UNIVERSIDADE PARA O DESENVOLVIMENTO DO ESTADO E DA REGIÃO DO PANTANAL - UNIDERP

ADILSON JOSÉ FRANCISCHINI

# MODELAGEM E OTIMIZAÇÃO DO PROCESSO DE RENOVAÇÃO DE PASTAGENS DEGRADADAS

CAMPO GRANDE – MS
2006

# Livros Grátis

http://www.livrosgratis.com.br

Milhares de livros grátis para download.

**ADILSON JOSÉ FRANCISCHINI**

# MODELAGEM E OTIMIZAÇÃO DO PROCESSO DE RENOVAÇÃO DE PASTAGENS DEGRADADAS

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em nível de Mestrado Profissionalizante em Produção e Gestão Agroindustrial da Universidade para o Desenvolvimento do Estado e da Região do Pantanal, como parte dos requisitos para a obtenção do título de Mestre em Produção e Gestão Agroindustrial.

Comitê de Orientação:

Prof. Dr. Silvio Jacks dos Anjos Garnés

Prof. Dr. Edison Rubens Arrabal Arias

Prof. Dr. Celso Correia de Souza

**CAMPO GRANDE – MS**

**2006**

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

Ficha catalográfica elaborada pela Biblioteca Central da UNIDERP

F819m

Francischini, Adilson José.
Modelagem e otimização do processo de renovação de pastagens degradadas / Adilson José Francischini. -- Campo Grande, 2006.

57 f. : il. color.

Dissertação (mestrado)- Universidade para o Desenvolvimento do Estado e da Região do Pantanal, 2006.
"Orientação: Prof. Dr. Silvio Jacks dos Anjos Garnés".

1. Pastagens - Recuperação 2. Sistemas de renovação de pastagens 3. Programação linear 4. Aplicativo Solver 5. Análise econômica I. Título.

CDD 21.ed. 633.2

## FOLHA DE APROVAÇÃO

Candidato: **Adilson José Francischini**

Dissertação defendida e aprovada em 17 de agosto de 2006 pela Banca Examinadora:

_____

Prof. Doutor **Silvio Jacks dos Anjos Garnés (Orientador)**

_____

Prof. Doutor **Luis Carlos Vinhas Ítavo (UCDB)**

_____

Profa. Doutora **Adriana Paula D'Agostini Contreiras Rodrigues (UNIDERP)**

_____

Prof. Doutor **Luiz Eustáquio Lopes Pinheiro**
**Coordenador do Programa de Pós-Graduação**
**em Produção e Gestão Agroindustrial**

_____

Prof. Doutor **Raysildo Barbosa Lôbo**
**Pró-Reitor de Pesquisa e Pós-Graduação da UNIDERP**

## DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho e todos os meus esforços aos meus verdadeiros amigos, que me acompanharam durante este tempo. Aos meus familiares em especial a minha esposa, que acompanhou passo a passo esta fase dos meus estudos, dando incentivo, carinho, atenção nos momentos difíceis e alegres até a conclusão do curso.

## AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus, autor da vida, por ter me concedido a saúde, disposição e a sua graça, para poder concluir este curso. A UNIDERP (Universidade para o Desenvolvimento do Estado e da Região do Pantanal) pelo incentivo financeiro através da bolsa para capacitação Docente em convenio com a Secretaria de Estado de Educação (SED). Aos professores e amigos que contribuíram para minha formação profissional, em especial aos professores Silvio Jacks dos Anjos Garnés, Edison Rubens Arrabal Arias e Celso Correia de Souza. Aos meus familiares pelo incentivo, em especial a minha mãe, pelas suas orações.

.

## SUMÁRIO

**DEDICATÓRIA** ..... iii
**AGRADECIMENTOS** ..... iv
**RESUMO** ..... vi
**ABSTRACT** ..... vii
**1- INTRODUÇÃO GERAL** ..... 1
**ARTIGO 1: ANÁLISE DE PROCESSOS DE RENOVAÇÃO DE PASTAGENS DEGRADADAS** ..... 6
**ARTIGO 2: OTIMIZAÇÃO NA RENOVAÇÃO INDIRETA DE PASTAGENS DEGRADADAS POR PROGRAMAÇÃO LINEAR** ..... 28
**2- CONCLUSÃO GERAL** ..... 53
**3- REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS** ..... 54

## RESUMO

Objetivou-se avaliar Sistemas de Renovação de Pastagens e um modelo de Programação Linear para otimizar e amortizar custos, na renovação de pastagens degradadas através de simulações, sobre a ótica das técnicas direta e indireta de renovação de pastagens. A área total considerada para as simulações foi de 2.000 ha, com a renovação em 20% da área a cada ano. Os sistemas de Renovação de Pastagens foram denominados como: SRD (Sistema de Renovação Direta); SRS1 (Sistema de Renovação com um ano de Soja ) e SRS2 (Sistema de Renovação com dois anos de Soja ). As simulações realizadas indicaram que o SRS2 permite um retorno financeiro já a partir do segundo ano, o que não aconteceu no SRD e SRS1, pois, a colheita da soja financiou parcialmente a renovação da pastagem, constituindo-se no sistema mais indicado neste trabalho para renovação de pastagens degradadas. O modelo da Programação Linear desenvolvido para o uso do Excel utilizando culturas de verão resultou na maximização do lucro total e lucro por hectare nessa área em R$ 178.081,17 e R$ 445,20, respectivamente. Utilizando-se o seguinte arranjo das culturas de verão, 134,35 ha de algodão, 44,64 ha de milho e 220,81 ha de soja, amortizou-se os custos em aproximadamente 57%. Concluiu-se também que, a análise de sensibilidade ajudou a definir o melhor ajuste de distribuição dos capitais disponíveis para os insumos, operações agrícolas e outros custos + juros de custeio gerando uma melhor lucratividade, por hectare.



PALAVRAS-CHAVES: programação linear, culturas de verão e aplicativo solver.

**ABSTRACT**

The present work had as objective to create a Systems of Pastures Renewal and a model of Linear Programming to optimize and to amortize costs, in the recovery of degraded pastures through simulation, about the optics of direct and indirect of pastures. The total area considered for simulations were 2.000 ha, with the renewal in 20% of the area per each year. The Systems of Pastures Renewal had been called as: DRS (Direct Renewal System); SRS1 (Soy Renewal System - 1 year) and SRS2 (Soy Renewal System - 2 years). The simulations indicated that the SRS2 allows a financial return after the second year, what didn't happen with DRS and SRS1; therefore, the harvest of the soy financed partially the pasture renewal, this consisted the most indicated system in this work for degraded pastures renewal. The model of Linear Programming developed for Excel using summer cultures resulted best profit exploitation in this area around R$ 178,081.17 and R$ 445,20/ha. Using the same arrangement of the summer cultures, 134,35 ha of cotton, 44,64 ha of corn and 220.81 ha of soy, amortized the costs in approximately 57%. Concluded that the sensitivity analysis helped to define the best readjustment of capitals for insumos, agricultural operations and other costs + loan taxes providing a better income per hectare.

KEY-WORDS: linear programming, summer cultures e applicatory to solve.

# 1- INTRODUÇÃO

CARNE BOVINA BRASILEIRA NO MUNDO.

O Brasil é um dos maiores produtores mundiais de carne bovina equivalentes em carcaça, tendo um crescimento nos últimos cinco anos em torno de 16% em sua produtividade (Tabela 1).

TABELA 1. Produção Mundial de Carne Bovina dos maiores Países Produtores.
Mil toneladas de equivalente-carcaça

| Países | 2001 | 2002 | 2003 | 2004 | 2005** |
|---|---|---|---|---|---|
| Estados Unidos | 11.983 | 12.427 | 12.039 | 11.206 | 11.242 |
| Brasil (1) | 6.946 | 7.189 | 7.584 | 8.482 | 8.303 |
| União Européia* | 7.629 | 8.138 | 8.045 | 8.035 | 7.915 |
| China | 5.488 | 5.846 | 6.305 | 6.683 | 7.110 |
| Argentina | 2.640 | 2.700 | 2.800 | 2.900 | 2.730 |

(1) Estimativa Instituto FNP
* Composto por 25 países (a partir de 1999)
** Previsão
Fonte:(ANUALPEC ,2005)

Observa-se na tabela 1 que em 2001 o Brasil ocupava a terceira posição na produção mundial de carne bovina com 6.946 mil toneladas de equivalentes carcaças. Já em 2004 sua produção foi de 8.482 mil toneladas, ocupando a segunda posição. Esse crescimento na produção foi proporcionado pela abertura de novas áreas na região Norte do País e também o desenvolvimento científico-tecnológico e a modernização da atividade rural, obtidos por intermédio de pesquisas e da expansão da indústria de máquinas e implementos, a adoção de programas de sanidade animal e vegetal, garantindo a produção de alimentos saudáveis, também ajudou o país a alcançar essa condição.

O Brasil pode aumentar sua produção de carne sem se preocupar com o desmatamento, através de abertura de novas áreas. Para isso, basta que os

produtores passam a recuperar ou renovar as pastagens aumentando a capacidade de lotação, que hoje segundo Borges (2004) está entre 0,8 unidade animal (UA) por hectare, em solos com baixa fertilidade.

A maior expansão das exportações brasileiras de carne bovina foi de 2000 a 2004 (Tabela 2). Uma conjunção de fatores permitiu esse desempenho, entre os quais podem ser destacados os seguintes: desvalorização do real, fim da aftosa, crescimento da demanda mundial e ciclo de baixa da pecuária (FILHO NEHMI, 2005).

Segundo Saboya (2005), o futuro das exportações da carne bovina do país deparará com crescimentos mais modestos e será necessário um intenso trabalho das empresas para consolidar seus mercados e obter a fidelidade dos clientes.

TABELA 2. Balanço das Exportações Brasileiras de Carne Bovina em equivalente carcaça.

| Ano | Industrializada (Mil toneladas) | In natura (Mil toneladas) | Total (Mil toneladas) |
|---|---|---|---|
| 2000 | 309 | 245 | 554 |
| 2001 | 311 | 479 | 789 |
| 2002 | 369 | 559 | 929 |
| 2003 | 402 | 806 | 1.208 |
| 2004 | 428 | 1.202 | 1.630 |

Fonte: (ANUALPEC, 2005).

## PECUÁRIA DE CORTE NO BRASIL E MATO GROSSO DO SUL.

Segundo Kichel (2001), o Brasil possui cerca de 200 milhões de hectares de pastagens, dentre os quais, aproximadamente, 50% são de pastagens cultivadas.

Graças ao aumento da área cultivada com pastagens no Brasil, juntamente com o aumento dos índices zootécnicos, houve um crescimento significativo do rebanho, com destaque para a região Centro-Oeste, que hoje é responsável por 33,5% do rebanho de bovinos de corte, conforme mostra a Tabela 3 (ANUALPEC, 2005).

TABELA 3. Rebanho bovino brasileiro por regiões nos últimos cinco anos.
Efetivo por regiões (cabeças)*

| Regiões | 2001 | 2002 | 2003 | 2004 | 2005** |
|---|---|---|---|---|---|
| Norte | 24.792.448 | 25.513.416 | 27.637.765 | 28.203.968 | 28.879.824 |
| Nordeste | 24.821.715 | 25.368.436 | 25.373.907 | 25.089.899 | 25.421.907 |
| Sudeste | 35.238.768 | 35.488.504 | 35.050.290 | 33.256.666 | 31.659.183 |
| Sul | 26.178.201 | 26.406.561 | 26.116.013 | 24.843.171 | 23.611.599 |
| C. Oeste | 59.256.660 | 61.393.263 | 62.061.456 | 58.760.198 | 55.387.433 |

* Efetivo do Rebanho existente em 31 de dezembro de cada ano.
** Projeção
Fonte:(ANUALPEC, 2005)

A pecuária de Mato Grosso do Sul é um dos principais segmentos da economia Estadual, sendo sua contribuição ao PIB de R$ 525.673.000, representando 30% do setor primário da economia e 5% do PIB do Estado. A atividade de pecuária bovina em Mato Grosso do Sul é exercida por 39.960 produtores e ocupa uma área de 21.810.708 hectares (Kichel, 2001).

Conforme o anuário da pecuária brasileira (ANUALPEC), o Brasil e o Mato Grosso do Sul obtiveram em 2003 o maior rebanho de bovinos, 175 milhões e 22 milhões respectivamente, havendo uma redução em 2004 e 2005. Os dados mais recentes indicam um rebanho de bovinos no Mato Grosso do Sul no ano de 2004 é de 21.088.979 cabeças (ANUALPEC, 2005).

Os dados da Tabela 4 indicam que a área total de pastagem permaneceu praticamente inalterada no período de 1985 a 1995, mas houve uma redução de 37% na área de pastagens nativas e, por outro lado, a área de pastagens cultivadas cresceu 29%. Neste período, o rebanho cresceu 31% e a taxa de lotação média do Estado passou de 0,7 cabeças para 0,9 cabeças por hectare (ZIMMER *et al.* 2000) citado por (KICHEL, 2001).

TABELA 4 – Área de pastagens, efetivo bovino e taxa de lotação do Estado de Mato Grosso do Sul.

| Valores | Anos | |
|---|---|---|
| | **1985** | **1995** |
| Pastagem cultivada (ha) | 12.144.529 | 15.727.930 |
| Pastagem nativa (ha) | 9.658.224 | 6.082.778 |
| **Total (ha)** | **21.802.753** | **21.810.708** |
| Efetivo bovino (cabeças) | 15.017.906 | 19.754.356 |
| Lotação média (cabeças/ha) | 0,7 | 0,9 |

Fonte: IBGE (1995-1996) citada por Kichel 2001.

O crescimento na lotação vem ocorrendo, podendo aumentar ainda mais, introduzindo-se novas tecnologias mais avançadas (Tabela 5) para a melhoria do sistema produtivo.

TABELA 5– Índices zootécnicos médios do rebanho brasileiro em sistemas tecnológicas mais evoluídos.

| Índices | Média brasileira | Sistema melhorado | Sistema com tecnologia Média | Sistema Intensivo CNPGC |
|---|---|---|---|---|
| Natalidade | 60% | > 70% | > 80% | 95% |
| Mortalidade até a desmama | 8% | 6% | 4% | 5% |
| Taxa de desmama | 54% | 65% | 75% | 90% |
| Mortalidade pós-desmama | 4% | 3% | 2% | 1% |
| Idade da 1ª cria | 4 anos | 3-4 anos | 2-3 anos | 3 anos |
| Intervalos entre partos | 21 meses | 18 meses | 14 meses | 13 meses |
| Idade de abate | 4 anos | 3 anos | 2,5 anos | 2 anos |
| Taxa de abate | 17% | 20% | 22% | 20% |
| Peso da carcaça | 200 kg | 220 kg | 230 kg | 266 kg |
| Rendimento de carcaça | 53% | 54% | 55% | 58% |
| Lotação | 0,9 an./ha | 1,2 an./ha | 1,6 an./ha | 2,0 an./ha |
| Kg de carcaça/ha/ano | 30 | 52 | 80 | 100 |

Fonte: EMBRAPA (CNPGC), citada por, Kichel (2001).

PERSPECTIVA NO SETOR DO AGRONEGÓCIO.

Segundo Kluthcouski *et al.* (2003), por razões econômicas e/ou agronômicas, a exploração isolada da lavoura ou da pecuária nos Cerrados tem apresentado, em média, sinais de insustentabilidade, com reflexos negativos também nos parâmetros sociais e ambientais. Assim, na atual conjuntura econômica, tanto a competitividade como a sustentabilidade deste setor estarão cada vez mais dependentes da redução dos custos de produção e da utilização intensiva das áreas agrícolas durante o ano todo, aproveitando-se de condições climáticas inigualáveis, tais como temperatura e radiação solar.

No mercado globalizado, no entanto, altas produtividades nem sempre são suficientes para auferir competitividade e, conseqüentemente, lucros. Será preciso resolver no setor agropecuário, três grandes desafios: recuperação ou renovação de áreas degradadas; redução nos custos de produção de lavouras e da pecuária; e utilização intensiva das áreas agrícolas durante o ano todo (KLUTHCOUSKI *et al.* 2003).

Considerando os desafios citados acima para o setor agropecuário, objetivou-se criar e desenvolver modelos que otimizem os custos na renovação de pastagens. Sendo o primeiro um comparativo utilizando três sistemas de produção: renovação direta; renovação indireta com um ano de soja e renovação indireta com dois anos de soja. O segundo também desenvolvido sobre a técnica de renovação indireta e a Programação Linear, simulando a melhor combinação possível com as culturas de algodão, girassol, milho e soja a margem de lucro deixado no final de um ano agrícola e a possível amortização nos custos na renovação de pastagem.

ANÁLISE DE PROCESSOS DE RENOVAÇÃO
DE PASTAGENS DEGRADADAS

Adilson José Francischini

Mestrado em Produção e Gestão Agroindustrial

## RESUMO

Avaliou-se, por meio de simulações com valores reais, atuais, técnicas de renovação de pastagens, considerando-se para isso três sistemas de produção, comparando custos e ganhos econômicos, para dar suporte à uma adequada tomada de decisão. Os sistemas foram denominados como: SRD (Sistema de Renovação Direta); SRS1 (Sistema de Renovação com um ano de Soja ) e SRS2 (Sistema de Renovação com dois anos de Soja ). A área total considerada para simulação foi de 2.000 ha, com a renovação em 20% da área a cada ano. Para os três sistemas de produção foram feitas as correções do solo conforme resultados de análises do solo em trabalho prévio realizado por pesquisadores da Embrapa/Gado de Corte no município de Campo Grande-MS. Os custos para a produção da soja, do boi e da renovação direta, foram formulados utilizando uma planilha eletrônica desenvolvida no Excel. As simulações realizadas indicaram que o SRS2 permite um retorno financeiro já a partir do segundo ano, o que não aconteceu no SRD e SRS1, pois, a colheita da soja financiou parcialmente a renovação da pastagem, constituindo-se no sistema mais indicado dos sistemas avaliados para renovação de pastagens degradadas.

Palavras chaves: soja, bovinocultura, custo de produção e integração.

## ABSTRACT

This was evaluated by simulation with real and current values, techniques of renewal of pastures, considering for this three systems of production, comparing costs and economic profits, in order to get adequate decisions. The systems were called as: SRD (System of Direct Renovation); SRS1 (System of Renovation with Soy - one year) and SRS2 (System of Renovation with Soy - two years). The total area of the simulation was around 2.000 ha, 20% of the area per year. For the three systems of production were made corrections of the ground analysis as studies made through researchers of Embrapa/Gado de Corte in Campo Grande's city, MS. The costs for the production of the soy, the beef cattle and the direct renovation, had been formulated using a Excel electronic spread. The simulations shown that the SRS2 allows a financial return after the second year, this didn't happen in case of SRD and SRS1, therefore, the soy harvest almost financed all the renovation of the pasture. The results had shown that the SRS2 is the best alternative between the three systems of degraded pastures renovation.

Words keys: soy, bovine, cost of production and integration.

## INTRODUÇÃO

A pecuária de corte, apesar de ser um dos segmentos mais importantes da economia do Estado de Mato Grosso do Sul, representando 30% do setor primário da economia e 5% do PIB do Estado, desde o início da década de 90 vem apresentando queda na produtividade geral (ZIMMER *et al.* 1998). A principal causa é a degradação das pastagens, na pecuária, e na agricultura, a queda na produtividade das lavouras, o empobrecimento da fertilidade do solo, a baixa retenção de água no solo e o aumento dos processos erosivos, são efeitos de manejos inadequados, com reflexos diretos no meio ambiente. Em relação às pastagens o manejo inadequado está relacionado ao excesso de lotação animal (KICHEL e MIRANDA, 2002).

Apesar de a capacidade de suporte média das pastagens, no Estado, ser de 0,9 cabeça/ha, ela apresenta variações acentuadas em função das condições de solo, clima e sistemas de produção. Todavia, é possível, utilizando-se de tecnologias já disponíveis, reduzirem tais variações e/ou implementar alternativas que possibilitem, em algumas regiões, a sua melhoria. Para isso, fazem-se necessárias, na maioria dos casos, a recuperação e a manutenção das pastagens. Torna-se, portanto, indispensável o uso de fertilizantes, o que por sua vez, em muitas situações, é impraticável, principalmente pela inviabilidade econômica. Para uma eventual renovação de pastagens degradadas, existem técnicas já desenvolvidas e pesquisadas, sendo estas por renovação direta e renovação indireta.

A renovação direta de pastagens é caracterizada principalmente pela tentativa de substituição de forrageiras sem a utilização de uma cultura intermediária. Já a renovação indireta pode ser entendida como aquela efetuada através de práticas mecânicas, químicas e culturais, utilizando-se de uma pastagem anual (milheto, aveia) ou de uma lavoura anual de grãos (milho, soja, arroz) por um certo período de tempo, a fim de substituir a espécie forrageira existente por outra de melhor valor nutritivo ou com diferentes características que a espécie em degradação (ZIMMER *et al.* 1998),.

Segundo Borges (2004), a Fundação MS, visando à integração agricultura e pecuária, vem desenvolvendo técnicas que permitem recuperar/renovar essas pastagens, utilizando a agricultura como o meio mais viável e economicamente capaz de recompor esses índices, elevando a capacidade de lotação para três unidades animal (UA) por hectare, com abate entre 24 e 30 meses e produção de carne superior a 18 arrobas/hectare/ano.

A integração agricultura-pecuária, entre outras vantagens, favorece a troca de espécies de plantas cultivadas, propiciando a rotação de culturas e permitindo a utilização residual de uma espécie em benefício da outra. Também proporciona mudança de conceitos, colocando a propriedade rural como uma empresa produtora de proteína animal (carne) e proteína vegetal (grãos), com sustentabilidade para o sistema produtivo e a valorização da propriedade (BORGES, 2004).

Objetivou-se utilizar técnicas em renovação de pastagens, fazendo simulações em três sistemas de produção comparando os ganhos econômicos, para uma possível tomada de decisão na adoção de um deles.

## MATERIAL E MÉTODOS

Foi considerada na simulação uma fazenda com atividade agropecuária, sendo que as atividades, pecuária e agricultura, sempre foram praticadas separadamente.

A raça do gado considerado na pecuária foi o Nelore, com peso inicial de 350 kg em média e peso final de 500 kg, após um ano de pastoreio. A taxa de lotação por hectare por ano para a pastagem antes do plantio da soja ou da renovação direta, foi considerada de 0,7 UA/ha/ano um pouco inferior à citada por Borges (2004) de 0,8 UA/ha/ano, e produção de carne até 4,0 @/ha/ano em condições de baixa fertilidade natural do solo.

Para as pastagens que receberam a renovação direta ou indireta com o plantio da soja no primeiro ano foi considerada a taxa de lotação de 2,2 UA/ha/ano e uma produção de carne de 10,50 @/ha/ano.

Conforme estudos apresentados por Euclides *et al*. (1997), o decréscimo linear da produtividade em solos com baixa e alta fertilização das cultivares Colonião, Tobiatã e Tanzânia de *Panicum maximum, da Brachiaria decumbens* cv. Basilisk *e da B. brizantha* cv. Marandu, em três anos, estão entre 27% a 35%. Desta forma, foram consideradas nas simulações o valor de 27% de decréscimo linear de produtividade das pastagens.

Por proporcionar a fixação de nitrogênio no solo, a cultura utilizada foi a soja, cuja a produção em plantio convencional foi estimada em 50 sc/ha e a produção em Sistema de Plantio Direto (SPD) foi de 55 sc/ha.

Na simulação dos custos de produção da soja e do gado de corte, foi utilizada uma planilha eletrônica em Excel, considerando todos os aspectos teóricos.

Para a simulação de renovação de uma área de 2.000 ha de pastagem, a mesma foi subdividida em cinco módulos de 400 ha, sendo que, a cada ano faz-se à

renovação de um módulo (20% da área total). A técnica de renovação de pastagens com culturas anuais compôs dois sistemas e, um terceiro, foi através da renovação direta. Por fim cada sistema foi avaliado em termos de produtividade e ganhos econômicos em cada sistema, para se ter o sistema mais indicado à implantação.

As simulações foram conduzidas da seguinte forma:

a) SRD (Sistema de Renovação de Pastagem Direta), aplicado em 20% da área a cada ano, num total de 400 ha por ano. Para efeito de simulação, optou-se pela renovação direta por meio de terraceamento, calagem, preparo de solo, adubação de correção e plantio.

b) SRS1 (Sistema de Renovação de Pastagem com um ano de Soja), em 20% da área por ano, utilizando-se do plantio de soja para renovar a pastagem e abater os custos da formação com a comercialização da soja colhida. O sistema de plantio empregado na lavoura foi o convencional.

c) SRS2 (Sistema de Renovação de Pastagem com dois anos de Soja), em 20% da área por ano, sendo o primeiro ano de cultura da soja, com plantio convencional e o segundo ano através do Sistema de Plantio Direto, para obter os custos da renovação da pastagem com a comercialização da soja.

Segundo Salton *et al.* (1998), é necessário saber se a degradação de pastagem é devida a manejo inadequado ou condições de fertilidade do solo deficientes. No último caso, é recomendável que o proprietário realize a correção da fertilidade do solo, iniciando o sistema agropecuário, em seguida.

O primeiro ano de plantio da soja no SRS1 e SRS2 deu-se através do plantio convencional, decorrente das deficiências de fertilidade do solo.

A forrageira utilizada na simulação para renovar as pastagens e empregado nos três sistemas de produção foi o capim-marandu, uma cultivar de *Brachiaria brizantha*. O capim-marandu apresenta um baixo grau de adaptação a solos de baixa fertilidade. Para o plantio em solos da região dos cerrados recomenda-se o uso da

calagem para elevar a saturação por bases para valores entre 40% e 45%, na profundidade de 0 a 20 centímetros. Essa gramínea apresenta uma produção e qualidade de pastagem anual de matéria seca da ordem de 8 t/ha, podendo aumentar para 20 t/ha com aplicação de fertilizantes.

Foi considerada uma análise de solo e sua correção estudada por Kichel *et al.* (2002), adaptando-se para a realidade da simulação. A análise de fertilidade do solo, apresentada na Tabela 1, demonstrou que o solo estava deficiente em fósforo (P), potássio (K), cálcio (Ca) e magnésio (Mg), apresentando, ainda, altos teores de alumínio (Al). O solo é um Latossolo Vermelho-Escuro com 45% de argila.

TABELA 1. Análise inicial da fertilidade do solo

| PH | P | MO | K | Ca + Mg | Al | Valor T | Valor V |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| (em água) | (ppm) | (%) | mEq/100ml | | | | |
| 5,1 | 1,3 | 4,7 | 0,11 | 1,62 | 1,62 | 7,5 | 8,5 |

Fonte: adaptada de KICHEL et al., (2002).

Os altos teores de alumínio foram corrigidos com aplicação de calcário dolomítico (4t/ha) e a reposição dos nutrientes foi realizada conforme as necessidades da cultura a ser implantada.

A reposição desses nutrientes foram feitas seguindo o quadro 1. Somente o nitrogênio foi aplicado 15 dias após a emergência da planta e com umidade no solo para não ocorrer perdas por volatização. No caso da renovação das pastagens pelo SRS1 e SRS2, houve inoculação das sementes para a fixação simbiótica de nitrogênio.

Nos Quadros 1, 2 e 3, estão retratados os cronogramas de execução das atividades em cada sistema de produção.

QUADRO 1. Cronograma de execução para o módulo a ser renovado pelo SRD.

| **Atividades Meses** | Jul. | Ag. | Set. | Out. | Nov. | Dez. | Jan. | Fev. | Mar. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Const. de Terraços | X | | | | | | | | |
| Primeira calagem | X | | | | | | | | |
| Gradagem Aradora | X | X | | | | | | | |
| Segunda calagem | | X | | | | | | | |
| Gradagem Niveladora | | X | | | | | | | |
| Adubação de Correção | | X | X | | | | | | |
| Gradagem Niveladora | | | X | X | | | | | |
| Semeadura do Capim | | | | | X | | | | |
| Inicio de Pastejo | | | | | | | | | X |

QUADRO 2. Cronograma de execução para o módulo a ser renovado pelo SRS1.

| **Atividades Meses** | Jul. | Ag. | Set. | Out. | Nov. | Dez. | Jan. | Fev. | ... | Mai. | Jun. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Const. de Terraços | X | | | | | | | | | | |
| Primeira Calagem | X | | | | | | | | | | |
| Gradagem Aradora | X | | | | | | | | | | |
| Segunda Calagem | | X | | | | | | | | | |
| Gradagem Niveladora | | X | | | | | | | | | |
| Adubação de correção | | X | | | | | | | | | |
| Gradagem niveladora | | X | X | | | | | | | | |
| Semeadura da soja | | | | X | | | | | | | |
| Dessecação para colheita | | | | | | | X | | | | |
| Semeadura do Capim | | | | | | | X | | | | |
| Colheita | | | | | | | | X | | | |
| Gradagem Niveladora | | | | | | | | X | | | |
| Inicio de Pastejo | | | | | | | | | | | X |

QUADRO 3. Cronograma de renovação para o módulo a ser renovado pelo SRS2.

| **Atividades Meses** | Jul. | Ag. | Set. | Out. | Nov. | Dez. | Jan. | Fev. | ... | Abr. | Mai. | Jun. | Jul. | Ag. | Set. | Out. | ... | Jan. | Fev. | .... | Maio |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Const. de terraços | X | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Calagem | X | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Gradagem aradora | X | X | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Gradagem niveladora | | X | X | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Adubação de correção | | | X | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Gradagem niveladora | | | | X | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Semeadura da soja | | | | X | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Dessecação para colheita | | | | | | | X | | | | | | | | | | | | | | |
| Semeadura da forrageira | | | | | | | X | | | | | | | | | | | | | | |
| Colheita e incorporação das sementes | | | | | | | | X | | | | | | | | | | | | | |
| Pastejo na forrageira | | | | | | | | | | | X | X | | | | | | | | | |
| Semeadura da soja | | | | | | | | | | | | | | | | X | | | | | |
| Dessecação para colheita e semeadura do capim | | | | | | | | | | | | | | | | | | X | | | |
| Colheita e incorporação do capim | | | | | | | | | | | | | | | | | | | X | | |
| Inicio do pastejo | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | X |

**Os insumos usados para essa reposição, com quantidades e custos por hectare com aquisição em Campo Grande - MS, no ano de 2005, são apresentados na Tabela 2.**

TABELA 2. Insumos usados na correção e adubação inicial, quantidades e custos por hectare.

| Insumos | Quantidade (kg/ha) | Valor (R$/ha) |
|---|---|---|
| Calcário | 4.000 | 240,00 |
| Superfosfato simples | 400 | 200,00 |
| Cloreto de potássio | 80 | 91,20 |
| Uréia | 100 | 110,00 |
| Semente de capim-marandu | 10 | 25,00 |
| Total | | 666,20 |

Fonte adaptada de: KICHEL, et al. (2002)

Deve-se ressaltar que pela análise de fertilidade do solo, seria necessária a aplicação de 4 toneladas de calcário dolomítico por hectare para elevar a saturação de bases para 45% a 50%.

Os custos para as operações de preparo do solo e aplicação dos adubos de correção ficaram em R$ 278,86 por hectare (Tabela 3), tendo um gasto total de R$ 945,00 na renovação, equivalentes a 18,90 @/ha/ano, com o preço da arroba cotada a R$ 50,00, na época.

TABELA 3. Operações agrícolas, unidades, quantidades de horas máquina (hm), valor unitário R$/hm/ha e custos por hectare

| Operações agrícolas | Unidade | Quantidades | Valor unitário(R$) | Custo/ha |
|---|---|---|---|---|
| Terraceamento | hm | 0,5 | 92,37 | 46,18 |
| Distribuição de calcário (2) | hm | 0,4 | 65,00 | 26,00 |
| Gradagem aradora | hm | 0,8 | 92,37 | 73,89 |
| Gradagem niveladora (3) | hm | 0,9 | 89,76 | 80,78 |
| Plantio | hm | 0,2 | 65,00 | 13,00 |
| Adubação de correção | hm | 0,6 | 65,00 | 39,00 |
| Total | | | | 278,86 |

hm = hora máquina

O custo do bovino de corte foi formulado e calculado seguindo os dados da Tabela 4, que se referem ao custo por hectare de uma pastagem (módulo) renovada, com capacidade de lotação de 2,2 UA/ha/ano. Para as demais taxas de lotação, 2,0; 1,8 e 1,6 UA/ha/ano para pastagens renovadas e 0,7; 0,63; 0,55 e 0,50 UA/ha/ano para as pastagens degradadas, foi utilizada a mesma planilha de cálculo.

Tabela 4. Custo anual da atividade bovino de corte, especificações, unidades, valor unitário e valor anual, para uma taxa de lotação de 2,2 UA/ha/ano.

| **Especificação** | **Unidade** | **Valor unitário (R$)** | **Valor anual (R$)** |
|---|---|---|---|
| Vaqueiro | salário (R$) | 394,51 | 4.734,12 |
| Encargos sociais | % (R$) | 236,71 | 2.840,47 |
| Vacina aftosa (2 aplicações) | dose | 1,00 | 1.584,00 |
| Vermífugo (3 aplicações) | dose | 0,93 | 2.209,68 |
| Sal mineral(8 meses) | 0,8 sc/cab/ano | 22,00 | 13.939,20 |
| Sal protéico (4 meses) | 1 sc/cab/mês | 19,00 | 60.192,00 |
| Fundersul | cabeças | 5,65 | 4.474,80 |
| Depreciação[1] | benfeitorias | 8.000,00 | 8.000,00 |
| Custo oportunidade Fazend. | salário (R$) | 776,51 | 9.318,12 |
| Juros de custeio | 6 % (ano) | 5.446,00 | 5.445,98 |
| Outros | ..... | 1,00 | 792,00 |
| **Total** | | | **113.530,37** |
| **Custo Total R$/ha/ano =** | | | **283,83** |

[1]Valor inicial das benfeitorias dividido pela vida útil (25 anos).

Para o cálculo estimado do custo do bovino de corte, a planilha Excel foi programada para receber dados de entrada que informavam a área de cada módulo, o valor da arroba do boi em reais, a taxa de lotação em UA/ha e um valor para o peso final do boi após, aproximadamente, um ano de pastejo.

O número de cabeças por módulo é calculado na planilha, pois, a retirada do gado com peso vivo de 500 kg/cab resulta em 1,11 UA/ha, que não é o mesmo que 350 kg/cab, equivalentes 0,77 UA/ha quando entrou. Assim, a quantidade de bois, por módulo, é calculado pelo quociente entre o produto da área disponível pela taxa de lotação e o peso final dividido pela unidade animal, veja o exemplo da Figura 1.

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| Dados iniciais do Rebanho: | Peso médio(Kg) = | 350 | | Peso UA/ha = | 0,77777778 |
| Área do Módulo(ha )= | 400 | Taxa de Lotação (UA)/ha = | 2,2 | Peso final (kg) = | 500 |
| Cabeças de gado no Módulo = | 792 | | | Preço @ = | 50 |

Figura 1. Entradas de dados para formação do custo do gado de corte.

A produção esperada da soja para o plantio convencional foi considerada 50 sc/ha a um custo aproximado de R$ 1.973,06/ha, equivalentes a 27 @/ha/ano e 39.46 @/ha/ano, respectivamente, (Tabela 5). Para o plantio da soja em SPD, a produção estimada foi de 55 sc/ha a um custo de R$ 1.109,48/ha, equivalente a 29,7 @/ha/ano e 22,18 @/ha/ano, respectivamente, (Tabela 6). O preço da saca da soja foi considerado em R$ 27,00 e o da arroba do boi em R$ 50,00, nos meses de set/out de 2005.

TABELA 5. Custo fixo, variável e total da cultura da soja, no sistema convencional por hectare.

| **CUSTO FIXO.** | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **Componentes de custo** | **Unid.** | **Qtd.** | **Custo unitário (R$)** | **Custo total** |
| Aplicação de calcário/corretivos | hm | 0,15 | 0,0 | 0,0 |
| Semeadura soja | hm | 0,5 | 66,05 | 33,03 |
| Aplicação herbicida (3) | hm | 0,45 | 48,04 | 21,62 |
| Aplicação inseticdas (4) | hm | 0,6 | 48,04 | 28,83 |
| Aplicação fungicida (2) | hm | 0,3 | 48,04 | 14,41 |
| Colheita | hm | 0,5 | 110,48 | 55,24 |
| Transporte interno | hm | 0,7 | 2,61 | 1,83 |
| Calcário dolomítico | kg | 0 | 0 | 0 |
| Remuneração da terra | R$ | | | 71,5 |
| **TOTAL DO CUSTO FIXO R$/ha** | | | | **226,45** |
| **CUSTO VARIÁVEL.** | | | | |
| **INSUMOS** | | | | **551,5** |
| Semente de soja | kg | 70 | 2,00 | 140,00 |
| Fungicida 1 (trat. Semente) | l | 0,04 | 40,00 | 1,60 |
| Fungicida 2 (trat. Semente) | l | 0,1 | 45,00 | 4,50 |
| Fertilizante(manutenção) | t | 0,25 | 700,00 | 175,00 |
| Micronutriente (semente) | l | 0,1 | 80,00 | 8,00 |
| Inoculante | ds | 1 | 3,50 | 3,50 |
| Herbicida dessecante.1 | l | 3 | 11,00 | 33,00 |
| Herbicida dessecante.2 | l | 0,8 | 11,00 | 8,80 |
| Herbicida pré-emergente | l | 0,8 | 55,00 | 44,00 |
| Herbicida pós-emergente | l | 0,4 | 80,00 | 32,00 |
| Inseticida 1 | l | 0,1 | 60,00 | 6,00 |
| Inseticida 2 | l | 0,25 | 120,00 | 30,00 |
| Inseticida 3 | l | 0,5 | 21,00 | 10,50 |
| Inseticida 4 | l | 0,38 | 20,00 | 7,60 |
| Fungicida 1 | l | 0,5 | 75,00 | 37,50 |
| Fungicida 2 | l | 0,5 | 100,00 | 50,00 |
| formicida | kg | 0,5 | 7,00 | 3,50 |
| **OPERAÇÕES AGRÍCOLAS** | | | | **228,42** |
| Aplicação de calcário | hm | 0,15 | 0 | 0 |
| Construção de Terraços | hm | 0,5 | 0 | 0 |
| Gradagem aradora | hm | 0,8 | 0 | 0 |
| Gradagem niveladora (2) | hm | 0,66 | 0 | 0 |
| Semeadura soja | hm | 0,5 | 85,47 | 42,74 |
| Aplicação herbicida (2) | hm | 0,3 | 67,46 | 20,24 |
| Aplicação inseticdas (4) | hm | 0,6 | 67,46 | 40,48 |
| Aplicação fungicida (2) | hm | 0,3 | 67,46 | 20,24 |
| Colheita | hm | 0,5 | 79,30 | 39,65 |
| Transporte interno | hm | 0,7 | 2,61 | 1,83 |
| Transporte externo | sc | 55 | 1,15 | 63,25 |
| **OUTROS CUSTOS** | | | | **103,11** |
| Fundersul | sc | 55 | 0,21 | 11,55 |
| Assistência técnica | % | 2 | | 15,60 |
| Juros de custeio | % | 6 | | 46,80 |
| Seguridade social rural(cessr) | % | 2,7 | | 29,17 |
| **CUSTO TOTAL DA PRODUÇÃO R$/ha** | | | | **1109,48** |

Fonte adaptada de Melo Filho *et al*. (2004).

TABELA 6. Custo fixo, variável e total da cultura da soja no sistema de Plantio Direto por hectare

| **CUSTO FIXO .** | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **Componentes de custo** | **Unid.** | **Qtd.** | **custo unitário (R$)** | **custo total** |
| Aplicação de calcário | hm | 0,15 | 36,48 | 5,47 |
| Construção de Terraços | hm | 0,5 | 41,69 | 20,85 |
| Gradagem aradora | hm | 0,8 | 41,69 | 33,35 |
| Gradagem niveladora (2) | hm | 0,66 | 39,08 | 25,79 |
| Semeadura soja | hm | 0,5 | 66,05 | 33,03 |
| Aplicação adubação de correção | hm | 0,6 | 25,00 | 15,00 |
| Aplicação herbicida (2) | hm | 0,3 | 48,04 | 14,41 |
| Aplicação inseticdas (4) | hm | 0,6 | 48,04 | 28,83 |
| Aplicação fungicida (2) | hm | 0,3 | 48,04 | 14,41 |
| Colheita | hm | 0,5 | 141,73 | 70,86 |
| Transporte interno | hm | 0,7 | 33,86 | 23,70 |
| Calcário dolomítico | kg | 4000 | 0,06 | 240,00 |
| Remuneração da terra | R$ | ..... | ..... | 71,50 |
| **TOTAL DO CUSTO FIXO R$/ha** | | | | **597,21** |
| **CUSTO VARIÁVEL** | | | | |
| **INSUMOS** | | | | **866,5** |
| Semente de soja | kg | 70 | 2,00 | 140,00 |
| Fungicida 1 (trat. Semente) | l | 0,04 | 40,00 | 1,60 |
| Fungicida 2 (trat. Semente) | l | 0,1 | 45,00 | 4,50 |
| Fertilizante(manutenção) | t | 0,25 | 700,00 | 175,00 |
| Micronutriente (semente) | l | 0,1 | 80,00 | 8,00 |
| Inoculante | ds | 1 | 3,50 | 3,50 |
| Herbicida pré-plantio incorp.1 | l | 1,8 | 12,00 | 21,60 |
| Herbicida pré-plantio incorp.2 | l | 0,8 | 55,00 | 44,00 |
| Superfosfato símples | kg | 400 | 0,50 | 200,00 |
| Cloreto de potássio | kg | 80 | 1,14 | 91,20 |
| Uréia | kg | 0 | 1,00 | 0 |
| Herbicida pós-emergente | l | 0,4 | 80,00 | 32,00 |
| Inseticida 1 | l | 0,1 | 60,00 | 6,00 |
| Inseticida 2 | l | 0,25 | 120,00 | 30,00 |
| Inseticida 3 | l | 0,5 | 21,00 | 10,50 |
| Inseticida 4 | l | 0,38 | 20,00 | 7,60 |
| Fungicida 1 | l | 0,5 | 75,00 | 37,50 |
| Fungicida 2 | l | 0,5 | 100,00 | 50,00 |
| formicida | kg | 0,5 | 7,00 | 3,50 |
| **OPERAÇÕES AGRÍCOLAS** | | | | **349,68** |
| Aplicação de calcário | hm | 0,15 | 50,67 | 7,60 |
| Construção de Terraços | hm | 0,5 | 50,67 | 25,34 |
| Gradagem aradora | hm | 0,8 | 50,67 | 40,54 |
| Gradagem niveladora (2) | hm | 0,66 | 50,67 | 33,44 |
| Semeadura soja | hm | 0,5 | 50,67 | 25,34 |
| Aplicação adubação de correção | hm | 0,6 | 40,00 | 24,00 |
| Aplicação herbicida (2) | hm | 0,3 | 50,67 | 15,20 |
| Aplicação inseticdas (4) | hm | 0,6 | 50,67 | 30,40 |
| Aplicação fungicida (2) | hm | 0,3 | 50,67 | 15,20 |
| Colheita | hm | 0,5 | 79,30 | 39,65 |
| Transporte interno | hm | 0,7 | 50,67 | 35,47 |
| Transporte externo | sc | 50 | 1,15 | 57,50 |
| **OUTROS CUSTOS** | | | | **159,67** |
| Fundersul | sc | 50 | 0,21 | 10,50 |
| Assistência técnica | % | 2 | | 24,32 |
| Juros de custeio | % | 6 | | 72,97 |
| Seguridade social rural(cessr) | % | 2,7 | | 51,87 |
| **CUSTO TOTAL DA PRODUÇÃO R$/ha** | | | | **1973,06** |

Fonte adaptada de Melo Filho *et al*. (2004).

A estimativa do custo de produção da soja foi formulada seguindo o modelo da Embrapa CPAO (2004), onde o custo total é formado pela soma dos custos fixos (depreciação, seguros e juros sobre o valor de máquinas e equipamentos, e remuneração do capital empregado na terra), custos variáveis, que se refere às despesas que variam de acordo com a escala de produção (sementes, fertilizantes, calcário, defensivos, combustíveis, lubrificantes, reparos de máquinas e equipamentos) e outros (transporte externo, juros de custeio e impostos).

Segundo Kluthcouski e Aidar (2003), tanto no sistema de recuperação/renovação direta como pela integração com lavoura é fundamental que as limitações físicas e químicas do solo sejam devidamente corrigidas.

O alto custo do plantio da soja no sistema convencional foi devido à correção do solo, pois este está incorporado no custo total do plantio.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Nas Tabelas 7, 8 e 9 estão descritos os valores dos custos e a produção em cada módulo, o lucro por hectare e lucro total em 2000 ha, ano a ano.

Para cada um dos sistemas de produção o ano zero apresenta os mesmos custos e as mesmas produções estimando-se um lucro por hectare de R$ 33,44 em média, independente do módulo, pois nesta etapa as pastagens dos módulos estavam degradadas, com uma taxa de lotação de 0,7 UA/ha. Assim, estima-se que o produtor teve uma renda anual de R$ 66.880,00 em 2.000 ha. Este lucro será considerado como caixa que o produtor irá investir no próximo ano, para renovar a pastagem de um módulo (400 ha). Contará também com o capital do gado que será vendido, para desocupar a área a ser renovada.

A estimativa realizada na simulação para o SRD (Sistema de Renovação Direta) (Tabela 7), forneceu resultados negativos para o primeiro ano de renovação de pastagem, devido ao alto investimento para renovar o módulo de 400 ha, pois a produção esperada no restante da área juntamente com a produção equivalente dos quatro meses que restaram para fechar um ano, não deverá ser suficiente para cobrir

as despesas da renovação, resultando em um saldo devedor de R$ 127,74/ha. Para o segundo ano estima-se que o saldo negativo será menor, devido ao aumento de produtividade em um dos módulos. Vale ressaltar que a diferença na produção de carne do primeiro ano de um módulo recuperado é de 7,16 @/ha/ano a mais do que um módulo com pastagem degradada. Nessas condições o saldo devedor no segundo ano deverá ser de R$ 92,04/ha. No final do terceiro ano ainda deverá apresentar um saldo negativo de R$ 58.60/ha. Foi considerado que a produtividade das pastagens degradadas e renovadas decaem em média 27%, no final do quarto ano, devido condições naturais do solo, não mantendo seu nível de fertilidade sem adubação de manutenção. Já no quarto ano com 60% da área renovada, com diferentes níveis de produtividades, estima-se um saldo de R$ - 25,40/ha. Enfim, no quinto ano, estima-se que o saldo passa a ser positivo, ou seja, a produtividade dos 80% de área renovada deverá superar o custo para recuperar um módulo, correspondente a 20% do total da área.

Zimmer *et al*. (1999), citado por, Kluthcouski e Aidar (2003), afirmou que, mesmo em solos arenosos, com o cultivo de soja por um ou dois anos, obtiveram-se resultados satisfatórios na recuperação/renovação de pastagem degradada que foi utilizada por dez anos para pastejo sem manutenção de adubação.

TABELA 7. Custos em R$/ha/ano, produção em reais, lucro por hectare em R$/ha/ano e lucro total em R$/ano do Sistema de Renovação Direta das pastagens em 5 anos em uma área de 2000 ha.

| **Ano zero** | **Pd[1]** | **Pd** | **Pd** | **Pd** | **Pd** | **Lucro/ha** | **Lucro total** |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Custo | 133,51 | 133,51 | 133,51 | 133,51 | 133,51 | 33,44 | 66.880,00 |
| Produção | 166,95 | 166,95 | 166,95 | 166,95 | 166,95 | | |
| **1º Ano** | **RP[2]** | **Pd** | **Pd** | **Pd** | **Pd** | **Lucro/ha** | **Lucro total** |
| Custo | 945,00 | 133,51 | 133,51 | 133,51 | 133,51 | - 127,74 | - 255.488,00 |
| Produção | 172,52* | 166,95 | 166,95 | 166,95 | 166,95 | | |
| **2º Ano** | **PR[3]** | **RP** | **Pd** | **Pd** | **Pd** | **Lucro/ha** | **Lucro total** |
| Custo | 283,83 | 945,00 | 126,50 | 126,50 | 126,50 | - 92,04 | - 184.084,00 |
| Produção | 524,70 | 172,52 | 150,30 | 150,30 | 150,30 | | |
| **3º Ano** | **PR** | **PR** | **RP** | **Pd** | **Pd** | **Lucro/ha** | **Lucro total** |
| Custo | 263,78 | 283,83 | 945,00 | 118,48 | 118,48 | - 58,62 | - 117.196,00 |
| Produção | 477,00 | 524,70 | 172,52 | 131,18 | 131,18 | | |
| **4º Ano** | **PR** | **PR** | **PR** | **RP** | **Pd** | **Lucro/ha** | **Lucro total** |
| Custo | 243,70 | 263,78 | 283,83 | 945,00 | 113,47 | - 25,40 | - 50.804,00 |
| Produção | 429,30 | 477,00 | 524,70 | 172,52 | 119,25 | | |
| **5º Ano** | **PR** | **PR** | **PR** | **PR** | **RP** | **Lucro/ha** | **Lucro total** |
| Custo | 223,70 | 243,70 | 263,78 | 283,83 | 945,00 | 5,00 | 10.044,00 |
| Produção | 381,60 | 429,30 | 477,00 | 524,70 | 172,52 | | |

[1] Pd =Pasto degradado, com rendimento de carcaça de 53%;
[2] RP=Renovação de pastagem direta;
[3] PR=Pasto renovado com um ano de uso, com rendimento de carcaça de 53%;
* Produção de carne em quatro meses, de pastejo continuo, com ganho médio diário de 0,411 g/animal/dia e taxa de lotação de 2,2 UA/ha.

A Tabela 8 retrata os resultados referentes ao SRS1 (Sistema de Renovação de pastagem com um ano de Soja). No primeiro ano, estima-se que o módulo renovado com o plantio da soja deverá apresentar um saldo negativo de R$ 94,23/ha. A estimativa do elevado custo da produção da soja foi o principal fator, devido à aplicação dos adubos de correção do solo, entretanto, se compararmos com o mesmo ano do SRD, o SRS1 apresentou um ganho de R$ 33,51/ha, assim,

como um ganho agronômico, devido aos restos culturais da soja, servindo de adubo para o solo. Para o segundo e terceiro ano, mesmo com um aumento de produção apresentados pelos módulos renovados, estima-se um saldo devedor de R$ 58,23/ha e R$ 25,08/ha, respectivamente. Apenas as estimativas obtidas no quarto e quinto ano forneceram lucros positivos de R$ 8,10/ha e R$ 38,53/ha, respectivamente.

**TABELA 8.** Custos em R$/ha/ano, Produção em R$/ha/ano, Lucro R$/ha/ano e Lucro total em R$/ano do Sistema de Renovação de pastagens com um ano de plantio de soja, em 20% de uma área de 2000 ha.

| **Ano zero** | Pd[1] | Pd | Pd | Pd | Pd | Lucro/ha | Lucro total |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Custo | 133,51 | 133,51 | 133,51 | 133,51 | 133,51 | 33,44 | 66.880,00 |
| Produção | 166,95 | 166,95 | 166,95 | 166,95 | 166,95 | | |
| **1º Ano** | RPS[2] | Pd | Pd | Pd | Pd | Lucro/ha | Lucro total |
| Custo | 1.998,06* | 133,51 | 133,51 | 133,51 | 133,51 | - 94,23 | -188.460,00 |
| Produção | 1.393,13** | 166,95 | 166,95 | 166,95 | 166,95 | | |
| **2º Ano** | PR[3] | RPS | Pd | Pd | Pd | Lucro/ha | Lucro total |
| Custo | 283,83 | 1.998,06 | 126,50 | 126,50 | 126,50 | - 58,23 | -116.460,00 |
| Produção | 524,70 | 1.393,13 | 150,30 | 150,30 | 150,30 | | |
| **3ºAno** | PR | PR | RPS | Pd | Pd | Lucro/ha | Lucro total |
| Custo | 263,78 | 283,83 | 1.998,06 | 118,48 | 118,48 | - 25,08 | - 50.160,00 |
| Produção | 477,00 | 524,70 | 1.393,13 | 131,18 | 131,18 | | |
| **4º Ano** | PR | PR | PR | RPS | Pd | Lucro/ha | Lucro total |
| Custo | 243,70 | 263,78 | 283,83 | 1.998,06 | 113,47 | 8,10 | 16.200,00 |
| Produção | 429,30 | 477,00 | 524,70 | 1.393,13 | 119,25 | | |
| **5º Ano** | PR | PR | PR | PR | RPS | Lucro/ha | Lucro total |
| Custo | 223,70 | 243,70 | 263,78 | 283,83 | 1.998,06 | 38,53 | 77.060,00 |
| Produção | 381,60 | 429,30 | 477,00 | 524,70 | 1.393,13 | | |

[1] Pd=Pasto degradado;
[2] RPS=Renovação de pastagem, com soja, plantio convencional;
[3] PR=Pasto renovado;
* Custo do plantio convencional da soja + custo da semente de *Brachiaria brizantha*;
** Produção da soja + produção de carne de um mês de pastejo.

No SRS2 (Sistema de Renovação de pastagens com 2 anos de Soja) a partir do segundo até o quinto ano, a área considerada (2000 ha) é conduzida com 40% de soja e 60% com pastagens (Tabela 9). O resultado do segundo ano com simulação de dois módulos de soja, sendo um com plantio convencional e outro com plantio direto, e três módulos com pastagem sem renovação, estima-se um saldo positivo de R$ 3,03/ha, o que não aconteceu no SRS1, tornando-se positivo somente no quarto ano (Tabela 8).

**Tabela 9.** Custo em R$/ha/ano, Produção em R$/ha/ano, Lucro/ha em R$/ha/ano e Lucro total em R$/ano do Sistema de Renovação de pastagens com 2 anos de plantio de soja, em 20% de uma área de 2000 ha.

| **Ano zero** | Pd[1] | Pd | Pd | Pd | Pd | Lucro/ha | Lucro total |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Custo | 133,51 | 133,51 | 133,51 | 133,51 | 133,51 | 33,44 | 66.880,00 |
| Produção | 166,95 | 166,95 | 166,95 | 166,95 | 166,95 | | |
| **1º Ano** | RPS1[2] | Pd | Pd | Pd | Pd | Lucro/ha | Lucro total |
| Custo | 2.010,00 | 133,51 | 133,51 | 133,51 | 133,51 | - 71,86 | -143.716,00 |
| Produção | 1.516,95* | 166,95 | 166,95 | 166,95 | 166,95 | | |
| **2º Ano** | RPS2[3] | RPS1 | Pd | Pd | Pd | Lucro/ha | Lucro total |
| Custo | 1.134,48 | 2.010,00 | 126,50 | 126,50 | 126,50 | 3,03 | 6.052,00 |
| Produção | 1.571,26** | 1.516,95 | 150,30 | 150,30 | 150,30 | | |
| **3º Ano** | PR[4] | RPS2 | RPS1 | Pd | Pd | Lucro/ha | Lucro total |
| Custo | 283,83 | 1.134,48 | 2.010,00 | 118,48 | 118,48 | 42,00 | 84.000,00 |
| Produção | 524,70 | 1.571,26 | 1.516,95 | 131,18 | 131,18 | | |
| **4º Ano** | PR | PR | RPS2 | RPS1 | Pd | Lucro/ha | Lucro total |
| Custo | 263,78 | 283,83 | 1.134,48 | 2.010,00 | 113,47 | 80,72 | 161.440,00 |
| Produção | 477,00 | 524,70 | 1.571,26 | 1.516,95 | 119,25 | | |
| **5º Ano** | PR | PR | PR | RPS2 | RPS1 | Lucro/ha | Lucro total |
| Custo | 243,70 | 263,78 | 283,83 | 1.134,48 | 2.010,00 | 116,68 | 233.368.00 |
| Produção | 429,30 | 477,00 | 524,70 | 1.571,26 | 1.516,95 | | |

[1] Pd=Pasto degradado;
[2] RPS1=Renovação de pastagem com soja, plantio convencional;
[3] RPS2=Renovação de pastagem com soja, segundo ano, Sistema de plantio direto;
[4] PR=Pasto renovado;
* Produção = soja + carne (2 messes de pastejo em milheto);
** Produção = soja + carne (2 messes de pastejo em pasto renovado).

O custo de renovação do primeiro ano do SRS1 difere do SRS2 pelo fato de acrescentar o valor da semente de milheto e uma operação de gradagem niveladora para incorporação da semente, deixando ainda um saldo negativo de R$ 71,86.

Presume-se que para os anos posteriores o aumento no lucro deverá ser gradativo, assim, o terceiro, o quarto e o quinto, poderão apresentar um lucro positivo de R$ 42,00/ha, R$ 80,72/ha e R$ 116,68/ha, respectivamente.

Pelos resultados obtidos nesta simulação percebe-se que o produtor poderá ter grandes dificuldades em manter o SRD em total produção, pois, todo o capital deverá ser investido na renovação de pastagem, impossibilitando a reposição do gado no módulo renovado, que terá uma taxa de lotação três vezes a mais, em relação à pastagem degradada. Analisando os sistemas de produção SRS1 e SRS2, infere-se que as chances de manutenção deverão ser maiores, pois, qualquer percentual pago com a cultura da soja torna-se vantajoso para o produtor, havendo retorno parcial ou total, a curto, prazo, logo após a venda dos grãos e carne.

Segundo Oliveira et al., (1996b), citado por Kluthcouski e Aidar (2003), os custos referentes à tecnologia de consorciação de culturas anuais com forrageiras, pelo Sistema Barreirão, variam de US$ 423,00 a US$ 496,00 por hectare, dependendo da cultura anual consorciada, e equivalem a 232,5 e 272,5 kg/ha de carne, respectivamente. O retorno devido à colheita dos grãos tem coberto, em média, 108%, 90% e 62% dos custos, quando a recuperação/renovação da pastagem é feita consorciando-se a forrageira com arroz, milho ou sorgo, respectivamente.

As produtividades simuladas da soja e carne deverão cobrir os custos da renovação da pastagem em 69,7% e 98% no SRS1 e SRS2, respectivamente.

Segundo Yassu (2002), o dono da fazenda Maro, em Itararé, no sudoeste de do Estado de São Paulo, renovou as pastagens de sua fazenda utilizando a técnica de renovação indireta, sendo a cultura intermediária o milho, teve resultados satisfatórios, cobrindo as despesas e tendo um lucro de R$131,49/ha, em uma área de 20 hectares.

Face ao momento de baixos preços, espera-se que os índices de produção alcançados na renovação das pastagens possam ser mais satisfatórios, com um

preço melhor na arroba do gado e na saca de soja, podendo proporcionar ao produtor um saldo positivo a partir do primeiro ano, principalmente para os sistemas de produção SRS1 e SRS2.

## CONCLUSÕES

A simulação de dados para renovação de 20% de pastagem ao ano permitiu inferir que:

- O Sistema de Renovação Direta (SRD) apresentou resultados desfavoráveis durante o ciclo de renovação das pastagens. Este sistema pode se tornar inviável pelos altos custos da renovação das pastagens e pela baixa produtividade, servindo de referência para os outros dois sistemas. É importante verificar que mesmo tendo um aumento na produtividade, somente o quinto ano apresentou renda suficiente para cobrir as despesas da renovação das pastagens.
- Com um preço melhor na arroba do gado e na saca de soja, os resultados esperados poderão ser compensatórios a partir do primeiro ano, principalmente para os sistemas de produção SRS1 e SRS2.
- Na produtividade considerada da soja, deverão cobrir os custos da renovação da pastagem em 69,7% e 98% no SRS1 e SRS2, respectivamente.
- O sistema que apresentou o melhor desempenho na simulação foi o SRS2, por proporcionar ganhos econômicos ao produtor.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BORGES, E. P. **Integração agricultura pecuária no cerrado**. Campo Grande: UNIDERP, 2004. 79P. (Dissertação do Mestrado em Produção e Gestão Agroindustrial/UNIDERP).

Companhia Nacional de Abastecimento – CONAB. **Acompanhamento da safra 2004/2005:** sexto levantamento, agosto, 2005. Disponível em: www. Conab.gov.br/dowoald/safra/6levant_da_safra.pdf. Acesso 14 de outubro de 2005.

EMBRAPA. Tecnologias de Produção de Soja – Região Central do Brasil 2004. **Sistemas de Produção 6**. Londrina: Embrapa Soja, 2004. 239 p. Disponível em : www.cnpso.embrapa.br/download/publicacao/central_2005.pdf: acesso em 12/10/2005.

EUCLIDES, V.P.B.; MACREDO, M. C. M.; OLIVEIRA, M. P. Desempenho animal em pastagens de gramíneas recuperadas em diferentes níveis de fertilização. In.: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 34., 1997, Juiz de Fora. **Anais**... Juiz de Fora: SBZ, 1997. v. 2, p. 201-203.

KICHEL, A.N.; MIRANDA, C.H.B.; BIANCHIN, I. **Recuperação de Pastagens sem Preparo de Solo, por meio de Calagem e Adubação Superficial Inicial, e Adubação de Manutenção Anual.** Campo Grande: EMBRAPA-CNPGC, 2002. 5p. (EMBRAPA-CNPGC. Comunicado técnico, 76).

KLUTHCOUSKI, J.; STONE, L. F.; AIDAR, H. **Integração lavoura-pecuária**. Santo Antonio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 2003. 570 p.

MELO FILHO, G.A. DE; RICHETTI, A.; PAIVA, F.A.; FABRICIO,A.C.; STAUT, L.A.; GOMEZ, S.A. **Estimativa do Custo de Produção de Soja, Safra 2004/05, para Mato Grosso do Sul e Mato Grosso.** Dourados: EMBRAPA-CPAO, 2004. 13p. (EMBRAPA-CPAO. Comunicado Técnico, 90).

SALTON, C. J.; HERNANI, C.L.; FONTES, C.Z. **Sistema de Plantio Direto**: **O produtor pergunta, a Embrapa responde**. Coleção – 500 Perguntas – 500 Respostas. Dourados: Embrapa CPAO,1998, 248 p.

YASSU, F. Bom programa faz pasto novo e ainda deixa lucro. **DBO,** São Paulo, v.21, nº 258, p. 78-79, abril. 2002.

ZIMMER, A.H.; EUCLIDES, V.P.B.; EUCLIDES FILHO, K.; MACEDO, M.C.M. **Considerações sobre índices de produtividade da pecuária de corte em Mato Grosso do Sul.** Campo Grande: EMBRAPA – CNPGC, 1998. 53p.

# OTIMIZAÇÃO NA RENOVAÇÃO INDIRETA DE PASTAGENS DEGRADADAS POR PROGRAMAÇÃO LINEAR

Adilson José Francischini

Mestrado em Produção e Gestão Agroindustrial

## RESUMO

Com objetivo de otimizar o lucro da renovação de 2000 ha de pastagem através de algumas culturas de verão, como: algodão, girassol, milho e soja. Utilizou-se um modelo da Programação Linear desenvolvido para o uso no Excel, levando-se em consideração custos, capital disponível, preços comerciais de grãos e carne e produtividades de grãos e de carne no decorrer de um ano agrícola e a melhor combinação possível a ser plantada das culturas, numa área de 400 ha. O resultado da maximização do lucro nessa área, obtida com o modelo de programação linear, foi de R$ 178.081,17 e de R$ 445,20/ha, utilizando-se o seguinte arranjo das culturas de verão, 134,35 ha de algodão, 44,64 ha de milho e 220,81 ha de soja, amortizando os custos em aproximadamente 57%. Concluiu-se também que, a análise de sensibilidade ajudou a definir o melhor reajuste de distribuição dos capitais disponíveis para os insumos, operações agrícolas e outros custos + juros de custeio, gerando uma melhor lucratividade por hectare.

**PALAVRAS-CHAVE:** Culturas de verão, análise de sensibilidade e planilha do Excel.

## ABSTRACT

The objective is to optimize the profit of 2000 ha of pasture using some summer cultures, as: cotton, sunflower, corn and soy, used a Linear Programming Model developed for Excel, considering costs, available capital, grains and meat commercial prices; and productivity of them during an agricultural year and the best possible combination to be planted the cultures, in a area of 400 ha. The result of the best profit exploitation in this area, gotten with the linear programming model, were R$ 178,081.17 and R$ 445,20/ha, using the arrangement of summer cultures, 134,35 ha of cotton, 44,64 ha of corn and 220.81 ha of soy, amortizing the costs in approximately 57%. Concluded that, the sensitivity analysis helped to define the best readjustment of distribution of available capitals for the insumos, agricultural operations and other costs + loan taxes, providing a better income per hectare.


KEY-WORDS: summer of cultures, analysis of sensitivity and spread sheet of the Excel.

## INTRODUÇÃO

Trabalhar com eficiência e eficácia requer conhecimento de gestão do negócio, em que as análises agronômicas, gerenciais e financeiras são elementos fundamentais para a maximização dos resultados e minimização dos custos. O produtor, antes de se decidir pela forma de cálculo e acompanhamentos dos custos, deve encarar seu negócio como uma opção de investimento que gere riqueza, isto é, planejar e controlar cada passo a ser dado, de modo que suas decisões possam ser tomadas de forma equilibrada, para que os erros estratégicos sejam minimizados ou até mesmo evitados. Poucos são os produtores que fazem anotações contábeis de forma sistemática e conhecem a real situação de seu negócio agropecuário. A maior parte preocupa-se apenas em acompanhar os índices de produtividade e esquecem os de rentabilidade. Isto pode ser justificado pelo fato de estarem mais ligados aos aspectos produtivos da propriedade.

Sob todos os aspectos, pode-se constatar que o levantamento dos custos de produção é de grande valia como diagnóstico da eficiência do processo produtivo,

ferramenta gerencial e avaliação econômica da atividade. Portanto, o controle não deve ser usado apenas como relato histórico das finanças da empresa, mas também aplicado nas tomadas de decisões.

É nesta perspectiva que o planejamento em renovar pastagens com o uso da agricultura tornou-se objeto de estudo tendo em mãos uma ferramenta computacional para auxiliar nas tomadas de decisões.

Segundo Macedo (1993), a integração agricultura – pecuária, tem sido apontada como uma das alternativas mais viáveis para possibilitar uma recuperação/renovação dos sistemas de agricultura intensiva em áreas degradadas como também no caso de degradação das pastagens. Os benefícios mais facilmente notados são a quebra dos ciclos das pragas, doenças e invasoras e o da reciclagem de nutrientes que, pela natureza e exigência diferenciadas das culturas e forrageiras, permite uma redistribuição de nutrientes no perfil e efeitos residuais alternativos para os cultivos subseqüentes. A agricultura eleva os teores dos nutrientes na camada arável, pela sua maior exigência em nutrientes, por sua vez as pastagens proporcionam uma melhoria nas propriedades físicas, diminuindo a densidade aparente, aumentando a macroporosidade e a capacidade de infiltração de água.

Através dos resultados alcançados por kichel *et al.* (1998), sobre o uso da cultura do milho para recuperação de pastagens degradadas de *Brachiaria decumbens,* verificou-se que essa técnica pode ser uma alternativa economicamente viável, pois permite o restabelecimento da forrageira com amortização significativa dos custos, e o efeito residual da calagem a da adubação aplicados à cultura do milho tem um efeito significativo e proporcional na subseqüente produção de forragem, em relação às doses aplicadas.

Para Zimmer *et al*. (1999), a recuperação/renovação de pastagem em consórcio com o milho facilita a utilização da biomassa total entre 45 a 50 dias após a colheita. Este sistema, em pastagem de *B. decumbens*, permitiu ganho de peso animal de 850 g/dia e 470 kg/ha/ano, em um período de ocupação de 114 dias, com, lotação de 3 UA/ha.

O Sistema Barreirão é uma tecnologia de recuperação/renovação de pastagens em consórcio com culturas anuais. Consorcia-se arroz de terras altas, o

milho, o sorgo e o milheto com forrageiras, principalmente as braquiárias (Oliveira, *et al*. 2003). Este sistema objetiva fundamentalmente a recuperação/renovação de pastagens degradadas, e sua criação baseou-se no propósito de reduzir custos no tratamento das pastagens, o que anteriormente já era buscado pelos pecuaristas.

Durante os períodos de 1987/88 e de 1990/94, foram implantadas e/ou monitoradas 81 unidades de demonstração e/ou lavouras do Sistema Barreirão, em sete Estados da Federação (Goiás, Mato Grosso, Mato Grosso do Sul, Tocantins, Minas Gerais, São Paulo e Bahia). Nesses períodos, os rendimentos obtidos variaram de 600 a 3.415 kg/ha para o arroz de terras altas, e de 2.100 a 7.428 kg/ha para o milho (Kluthcouski *et al*. 2003).

Segundo Kluthcouski *et al.* (2003), presume-se que a lotação animal nas pastagens recuperadas/renovadas pelo Sistema Barreirão seja variável com as espécies forrageiras, tanto quanto pela qualidade do solo no tocante à fertilidade natural e textura. Trata-se de tecnologia que prevê parcial correção das limitações químicas do solo, já que, com apenas um cultivo, raramente se consegue restabelecer níveis adequados de nutrientes para a maioria dos solos dos cerrados.

Para Kluthcouski *et al.* (2003), um bom exemplo é o da Fazenda Santa Lúcia, em Goiás, em área de 700 ha, o sistema é utilizado para produção de forrageira para o pastejo direto na recria de bovinos. No primeiro ano de pastejo, na época seca, a lotação animal foi, em média, de 3,0 unidade animal (UA) por hectare, com uma rentabilidade em torno de U$ 123,00. Nas “águas”, a capacidade de suporte animal foi de até 7 UA/ha. Trata-se, neste caso, de Latossolo Roxo, de alta fertilidade, cujo antecedente cultural foi o algodão.

O resultado alcançado neste trabalho deu-se através da utilização do conjunto de dados da agricultura e pecuária, obtidos de órgãos como a EMBRAPA, que desenvolvem trabalhos de pesquisa altamente confiáveis na área de agronegócio, da modelagem do problema em termos de Programação Linear (PL), e da obtenção da solução do problema por meio do aplicativo Solver do Software Excel, da Microsoft.

A programação linear (PL) visa fundamentalmente encontrar a melhor solução para problemas que tenham seus modelos representados por expressões lineares.

A tarefa da PL consiste na maximização ou minimização de uma função linear, denominada função objetivo, respeitando-se um sistema linear de igualdades e desigualdades que recebem o nome de restrições do modelo. As restrições representam normalmente limitações de recursos disponíveis (capital, mão-de-obra, recursos minerais, insumos ou fatores de produção) ou, então, exigências e condições que devem ser cumpridas no problema. Essas restrições do modelo determinam uma região a qual é dado o nome de conjunto das soluções viáveis. A melhor das soluções viáveis, isto é, aquela que maximiza ou minimiza a função objetivo, denomina-se solução ótima.

O modelo de um problema de Programação Linear tem três características fundamentais: a) existência de uma variável a ser otimizada que é função linear das incógnitas do problema, (b) existência de um sistema de inequações lineares de restrições que define ou amarra a viabilidade às condições específicas estabelecidas no problema; e, (c) condição de não-negatividade às incógnitas do problema.

Os modelos algébricos de Programação Linear com uma terminologia para referenciar seus componentes são:

$$
\begin{aligned}
&\text{máximizar} \quad z = l_1 x_1 + l_2 x_2 + l_3 x_3 + \ldots + l_n x_n \\
&\text{sujeito a:} \quad a_{11} x_1 + a_{12} x_2 + a_{13} x_3 + \ldots + a_{1n} x_n \leq b_1 \\
&\qquad a_{21} x_1 + a_{22} x_2 + a_{23} x_3 + \ldots + a_{2n} x_n \leq b_2 \\
&\qquad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \qquad (1) \\
&\qquad a_{m1} x_1 + a_{m2} x_2 + a_{m3} x_3 + \ldots + a_{mn} x_n \leq b_m \\
&\qquad x_1, x_2, x_3, \ldots, x_n \geq 0
\end{aligned}
$$

hamada de “função objetivo”. Os coeficientes $l_j$ são chamados de “coeficientes da função objetivo”. As incógnitas $x_j$ são chamadas de “variáveis de decisão”. Os coeficientes $a_{ij}$ são chamados de “coeficientes técnicos”. Os coeficientes $b_i$ são chamados de “constantes do lado direito das equações” ou, em problemas específicos, de “requerimentos” ou de “disponibilidades” conforme o caso (LANZER, 1982).

Os problemas de programação linear (PPL) exigem dois passos fundamentais para resolução. O primeiro consiste na modelagem do problema, para consegui-lo é fundamental adquirir experiências em modelos já implantados e analisados. O segundo é o método de solução a ser aplicado no modelo. No caso de PPL, o método mais utilizado é o simplex.

Do ponto de vista didático pode-se recorrer ainda, dependendo do problema, ao método gráfico de um PPL, consiste em encontrar, dentre o conjunto de pontos ou soluções viáveis, delimitado pelos hiperplanos, aquele ponto pelo qual passe um hiperplano que otimize o valor a ele associado. Assim, graficamente, a solução ótima do PPL encontra-se sempre em um vértice do espaço factível. Cabe, portanto, procurar o vértice que otimize a função objetivo.

O Simplex é um algoritmo que utiliza, fundamentalmente, o ferramental da Álgebra Linear. São necessários conceitos de matrizes, determinantes, espaços vetoriais e sistemas lineares.

Por mais eficiente que seja o Simplex, ele não deixa de ser um algoritmo de buscas, isto é, o Simplex não encontra diretamente a solução ótima, mas determina soluções viáveis, até que, depois de um certo número de iterações, seja encontrada a solução ótima (BREGALDA *et al*. 1988).

No mercado existem softwares com sub-rotinas implementadas para resolução de PPL, com capacidade para resolver sistemas de grande porte, isto é, matrizes com dimensões de milhares de linhas e colunas, tais como LINDO, MATLAB e o EXCEL.

Utilizado por Dantas Neto *et al.* (1994), o programa LINDO resolveu um modelo de PL em projetos de irrigação, com o objetivo de estudar um padrão ótimo de cultivo, de forma a maximizar o lucro do projeto, decorrente de várias culturas do Perímetro Irrigado, Senador Nilo Coelho, PE.

O Solver Microsoft Excel, escolhido para simulação, faz parte de um conjunto de programas denominado de ferramentas de análise hipotética. Com o Solver pode-se localizar um valor ideal para uma fórmula em uma célula — chamada de célula de destino — em uma planilha. O Solver trabalha com um grupo de células relacionadas

direta ou indiretamente com a fórmula na célula de destino. O Solver ajusta os valores nas células variáveis quando especificadas — chamadas de células ajustáveis — para produzir o resultado especificado na fórmula da célula de destino. Ao aplicar as equações de restrições para limitar os valores que o Solver poderá usar no modelo, essas restrições podem se referir a outras células que afetam a fórmula da célula de destino.

Com objetivo de otimizar o lucro da renovação de pastagem usando algumas culturas de verão, como: algodão, girassol, milho e soja, foi utilizado o modelo da Programação Linear desenvolvido para o uso no Excel, levou em conta custos e produtividades e a melhor combinação possível a ser plantada das culturas, numa área de 2000 ha, com módulos de renovação de 400 ha/ano.

## MATERIAL E MÉTODOS

Para efeito de simulação foram utilizados dados de custo de produção das safras de verão da EMBRAPA, Centro de Pesquisa da Agropecuária Oeste (CPAO), da região de Chapadão do Sul – MS e suas respectivas estimativas de produção na região, para as culturas de: algodão, girassol, milho e soja. A metodologia utilizada pela Embrapa CPAO, para o custo de produção das culturas acima citadas são: custos fixos: depreciação e juros sobre o valor de máquinas e equipamentos, além da remuneração do capital empregado em terra (estimada como valor de arrendamento). O custo variável refere-se às despesas que variam de acordo com a escala de produção, tais como: sementes, fertilizantes, calcário, defensivos, combustíveis, lubrificantes, reparos de máquinas, equipamentos e outros custos. O custo total é a soma dos custos fixos e variáveis.

As estimativas dos custos elaboradas pela Embrapa CPAO teve como referência os sistemas de produção praticados pelos agricultores, Tabela 1.

Na simulação foram considerados somente os elementos que compõem o custo variável, seguindo o modelo da EMBRAPA-CPAO, conforme a Tabela 1. Os

elementos que compõem o custo variável são: insumos, operações agrícolas e outros custos.

| Componentes do custo | Unid. | Qtd. | Custo unitário (R$) | Valor (R$) | Participa-ção (%) |
|---|---|---|---|---|---|
| **A- Custo fixo** | | | | **278,25** | **20,65** |
| Depreciação e juros | R$ | | | 147,58 | |
| Remuneração da terra | R$ | | | 130,67 | |
| **B- Custo variável** | | | | **1.069,20** | **79,35** |
| **B. 1 – Insumos** | | | | **796,37** | **59,10** |
| Calcário | t | 0,50 | 59,00 | 29,50 | |
| Sementes de milheto | kg | 20,00 | 0,60 | 12,00 | |
| Sementes de soja | kg | 60,00 | 1,65 | 99,00 | |
| Fungicida (tratamento de semente) | g | 0,25 | 44,00 | 11,00 | |
| Inseticida (tratamento de semente) | kg | 0,12 | 410,00 | 49,20 | |
| Fertilizante (manutenção) | t | 0,40 | 672,00 | 268,80 | |
| Fertilizante (cobertura) | kg | 60,00 | 0,73 | 43,80 | |
| Herbicida dessecante 1 | l | 0,50 | 13,50 | 6,75 | |
| Herbicida dessecante 2 | l | 4,00 | 10,10 | 40,40 | |
| Herbicida pós-emergente 1 | l | 0,40 | 116,00 | 46,40 | |
| Herbicida pós-emergente 2 | l | 0,05 | 370,00 | 18,50 | |
| Herbicida pós-emergente 3 | l | 0,50 | 56,00 | 28,00 | |
| Inseticida 1 | l | 0,10 | 39,70 | 3,97 | |
| Inseticida 2 | l | 0,03 | 192,00 | 5,76 | |
| Inseticida 3 | l | 0,60 | 20,40 | 12,24 | |
| Fungicida 1 | l | 0,50 | 96,00 | 48,00 | |
| Fungicida 2 | l | 0,50 | 92,60 | 46,30 | |
| Fungicida 3 | l | 0,50 | 40,00 | 20,00 | |
| Óleo mineral | l | 0,40 | 7,50 | 3,00 | |
| Formicida | kg | 0,50 | 7,50 | 3,75 | |
| **B.2. Operações agrícolas** | | | | **73,90** | **5,49** |
| Distribuição de corretivos | hm | 0,15 | 36,52 | 5,48 | |
| Semeadura de milheto | hm | 0,10 | 30,80 | 3,08 | |
| Semeadura de soja | hm | 0,40 | 37,32 | 14,93 | |
| Adubação de cobertura | hm | 0,33 | 30,80 | 10,16 | |
| Aplicação de herbicida (2 aplicações) | hm | 0,10 | 38,45 | 3,85 | |
| Aplicação de inseticidas (2 aplicações) | hm | 0,10 | 38,45 | 3,85 | |
| Aplicação de formicida | dh | 0,04 | 25,00 | 1,00 | |
| Colheita | hm | 0,50 | 63,11 | 31,55 | |
| **B.3 Outros custos** | | | | **198,93** | **14,76** |
| Mão-de-obra eventual | dh | 0,80 | 25,00 | 20,00 | |
| Transporte externo | sc | 60,00 | 0,90 | 54,00 | |
| Fundersul | sc | 60,00 | 0,21 | 12,60 | |
| Assistência técnica | % | 2,00 | | 18,84 | |
| Juros de custeio | % | 8,75 | | 48,13 | |
| Seguridade social rural (CESSR) | % | 2,70 | | 45,36 | |
| **Custo total (A+B)** | | | | **1.347,44** | **100,00** |

TABELA 1. Custos fixo, variável e total da cultura da soja, no Sistema Plantio Direto, por hectare, em Chapadão do Sul, MS, da safra 2005/06. *Embrapa Agropecuária Oeste*, Dourados, MS, 2005

FONTE: (RICHETTI *et al*. 2005)

A Tabela anterior foi remodelada para fins de simulação obtendo as Tabelas 2, 3, 4 e 5.

TABELA 2. Custos variável e total da cultura da soja, no Sistema Plantio Direto, por hectare, em Chapadão do Sul, MS, da safra 2005/06.

| Componentes do custo | Unidade | Quantidade | Preço unitário (R$) | Valor (R$) | Partici-pação (%) |
|---|---|---|---|---|---|
| **Insumos** | | | | **791,87** | **78,32** |
| Semente de milheto | kg | 20,00 | 0,60 | 12,00 | |
| Semente de soja | kg | 60,00 | 1,65 | 99,00 | |
| Fungicida (tratamento de semente) | g | 0,25 | 44,00 | 11,00 | |
| Inseticida (tratamento de semente) | kg | 0,12 | 410,00 | 49,20 | |
| Fertilizante (manutenção) | t | 0,40 | 672,00 | 268,80 | |
| Fertilizante (cobertura) | kg | 60,00 | 0,73 | 43,80 | |
| Herbicida dessecante 1 | l | 0,50 | 13,50 | 6,75 | |
| Herbicida dessecante 2 | l | 4,00 | 10,10 | 40,40 | |
| Herbicida pós-emergente 1 | l | 0,40 | 116,00 | 46,40 | |
| Herbicida pós-emergente 2 | l | 0,05 | 370,00 | 18,50 | |
| Herbicida pós-emergente 3 | l | 0,50 | 56,00 | 28,00 | |
| Inseticida 1 | l | 0,10 | 39,70 | 3,97 | |
| Inseticida 2 | l | 0,03 | 192,00 | 5,76 | |
| Inseticida 3 | l | 0,60 | 20,40 | 12,24 | |
| Fungicida 1 | l | 0,50 | 96,00 | 48,00 | |
| Fungicida 2 | l | 0,50 | 92,60 | 46,30 | |
| Fungicida 3 | l | 0,50 | 40,00 | 20,00 | |
| Óleo mineral | l | 0,40 | 7,50 | 3,00 | |
| Formicida | kg | 0,50 | 7,50 | 3,75 | |
| Semente de *brachiaria brizantha* | kg | 10,00 | 2,50 | 25,00 | |
| **Operações agrícolas** | | | | **68,42** | **6,77** |
| Semeadura do milheto | hm | 0,10 | 30,80 | 3,08 | |
| Semeadura de soja | hm | 0,40 | 37,32 | 14,93 | |
| Adubação de cobertura | hm | 0,33 | 30,80 | 10,16 | |
| Aplicação de herbicidas (2) | hm | 0,10 | 38,45 | 3,85 | |
| Aplicação de inseticidas (2) | hm | 0,10 | 38,45 | 3,85 | |
| Aplicação de formicida | dh | 0,04 | 25,00 | 1,00 | |
| Colheita | hm | 0,50 | 63,11 | 31,55 | |
| **Outros custos** | | | | **150,80** | **14,91** |
| Mão-de-obra-eventual | dh | 0,80 | 25,00 | 20,00 | |
| Transporte externo | sc | 60,00 | 0,90 | 54,00 | |
| Fundersul | sc | 60,00 | 0,21 | 12,60 | |
| Assistência técnica | % | 2,00 | | 18,84 | |

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| Seguridade social rural (CESSR) | % | 2,70 | 45,36 | |
| **Custo total** | | | **1.011,09** | **100,00** |

Produtividade esperada: 60 sc/ha.
hm: hora máquina; dh: dias homem.
Fonte adaptada de Richetti *et al*. ( 2005).

Sendo a proposta, a renovação de pastagem indireta e utilizando somente o custo variável, foi acrescentado aos custos de insumos o valor de R$ 25,00 em semente de forrageira utilizada no plantio da pastagem e eliminado o custo do calcário. Para o componente do custo das operações agrícolas foram eliminados alguns itens como: distribuição de calcário, gradagem aradora, gradagem niveladora e outros.

TABELA 3. Custos variável e total da cultura do milho, no Sistema Convencional, por hectare, em Chapadão do Sul, MS, da safra 2005/06.

| **Componentes do custo** | **Unidade** | **Quantidade** | **Preço unitário (R$)** | **Valor (R$)** | **Partici-pação (%)** |
|---|---|---|---|---|---|
| **Insumos** | | | | **928,05** | **74,47** |
| Semente de nabo | kg | 20 | 1,00 | 20,00 | |
| Semente de milho | kg | 20,00 | 10,50 | 210,00 | |
| Inseticida (tratamento de sementes) | kg | 0,40 | 74,00 | 29,60 | |
| Fertilizante (manutenção) | t | 0,40 | 770,00 | 308,00 | |
| Fertilizante (cobertura) | t | 0,25 | 848,00 | 212,00 | |
| Herbicida pré-emergente | l | 7,00 | 11,00 | 77,00 | |
| Inseticida 1 | l | 0,50 | 18,50 | 9,25 | |
| Inseticida 2 | l | 0,60 | 62,00 | 37,20 | |
| Semente de *Brachiaria brizantha* | kg | 10,00 | 2,50 | 25,00 | |
| **Operações agrícolas** | | | | **100,07** | **8,03** |
| Semeadura do nabo | hm | 0,10 | 29,82 | 2,98 | |
| Incorporação do nabo | hm | 0,25 | 38,46 | 9,61 | |
| Semeadura/adubação de milho | hm | 0,33 | 36,34 | 11,99 | |
| Mão-de-obra plantio | dh | 0,66 | 25,00 | 16,50 | |
| Adubação de cobertura 1 | hm | 0,40 | 29,86 | 11,94 | |
| Adubação de cobertura 2 | hm | 0,33 | 29,82 | 9,84 | |
| Aplicação de inseticidas (3) | hm | 0,15 | 37,47 | 5,62 | |
| Aplicação de herbicidas (2) | dh | 0,05 | 37,47 | 1,87 | |
| Colheita | hm | 0,30 | 63,18 | 18,95 | |
| **Outros custos** | | | | **218,12** | **17,50** |
| Transporte externo | sc | 140,00 | 0,90 | 126,00 | |
| Fundersul | sc | 140,00 | 0,21 | 16,80 | |
| Assistência técnica | % | 2,00 | | 23,92 | |
| Seguridade social rural (CESSR) | % | 2,70 | | 51,41 | |
| **Custo total** | | | | **1.246,25** | **100,00** |

Produtividade esperada: 140 sc/ha.
hm: hora máquina; dh: dias homem.
Fonte adaptada de Richetti *et al*. ( 2005).

TABELA 4. Custos variável e total da cultura de girassol, por hectare, em Chapadão do Sul, MS, da safra 2006.

| Componentes do custo | Unidade | Quantidade | Preço unitário (R$) | Valor (R$) | Partici-pação (%) |
|---|---|---|---|---|---|
| **Insumos** | | | | **420,44** | **80,00** |
| Semente de girassol | kg | 3,50 | 25,71 | 89,99 | |
| Fertilizante (manutenção) | t | 0,20 | 770,00 | 154,00 | |
| Fertilizante (cobertura) | t | 0,10 | 880,00 | 88,00 | |
| Fertilizante foliar | l | 6,00 | 2,50 | 15,00 | |
| Herbicida dessecante 1 | l | 0,50 | 13,40 | 6,70 | |
| Herbicida dessecante 2 | l | 2,50 | 9,30 | 23,25 | |
| Inseticida 1 | l | 1,00 | 18,50 | 18,50 | |
| Semente de *brachiaria brizantha* | kg | 10,00 | 2,50 | 25,00 | |
| **Operações agrícolas** | | | | **65,96** | **12,55** |
| Semeadura do girassol | hm | 0,33 | 54,21 | 17,89 | |
| Mão-de-obra semeadura | R$ | 0,33 | 25,00 | 8,25 | |
| Adubação de cobertura | hm | 0,33 | 35,02 | 11,56 | |
| Aplicação de herbicidas | hm | 0,05 | 43,87 | 2,19 | |
| Aplicação de inseticidas (2) | hm | 0,10 | 43,87 | 4,39 | |
| Colheita | hm | 0,30 | 72,28 | 21,68 | |
| **Outros custos** | | | | **39,22** | **7,45** |
| Transporte externo | sc | 30,00 | 0,98 | 29,40 | |
| Assistência técnica | % | 2,00 | | 9,82 | |
| **Custo total** | | | | **525,62** | **100,00** |

Produtividade esperada: 1800 kg/ha.
hm: hora máquina.
Fonte adaptada de Richetti ( 2005).

TABELA 5. Custos variável e total da cultura do algodão semidireto, variedade resistente, por hectare, em Chapadão do Sul, MS, da safra 2005/06.

| Componentes do custo | Unidade | Quantidade | Preço unitário (R$) | Valor (R$) | Partici-pação (%) |
|---|---|---|---|---|---|
| **Insumos** | | | | **2.509,51** | **67,96** |
| Semente de milheto | kg | 20,00 | 0,60 | 12,00 | |
| Semente de algodão | kg | 13,00 | 8,50 | 110,50 | |
| Fertilizante (manutenção) | t | 0,45 | 699,00 | 314,55 | |
| Fertilizante (cobertura) | t | 0,50 | 712,00 | 356,00 | |
| Fertilizante foliar (4 produtos) | l | | | 76,75 | |
| Herbicida dessecante (3 produtos) | l | | | 76,90 | |
| Herbicida pré-emergente (2 produtos) | l | | | 129,20 | |
| Herbicida pós-emergente (4 produtos) | l | | | 163,30 | |
| Herbicida soqueira (2produtos) | l | | | 42,70 | |
| Inseticida ( 12 produtos) | l | | | 682,97 | |
| Fungicida ( 4 produtos) | l | | | 247,53 | |
| Regulador de crescimento (2 produtos) | l | | | 104,45 | |
| Maturador | l | 1,20 | 74,80 | 89,76 | |
| Desfolhante | l | 0,25 | 156,40 | 39,10 | |
| Óleo mineral | l | 5,00 | 6,40 | 32,00 | |
| Formicida | kg | 1,00 | 6,80 | 6,80 | |
| Semente de *brachiaria brizantha* | kg | 10,00 | 2,50 | 25,00 | |
| **Operações agrícolas** | | | | **487,99** | **13,23** |
| Semeadura do milheto | hm | 0,10 | 33,14 | 3,31 | |
| Semeadura do algodão | hm | 0,33 | 47,89 | 15,80 | |
| Mão-de-obra (plantio) | dh | 0,66 | 25,00 | 16,50 | |
| Adubação de cobertura 1 | hm | 0,80 | 33,15 | 26,52 | |
| Adubação de cobertura 2 | hm | 0,33 | 33,14 | 10,94 | |
| Aplicação de herbicidas (6) | hm | 0,30 | 43,21 | 12,96 | |
| Adubação de herbicidas (jato dirigido) | hm | 0,25 | 33,15 | 8,29 | |
| Aplicação de inseticidas (9) | hm | 0,45 | 43,21 | 19,44 | |
| Aplicação desfolhante | hm | 0,05 | 43,21 | 2,16 | |
| Capinas (repasses) | dh | 1,60 | 25,00 | 40,00 | |
| Monitoramento de pragas | R$ | 1,00 | 8,00 | 8,00 | |
| Colheita terceirizada | R$ | 1,00 | 310,00 | 310,00 | |
| Destruição de soqueiras | hm | 0,36 | 39,08 | 14,07 | |
| **Outros custos** | | | | **694,96** | **18,81** |
| Transporte externo | @ | 280,00 | 0,16 | 44,80 | |
| Beneficiamento | @ | 280,00 | 1,80 | 504,00 | |
| Fundersul | @ | 280,00 | 0,17 | 47,60 | |
| Assistência técnica | @ | 1,40 | 11,00 | 15,40 | |
| Seguridade social rural (CESSR) | % | 2,70 | | 83,16 | |

| | | |
|---|---|---|
| **Custo total** | **3.692,46** | **100,00** |

Produtividade esperada = 280 @/ha, em caroço.
hm: hora máquina; dh: dias homem.
Fonte adaptada de Richetti *et al*. ( 2005).

A área hipotética proposta para a simulação é de 2.000 ha, com previsão de renovação de pastagens de 20% ao ano, ou seja, módulos de 400 ha. Supondo que a propriedade a ser utilizada no modelo, concentra-se a maior parte de suas atividades na pecuária, os maquinários utilizados para as colheitas principalmente a do algodão deverão ser alugados.

O solo dessa propriedade é como ao referido ao da Tabela 6, sendo assim, a sua correção e adubação segue a recomendada e utilizada na Tabela 7.

TABELA 6. Análise inicial de fertilidade do solo.

| PH | P | MO | K | Ca + Mg | Al | Valor T | Valor V |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| (em água) | (ppm) | (%) | mEq/100ml | | | | |
| 5,1 | 1,3 | 4,7 | 0,11 | 1,62 | 1,62 | 7,5 | 8,5 |

Fonte: adaptada de Kichel et al. (2002).

Os altos teores de alumínio foram corrigidos com aplicação de calcário dolomítico (4t/ha) e a reposição dos nutrientes foi realizada conforme as necessidades da cultura a ser implantada.

TABELA 7. Insumos usados na adubação inicial, suas quantidades e custos por hectare

| **Insumos** | **Quantidade (kg/ha)** | **Valor (R$/ha)** |
|---|---|---|
| Calcário | 4.000 | 240,00 |
| Superfosfato símples | 400 | 200,00 |
| Cloreto de potássio | 80 | 91,20 |
| Uréia | 100 | 110,00 |
| Total | | 641,20 |

Fonte adaptada de: Kichel, et al. (2002)

O custo dos insumos usados na adubação mais operações agrícolas, para o preparo inicial do solo, ficou estimado em R$ 782,31(Tabelas 7, 8) considerando somente o custo variável, sendo que a estimativa do preço ocorreu na região de Chapadão do Sul- MS, no segundo semestre do ano de 2005.

TABELA 8. Custos variável das operações agrícolas, suas unidades, quantidades de horas máquina (hm), valor unitário R$/hm/ha e custos por hectare.

| **Operações agrícolas** | **Unidade** | **Quantidade** | **Valor unitário (R$)** | **Custos/ha** |
|---|---|---|---|---|
| Construção de terraços | hm | 0,80 | 47,06 | 37,65 |
| Distribuição de calcário (2) | hm | 0,12 | 39,40 | 9,46 |
| Gradagem aradora | hm | 0,80 | 47,06 | 37,65 |
| Gradagem niveladora (3) | hm | 0,30 | 46,85 | 42,17 |
| Distribuição de adubos (3) | hm | 0,12 | 39,40 | 14,18 |
| **Total/ ha** | **R$** | | | **141,11** |

Tendo feito o preparo inicial do solo o produtor pode optar por duas formas de renovação da pastagem, como mostra o diagrama abaixo:

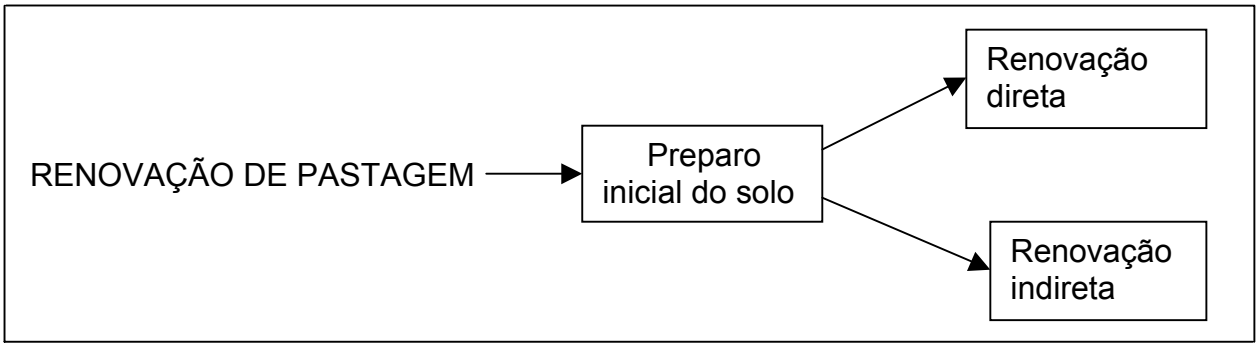


Figura 1.

Ao optar pela renovação direta um ano agrícola será distribuído em seis meses de preparo do solo e a formação da pastagem e mais seis meses de pastejo

resultando em produção de carne. Pelo caminho da renovação indireta utilizando culturas de verão, um ano agrícola será composto de: preparo inicial do solo, produção de grãos e produção de carne.

O Modelo estudado refere-se ao planejamento de utilizar uma melhor combinação de hectares a serem plantados com culturas de verão em uma certa área de pastagem a ser renovada, com o intuito de maximizar o lucro deixado pelas vendas dos grãos das culturas instaladas mais a produção de carne produzida até fechar o ano agrícola, no processo de renovação indireta.

Na simulação, os preços dos grãos e carne a serem comercializados após a colheita e o pastejo são referentes ao período de fevereiro a maio de 2006. A produção estimada de carne em arrobas por hectare/ano foi de 10,50 @ em uma pastagem renovada com a espécie *Brachiaria brizantha,* com taxa de lotação animal em média de 2,2 UA/ha/ano, com uma margem de lucro de 4,82 @/ha/ano.

O lucro estimado de 4,82@/ha/ano serviu para base de cálculo na produção de carne, por hectare, convertido em reais, com o preço da arroba da época, compondo assim, a receita das áreas ocupadas por aquelas culturas que tem o ciclo de produção de quatro a cinco meses, fechando o ano agrícola.

O Modelo geral do PPL à Renovação de Pastagem, com o uso de Culturas de Verão:

máx. z = $\left( \sum_{j=1}^{n} l_j x_j \right)$

Sendo z - lucro máximo decorrente do cultivo de *n* culturas na renovação de pastagens, em R$; $l_j$ margem de lucro da j-ésima cultura, em R$/ha; $x_j$ a área em hectare j-ésima cultura plantada.

Restrições a que está sujeitas a maximização do lucro:

(1) Disponibilidade de terras em hectares (*H*):

$$\sum_{j=1}^{n} a_j x_j \leq H$$

(2) Disponibilidade de capital para insumos, em reais (*I*):

$$\sum_{j=1}^{n} a_j x_j \leq I$$

(3) Disponibilidade de capital para operações agrícolas, em reais (O):

$$\sum_{j=1}^{n} a_j x_j \leq O$$

(4) Disponibilidade de capital para outros custos, em reais (*C*):

$$\sum_{j=1}^{n} a_j x_j \leq C$$

(5) Não negatividade:

$x_j \geq 0$ O índice *j*, representa a j-ésima cultura;

Onde:
$a_j$ : é o custo estimado para a j-ésima cultura.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

O Modelo aplicado do PPL à Renovação de Pastagem, com o uso de Culturas de Verão**.**

$x_1$ : Quantidade de hectares de algodão;

$x_2$ : Quantidade de hectares de girassol;

$x_3$ : Quantidade de hectares de milho;

$x_4$ : Quantidade de hectares de soja.

Função Objetivo:

máx. z: $843{,}26x_1 + 176{,}97x_2 + 234{,}96x_3 + 245{,}14x_4$

Sujeito as restrições:

(1) Disponibilidade de terras em hectares(H):

$$x_1 + x_2 + x_3 + x_4 \leq 400$$

(2) Disponibilidade de capital para insumos, em reais (*I*):

$$2.509{,}50x_1 + 420{,}44x_2 + 928{,}05x_3 + 791{,}87x_4 \leq 573.247{,}23$$

(3) Disponibilidade de capital para operações agrícolas, em reais (O):

$$487{,}99x_1 + 65{,}96x_2 + 100{,}07X_3 + 68{,}42X_4 \leq 87.075{,}82$$

(4) Disponibilidade de capital para outros custos, em reais (*C*):

$$831{,}06x_1 + 58{,}38x_2 + 263{,}56x_3 + 187{,}66x_4 \leq 161.020{,}22$$

(5) Não negatividade:

$$x_1 \geq 0; x_2 \geq 0; x_3 \geq 0; x_4 \geq 0$$

Sendo $x_1$, $x_2$, $x_3$ e $x_4$ as variáveis decisórias para quantidade de hectares a ser plantado a cada cultura.

Resolução do PPL Pelo Solver.

Foram preenchidos os campos referentes à área a ser renovada 400 ha, o valor do capital disponível de R$ 800.000,00 e o do custo do preparo inicial do solo de R$ 782,31.

No quadro referente ao custo de produção das lavouras de verão por hectares, foi preenchido o número de coluna quanto for à quantidade de culturas escolhidas para a simulação preenchendo com o número um a célula (B11 ou E11 ou H11 ou K11) ao lado do nome da cultura (Figura 2). Os itens, insumos, operações agrícolas, outros custos e juros de custeio, são chamados de componentes de custos das culturas de verão e devem ser preenchidos. Menos o campo “outros custo + juros de custeio”, este a própria tabela preenche através de um cálculo programado.

Para uma nova tabela de entrada de dados foi necessário fornecer ao problema o custo por hectare, do preparo e do plantio da pastagem.

A coluna para cada cultura só estará realmente completa, caso haja dados para completar os componentes que dizem respeito à produção de carne, por hectare, completando o ano agrícola.

Após o preenchimento e a resolução do problema pelo Solver da Planilha Excel, o resultado surgirá nos campos destinados ao Lucro máximo e área a ser plantada de cada uma das culturas de verão escolhidas (Figura 2).

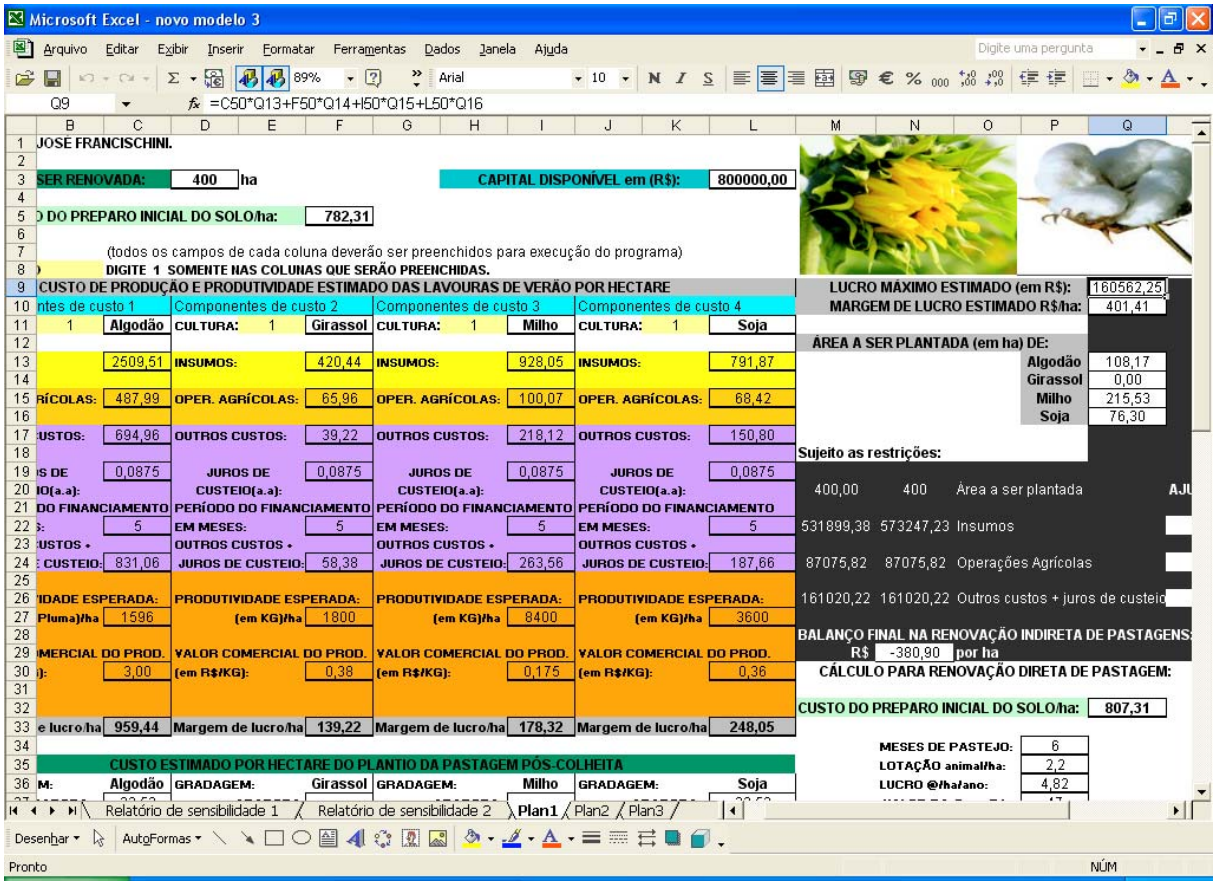


Figura 2. Modelo PPL para resolução no solver Excel na renovação de pastagem por culturas de verão.

O modelo de Programação Linear proposto para a simulação resultou na proposta de uma melhor distribuição de área a ser plantada para cada cultura, e o lucro máximo obtido no final de um ano agrícola está apresentado na Tabela 9, emitido através do relatório de resposta do Excel.

TABELA 9. Lucro máximo estimado, em reais e a área plantada para cada cultura de verão, resultado da aplicação do Solver, Excel.

| | **Valor final (R$)** |
|---|---|
| **Lucro máximo estimado** | 160.562,25 |
| **Cultura** | **Área plantada (ha)** |
| Algodão | 108,17 |
| Girassol | 0,00 |
| Milho | 215,53 |
| soja | 76,30 |

O valor original de R$ 160.562,25 na célula de destino corresponde ao valor do lucro máximo estimado em 400 ha. Para um hectare, a estimativa é de R$ 401,41. O valor do preparo inicial do solo de R$ 782,31/ha é considerado como uma constante, pois antecede qualquer cultura a ser instalada e é subtraído do lucro máximo estimado, por hectare, assim o balanço final na renovação de pastagem indireta tem um saldo negativo de R$ 380,90. A participação do lucro máximo estimado obtido com a produção de grãos e de carne de R$ 401,41, tem uma participação na amortização nos custos da renovação de pastagem indireta utilizando culturas de verão em um ano agrícola de 51,31%.

Se o produtor optar pela renovação direta, ele terá um custo de R$ 807,31 por hectare e uma receita liquida na produção de carne para fechar o ano agrícola de R$ 113,27, por hectare, ou seja, a sua produção de carne proporcionou um abatimento de 14% dos custos, por hectare.

Alguns possíveis ajustes podem ser feitos em relação à parcela de capital, destinada aos componentes insumos, operações agrícolas e outros custos. Esse ajuste requer uma análise do relatório de sensibilidade do Solver, que permite dentro de um intervalo dar acréscimos e decréscimos aos coeficientes da função objetivo, sem alterar a solução ótima das variáveis decisórias e também aplicar acréscimos e decréscimos ao lado direito das restrições ajustando as variáveis decisórias e a função objetivo. Na função objetivo, o valor adicionado ou subtraído, para cada

unidade adicionada ou subtraída de um recurso é chamado de “Preço Sombra” (custo de oportunidade de utilizar certo recurso, como: área a ser plantada ou capital disponível).

A análise de sensibilidade da simulação indica que, o acréscimo para cada um real, na restrição operações agrícolas, com um preço sombra de R$ 1,38, aumenta o lucro máximo estimado em R$ 1,38, na função objetivo. É possível, então fazer um reajuste nos recursos de capital para os insumos, operações agrícolas e outros custos seguindo os intervalos de acréscimos e decréscimos, emitido pelo relatório de sensibilidade do solver (Tabela 10).

TABELA 10. Relatório de sensibilidade, Planilha: novo modelo 3.xls. Recursos utilizados em função dos recursos disponíveis e respectivos preços-sombra.

| **Culturas** | **Valor Final (ha)** | **Custo Redu-zido (R$)** | **Coeficien-tes da Função Objetivo (R$)** | **Acresci-mo Permitido (R$)** | **Decresci-mo Permitido (R$)** |
|---|---|---|---|---|---|
| Algodão | 108,17 | 0,00 | 843,26 | 40,95 | 123,84 |
| Girassol | 0,00 | -4,83 | 176,97 | 4,82 | 0,00 |
| Milho | 215,53 | 0,00 | 234,95 | 6,85 | 2,66 |
| Soja | 76,30 | 0,00 | 245,14 | 2,60 | 2,65 |
| **Restrições** | **Recurso usado (L.E.R)*** | **Preço Som-bra (R$)** | **Recurso Disponível (L.D.R)**** | **Acrésci-mo Permitido** | **Decrésci-mo Permitido** |
| Área a ser Plantada | 400,00 | 89,04 | 400,00 | 135,13 | 51,13 |
| Insumos | 531 899,38 | 0,00 | 573 247,23 | 0,00 | 41 347,8 |
| Operações Agrícolas | 87 075,82 | 1,38 | 87 075,82 | 12 608,6 | 5 060,45 |
| Outros Custos + Juros | 161 020,22 | 0,03 | 161 020,22 | 6 700,84 | 19 335,08 |

*Lado Direito das Restrições; **Lado Esquerdo das Restrições.

Para uma nova simulação com os ajustes nas restrições de R$ -19.308,00 para insumos, R$ 12.608,00 para operações agrícolas e R$ 6.700,00 para outros custos + juros de custeio, o resultado é de R$ 445,20/ha, para o lucro máximo estimado tendo uma participação na amortização nos custos da renovação de

pastagem indireta utilizando culturas de verão em um ano agrícola de aproximadamente 57%.

Esta nova simulação devido aos ajustes dos capitais disponíveis para as restrições insumos, operações agrícolas e outros custos + juros de custeio, ocasionou um novo arranjo para as variáveis decisórias sendo, 134,55 ha de algodão, 44,64 ha de milho e 220,81 ha de soja.

A quantidade de área total a ser renovada não sofreu acréscimo, pelo fato da meta do produtor ser de renovar exatamente 400 ha.

## CONCLUSÕES

A simulação de dados para renovação indireta de 20% de pastagem ao ano de 2000 hectares permitiu inferir que:

- Anteriormente ao ajuste do capital disponível o resultado da simulação permitiu amortizar apenas 51,31%, com um lucro de R$ 401,41/ha, e uma combinação na área a ser plantada de 108,17 ha para o algodão, 215,53 ha para o milho e 76,30 ha para a soja.
- A análise de sensibilidade ajudou a definir o melhor ajuste de distribuição dos capitais disponíveis para os insumos, operações agrícolas e outros custos + juros de custeio gerando uma melhor lucratividade por hectare de R$ 445,20, com uma combinação na área a ser plantada para cada cultura de 134,35 ha de algodão, 44,64 ha de milho e 220,81 ha de soja.

- Verificou-se que a renovação de pastagens indireta teve uma amortização de aproximadamente 57% em seu custo, mesmo face aos baixos preços dos produtos comercializados (grãos e carne) e alto custo para os insumos.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS


BREGALDA, P. F.; OLIVEIRA, A. A. F. DE, BORNSTEIN, C. T. **Introdução a programação linear.** 3 ed. Rio de Janeiro: ed. Campus, 1988. 329 p.

DANTAS NETO, J.; AZEVEDO, C.A. V. DE, FRIZZONE, J. A. Uso da programação linear para estimar o padrão de culturas do perímetro irrigado Nilo Coelho. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental. V.1 n.1, 1997. Disponível em: <www.agriambi.com.br/revista/v1n1/009.pdf> acesso: 28/11/2004.

KICHEL, A.N.; MIRANDA, C.H.B.; MACEDO, M.C.M. Uso da cultura do milho para recuperação de pastagens degradadas de *Brachiaria decumbens*. In: REUNIÃO DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA XXXV – Julho de 1998 – Botucatu – SP. Anais da XXXV Reunião da Sociedade Brasileira de Zootecnia. p. 40 a 43.

KLUTHCOUSKI, J.; YOKOYAMA, L.P.; STONE, L.F. Fazendas de Referência na Integração Lavoura-Pecuária. In: KLUTHCOUSKI, J. ; STONE, L.F.; AIDAR, H. **Integração Lavoura-Pecuária.** Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 2003. p. 537-554.

LANZER, E. A. **Programação linear:** Conceitos e Aplicações. Rio de Janeiro: IPEA/INPES. Série PNPE – 4. 1982. 270 p.

MACEDO, M.C.M. Recuperação de Áreas Degradadas; Pastagens e Cultivos Intensivos. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, 24., 1993, Goiânia. Cerrados: fronteira agrícola no século XXI. **Resumos**... Goiânia: SBCS, 1993. v.1, p.70-72.

OLIVEIRA, I. P.; YOKOYAMA, L.P. Implantação e Condução do Sistema Barreirão. In: KLUTHCOUSKI, J. ; STONE, L.F.; AIDAR, H. **Integração Lavoura-Pecuária.** Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 2003. p. 265 – 302.

RICHETTI, A.; **Estimativa do Custo de Produção de girassol, Safra 2006.** Dourados: Embrapa Agropecuária Oeste, 2005. 2 p. (Embrapa Agropecuária Oeste. Comunicado Técnico, 115).

RICHETTI, A.; STAUT, L.A.; GOMEZ, S.A. **Estimativa do Custo de Produção de Soja, Safra 2005/06, para Mato Grosso do Sul e Mato Grosso.** Dourados: Embrapa Agropecuária Oeste, 2005. 13 p. (Embrapa Agropecuária Oeste. Comunicado Técnico, 108).

RICHETTI, A.; STAUT, L.A.; GOMEZ, S.A. **Estimativa do Custo de Produção de algodão, Safra 2005/06, para Mato Grosso do Sul e Mato Grosso.** Dourados: Embrapa Agropecuária Oeste, 2005. 16 p. (Embrapa Agropecuária Oeste. Comunicado Técnico, 110).

ZIMMER, A.H.; MACEDO, M.C.M.; KICHEL, A.N.; EUCLIDES, V.P.B. Sistemas integrados de producción agropastoril. In: GUIMARÃES, E. P.; SANZ, J. I.; RAO, I.M.; AMÉZQUITA, M.C.; AMÉZQUITA, E. (Ed.). **Sistemas agropastoriles em sabanas tropicales de América Latina.** Cali: CIAT; Brasília: Embrapa, 1999. p. 245-283.

## 2 - CONCLUSÃO GERAL

As simulações feitas nos dois trabalhos mostraram eficiência na renovação indireta de pastagens degradas. A amortização dos custos ocorreram em ambas situações, para o primeiro trabalho houve uma amortização nos custos da renovação da pastagem em 67,5% e 92% no SRS1 e SRS2, respectivamente. No segundo trabalho A análise de sensibilidade ajudou a definir o melhor reajuste de distribuição dos capitais disponíveis para os insumos, operações agrícolas e outros custos + juros de custeio gerando uma melhor lucratividade por hectare. A área a ser plantada para cada cultura foi de 134,35 ha de algodão, 44,64 ha de milho e 220,81 ha de soja proporcionando uma margem de lucro máximo de R$ 178.081,17 e R$ 445,20/ha.

A planilha desenvolvida no Excel serve de apoio para os cálculos realizados no primeiro trabalho tornando-se uma ferramenta almejada para consultorias na área da Agropecuária.

## 3 - REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANUALPEC 2005. Anuário da Pecuária Brasileira. São Paulo: Argos Comunicações FNP, 340 p, 2005.

BORGES, E. P. **Integração agricultura pecuária no cerrado**. Campo Grande: UNIDERP, 2004. 79P. (Dissertação do Mestrado em Produção e Gestão Agroindustrial/UNIDERP).

BREGALDA, P. F.; OLIVEIRA, A. A. F. DE, BORNSTEIN, C. T. **Introdução a programação linear.** 3 ed. Rio de Janeiro: ed. Campus, 1988. 329 p.

Companhia Nacional de Abastecimento – CONAB. **Acompanhamento da safra 2004/2005:** sexto levantamento, agosto, 2005. Disponível em: www. Conab.gov.br/dowoald/safra/6levant_da_safra.pdf. Acesso 14 de outubro de 2005.

DANTAS NETO, J.; AZEVEDO, C.A. V. DE, FRIZZONE, J. A. Uso da programação linear para estimar o padrão de culturas do perímetro irrigado Nilo Coelho. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental. V.1 n.1, 1997. Disponível em: <www.agriambi.com.br/revista/v1n1/009.pdf> acesso: 28/11/2004.

EMBRAPA. Tecnologias de Produção de Soja – Região Central do Brasil 2004. **Sistemas de Produção 6**. Londrina: Embrapa Soja, 2004. 239 p. Disponível em : www.cnpso.embrapa.br/download/publicacao/central_2005.pdf: acesso em 12/10/2005.

EUCLIDES, V.P.B.; MACREDO, M. C. M.; OLIVEIRA, M. P. Desempenho animal em pastagens de gramíneas recuperadas em diferentes níveis de fertilização. In.: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 34., 1997, Juiz de Fora. **Anais**... Juiz de Fora: SBZ, 1997. v. 2, p. 201-203.

KICHEL, A.G. **Pecuária de Corte Recria e Engorda. "Estudo da Viabilidade Econômica de uma Propriedade no Mato Grosso do Sul com introdução de Novas tecnologias"** TCC. UNIDERP. Campo Grande, 2001. 76 p.

KICHEL, A.N.; MIRANDA, C.H.B.; MACEDO, M.C.M. **Uso da cultura do milho para recuperação de pastagens degradadas de *Brachiaria decumbens***. In Anais da XXXV Reunião da SBZ – Julho de 1998 – Botucatu – SP. p. 40 a 43.

KICHEL, A.N.; MIRANDA, C.H.B.; BIANCHIN, I. **Recuperação de Pastagens sem Preparo de Solo, por meio de Calagem e Adubação Superficial Inicial, e**

**Adubação de Manutenção Anual.** Campo Grande: EMBRAPA-CNPGC, 2002. 5p. (EMBRAPA-CNPGC. Comunicado técnico, 76).

KLUTHCOUSKI, J.; STONE, L. F.; AIDAR, H. **Integração lavoura-pecuária**. Santo Antonio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 2003. 570 p.

KLUTHCOUSKI, J.; YOKOYAMA, L.P.; STONE, L.F. Fazendas de Referência na Integração Lavoura-Pecuária. In: KLUTHCOUSKI, J. ; STONE, L.F.; AIDAR, H. **Integração Lavoura-Pecuária.** Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 2003. p. 537-554.

LANZER, E. A. **Programação linear:** Conceitos e Aplicações. Rio de Janeiro: IPEA/INPES. Série PNPE – 4. 1982. 270 p.

MACEDO, M.C.M. Recuperação de Áreas Degradadas; Pastagens e Cultivos Intensivos. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, 24., 1993, Goiânia. Cerrados: fronteira agrícola no século XXI, **Resumos**. Goiânia: SBCS, 1993. v.1. p.70-72.

MELO FILHO, G.A. DE; RICHETTI, A.; PAIVA, F.A.; FABRICIO,A.C.; STAUT, L.A.; GOMEZ, S.A. **Estimativa do Custo de Produção de Soja, Safra 2004/05, para Mato Grosso do Sul e Mato Grosso.** Dourados: EMBRAPA-CPAO, 2004. 13p. (EMBRAPA-CPAO. Comunicado Técnico, 90).

NEHMI FILHO, V. A. Para onde caminha a Pecuária Brasileira. In: FNP Consultoria & Comércio. Anuário da Pecuária Brasileira. **ANUALPEC 2005**. São Paulo: Argos Comunicações FNP, p.14 a 23, 2005.

OLIVEIRA, I. P.; YOKOYAMA, L.P. Implantação e Condução do Sistema Barreirão. In: KLUTHCOUSKI, J. ; STONE, L.F.; AIDAR, H. **Integração Lavoura-Pecuária.** Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 2003. p. 265 – 302.

RICHETTI, A.; **Estimativa do Custo de Produção de girassol, Safra 2006.** Dourados: Embrapa Agropecuária Oeste, 2005. 2 p. (Embrapa Agropecuária Oeste. Comunicado Técnico, 115).

RICHETTI, A.; STAUT, L.A.; GOMEZ, S.A. **Estimativa do Custo de Produção de Soja, Safra 2005/06, para Mato Grosso do Sul e Mato Grosso.** Dourados: Embrapa Agropecuária Oeste, 2005. 13 p. (Embrapa Agropecuária Oeste. Comunicado Técnico, 108).

RICHETTI, A.; STAUT, L.A. **Estimativa do Custo de Produção do milho 1ª Safra, 2005/06, para Mato Grosso do Sul.** Dourados: Embrapa Agropecuária Oeste, 2005. 6 p. (Embrapa Agropecuária Oeste. Comunicado Técnico, 109).

RICHETTI, A.; STAUT, L.A.; GOMEZ, S.A. **Estimativa do Custo de Produção de algodão, Safra 2005/06, para Mato Grosso do Sul e Mato Grosso.** Dourados: Embrapa Agropecuária Oeste, 2005. 16 p. (Embrapa Agropecuária Oeste. Comunicado Técnico, 110).

SABOYA, L.V. Carnes: O que esperar das exportações após 2004. In: FNP Consultoria & Comércio. Anuário da Pecuária Brasileira. **ANUALPEC 2005**. São Paulo: Argos Comunicações FNP, p. 30, 2005.

SALTON, C. J.; HERNANI, C.L.; FONTES, C.Z. **Sistema de Plantio Direto**: **O produtor pergunta, a Embrapa responde**. Coleção – 500 Perguntas – 500 Respostas. Dourados: Embrapa CPAO,1998. 248 p.

YASSU, F. Bom programa faz pasto novo e ainda deixa lucro. **DBO,** São Paulo, v.21, n$^{o}$ 258, p. 78-79, abril. 2002.

ZIMMER, A.H.; MACEDO, M.C.M.; KICHEL, A.N.; EUCLIDES, V.P.B. Sistemas integrados de producción agropastoril. In: GUIMARÃES, E. P.; SANZ, J. I.; RAO, I.M.; AMÉZQUITA, M.C.; AMÉZQUITA, E. (Ed.). **Sistemas agropastoriles em sabanas tropicales de América Latina.** Cali: CIAT; Brasília: Embrapa, 1999. p. 245-283.

ZIMMER, A.H.; EUCLIDES, V.P.B.; EUCLIDES FILHO, K.; MACEDO, M.C.M. **Considerações sobre índices de produtividade da pecuária de corte em Mato Grosso do Sul.** Campo Grande: EMBRAPA – CNPGC, 1998. 53p.

# Livros Grátis

( http://www.livrosgratis.com.br )

Milhares de Livros para Download:

Baixar livros de Administração
Baixar livros de Agronomia
Baixar livros de Arquitetura
Baixar livros de Artes
Baixar livros de Astronomia
Baixar livros de Biologia Geral
Baixar livros de Ciência da Computação
Baixar livros de Ciência da Informação
Baixar livros de Ciência Política
Baixar livros de Ciências da Saúde
Baixar livros de Comunicação
Baixar livros do Conselho Nacional de Educação - CNE
Baixar livros de Defesa civil
Baixar livros de Direito
Baixar livros de Direitos humanos
Baixar livros de Economia
Baixar livros de Economia Doméstica
Baixar livros de Educação
Baixar livros de Educação - Trânsito
Baixar livros de Educação Física
Baixar livros de Engenharia Aeroespacial
Baixar livros de Farmácia
Baixar livros de Filosofia
Baixar livros de Física
Baixar livros de Geociências
Baixar livros de Geografia
Baixar livros de História
Baixar livros de Línguas

Baixar livros de Literatura
Baixar livros de Literatura de Cordel
Baixar livros de Literatura Infantil
Baixar livros de Matemática
Baixar livros de Medicina
Baixar livros de Medicina Veterinária
Baixar livros de Meio Ambiente
Baixar livros de Meteorologia
Baixar Monografias e TCC
Baixar livros Multidisciplinar
Baixar livros de Música
Baixar livros de Psicologia
Baixar livros de Química
Baixar livros de Saúde Coletiva
Baixar livros de Serviço Social
Baixar livros de Sociologia
Baixar livros de Teologia
Baixar livros de Trabalho
Baixar livros de Turismo