VL	44.37700	0.0000000
DEJVS	25.000000	0.0000000
VS	19.01871	0.0000000
DEJN	19.000000	0.0000000
N	21.74473	0.0000000
DEJTF	9.0000000	0.0000000
TF	22.18850	0.0000000
ENPOT	1.6000000	0.0000000
ENCE	2.0000000	0.0000000
ENSOR	2.0000000	0.0000000
ENAV	2.0000000	0.0000000
ENSIL	2.3000000	0.0000000
ENR	3.0000000	0.0000000
ENCANA	2.0000000	0.0000000
PROTPOT	0.8100000E-01	0.0000000

PROTCE	0.1500000	0.0000000
PROTSOR	0.1670000	0.0000000
PROTAV	0.1600000	0.0000000
PROTSIL	0.8000000E-01	0.0000000
PROTR	0.2000000	0.0000000
PROTCANA	0.3000000E-01	0.0000000
PROTVL	13.56000	0.0000000
PROTVS	14.71000	0.0000000
PROTN	19.93000	0.0000000
PROTF	10.00000	0.0000000
ENVL	495.9000	0.0000000
ENVS	587.0000	0.0000000
ENN	366.9100	0.0000000
ENT	177.7200	0.0000000
MVVL	0.5000000	0.0000000
MVVS	0.5000000	0.0000000
MVN	0.5000000	0.0000000
MVTF	0.2500000	0.0000000
L	330395.8	0.0000000
LJAN	22423.26	0.0000000
LFEV	22423.26	0.0000000
LMAR	30997.35	0.0000000
LABR	30480.67	0.0000000
LMAI	30480.67	0.0000000
LJUN	29447.31	0.0000000
LJUL	29447.31	0.0000000
LAGO	29447.31	0.0000000
LSET	22423.26	0.0000000
LOUT	29921.47	0.0000000
LNOV	30480.67	0.0000000
LDEZ	22423.26	0.0000000
VD	21.30096	0.0000000
MORT	0.3000000E-01	0.0000000
PV	550.0000	0.0000000
PS	520.0000	0.0000000
PN	320.0000	0.0000000
PT	104.0000	0.0000000
VENDALOTESU	39000.00	0.0000000
VENDALOTESUJAN	39000.00	0.0000000
VENDALOTESUMAI	0.0000000	0.0000000
VENDALOTESUSET	0.0000000	0.0000000
LOTESU1	1.000000	0.0000000
LOTESU2	0.0000000	0.0000000
LOTESU3	0.0000000	0.0000000
DEJS	435600.0	0.0000000
QNSLA	273.1212	0.0000000
NSLA	0.6270000E-03	0.0000000
DEJSLA	435600.0	0.0000000
QPSLA	125.0172	0.0000000
PSLA	0.2870000E-03	0.0000000
NSUINO	273.1212	0.0000000
PSUINO	125.0172	0.0000000
NMAX	1154.173	0.0000000
PMAX	605.7811	0.0000000
NECESSOJAP	40.00000	0.0000000
SOJA	8.770364	0.0000000
NECESMILHOP1	33.50000	0.0000000
NECESCEP	35.00000	0.0000000
CE	0.2296365	0.0000000
NECESPOTP	35.00000	0.0000000
POT	0.0000000	0.0000000

NECESSORP	26.00000	0.0000000
SOR	0.0000000	0.0000000
NECESSILP1	21.00000	0.0000000
NECESCANAP	54.50000	0.0000000
CANA	0.5329550E-13	0.0000000
NECESMILHOP2	27.00000	0.0000000
NECESSILP2	18.00000	0.0000000
NECESAVP	30.00000	0.0000000
AV	3.376478	0.0000000
NECESSOJAN	0.0000000	0.0000000
NECESMILHON1	187.0000	0.0000000
NECESCEN	400.0000	0.0000000
NECESPOTN	100.0000	0.0000000
NECESSORN	214.0000	0.0000000
NECESSILN1	180.0000	0.0000000
NECESCANAN	120.0000	0.0000000
NECESMILHON2	150.0000	0.0000000
NECESSILN2	150.0000	0.0000000
NECESAVN	75.00000	0.0000000
FOSFORO	605.7811	0.0000000
NITRO	1154.173	0.0000000
NCOMPRA	0.0000000	0.0000000
PCOMPRA	0.0000000	0.0000000
FOSFOCOMPRA	0.0000000	0.0000000
NITROCOMPRA	0.0000000	0.0000000
BALANCOADUBO	0.0000000	0.0000000
RENDCE	54000.00	0.0000000
RENDPOT	2000.000	0.0000000
RENDSOR	38000.00	0.0000000
SILAG1	19000.00	0.0000000
SILAG2	16000.00	0.0000000
SILAGC	19000.00	0.0000000
RENDCANA	21000.00	0.0000000
RENDAV	27000.00	0.0000000
SILAG	54000.00	0.0000000
CMIL	3000.000	0.0000000
VMIL1	6333.000	0.0000000
VMIL2	4750.000	0.0000000
CSIL1	0.0000000	0.0000000
CSIL2	0.0000000	0.0000000
CSILC	21134.48	0.0000000
VSOJA	5850.000	0.0000000
CUSTOSOJA	2600.000	0.0000000
ANO	12.00000	0.0000000
CAV	174.0000	0.0000000
CSCE	145.0000	0.0000000
CPOT	145.0000	0.0000000
WF	963.7421	0.0000000
RJAN	0.0000000	0.0000000
RFEV	0.4254906E-12	0.0000000
RMAR	11447.79	0.0000000
RABR	11447.79	0.0000000
RMAI	11447.79	0.0000000
RJUN	11447.79	0.0000000
RJUL	11447.79	0.0000000
RAGO	11447.79	0.0000000
RSET	0.0000000	0.0000000
ROUT	11447.79	0.0000000
RNOV	11447.79	0.0000000
RDEZ	0.0000000	0.0000000
REM1	83688.93	0.0000000

REM2	44688.93	0.0000000
REM3	94145.12	0.0000000
REM4	25830.15	0.0000000
REM5	41424.30	0.0000000
REM6	40358.42	0.0000000
REM7	40358.42	0.0000000
REM8	40358.42	0.0000000
REM9	70309.89	0.0000000
REM10	18314.14	0.0000000
REM11	41978.51	0.0000000
REM12	44688.93	0.0000000
SAUV	9.000000	0.0000000
SAUI	9.000000	0.0000000
VERAO	9.000000	0.0000000
INVERNO	8.770364	0.0000000
HC	40.00000	0.0000000
CANAJANVL	0.0000000	0.0000000
CANAJANVS	0.0000000	0.0000000
CANAJANN	0.0000000	0.0000000
CANAJANTF	0.0000000	0.0000000
HCE	45.00000	0.0000000
CEJANVL	0.0000000	0.0000000
CEJANVS	0.0000000	0.0000000
CEJANN	0.0000000	0.0000000
CEJANTF	0.2296365	0.0000000
HSOR	18.00000	0.0000000
SORJANVL	0.0000000	0.0000000
SORJANVS	0.0000000	0.0000000
SORJANN	0.0000000	0.0000000
SORJANTF	0.0000000	0.0000000
HSUINO	240.0000	0.0000000
CANAFEVVL	0.0000000	0.0000000
CANAFEVVS	0.0000000	0.0000000
CANAFEVN	0.0000000	0.0000000
CANAFEVTF	0.0000000	0.0000000
CEFEVVL	0.0000000	0.0000000
CEFEVVS	0.0000000	0.0000000
CEFEVN	0.8358683E-01	0.0000000
CEFEVTF	0.1460496	0.0000000
SORFEVVL	0.0000000	0.0000000
SORFEVVS	0.0000000	0.0000000
SORFEVN	0.0000000	0.0000000
SORFEVTF	0.0000000	0.0000000
CANAMARVL	0.0000000	0.0000000
CANAMARVS	0.0000000	0.0000000
CANAMARN	0.0000000	0.0000000
CANAMARTF	0.0000000	0.0000000
CEMARVL	0.2296365	0.0000000
CEMARVS	0.0000000	0.0000000
CEMARN	0.0000000	0.0000000
CEMARTF	0.0000000	0.0000000
SORMARVL	0.0000000	0.0000000
SORMARVS	0.0000000	0.0000000
SORMARN	0.0000000	0.0000000
SORMARTF	0.0000000	0.0000000
CANAABRVL	0.0000000	0.0000000
CANAABRVS	0.0000000	0.0000000
CANAABRN	0.0000000	0.0000000
CANAABRTF	0.0000000	0.0000000
CEABRVL	0.2296365	0.0000000
CEABRVS	0.0000000	0.0000000

CEABRN	0.0000000	0.0000000
CEABRTF	0.0000000	0.0000000
SORABRVL	0.0000000	0.0000000
SORABRVS	0.0000000	0.0000000
SORABRN	0.0000000	0.0000000
SORABRTF	0.0000000	0.0000000
CANAMAIVL	0.0000000	0.0000000
CANAMAIVS	0.0000000	0.0000000
CANAMAIN	0.0000000	0.0000000
CANAMAITF	0.0000000	0.0000000
CEMAIVL	0.2296365	0.0000000
CEMAIVS	0.0000000	0.0000000
CEMAIN	0.0000000	0.0000000
CEMAITF	0.0000000	0.0000000
CANAJUNVL	0.0000000	0.0000000
CANAJUNVS	0.0000000	0.0000000
CANAJUNN	0.0000000	0.0000000
CANAJUNTF	0.0000000	0.0000000
CEJUNVL	0.0000000	0.0000000
CEJUNVS	0.0000000	0.0000000
CEJUNN	0.0000000	0.0000000
CEJUNTF	0.0000000	0.0000000
CANAJULVL	0.0000000	0.0000000
CANAJULVS	0.0000000	0.0000000
CANAJULN	0.0000000	0.0000000
CANAJULTF	0.0000000	0.0000000
CEJULVL	0.0000000	0.0000000
CEJULVS	0.0000000	0.0000000
CEJULN	0.0000000	0.0000000
CEJULTF	0.0000000	0.0000000
CANAAGOVL	0.5329550E-13	0.0000000
CANAAGOV	0.0000000	0.0000000
CANAAGON	0.0000000	0.0000000
CANAAGOTF	0.0000000	0.0000000
CEAGOVL	0.4276253E-02	0.0000000
CEAGOV	0.4276253E-02	0.0000000
CEAGON	0.4276253E-02	0.0000000
CEAGOTF	0.2168077	0.0000000
CANASETVL	0.0000000	0.0000000
CANASETVS	0.0000000	0.0000000
CANASETN	0.0000000	0.0000000
CANASETTF	0.0000000	0.0000000
SORSETVL	0.0000000	0.0000000
SORSETVS	0.0000000	0.0000000
SORSETN	0.0000000	0.0000000
SORSETTF	0.0000000	0.0000000
CESETVL	0.2099566	0.0000000
CESETVS	0.9839916E-02	0.0000000
CESETN	0.9839916E-02	0.0000000
CESETTF	0.0000000	0.0000000
CANAOUTVL	0.0000000	0.0000000
CANAOUTVS	0.0000000	0.0000000
CANAOUTN	0.0000000	0.0000000
CANAOUTTF	0.0000000	0.0000000
CEOUTVL	0.2107383	0.0000000
CEOUTVS	0.0000000	0.0000000
CEOUTN	0.0000000	0.0000000
CEOUTTF	0.0000000	0.0000000
SOROUTVL	0.0000000	0.0000000
SOROUTVS	0.0000000	0.0000000
SOROUTN	0.0000000	0.0000000

SOROUTTF	0.0000000	0.0000000
CANANOVVL	0.0000000	0.0000000
CANANOVVS	0.0000000	0.0000000
CANANOVN	0.0000000	0.0000000
CANANOVTF	0.0000000	0.0000000
CENOVVL	0.2296365	0.0000000
CENOVVS	0.0000000	0.0000000
CENOVN	0.0000000	0.0000000
CENOVTF	0.0000000	0.0000000
SORNOVVL	0.0000000	0.0000000
SORNOVVS	0.0000000	0.0000000
SORNOVN	0.0000000	0.0000000
SORNOVTF	0.0000000	0.0000000
CANADEZVL	0.0000000	0.0000000
CANADEZVS	0.0000000	0.0000000
CANADEZN	0.0000000	0.0000000
CANADEZTF	0.0000000	0.0000000
CEDEZVL	0.0000000	0.0000000
CEDEZVS	0.0000000	0.0000000
CEDEZN	0.2296365	0.0000000
CEDEZTF	0.0000000	0.0000000
SORDEZVL	0.0000000	0.0000000
SORDEZVS	0.0000000	0.0000000
SORDEZN	0.0000000	0.0000000
SORDEZTF	0.0000000	0.0000000
POTJANVL	0.0000000	0.0000000
RENDPOTJAN	400.0000	0.0000000
SILJANVL	0.2382760	0.0000000
RENDCEJAN	8100.000	0.0000000
RENDSORJAN	9500.000	0.0000000
RJANVL	0.0000000	0.0000000
AVJANVL	0.3417943	0.0000000
RENDAVJAN	26623.34	0.0000000
POTFEVVL	0.0000000	0.0000000
RENDPOTFEV	200.0000	0.0000000
SILFEVVL	0.2382760	0.0000000
RENDCEFEV	13500.00	0.0000000
RENDSORFEV	7600.000	0.0000000
RFEVVL	0.0000000	0.0000000
AVFEVVL	0.5431567	0.0000000
RENDAVFEV	16753.38	0.0000000
POTMARVL	0.0000000	0.0000000
RENDPOTMAR	140.0000	0.0000000
SILMARVL	0.1689491	0.0000000
RENDCEMAR	8100.000	0.0000000
RENDORMAR	3800.000	0.0000000
RMARVL	10983.31	0.0000000
AVMARVL	0.0000000	0.0000000
RENDAVMAR	0.0000000	0.0000000
POTABRVL	0.0000000	0.0000000
RENDPOTABR	100.0000	0.0000000
SILABRVL	0.1804309	0.0000000
RENDCEABR	5400.000	0.0000000
RENDSORABR	1900.000	0.0000000
RABRVL	10983.31	0.0000000
AVABRVL	0.0000000	0.0000000
RENDAVABR	0.0000000	0.0000000
POTMAIVL	0.0000000	0.0000000
RENDPOTMAI	60.00000	0.0000000
SILMAIVL	0.1804309	0.0000000
RENDCEMAI	5400.000	0.0000000

SORMAIVL	0.0000000	0.0000000
RENDSORMAI	0.0000000	0.0000000
RMAIVL	10983.31	0.0000000
AVMAIVL	0.0000000	0.0000000
RENDAVMAI	0.0000000	0.0000000
POTJUNVL	0.0000000	0.0000000
RENDPOTJUN	40.00000	0.0000000
SILJUNVL	0.2033946	0.0000000
RENDCEJUN	0.0000000	0.0000000
SORJUNVL	0.0000000	0.0000000
RENDSORJUN	0.0000000	0.0000000
RJUNVL	10983.31	0.0000000
AVJUNVL	0.0000000	0.0000000
RENDAVJUN	0.0000000	0.0000000
POTJULVL	0.0000000	0.0000000
RENDPOTJUL	20.00000	0.0000000
SILJULVL	0.2033946	0.0000000
RENDCEJUL	0.0000000	0.0000000
SORJULVL	0.0000000	0.0000000
RENDSORJUL	0.0000000	0.0000000
RJULVL	10983.31	0.0000000
AVJULVL	0.0000000	0.0000000
RENDAVJUL	0.0000000	0.0000000
POTAGOVL	0.0000000	0.0000000
RENDPOTAGO	40.00000	0.0000000
SILAGOVL	0.2033946	0.0000000
RENDCEAGO	0.0000000	0.0000000
SORAGOVL	0.0000000	0.0000000
RENDSORAGO	0.0000000	0.0000000
RAGOVL	10983.31	0.0000000
AVAGOVL	0.0000000	0.0000000
RENDAVAGO	0.0000000	0.0000000
POTSETVL	0.0000000	0.0000000
RENDPOTSET	200.0000	0.0000000
SILSETVL	0.2382760	0.0000000
RENDCESET	0.0000000	0.0000000
RENDSORSET	1900.000	0.0000000
RSETVL	0.0000000	0.0000000
AVSETVL	0.3205492	0.0000000
RENDAVSET	28387.86	0.0000000
POTOUTVL	0.0000000	0.0000000
RENDPOTOUT	200.0000	0.0000000
SILOUTVL	0.1928577	0.0000000
RENDCEOUT	2700.000	0.0000000
RENDSOROUT	3800.000	0.0000000
ROUTVL	10983.31	0.0000000
AVOUTVL	0.0000000	0.0000000
RENDAVOUT	0.0000000	0.0000000
POTNOVVL	0.0000000	0.0000000
RENDPOTNOV	300.0000	0.0000000
SILNOVVL	0.1804309	0.0000000
RENDCENOV	5400.000	0.0000000
RENDSORNOV	3800.000	0.0000000
RNOVVL	10983.31	0.0000000
AVNOVVL	0.0000000	0.0000000
RENDAVNOV	0.0000000	0.0000000
POTDEZVL	0.0000000	0.0000000
RENDPOTDEZ	300.0000	0.0000000
SILDEZVL	0.2382760	0.0000000
RENDCEDEZ	5400.000	0.0000000
RENDSORDEZ	5700.000	0.0000000

RDEZVL	0.0000000	0.0000000
AVDEZVL	0.3193656	0.0000000
RENDAVDEZ	28493.08	0.0000000
POTJANVS	0.0000000	0.0000000
SILJANVS	0.6935082E-20	0.0000000
RJANVS	0.0000000	0.0000000
AVJANVS	0.2096653	0.0000000
POTFEVVS	0.0000000	0.0000000
SILFEVVS	0.0000000	0.0000000
RFEVVS	0.0000000	0.0000000
AVFEVVS	0.3331861	0.0000000
POTMARVS	0.0000000	0.0000000
SILMARVS	0.8988716E-01	0.0000000
RMARVS	0.0000000	0.0000000
AVMARVS	0.0000000	0.0000000
POTABRVS	0.0000000	0.0000000
SILABRVS	0.8988716E-01	0.0000000
RABRVS	0.0000000	0.0000000
AVABRVS	0.0000000	0.0000000
POTMAIVS	0.0000000	0.0000000
SILMAIVS	0.8988716E-01	0.0000000
SORMAIVS	0.0000000	0.0000000
RMAIVS	0.0000000	0.0000000
AVMAIVS	0.0000000	0.0000000
POTJUNVS	0.0000000	0.0000000
SILJUNVS	0.8988716E-01	0.0000000
SORJUNVS	0.0000000	0.0000000
RJUNVS	0.0000000	0.0000000
AVJUNVS	0.0000000	0.0000000
POTJULVS	0.0000000	0.0000000
SILJULVS	0.8988716E-01	0.0000000
SORJULVS	0.0000000	0.0000000
RJULVS	0.0000000	0.0000000
AVJULVS	0.2312236E-17	0.0000000
POTAGOVVS	0.0000000	0.0000000
SILAGOVVS	0.8988716E-01	0.0000000
SORAGOVVS	0.0000000	0.0000000
RAGOVVS	0.0000000	0.0000000
AVAGOVVS	0.2312236E-17	0.0000000
POTSETVS	0.0000000	0.0000000
SILSETVS	0.0000000	0.0000000
RSETVS	0.0000000	0.0000000
AVSETVS	0.1966331	0.0000000
POTOUTVS	0.0000000	0.0000000
SILOUTVS	0.8988716E-01	0.0000000
ROUTVS	0.0000000	0.0000000
AVOUTVS	0.0000000	0.0000000
POTNOVVS	0.0000000	0.0000000
SILNOVVS	0.8988716E-01	0.0000000
RNOVVS	0.0000000	0.0000000
AVNOVVS	0.0000000	0.0000000
POTDEZVS	0.0000000	0.0000000
SILDEZVS	0.0000000	0.0000000
RDEZVS	0.0000000	0.0000000
AVDEZVS	0.1959070	0.0000000
SILOUTVSPROTVS	0.0000000	0.0000000
POTJANN	0.0000000	0.0000000
SILJANN	0.0000000	0.0000000
RJANN	0.0000000	0.0000000
AVJANN	0.1498376	0.0000000
POTFEVNV	0.0000000	0.0000000

SILFEVN	0.0000000	0.0000000
RFEVN	0.0000000	0.0000000
AVFEVN	0.3064493	0.0000000
POTMARN	0.0000000	0.0000000
SILMARN	0.1003177	0.0000000
RMARN	0.0000000	0.0000000
AVMARN	0.0000000	0.0000000
POTABRN	0.0000000	0.0000000
SILABRN	0.1003177	0.0000000
RABRN	0.0000000	0.0000000
AVABRN	0.0000000	0.0000000
POTMAIN	0.0000000	0.0000000
SILMAIN	0.1003177	0.0000000
SORMAIN	0.0000000	0.0000000
RMAIN	0.0000000	0.0000000
AVMAIN	0.0000000	0.0000000
POTJUNN	0.0000000	0.0000000
SILJUNN	0.1003177	0.0000000
SORJUNN	0.0000000	0.0000000
RJUNN	0.0000000	0.0000000
AVJUNN	0.0000000	0.0000000
POTJULN	0.0000000	0.0000000
SILJULN	0.1003177	0.0000000
SORJULN	0.0000000	0.0000000
RJULN	0.0000000	0.0000000
AVJULN	0.0000000	0.0000000
POTAGON	0.0000000	0.0000000
SILAGON	0.1003177	0.0000000
SORAGON	0.0000000	0.0000000
RAGON	0.0000000	0.0000000
AVAGON	0.0000000	0.0000000
POTSETN	0.0000000	0.0000000
SILSETN	0.0000000	0.0000000
RSETN	0.0000000	0.0000000
AVSETN	0.2206042	0.0000000
POTOUTN	0.0000000	0.0000000
SILOUTN	0.1003177	0.0000000
ROUTN	0.0000000	0.0000000
AVOUTN	0.0000000	0.0000000
POTNOVN	0.0000000	0.0000000
SILNOVN	0.1003177	0.0000000
RNOVN	0.0000000	0.0000000
AVNOVN	0.0000000	0.0000000
POTDEZN	0.0000000	0.0000000
SILDEZN	0.0000000	0.0000000
RDEZN	0.0000000	0.0000000
AVDEZN	0.9648457E-01	0.0000000
POTJANTF	0.0000000	0.0000000
SILJANTF	0.0000000	0.0000000
RJANTF	0.0000000	0.0000000
AVJANTF	0.4192360E-02	0.0000000
POTFEVTF	0.0000000	0.0000000
SILFEVTF	0.0000000	0.0000000
RFEVTF	0.0000000	0.0000000
AVFEVTF	0.0000000	0.0000000
POTMARTF	0.0000000	0.0000000
SILMARTF	0.2985860E-01	0.0000000
RMARTF	464.4792	0.0000000
AVMARTF	0.0000000	0.0000000
POTABRTF	0.0000000	0.0000000
SILABRTF	0.2985860E-01	0.0000000

RABRTF	464.4792	0.0000000
AVABRTF	0.0000000	0.0000000
POTMAITF	0.0000000	0.0000000
SILMAITF	0.2985860E-01	0.0000000
SORMAITF	0.0000000	0.0000000
RMAITF	464.4792	0.0000000
AVMAITF	0.0000000	0.0000000
POTJUNTF	0.0000000	0.0000000
SILJUNTF	0.2985860E-01	0.0000000
SORJUNTF	0.0000000	0.0000000
RJUNTF	464.4792	0.0000000
AVJUNTF	0.0000000	0.0000000
POTJULTF	0.0000000	0.0000000
SILJULTF	0.2985860E-01	0.0000000
SORJULTF	0.0000000	0.0000000
RJULTF	464.4792	0.0000000
AVJULTF	0.0000000	0.0000000
POTAGOTF	0.0000000	0.0000000
SILAGOTF	0.2985860E-01	0.0000000
SORAGOTF	0.0000000	0.0000000
RAGOTF	464.4792	0.0000000
AVAGOTF	0.0000000	0.0000000
POTSETTF	0.0000000	0.0000000
SILSETTF	0.0000000	0.0000000
RSETTF	0.0000000	0.0000000
AVSETTF	0.6945468E-01	0.0000000
POTOUTF	0.0000000	0.0000000
SILOUTF	0.2985860E-01	0.0000000
ROUTF	464.4792	0.0000000
AVOUTF	0.0000000	0.0000000
POTNOVTF	0.0000000	0.0000000
SILNOVTF	0.2985860E-01	0.0000000
RNOVTF	464.4792	0.0000000
AVNOVTF	0.0000000	0.0000000
POTDEZTF	0.0000000	0.0000000
SILDEZTF	0.0000000	0.0000000
RDEZTF	0.0000000	0.0000000
AVDEZTF	0.6919821E-01	0.0000000
RVL	87866.46	0.0000000
RVS	0.0000000	0.0000000
RN	0.0000000	0.0000000
RTF	3715.834	0.0000000
SILVL	2.466387	0.0000000
SILVS	0.7190972	0.0000000
SILN	0.8025416	0.0000000
SILTF	0.2388688	0.0000000
CANAVL	0.5329550E-13	0.0000000
CANAVS	0.0000000	0.0000000
CANAN	0.0000000	0.0000000
CANATF	0.0000000	0.0000000
AVVL	1.524866	0.0000000
AVVS	0.9353915	0.0000000
AVN	0.7733757	0.0000000
AVTF	0.1428453	0.0000000

Row	Slack or Surplus	Dual Price
1	478463.2	1.000000
2	91582.29	0.000000
3	91582.29	0.000000
4	478463.2	0.000000
5	586144.2	0.000000

6	0.0000000	0.0000000
7	0.0000000	0.0000000
8	0.0000000	0.0000000
9	4.226895	0.0000000
10	0.0000000	0.0000000
11	0.0000000	0.0000000
12	5.393885	0.0000000
13	0.0000000	0.0000000
PRECOLEITE	0.0000000	0.0000000
PRECOVD	0.0000000	0.0000000
CUSTOANOVL	0.0000000	0.0000000
CUSTOANOVS	0.0000000	0.0000000
CUSTOANON	0.0000000	0.0000000
CUSTOANOTF	0.0000000	0.0000000
CUSTORACAO	0.0000000	0.0000000
NGADO	0.0000000	0.0000000
22	0.0000000	0.0000000
PGADO	0.0000000	0.0000000
24	0.0000000	0.0000000
DEJGADO	0.0000000	0.0000000
DEJVACAL	0.0000000	0.0000000
DEJVACAS	0.0000000	0.0000000
DEJNOV	0.0000000	0.0000000
DEJTERNEIRA	0.0000000	0.0000000
30	0.0000000	0.0000000
31	0.0000000	0.0000000
32	0.0000000	0.0000000
33	0.0000000	0.0000000
34	0.0000000	0.0000000
35	0.0000000	0.0000000
36	0.0000000	0.0000000
37	0.0000000	0.0000000
38	0.0000000	0.0000000
39	0.0000000	0.0000000
40	0.0000000	0.0000000
41	0.0000000	0.0000000
42	0.0000000	0.0000000
43	0.0000000	0.0000000
44	0.0000000	0.0000000
45	0.0000000	0.0000000
46	0.0000000	0.0000000
47	0.0000000	0.0000000
48	0.0000000	0.0000000
49	0.0000000	0.0000000
50	0.0000000	0.0000000
51	0.0000000	0.0000000
52	0.0000000	0.0000000
53	0.0000000	0.0000000
54	0.0000000	0.0000000
55	0.0000000	0.0000000
LEITE	0.0000000	0.0000000
VLVS	0.0000000	0.0000000
VLTERNEIRAS	0.0000000	0.0000000
VLNOVILHAS	0.0000000	0.0000000
VLVD	0.0000000	0.0000000
MORTALIDADE	0.0000000	0.0000000
62	0.0000000	0.0000000
63	0.0000000	0.0000000
64	0.0000000	0.0000000
65	0.0000000	0.0000000
66	2.0000000	0.0000000

67	0.0000000	0.0000000
68	0.0000000	0.0000000
69	0.0000000	0.0000000
70	0.0000000	0.0000000
71	0.0000000	0.0000000
QDEJETOSUI	0.0000000	0.0000000
NLAGOA	0.0000000	0.0000000
74	0.0000000	0.0000000
PLAGOASUI	0.0000000	0.0000000
76	0.0000000	0.0000000
LIMDEJN	0.0000000	0.0000000
LIMDEJP	0.0000000	0.0000000
DEJTOTAL	0.0000000	0.0000000
NOTROGENIMAXT	0.0000000	0.0000000
FOSFOROMAX	0.0000000	0.0000000
PLANTIIVERAOP	0.0000000	0.0000000
PLANTIIVERAON	0.0000000	0.0000000
84	0.0000000	0.0000000
85	0.0000000	0.0000000
86	0.0000000	0.0000000
87	0.0000000	0.0000000
88	0.0000000	0.0000000
89	0.0000000	0.0000000
90	0.0000000	0.0000000
91	0.0000000	0.0000000
92	0.0000000	0.0000000
93	0.0000000	0.0000000
94	0.0000000	0.0000000
95	0.0000000	0.0000000
96	0.0000000	0.0000000
97	0.0000000	0.0000000
98	0.0000000	0.0000000
99	0.0000000	0.0000000
100	0.0000000	0.0000000
101	0.0000000	0.0000000
102	0.0000000	0.0000000
103	0.0000000	0.0000000
104	0.0000000	0.0000000
105	0.0000000	0.0000000
106	0.0000000	0.0000000
107	0.0000000	0.0000000
108	0.0000000	0.0000000
109	0.0000000	0.0000000
110	0.0000000	0.0000000
111	0.0000000	0.0000000
112	0.0000000	0.0000000
113	0.0000000	0.0000000
114	0.0000000	0.0000000
115	0.0000000	0.0000000
116	0.0000000	0.0000000
117	0.0000000	0.0000000
118	0.0000000	0.0000000
119	0.0000000	0.0000000
120	0.0000000	0.0000000
121	0.0000000	0.0000000
122	0.0000000	0.0000000
CUSTOSIL1	0.0000000	0.0000000
CUSTOSIL2	0.0000000	0.0000000
CUSTOSILCOMPRA	0.0000000	0.0000000
126	0.0000000	0.0000000
127	0.0000000	0.0000000

128	0.0000000	0.0000000
129	0.0000000	0.0000000
130	0.0000000	0.0000000
131	0.0000000	0.0000000
REJAN	65374.80	0.0000000
REFEV	26374.80	0.0000000
REMAR	75830.99	0.0000000
REABR	7516.014	0.0000000
REMAI	23110.16	0.0000000
REJUN	22044.29	0.0000000
REJUL	22044.29	0.0000000
REAGO	22044.29	0.0000000
RESET	51995.75	0.0000000
REOUT	0.0000000	0.0000000
RENOV	23664.37	0.0000000
REDEZ	26374.80	0.0000000
RREJAN	0.0000000	0.0000000
RREFEV	0.0000000	0.0000000
RREMAR	0.0000000	0.0000000
RREABR	0.0000000	0.0000000
RREMAI	0.0000000	0.0000000
RREJUN	0.0000000	0.0000000
RREJUL	0.0000000	0.0000000
RREAGO	0.0000000	0.0000000
RRESET	0.0000000	0.0000000
RREOUT	0.0000000	0.0000000
RRENOV	0.0000000	0.0000000
RREDEZ	0.0000000	0.0000000
RENDAN	0.0000000	0.0000000
RREANUAL	0.0000000	0.0000000
TOTALV	0.0000000	0.0000000
SAUTOTALI	0.0000000	0.0000000
SAUQ	0.0000000	0.0000000
SAUF	0.0000000	0.0000000
162	0.0000000	0.0000000
163	0.0000000	0.0000000
WJANEIRO	3.376478	0.0000000
WFEVEREIRO	3.376478	0.0000000
WMARCO	3.376478	0.0000000
WABRIL	0.0000000	0.0000000
WMAIO	3.376478	0.0000000
WJUNHO	13.71012	0.0000000
WJULHO	13.71012	0.0000000
WAGOSTO	3.376478	0.0000000
WSETEMBRO	3.376478	0.0000000
WOUTUBRO	0.0000000	0.0000000
WNOVEMBRO	3.376478	0.0000000
WDEZEMBRO	3.376478	0.0000000
HORASCANA	0.0000000	0.0000000
HORASOR	0.0000000	0.0000000
HORASCE	0.0000000	0.0000000
HORASUINO	0.0000000	0.0000000
ENERGIAVLJAN	0.0000000	0.0000000
ENERGIAVLFEV	0.6963471E-03	0.0000000
ENERGIAVLMARC	0.0000000	0.0000000
ENERGIAVLABR	780.1899	0.0000000
ENERGIAVLMAI	780.1899	0.0000000
ENERGIAVLJUN	2340.570	0.0000000
ENERGIAVLJUL	2340.570	0.0000000
ENERGIAVLAGO	2340.570	0.0000000
ENERGIAVLSETEM	0.0000000	0.0000000

ENERGIAVLOUTUB	1624.586	0.0000000
ENERGIAVLNOVEM	780.1899	0.0000000
ENERGIAVLDEZEM	0.0000000	0.0000000
PROTEINAVLJAN	0.0000000	0.0000000
PROTEINAVLFEV	0.5570777E-04	0.0000000
PROTEINAVLMARC	0.0000000	0.0000000
PROTEINAVLABR	0.0000000	0.0000000
PROTEINAVLMAI	0.0000000	0.0000000
PROTEINAVLJUN	0.0000000	0.0000000
PROTEINAVLJUL	0.0000000	0.0000000
PROTEINAVLAGOS	0.0000000	0.0000000
ROTEINAVLSETEM	0.0000000	0.0000000
ROTEINAVLOUTUB	0.0000000	0.0000000
ROTEINAVLNOVEM	0.0000000	0.0000000
ROTEINAVLDEZEM	0.0000000	0.0000000
NGESTAOWLJANEI	0.0000000	0.0000000
INGESTAOWLFEV	-0.3481735E-03	0.0000000
INGESTAOWLMAR	0.0000000	0.0000000
INGESTAOWLBR	0.0000000	0.0000000
INGESTAOWLMAI	0.0000000	0.0000000
INGESTAOWLJUN	0.0000000	0.0000000
INGESTAOWLJUL	0.0000000	0.0000000
INGESTAOWLAGOS	0.0000000	0.0000000
INGESTAOWLSET	0.0000000	0.0000000
INGESTAOWLOUT	0.0000000	0.0000000
INGESTAOWLNOV	0.0000000	0.0000000
INGESTAOWLDEZ	0.0000000	0.0000000
VOLUMOSOSVLJAN	10983.31	0.0000000
VOLUMOSOSVLFEV	10983.31	0.0000000
VOLUMOSOSVLMAR	0.0000000	0.0000000
VOLUMOSOSVLBR	0.0000000	0.0000000
VOLUMOSOSVLMAI	0.0000000	0.0000000
VOLUMOSOSVLJUN	0.0000000	0.0000000
VOLUMOSOSVLJUL	0.0000000	0.0000000
VOLUMOSOSVLAGO	0.0000000	0.0000000
VOLUMOSOSVLSET	10983.31	0.0000000
VOLUMOSOSVLOUT	0.0000000	0.0000000
VOLUMOSOSVLNOV	0.0000000	0.0000000
VOLUMOSOSVLDEZ	10983.31	0.0000000
ENERGIAVSJAN	0.0000000	0.0000000
ENERGIAVSFEV	-0.3627273E-03	0.0000000
ENERGIAVSMAR	0.0000000	0.0000000
ENERGIAVSABR	0.0000000	0.0000000
ENERGIAVSMAI	0.0000000	0.0000000
ENERGIAVSJUN	0.0000000	0.0000000
ENERGIAVSJUL	0.0000000	0.0000000
ENERGIAVSAGO	0.0000000	0.0000000
ENERGIAVSSET	0.0000000	0.0000000
ENERGIAVSOUT	0.0000000	0.0000000
ENERGIAVSNOV	0.0000000	0.0000000
ENERGIAVSDEZ	0.0000000	0.0000000
PROTEINAVSJAN	613.3535	0.0000000
PROTEINAVSFEV	613.3535	0.0000000
PROTEINAVSMAR	108.5472	0.0000000
PROTEINAVSABR	108.5472	0.0000000
PROTEINAVSMAI	108.5472	0.0000000
PROTEINAVSJUN	108.5472	0.0000000
PROTEINAVSJUL	108.5472	0.0000000
PROTEINAVSAGO	108.5472	0.0000000
PROTEINAVSSET	613.3535	0.0000000
PROTEINAVSOUT	108.5472	0.0000000

PROTEINAVSNOV	108.5472	0.0000000
PROTEINAVSDEZ	613.3535	0.0000000
INGESTAOVSJAN	3832.271	0.0000000
INGESTAOVSEV	3832.271	0.0000000
INGESTAOVSMAR	4560.357	0.0000000
INGESTAOVSABR	4560.357	0.0000000
INGESTAOVSMAI	4560.357	0.0000000
INGESTAOVSJUN	4560.357	0.0000000
INGESTAOVSJUL	4560.357	0.0000000
INGESTAOVSAGO	4560.357	0.0000000
INGESTAOVSET	3832.271	0.0000000
INGESTAOVSOVT	4560.357	0.0000000
INGESTAOVSNV	4560.357	0.0000000
INGESTAOVSEZ	3832.271	0.0000000
VOLUMOSOSVSJAN	874.8608	0.0000000
VOLUMOSOSVSEV	874.8606	0.0000000
VOLUMOSOSVSMAR	146.7749	0.0000000
VOLUMOSOSVSABR	146.7749	0.0000000
VOLUMOSOSVSMAI	146.7749	0.0000000
VOLUMOSOSVSJUN	146.7749	0.0000000
VOLUMOSOSVSJUL	146.7749	0.0000000
VOLUMOSOSVSAO	146.7749	0.0000000
VOLUMOSOSVSET	874.8608	0.0000000
VOLUMOSOSVSOVT	146.7749	0.0000000
VOLUMOSOSVSNV	146.7749	0.0000000
VOLUMOSOSVSEZ	874.8608	0.0000000
ENERGIANJAN	0.0000000	0.0000000
ENERGIANFEV	4546.605	0.0000000
ENERGIANMAR	4481.099	0.0000000
ENERGIANABR	4481.099	0.0000000
ENERGIANMAI	4481.099	0.0000000
ENERGIANJUN	4481.099	0.0000000
ENERGIANJUL	4481.099	0.0000000
ENERGIANAGO	4481.099	0.0000000
ENERGIANSET	4546.605	0.0000000
ENERGIANOUT	4481.099	0.0000000
ENERGIANNOV	4481.099	0.0000000
ENERGIANDEZ	0.0000000	0.0000000
PROTEINANJAN	204.8962	0.0000000
PROTEINANFEV	557.3404	0.0000000
PROTEINANMAR	0.0000000	0.0000000
PROTEINANABR	0.0000000	0.0000000
PROTEINANMAI	0.0000000	0.0000000
PROTEINANJUN	0.0000000	0.0000000
PROTEINANJUL	0.0000000	0.0000000
PROTEINANAGO	0.0000000	0.0000000
PROTEINANSET	568.6247	0.0000000
PROTEINANOUT	0.0000000	0.0000000
PROTEINANNOV	0.0000000	0.0000000
PROTEINANDEZ	192.4959	0.0000000
INGESTAONJAN	2273.303	0.0000000
INGESTAONFEV	0.1668099E-03	0.0000000
INGESTAONMAR	845.3263	0.0000000
INGESTAONABR	845.3263	0.0000000
INGESTAONMAI	845.3263	0.0000000
INGESTAONJUN	845.3263	0.0000000
INGESTAONJUL	845.3263	0.0000000
INGESTAONAGO	845.3263	0.0000000
INGESTAONSET	0.0000000	0.0000000
INGESTAONOUT	845.3263	0.0000000
INGESTAONNOV	845.3263	0.0000000

INGESTAONDEZ	2273.303	0.0000000
VOLUMOSOSNJAN	857.9383	0.0000000
VOLUMOSOSNFEV	3131.241	0.0000000
VOLUMOSOSNMAR	2285.915	0.0000000
VOLUMOSOSNABR	2285.915	0.0000000
VOLUMOSOSNMAI	2285.915	0.0000000
VOLUMOSOSNJUN	2285.915	0.0000000
VOLUMOSOSNJUL	2285.915	0.0000000
VOLUMOSOSNAGO	2285.915	0.0000000
VOLUMOSOSNSET	3131.241	0.0000000
VOLUMOSOSNOUT	2285.915	0.0000000
VOLUMOSOSNOV	2285.915	0.0000000
VOLUMOSOSNDEZ	857.9383	0.0000000
ENERGIATFJAN	0.0000000	0.0000000
ENERGIATFFEV	0.0000000	0.0000000
ENERGIATFMAR	1158.535	0.0000000
ENERGIATFABR	1158.535	0.0000000
ENERGIATFMAI	1158.535	0.0000000
ENERGIATFJUN	1158.535	0.0000000
ENERGIATFJUL	1158.535	0.0000000
ENERGIATFAGO	1158.535	0.0000000
ENERGIATFSET	0.0000000	0.0000000
ENERGIATFOUT	1158.535	0.0000000
ENERGIATFNOV	1158.535	0.0000000
ENERGIATFDEZ	0.0000000	0.0000000
PROTEINATFJAN	74.98166	0.0000000
PROTEINATFFEV	73.86551	0.0000000
PROTEINATFMAR	0.0000000	0.0000000
PROTEINATFABR	0.0000000	0.0000000
PROTEINATFMAI	0.0000000	0.0000000
PROTEINATFJUN	0.0000000	0.0000000
PROTEINATFJUL	0.0000000	0.0000000
PROTEINATFAGO	0.0000000	0.0000000
PROTEINATFSET	93.58221	0.0000000
PROTEINATFOUT	0.0000000	0.0000000
PROTEINATFNOV	0.0000000	0.0000000
PROTEINATFDEZ	93.58221	0.0000000
INGESTAOTFJAN	105.1735	0.0000000
INGESTAOTFFEV	105.1735	0.0000000
INGESTAOTFMAR	0.0000000	0.0000000
INGESTAOTFABR	0.0000000	0.0000000
INGESTAOTFMAI	0.0000000	0.0000000
INGESTAOTFJUN	0.0000000	0.0000000
INGESTAOTFJUL	0.0000000	0.0000000
INGESTAOTFAGO	0.0000000	0.0000000
INGESTAOTFSET	105.1735	0.0000000
INGESTAOTFOUT	0.0000000	0.0000000
INGESTAOTFNOV	0.0000000	0.0000000
INGESTAOTFDEZ	105.1735	0.0000000
VOLUMOSOSTFJAN	1452.459	0.0000000
VOLUMOSOSTFFEV	1452.459	0.0000000
VOLUMOSOSTFMAR	1093.153	0.0000000
VOLUMOSOSTFABR	1093.153	0.0000000
VOLUMOSOSTFMAI	1093.153	0.0000000
VOLUMOSOSTFJUN	1093.153	0.0000000
VOLUMOSOSTFJUL	1093.153	0.0000000
VOLUMOSOSTFAGO	1093.153	0.0000000
VOLUMOSOSTFSET	1452.459	0.0000000
VOLUMOSOSTFOUT	1093.153	0.0000000
VOLUMOSOSTFNOV	1093.153	0.0000000
VOLUMOSOSTFDEZ	1452.459	0.0000000

RACAOJAN	0.0000000	0.0000000
RACAOFEV	0.0000000	0.0000000
RACAOMAR	0.0000000	0.0000000
RACAOABR	0.0000000	0.0000000
RACAOAI	0.0000000	0.0000000
RACAOJUN	0.0000000	0.0000000
RACAOJUL	0.0000000	0.0000000
RACAOAGO	0.0000000	0.0000000
RACAOSET	0.0000000	0.0000000
RACAOOUT	0.0000000	0.0000000
RACAONOV	0.0000000	0.0000000
RACAODEZ	0.0000000	0.0000000
RTOTA	0.0000000	0.0000000
RCVL	0.0000000	0.0000000
RCVS	0.0000000	0.0000000
RCN	0.0000000	0.0000000
RCTF	0.0000000	0.0000000
RACAOT	0.0000000	0.0000000
SILAGEMVL	0.0000000	0.0000000
SILAGEMVS	0.0000000	0.0000000
SILAGEMN	0.0000000	0.0000000
SILAGEMTF	0.0000000	0.0000000
SILGAEMTOTAL	0.0000000	0.0000000
CANVL	0.0000000	0.0000000
CANVS	0.0000000	0.0000000
CANN	0.0000000	0.0000000
CANTF	0.0000000	0.0000000
CANAGAEMTOTAL	0.0000000	0.0000000
AVEIAVL	0.0000000	0.0000000
AVEIAVS	0.0000000	0.0000000
AVEIAN	0.0000000	0.0000000
AVEIATF	0.0000000	0.0000000
AVGAEMTOTAL	0.0000000	0.0000000
POTREIROJAN	0.0000000	0.0000000
POTREIROFEV	0.0000000	0.0000000
POTREIROMARC	0.0000000	0.0000000
POTREIROABRI	0.0000000	0.0000000
POTREIROMAI	0.0000000	0.0000000
POTREIROJUN	0.0000000	0.0000000
POTREIROJUL	0.0000000	0.0000000
POTREIROAGOS	0.0000000	0.0000000
POTREIROSETEM	0.0000000	0.0000000
POTREIROOUT	0.0000000	0.0000000
POTREIRONOV	0.0000000	0.0000000
POTREIRODEZ	0.0000000	0.0000000
CELJAN	0.0000000	0.0000000
CELFEV	0.0000000	0.0000000
CELMAR	0.0000000	0.0000000
CELABRI	0.0000000	0.0000000
CELMAIO	0.0000000	0.0000000
CELJUN	0.2296365	0.0000000
CELJUL	0.2296365	0.0000000
CELAGO	0.0000000	0.0000000
CELSET	0.0000000	0.0000000
CELOUT	0.1889815E-01	0.0000000
CELNOV	0.0000000	0.0000000
CELDEZ	0.0000000	0.0000000
SORGOJAN	0.0000000	0.0000000
SORGOFEV	0.0000000	0.0000000
SORGOMAR	0.0000000	0.0000000
SORGOABR	0.0000000	0.0000000

SORGOMAI	0.0000000	0.0000000
SORGOJUN	0.0000000	0.0000000
SORGOJUL	0.0000000	0.0000000
SORGOAGO	0.0000000	0.0000000
SORGOSET	0.0000000	0.0000000
SORGOOUT	0.0000000	0.0000000
SORGONOV	0.0000000	0.0000000
SORGODEZ	0.0000000	0.0000000
RPOTJAN	0.0000000	0.0000000
RPOTFEV	0.0000000	0.0000000
RPOTMAR	0.0000000	0.0000000
RPOTABR	0.0000000	0.0000000
RPOTMAI	0.0000000	0.0000000
RPOTJUN	0.0000000	0.0000000
RPOTJUL	0.0000000	0.0000000
RPOTAGO	0.0000000	0.0000000
RPOTSET	0.0000000	0.0000000
RPOTOUT	0.0000000	0.0000000
RPOTNOV	0.0000000	0.0000000
RPOTDEZ	0.0000000	0.0000000
RCEJAN	0.0000000	0.0000000
RCEFEV	0.0000000	0.0000000
RCEMAR	0.0000000	0.0000000
RCEABR	0.0000000	0.0000000
RCEMAI	0.0000000	0.0000000
RCEJUN	0.0000000	0.0000000
RCEJUL	0.0000000	0.0000000
RCEAGO	0.0000000	0.0000000
RCESET	0.0000000	0.0000000
RCEOUT	0.0000000	0.0000000
RCENOV	0.0000000	0.0000000
RCEDEZ	0.0000000	0.0000000
RSORJAN	0.0000000	0.0000000
RSORFEV	0.0000000	0.0000000
RSORMAR	0.0000000	0.0000000
RSORABR	0.0000000	0.0000000
RSORMAI	0.0000000	0.0000000
RSORJUN	0.0000000	0.0000000
RSORJUL	0.0000000	0.0000000
RSORAGO	0.0000000	0.0000000
RSORSET	0.0000000	0.0000000
RSOROUT	0.0000000	0.0000000
RSORNOV	0.0000000	0.0000000
RSORDEZ	0.0000000	0.0000000