

SISTEMA DE PLANEJAMENTO GLOBAL PARA TOMADA DE DECISÃO NA PROPRIEDADE AGRÍCOLA¹

YOHIIKO SUGAI², JOSÉ MARIA DA COSTA³ e
ANTONIO RAPHAEL TEIXEIRA FILHO⁴

RESUMO - O presente trabalho desenvolve o método de aplicação da técnica convencional de programação linear na propriedade agrícola, abrangendo grande número de produtores agrícolas, utilizando processamento eletrônico de dados. O método possibilita: a) facilitar a obtenção dos dados relevantes à tomada de decisão; b) eliminar os cálculos complicados na preparação dos dados para otimização; c) utilizar implicitamente a técnica da programação matemática; d) apresentar os resultados bastante abrangentes e satisfazer as exigências da administração rural tomando-se a propriedade como um todo, e facilitando sua interpretação por pessoas não especializadas em administração rural; e) o mais importante, aumentar a velocidade de conseguir o resultado do desempenho da propriedade agrícola como um todo a curto prazo através de computador eletrônico. Assim este método facilitará aplicação da tecnologia da administração rural à massa de produtores, pesquisadores e extensionistas.

Termos para indexação: tomada de decisão, sistema, planejamento, administração rural, pesquisa agropecuária, otimização, programação matemática.

WHOLE FARM PLANNING SYSTEM FOR DECISION MAKING

ABSTRACT - The present study is to develop the method of application of the conventional linear programming technic, that has been applied to farm management analysis by the researchers and farm management experts, to mass audiences. This method makes it possible: a) to ease the input of relevant data for decision making; b) to eliminate the complicated calculation of data, for optimization; c) to apply implicitly the conventional linear programming; d) to present wider range results of the farm as a whole farmstead and still to satisfy the general

¹ Recebido em 21 de janeiro de 1982

Aceito para publicação em 7 de maio de 1982.

O presente trabalho teve início com a solicitação e apoio do Dr. Eliseu Roberto de Andrade Alves, da EMBRAPA, um entusiasta da administração rural escolhida da tecnologia disponível ao nível da propriedade agrícola.

O programa do presente sistema é baseado no trabalho do Dr. Bruce McCarl, desenvolvido na Universidade de Purdue, Lafayette, Indiana, U.S.A.

² Eng^o Agr^o, Ph.D., em Ciências Econômicas, Pesquisador do Departamento de Diretrizes e Métodos de Planejamento (DDM/EMBRAPA) - Caixa Postal 111316 - CEP 70333 - Brasília, DF.

³ Matemático, Analista de Sistema do Departamento de Métodos Quantitativos (DMQ/EMBRAPA) - Caixa Postal 111316 - CEP 70333 - Brasília, DF.

⁴ Eng^o Agr^o, MS, Ph.D., Pesquisador da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA), à disposição da Secretaria Nacional de Abastecimento do Ministério da Agricultura (SNAB/MA) - Esplanada dos Ministérios - Bloco 8 - 3^o andar - CEP 70043 - Brasília, DF.

requirements of farm management information; and e) to get results immediately by quick computer run that makes possible the repetition of the farm management analysis by changing the special factors of production. Using this method one will approach one step further to improve allocation efficiency at the farm level application.

Index terms: decision making, system, planning, farm management, agricultural research, optimization, mathematic programming.

INTRODUÇÃO

A preocupação da administração rural, especialmente como subsídio à tomada de decisão, tem constituído um dos principais objetivos da economia agrícola (Dillon & Heady 1960). Vários estudos com este objetivo dirigidos à propriedade agrícola podem ser encontrados em Heady et al. (1956, 1957, 1958, 1960 e 1961), Mackie & Heady (1957), Bowlen & Heady (1955), Magalhães (1971), Neves (1972), Oliveira (1972), Reis (1978) e Sugai (1967).

Estes estudos possibilitaram o aparecimento de esquemas de assistência aos produtores, pelos quais um proprietário, de posse das características de sua unidade produtiva, obtém da unidade de processamento de dados, as respostas necessárias à orientação do uso e combinação de seus recursos. Conhecidos os resultados obtidos do computador, o fazendeiro poderá indicar ao consultor suas restrições específicas e, em poucos minutos, obter novo conjunto de respostas para se orientar.

Apesar do progresso dessas técnicas em países mais desenvolvidos, que possibilitou o atendimento de grandes massas de produtores, no Brasil, ainda não foram registradas experiências de aplicação de técnicas semelhantes.

Recentemente, a Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária solicitou aos autores para adaptar essas técnicas a cenários brasileiros e desenvolver programas de computação eletrônica que possibilitem a orientação de grandes números de produtores rurais.

O que se percebe é que as dificuldades na aplicação dos resultados das ciências econômicas agrícolas à massa de produtores são atribuíveis a:

- a. manipulação dos dados;
- b. organização e sistematização dos coeficientes;
- c. dificuldade nos cálculos dos coeficientes;
- d. demora nos cálculos de otimizações;
- e. tipos de apresentação dos resultados que não são acessíveis a pessoas não especializadas em administração rural;
- f. dificuldades na repetição imediata do sistema para análise de

sensibilidade dos resultados relacionados ao uso dos recursos escassos que orientam o desenvolvimento da tecnologia (Hayami & Ruttan 1971).

O presente artigo descreve a organização do sistema global de planejamento da propriedade agrícola, onde dificuldades são contornadas. Cada uma das etapas é apresentada com pormenores. A apresentação dos resultados alcançáveis com a aplicação do modelo é ilustrada por um conjunto de tabelas que realçam as principais características do modelo.

OBJETIVOS

O objetivo principal é estabelecer um método de análise de administração rural que sirva a produtores e técnicos, e esteja ao alcance da massa, sem prejudicar análises profundas que possam ser necessárias.

Objetivos específicos do presente trabalho são:

1. Indicar, na linguagem dos agricultores e pessoas não especializadas em administração rural, os dados relevantes à tomada de decisão.
2. Ajudar na montagem de conjunto de dados que são necessários para as análises que precedem a tomada de decisão.
3. Encorajar o uso de processamento de dados por computador eletrônico a nível de fazendas.
4. Mostrar que resultados analíticos úteis à administração rural podem ser obtidos imediatamente. O processamento de dados feito por computador eletrônico possibilita várias repetições ou rodadas para analisá-los com mais pormenores, em curto espaço de tempo.
5. Apresentar os resultados das análises de forma facilitada para todos os usuários (produtores, técnicos não especializados em administração rural, extensionistas, pesquisadores e agentes de financiamento agrícola) sem prejudicar a análise fundamental da relevância à tomada de decisão.

Organização do modelo global de planejamento da propriedade agrícola

O modelo global de planejamento da propriedade agrícola facilita a aplicação dos resultados do planejamento à massa de produtores, o que o método convencional de administração rural como a programação linear não consegue (McCarl et al. 1975 e 1979). Por este modelo, desenvolve-se uma metodologia nova, usando o processamento de dados por

computador eletrônico. No atual estágio de desenvolvimento, o modelo a que se refere o presente trabalho, trata de culturas anuais, pecuária na dimensão estática e culturas de hortaliça. O esquema de seu funcionamento é ilustrado na Fig. 1.

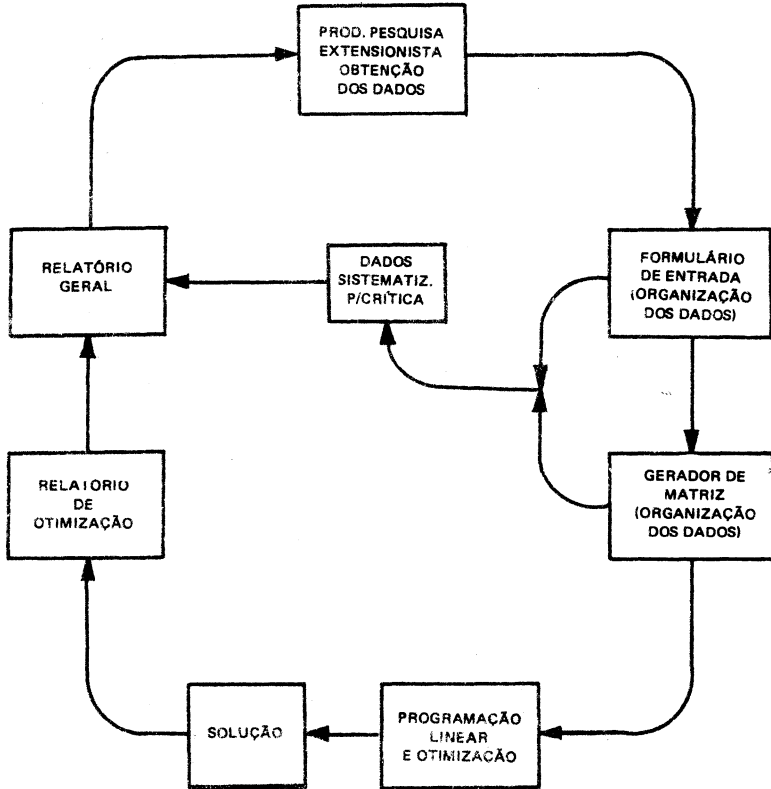


FIG. 1. Sistema global do modelo.

O esquema geral do sistema contempla as seguintes etapas:

- a. obtenção dos dados através do formulário simplificado;
- b. organização dos dados para a otimização;
- c. otimização pela programação linear;
- d. solução da programação linear;
- e. relatórios dos resultados da otimização e dos dados sistematizados pelo computador.

Este esquema é de círculo fechado, como se vê na Fig. 1. Neste processo, o sistema de administração rural melhora constantemente com ajuda do computador eletrônico.

TABELA 1. Estrutura de programação linear.

	Uso da terra	Prep. 1 terra	Prep. 2 terra	Produção própria	Produção parceria	Colheita	Arrendamento	Contratação de mão-de-obra	Emprego fora propriedade	Venda produtos	Compra insumos	Limitação das culturas	Renda	Cultura artificial	Minimização	
Objetivo													+	+		
Terra	-	+													∞	0
Disp. terra por tipo	+														∞	+
Disp. terra p/cultura antes transferência	-											+			"	0
Disp. terra p/cultura alternativa				+	+										∞	0
Disp. terra p/período	-	+	+	+	+										∞	0
Disp. mão-de-obra		+	+	+	+	+			+						∞	+
Disp. trator		+	+	+	+	+									∞	+
Disp. animais		+	+	+	+	+									∞	+
Terra após prep. 1		-	+												∞	0
Terra após prep. 2			-	+	+										∞	0
Terra necessária p/colheita				+	+										∞	0
Terra p/culturas sucessão		±	±	-	-										∞	0

TABELA 1. Estrutura de programação linear. Continuação.

	Uso da terra	Prep. 1 terrã	Prep. 2 terra	Produção própria	Produção parceria	Colheita	Arrendamento	Contratação de mão-de-obra	Emprego fora propriedade	Venda produtos	Compra insumos	Limitação das culturas	Renda	Cultura artificial	Minimização
Tempo prep.		+	+												∞ +
Tempo para plantio				+	+										∞ +
Tempo para colheita						+									∞ +
Produção				-	-					+					∞ 0
Insumos para culturas				+	+						+				∞ 0
Balanco da renda		+	+	+	+	+	+	+					±		" 0
Colheita mínima				+	+	-									∞ 0
Disp. beneficiamento				+	+										∞ +
Armazenamento										+					∞ +
Relação das culturas sucessivas	±														∞ 0
Restrição das culturas				+	+										∞ +
Limite inferior												+			
Limite superior							+	+	+			+			

Fonte: dados da pesquisa.

Obtenção dos dados

Os dados do sistema são coletados num formulário previamente preparado. Este está dividido em duas partes. Na primeira, obtêm-se informações gerais sobre a estrutura da propriedade e dados qualitativos: por exemplo, a propriedade possui trator ou não? São anotados os períodos de operação, preparo do solo, plantio etc., para cada cultura.

Na segunda parte do formulário, obtêm-se dados quantitativos correspondentes aos qualitativos da primeira parte. Nesta parte, as informações são divididas em dados quantitativos de estrutura geral e específicos para cada cultura. Pela combinação dos quatro conjuntos de dados de entrada, obtêm-se informações sobre administração da propriedade agrícola como um todo.

Após a leitura dos dados, o sistema os prepara em ordem a fim de facilitar os cálculos necessários à segunda etapa.

Organização dos dados para a otimização

Os dados preparados passam ao sistema de geração da matriz que é apropriado à otimização pela programação linear. Nesta parte, continuam os cálculos utilizados pelas equações e atividades dos sistemas de produção. Colocam-se os coeficientes tecnológicos em ordem. Em geral, os comandos fornecidos ao computador para desempenhar todas estas funções, compõem o gerador de matriz. O gerador de matriz estrutura os dados da propriedade agrícola em forma de matriz que estará pronta para otimização.

Construção do modelo de programação linear

O modelo de programação linear convencional, apresentado na Tabela 1, executa a minimização do sistema através da função-objetivo.

Cada célula da Tabela 1 representa uma matriz de combinações de recursos e atividades.

Os conjuntos das principais atividades são os seguintes: uso da terra, preparo da terra, produção, colheita, arrendamento da terra, contratação de mão-de-obra, venda dos produtos, compra dos insumos e culturas artificiais. Os conjuntos dos principais recursos são: terra, mão-de-obra, maquinaria, disponibilidade de tempo e insumos.

Uso da terra

Nesta atividade trabalha-se com três tipos de terra e sua disponibili-

dade por período. Além disso, trata-se das relações das culturas sucessivas e rotação de cultura.

Preparo da terra

É o conjunto de atividade, em bloco, que se divide em: preparo da terra 1, preparo da terra 2; cada um é separado em períodos, por tratores, animais e mão-de-obra.

Nas culturas sucessivas há tratamentos especiais através da equação das culturas sucessivas. Há outras equações importantes nestas atividades do preparo do solo.

O balanço das despesas e receitas é representado na equação do balanço da renda. O conjunto do preparo do solo também é incluído nestas equações como despesas destas atividades. Não constam destas equações os conjuntos de atividades do uso da terra, restrições das culturas e culturas artificiais.

Produção

É um conjunto de atividades que se separam em duas partes: produção própria e produção de parceria, dependendo da situação da propriedade agrícola.

Os principais recursos deste conjunto no modelo são: terra, mão-de-obra, trator, animais, tempo de plantio, rendimento, disponibilidade de beneficiamento, restrições para colheita e restrições das culturas.

Colheita

Conjunto de atividades que se separam da produção e são efetuadas com recursos de mão-de-obra, trator, animais e disponibilidade do tempo. O conjunto das equações de colheita mínima controla as atividades que colhem os produtos das atividades da produção.

Arrendamento da terra

Neste, os conjuntos de atividades são semelhantes aos outros. O arrendamento da terra permite ao modelo aumentar a disponibilidade da terra na quantidade necessária ou na que o proprietário desejar. Eles não ultrapassam os limites predeterminados.

Contratação de mão-de-obra e oportunidade de emprego fora da propriedade

Estes dois conjuntos de atividades operam em processo oposto. A

contratação de mão-de-obra é despesa. Se a mão-de-obra da propriedade tiver a oportunidade de emprego fora e o salário for compensatório, estas atividades trazem renda à propriedade.

Venda dos produtos

Este conjunto inclui três processos de venda dos produtos: venda in natura, venda após beneficiamento e após beneficiado e armazenado.

Culturas artificiais

Este conjunto de atividade foi incluído para que o modelo de minimização funcionasse. Na função-objetivo, estas culturas entram em seus coeficientes de valor elevado para permitir o funcionamento do modelo.

Compra de insumos

Inclui aqueles insumos que foram definidos na parte da informação qualitativa. Estes insumos são custos variáveis no contexto da programação linear. Assim, são subtraídos das receitas de venda dos produtos. Presentemente, o programa admite considerar até dez variáveis na atividade de compra de insumos. Futuramente, será possível considerar mais variáveis, caso haja necessidade.

Limitações das culturas

São controles do limite superior e inferior das atividades de produção das culturas. O estabelecimento dos limites pode ser feito de dois modos: define-se exatamente o limite, ou se especifica a amplitude em que a solução é válida. Por exemplo, 5 ha de milho seria uma definição exata; 2 a 7 ha de milho seria a amplitude de validade da solução. O programa pode usar as duas formas. Com valores exatos descreve-se a situação atual da propriedade. A solução ótima será apresentada definindo-se as amplitudes de validade das determinações.

Apresentação dos principais resultados da otimização alcançada com uso deste sistema

O sistema de otimização, através da programação linear, aqui desenvolvido, realiza a otimização na propriedade agrícola em duas etapas distintas. A primeira apresenta a área atual cultivada na qual se repro-

duz o retrato da propriedade. Este resultado é chamado "plano presente", Por exemplo, se a propriedade cultiva 100, 50 e 20 hectares de soja, arroz e feijão, respectivamente, o resultado sai exatamente com estas quantidades de áreas cultivadas, incluindo todos os recursos necessários.

Contrastando com a primeira, a segunda etapa procura o plano ótimo entre as várias amplitudes de área cultivada das culturas. Por exemplo, o proprietário tem liberdade de cultivar soja numa área de 5 a 70 hectares, milho de 20 a 100 hectares, arroz de 20 a 50 hectares. Dentro desta amplitude, o programa otimiza a utilização dos recursos produtivos na propriedade agrícola. Esta otimização gera o "plano ótimo". O objetivo fundamental da comparação destes dois programas é procurar as diferenças entre eles e analisar as fontes destas diferenças (Tabela 2).

TABELA 2. Comparação entre o plano presente e o plano ótimo de exploração de propriedade agrícola.

Itens	Plano presente	Plano ótimo
Retorno líquido para administração (Cr\$)	-179.030,00	655.145,00
Área arroz I - ha	100,00	15,00
Área soja I - ha	50,00	280,00
Área soja precoce - ha	40,00	10,00
Área trigo - ha	10,00	5,00
Área arroz II - ha	100,00	10,00
Áreas não usadas - ha	130,00	105,00
Áreas arrendadas - ha	0,00	0,00

Fonte: dados de pesquisa.

A discriminação das receitas brutas a serem obtidas com o plano presente e ótimo de exploração e seus respectivos custos fixos e variáveis são apresentados na Tabela 3. Constata-se que a diminuição de plantio de arroz de 200 ha para 25 ha, a diminuição das áreas não usadas e, principalmente, o aumento para a cultura de soja I de 50 (plano presente) para 280 (plano ótimo) tornam a propriedade rentável. Enquanto que, no plano presente, o proprietário tinha um prejuízo de Cr\$ 179 mil, a combinação de atividades no plano ótimo lhe permite um retorno para a administração (não considerados os impostos) da ordem de Cr\$ 655 mil.

No plano presente de exploração da propriedade, os recursos para aquele nível de produção não são limitativos, isto é, o seu preço som-

TABELA 3. Comparação entre receitas e despesas da propriedade.

Itens	Presente plano	Ótimo plano
Renda		
Arroz I	1.079.999,00	162.000,00
Soja I	840.000,00	4.508.806,00
Soja precoce	360.000,00	90.000,00
Trigo	84.000,00	42.000,00
Arroz II	950.400,00	95.040,00
Renda total da cultura	3.314.397,00	4.897.844,00
Menos parcela de proprietário	0,00	0,00
Menos parcela de colheiteiro	0,00	0,00
Renda de venda de mão-de-obra	0,00	0,00
Sua receita total	3.314.397,00	4.897.844,00
Custos variáveis alocados		
Fertilizantes	373.710,00	466.573,00
Sementes	214.830,00	400.235,00
Inseticidas	43.520,00	95.385,00
Herbicidas	0,00	0,00
Juros custeio	122.590,00	175.451,00
Transporte	40.360,00	50.045,00
Tem mão-de-obra	0,00	0,00
Outros	94.300,00	84.188,00
Secagem na propriedade	56.400,00	7.140,00
Secagem fora da propriedade	0,00	0,00
Máq. não colheiteira	1.040.729,00	1.446.691,00
Máquina colheiteira	148.200,00	158.203,00
Total de custos variav. alocados	2.134.637,00	2.883.909,00
Menos parc. de proprietário	0,00	0,00
Seu custo total	2.134.637,00	2.883.909,00
Custos variáveis não alocados		
Aluguel adicional de terra	0,00	0,00
M-O-O Temp. contratada	0,00	0,00
Total custos variav. não alocados	0,00	0,00
Retorno para adm. e custo fixo	1.179.760,00	2.013.935,00
Custo fixo		
Custos fixos de máquina	743.790,00	743.790,00
Custos fixos de terra	420.000,00	420.000,00
Custos fixos de mão-de-obra	195.000,00	195.000,00
Total custos fixos	1.358.790,00	1.358.790,00
Retorno p/ adm. antes imposto	-179.030,00	655.145,00

Fonte: dados da pesquisa.

bra é zero. No plano ótimo, o modelo identificou que os recursos mais limitantes à expansão da produção e, portanto, ao aumento da receita, são: o tempo de preparação de solo, na segunda quinzena de setembro e durante todo o mês de setembro; o tempo disponível para o plantio, na segunda quinzena de novembro; o tempo disponível de colheita, na segunda quinzena de março e na primeira de abril, e os tratores disponíveis para a primeira quinzena de setembro. Numericamente, uma unidade adicional de tempo de preparação do solo acrescentaria Cr\$ 3.590,28 à receita da propriedade; uma unidade de tempo de colheita em março, Cr\$ 2.100,00; em abril, Cr\$ 1.050,00; uma unidade de tempo de plantio, Cr\$ 1.743,00; e uma unidade de trator, Cr\$ 942,35 (Tabela 4).

TABELA 4. Recursos que limitam a expansão da produção e contribuição de uma unidade adicional destes para o aumento da receita da propriedade.

Recursos	Plano presente	Plano ótimo
Tratores		
Primeira quinzena de setembro	0,00	942,35
Tempo de preparação		
Segunda quinzena de setembro	0,00	3.590,28
Primeira quinzena de outubro	0,00	3.590,28
Segunda quinzena de outubro	0,00	3.590,28
Tempo de plantio		
Segunda quinzena de novembro	0,00	1.743,03
Tempo de colheita		
Modo 1		
Segunda quinzena de março	0,00	2.100,00
Primeira quinzena de abril	0,00	1.050,00

Fonte: Dados de pesquisa.

O sistema de planejamento da propriedade agrícola aqui desenvolvido apresenta também a definição da estrutura da propriedade e uma série de dados qualitativos, tais como: tempo disponível, período de tempo, benfeitorias, maquinaria, estrutura de custos e sistema de produção por cultura em termos descritivos, como aparece nos Anexos 1 e 2. Nos Anexos 3 e 4, é apresentada uma discriminação das atividades na propriedade por período de tempo e por cultura.

Na última parte deste relatório apresentam-se dados, em anexos, de produção e colheita das culturas, os quais são acompanhados de análise de orçamentos parciais, calculando-se margens brutas de cada cultura no plano presente e ótimo. (Define-se a margem bruta como: margem bruta = receita total da cultura menos custos variáveis totais, (Anexo 5). Nos Anexos 6 e 7, são apresentadas as saídas de computador das limitações de terra para as culturas.

CONCLUSÕES

O presente sistema de tomada de decisão pode ser extremamente valioso. Aos produtores o uso do modelo fornece uma opção de controle da propriedade agrícola como um todo.

O pesquisador, após examinar rodadas sucessivas do modelo com informações sobre determinada propriedade, poderá detectar as limitações tecnológicas da propriedade agrícola como um todo.

O extensionista, de posse de resultados da aplicação do modelo na tomada de decisão de um produtor, poderá orientá-lo nas mudanças que serão necessárias para corrigir as diferenças entre o plano ótimo e o atual, desde que tecnologias necessárias estejam disponíveis.

A realização total do potencial de esquemas, como o presente, poderá ser conseguida, criando-se opções de trabalho conjunto entre produtores, pesquisadores e extensionistas, bem como entre outros elementos que concorrem para o desempenho das atividades na propriedade agrícola, como o agente fornecedor de crédito e o vendedor de insumos.

Comparado com a metodologia convencional usada em administração rural, orçamento parcial e programação linear isolada, o presente esquema apresenta as seguintes vantagens:

1. Facilita a obtenção dos dados relevantes à tomada de decisão.
2. Elimina os cálculos complicados na preparação dos dados para otimização.
3. Utiliza implicitamente a técnica da programação matemática.
4. Apresentação dos resultados é bastante abrangente e satisfaz as exigências da administração rural, tomando-se a propriedade como um todo, e facilitando sua interpretação por pessoas não especializadas em administração rural.
5. O mais importante é a velocidade para conseguir o resultado do desempenho da propriedade agrícola como um todo, a curto prazo, através da otimização. Assim, este método facilitará a avaliação e adoção da tecnologia da administração rural, por parte de um grande número de produtores agropecuários.

REFERÊNCIAS

- BOWLEN, B. & HEADY, E.O. Optimum combinations of competitive crops at particular locations. Ames, Iowa. Iowa State College, Department of Economics and Sociology. **Research Bulletin** (426), Apr. 1955.
- DIAS FILHO, C.B. **Dietas e suplementação alimentar de custo mínimo para a zona da Mata, MG: uma aplicação de programação linear.** Viçosa, UFV, 1979. Tese Mestrado.
- DILLON, J.L. & HEADY, E.O. Theories of choice in relation to farmer decisions. Ames, Iowa. Iowa State University, Department of Economics and Sociology. **Research Bulletin** (485), Oct. 1960.
- HAYAMI, Y. & RUTTAN, V.W. **Agricultural development: an international perspective.** Baltimore and London, Johns Hopkins Press, 1971.
- HEADY, E.O. & GIBBONS, J.R. Specialization and pork production methods in relation to over-all farm resource use and integration. Ames, Iowa. Iowa State University, Department of Economics and Sociology. **Research Bulletin** (496), Oct. 1961.
- HEADY, E.O. & GILSON, J.C. Optimum combinations of livestock enterprise and management practices on farms including supplementary dairy and poultry enterprises. Ames, Iowa. Iowa State College, Department of Economics and Sociology. **Research Bulletin** (437), Febr. 1956.
- HEADY, E.O. & LOFTSGORD, L.D. Farm planning for maximum profits on the cresco-clyde soils in Northeast Iowa, and comparison of farm and nonfarm incomes for beginning farmers. Ames, Iowa. Iowa State University, Department of Economics and Sociology. **Research Bulletin** (450). Apr. 1957.
- HEADY, E.O. & MACKIE, A.B. Plans for beginning farmers in Southwest Iowa with comparison of farm and nonfarm income opportunities. Ames, Iowa. Iowa State College, Department of Economics and Sociology. **Research Bulletin** (456), Jan. 1958.
- HEADY, E.O. & ORAZEM, F. Adjustments to meet changes in prices and to improve incomes on dairy farms in Northeastern Iowa. Ames, Iowa. Iowa State University, Department of Economics and Sociology. **Research Bulletin** (480), Jun. 1960.
- MAGALHÃES, C.A. de. **Análise econômica da pecuária leiteira em competição com outros empreendimentos agropecuários, através da programação linear, zona da Mata, MG.** Viçosa, UFV, 1971. Tese Mestrado.

- MACKIE, A.B. & HEADY, E.O. Optimum farm plans for beginning tenant farmers on Clarion-Webster soils. (an application of linear programming). Ames, Iowa. Iowa State College, Department of Economics and Sociology. **Research Bulletin** (499), Apr. 1957.
- McCARL, B. & FALCK, J. Documentation model B-9. West Lafayette, Indiana. Purdue University, Department of Agricultural Economics, Agricultural Experiment Station **Station Bulletin** (98), 1975.
- McCARL, B. & NATHALL, P. Linear programming for repeated use in the analysis of agricultural systems. West Lafayette, Indiana. Purdue University, Department of Agricultural Economics, 1979.
- NEVES, E.M. **Alocação de recursos e combinação de atividades pela programação linear em empresas leiteiras na região de Lins, São Paulo.** Viçosa, UFV. 1972. Tese Mestrado.
- OLIVEIRA, A.J. **Análise econômica da exploração florestal e sua combinação com outras atividades, pela programação linear, zona da Mata, MG.** Viçosa, UFV, 1972. Tese Mestrado.
- REIS, P. **Programação linear e planejamento da empresa agrícola.** Rio de Janeiro. Escola Brasileira de Administração Pública, 1978.
- SUGAI, Y. **Planejamento básico de uma empresa agropecuária pela programação linear.** Viçosa, MG, 1967. Tese Mestrado.

OS ANEXOS QUE SEGUEM FORAM COMPOSTOS PARA USO DE COMPUTADOR.

ANEXO 1. Relatório dos dados de entrada para o programa.

OS NUMEROS DE CELULAS APARECEM ENTRE DOIS SINAIS DE \$

O PROBLEMA TEM \$1000\$ 21 PERIODOS

PERIODO		SEMANA INICIAL		SEMANA FINAL		NOME
1	\$1001\$	1	\$1002\$	2	\$ 1\$	PRI QUIN SET
2	\$1003\$	3	\$1004\$	4	\$ 2\$	SEG QUIN SET
3	\$1005\$	5	\$1006\$	6	\$ 3\$	PRI QUIN OUT
4	\$1007\$	7	\$1008\$	8	\$ 4\$	SEG QUIN OUT
5	\$1009\$	9	\$1010\$	10	\$ 5\$	PRI QUIN NOV
6	\$1011\$	11	\$1012\$	12	\$ 6\$	SEG QUIN NOV
7	\$1013\$	13	\$1014\$	14	\$ 7\$	PRI QUIN DEZ
8	\$1015\$	15	\$1016\$	16	\$ 8\$	SEG QUIN DEZ
9	\$1017\$	17	\$1018\$	18	\$ 9\$	PRI QUIN JAN
10	\$1019\$	19	\$1020\$	20	\$10\$	SEG QUIN JAN
11	\$1021\$	21	\$1022\$	22	\$11\$	PRI QUIN FEV
12	\$1023\$	23	\$1024\$	24	\$12\$	SEG QUIN FEV
13	\$1025\$	25	\$1026\$	26	\$13\$	PRI QUIN MAR
14	\$1027\$	27	\$1028\$	28	\$14\$	SEG QUIN MAR
15	\$1029\$	29	\$1030\$	30	\$15\$	PRI QUIN ABR
16	\$1031\$	31	\$1032\$	32	\$16\$	SEG QUIN ABR
17	\$1033\$	33	\$1034\$	34	\$17\$	PRI QUIN MAI
18	\$1035\$	35	\$1036\$	36	\$18\$	SEG QUIN MAI
19	\$1037\$	37	\$1038\$	40	\$19\$	MES DE JUNHO
20	\$1039\$	41	\$1040\$	44	\$20\$	MES DE JULHO
21	\$1041\$	45	\$1042\$	48	\$21\$	MES DE AGOST

ANEXO 1. Relatório dos dados de entrada para o programa. (Continuação.)

A MOEDA E CHAMADA \$101\$ CR\$

A UNIDADE DE MEDIDA DE TERRA E CHAMADA \$102\$ HECTARE

A PROPRIEDADE TEM FORÇA ANIMAL \$103\$ NAO

A PROPRIEDADE TEM FORÇA TRATOR \$104\$ SIM

A PROPRIEDADE TEM \$70\$ 5 CULTURAS

A PROPRIEDADE TEM \$71\$ 8 ITENS DE CUSTO VARIAVEL

CUSTO VARIAVEL	1	NOME	\$50\$	FERTILIZANTES	UNIDADE	\$60\$	CR\$
CUSTO VARIAVEL	2	NOME	\$51\$	SEMENTES	UNIDADE	\$61\$	CR\$
CUSTO VARIAVEL	3	NOME	\$52\$	INSETICIDAS	UNIDADE	\$62\$	CR\$
CUSTO VARIAVEL	4	NOME	\$53\$	HERBICIDAS	UNIDADE	\$63\$	CR\$
CUSTO VARIAVEL	5	NOME	\$54\$	JUROS CUSTEIO	UNIDADE	\$64\$	CR\$
CUSTO VARIAVEL	6	NOME	\$55\$	TRANSPORTE	UNIDADE	\$65\$	CR\$
CUSTO VARIAVEL	7	NOME	\$56\$	TEM MAO DE OBRA	UNIDADE	\$66\$	CR\$
CUSTO VARIAVEL	8	NOME	\$57\$	OUTROS	UNIDADE	\$67\$	CR\$

QUANTOS TIPOS DE MODO DE COLHEITA A PROPRIEDADE TEM \$110\$ 2

UNIDADE	1	E CHAMADA	\$111\$	AUTOMOTRIZ 1
UNIDADE	2	E CHAMADA	\$112\$	AUTO ALUGADA

QUANTOS TIPOS DE ARMAZENAMENTO A PROPRIEDADE TEM \$120\$ 1

UNIDADE	1	E CHAMADA	\$121\$	SILo METALICO
---------	---	-----------	---------	---------------

QUANTOS TIPOS DE BENEFICIADOR A PROPRIEDADE TEM \$130\$ 1

UNIDADE	1	E CHAMADA	\$131\$	SECADOR ARROZ
---------	---	-----------	---------	---------------

QUANTOS TIPOS DE CULT. EM SUCESSAO A PROPRIEDADE TEM \$140\$ 1

ANEXO 2. O sistema de produção por cultura em termos descritivos.

UNIDADE	1	E CHAMADA	\$141\$	SOJA TRIGO	
CULTURA NUMERO	1	E CHAMADA		\$11000\$	ARROZ I

A UNIDADE BASICA DA VENDA E \$11036\$ KG

A CULTURA TEM PREPARO DE TERRA \$11001\$

A OPERACAO DE PREPARO DE TERRA E CHAMADA \$11002\$ PREPARO DO SOLO

A PREPARACAO DE TERRA E FEITA ENTRE OS PERIODOS \$11003\$ 1 E \$11004\$ 4

ESTA CULTURA NAO TEM OUTRA OPERACAO DE PRE-PLANTIO \$11005\$

ESTA CULTURA E PLANTADA ENTRE OS PERIODOS \$11011\$ 4 A \$11012\$ 6

ESTA CULTURA E COLHIDA ENTRE OS PERIODOS \$11013\$ 14 A \$11014\$ 18

A VELOCIDADE DE COLHEITA E SENSIVEL A \$11015\$ PRODUCAO

ESTA CULTURA USA COLHEDEIRA MECANICA \$11016\$ 1 A QUAL E CHAMADA AUTOMOTRIZ 1

ESTA CULTURA USA COLHEDEIRA MECANICA \$11017\$ 2 A QUAL E CHAMADA AUTO ALUGADA

VOCE DESEJA QUE ESTA CULTURA TENHA UMA TAXA DIFERENCIADA PARA TODAS AS COLHEDEIRAS \$11021\$ NAO

A CULTURA E BENEFICIADA NA PROPRIEDADE \$11022\$ POR BENEFICIADOR 1 O QUAL E CHAMADO SECADOR ARROZ

ESTA CULTURA E ARMAZENADA NA UNIDADE \$11023\$ 1 A QUAL E CHAMADA SILO METALICO

O PRODUTO E VENDIDO DIRETAMENTE DO CAMPO \$11024\$ NAO

O PRODUTO E VENDIDO APOS BENEFICIAMENTO \$11025\$ NAO

O PRODUTO DESTA CULTURA E VENDIDO APOS ARMAZENAMENTO E BENEFICIAMENTO (SE TIVER) \$11026\$ SIM

ESTA CULTURA NAO E DE CULTURA EM SUCESSAO OU ROTACAO \$11033\$

ESTA CULTURA NAO PRECEDE OUTRAS CULTURAS \$11035\$

ESTA CULTURA NAO E VERSAO DE OUTRA CULTURA \$11027\$

ANEXO 3. Atividades da propriedade.

PERIODO			CULTURA	ATIVIDADE	AREA
PRI	QUIN	SET	ARROZ I	PREP 1	76. AREAS
SEG	QUIN	SET	SOJA I	PREP 1	49. AREAS
SEG	QUIN	SET	SOJA PRECOCE	PREP 1	40. AREAS
PRI	QUIN	OUT	ARROZ II	PREP 1	87. AREAS
SEG	QUIN	OUT	ARROZ I	PREP 1	24. AREAS
SEG	QUIN	OUT	SOJA I	PREP 1	1. AREAS
SEG	QUIN	OUT	ARROZ II	PREP 1	13. AREAS
SEG	QUIN	OUT	SOJA PRECOCE	PLANTIO	29. AREAS
PRI	QUIN	NOV	ARROZ I	PLANTIO	94. AREAS
PRI	QUIN	NOV	SOJA I	PLANTIO	42. AREAS
PRI	QUIN	NOV	SOJA PRECOCE	PLANTIO	11. AREAS
SEG	QUIN	NOV	ARROZ I	PLANTIO	6. AREAS
SEG	QUIN	NOV	SOJA I	PLANTIO	8. AREAS
SEG	QUIN	NOV	ARROZ II	PLANTIO	100. AREAS
SEG	QUIN	NOV	SOJA PRECOCE	POS-PLANT. 1	29. AREAS
PRI	QUIN	DEZ	ARROZ I	POS-PLANT. 1	94. AREAS
PRI	QUIN	DEZ	SOJA I	POS-PLANT. 1	42. AREAS
PRI	QUIN	DEZ	SOJA PRECOCE	POS-PLANT. 1	11. AREAS
PRI	QUIN	DEZ	SOJA PRECOCE	POS-PLANT. 2	29. AREAS
PRI	QUIN	DEZ	ARROZ I	POS-PLANT. 3	94. AREAS

ANEXO 3. Continuação.

PERIODO			CULTURA	ATIVIDADE	AREA
SEG	QUIN	FEV	SOJA I	POS-PLANT. 2	8. AREAS
SEG	QUIN	FEV	TRIGO	POS-PLANT. 2	10. AREAS
PRI	QUIN	MAR	SOJA I	POS-PLANT. 2	42. AREAS
SEG	QUIN	MAR	SOJA I	POS-PLANT. 2	8. AREAS
SEG	QUIN	MAR	TRIGO	POS-PLANT. 2	10. AREAS
SEG	QUIN	MAR	SOJA I	COLHEITA 1	42. AREAS
PRI	QUIN	ABR	TRIGO	POS-PLANT. 2	10. AREAS
PRI	QUIN	ABR	ARROZ I	COLHEITA 1	94. AREAS
PRI	QUIN	ABR	SOJA I	COLHEITA 1	8. AREAS
SEG	QUIN	ABR	ARROZ I	COLHEITA 1	6. AREAS
SEG	QUIN	ABR	ARROZ II	COLHEITA 1	100. AREAS
PRI	QUIN	MAI	TRIGO	POS-PLANT. 2	10. AREAS
SEG	QUIN	MAI	TRIGO	POS-PLANT. 2	10. AREAS
SEG	QUIN	MAI	TRIGO	COLHEITA 1	10. AREAS

ANEXO 3. Continuação.

PERIODO	CULTURA	ATIVIDADE	AREA
SEG QUIN DEZ	ARROZ I	POS-PLANT. 1	6. AREAS
SEG QUIN DEZ	SOJA I	POS-PLANT. 1	8. AREAS
SEG QUIN DEZ	ARROZ II	POS-PLANT. 1	100. AREAS
SEG QUIN DEZ	ARROZ I	POS-PLANT. 2	94. AREAS
SEG QUIN DEZ	SOJA PRECOCE	POS-PLANT. 2	11. AREAS
SEG QUIN DEZ	ARROZ I	POS-PLANT. 3	100. AREAS
SEG QUIN DEZ	ARROZ II	POS-PLANT. 3	100. AREAS
SEG QUIN DEZ	SOJA PRECOCE	COLHEITA 1	11. AREAS
PRI QUIN JAN	ARROZ I	POS-PLANT. 2	6. AREAS
PRI QUIN JAN	SOJA PRECOCE	POS-PLANT. 2	29. AREAS
PRI QUIN JAN	ARROZ II	POS-PLANT. 2	100. AREAS
PRI QUIN JAN	ARROZ I	POS-PLANT. 3	6. AREAS
PRI QUIN JAN	ARROZ II	POS-PLANT. 3	100. AREAS
SEG QUIN JAN	TRIGO	PREP 1	10. AREAS
SEG QUIN JAN	SOJA I	POS-PLANT. 2	42. AREAS
SEG QUIN JAN	SOJA PRECOCE	POS-PLANT. 2	40. AREAS
SEG QUIN JAN	SOJA PRECOCE	COLHEITA 1	29. AREAS
PRI QUIN FEV	TRIGO	PLANTIO	10. AREAS
PRI QUIN FEV	TRIGO	POS-PLANT. 1	10. AREAS
PRI QUIN FEV	SOJA I	POS-PLANT. 2	50. AREAS
PRI QUIN FEV	SOJA PRECOCE	POS-PLANT. 2	11. AREAS

ANEXO 4. Projeção de uso de horas no campo.

ATIVIDADE	DISPONIVEL	USADA	RESTANTE	VALOR
PREPARAÇÃO				
PRI QUIN SET	146.	115.	31.	0.0
SEG QUIN SET	134.	134.	0.	3590.28
PRI QUIN OUT	132.	132.	0.	3590.28
SEG QUIN OUT	97.	97.	0.	3590.28
PRI QUIN JAN	71.	0.	71.	0.0
SEG QUIN JAN	83.	8.	75.	0.0
PRI QUIN FEV	85.	0.	85.	0.0
PLANTIO				
SEG QUIN OUT	97.	6.	91.	0.0
PRI QUIN NOV	89.	51.	38.	0.0
SEG QUIN NOV	76.	76.	0.	1743.03
PRI QUIN DEZ	82.	57.	24.	0.0
SEG QUIN DEZ	73.	0.	74.	0.0
SEG QUIN JAN	83.	0.	83.	0.0
PRI QUIN FEV	85.	3.	82.	0.0
SEG QUIN FEV	93.	0.	93.	0.0

ANEXO 5. Produção por datas de plantio e colheita para a cultura do arroz I.

PERÍODO DE PLANTIO	DATA DE COLHEITA										ÁREA PLANTADA (TOTAL)	PRODUÇÃO POR ÁREA (MÉDIA)	BENEFIC. POR/UNID. (MÉDIA)
	SEG	QUI	PRI	QUI	SEG	QUI	PRI	QUI	SEG	QUI			
	N MAR ÁREA	N ABR ÁREA	N ABR ÁREA	N ABR ÁREA	N MAI ÁREA	N MAI ÁREA	N MAI ÁREA	N MAI ÁREA	N MAI ÁREA	N MAI ÁREA			
SEG QUIN OUT	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
PRI QUIÑ NOV	0.0	93.92	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	93.92	1500.00	15.00
SEG QUIN NOV	0.0	0.0	6.08	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	6.08	1500.00	15.00
	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
ÁREA TOTAL COLH.	0.0	93.92	6.08	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	100.00		
PROD MED P/ ÁREA	0.	1500.	1500.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	1500.	
BEN. MED/ UNID	0.	15.	15.	0	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	15.

ANEXC 5 Continuação.

ORÇAMENTO DA CULTURA ARROZ I

RENDA PELA VENDA DE CULTURA	QUANTIDADE	SUA- PARCELA	PROPRIETARIO		COLHEDEIRO	
			QUANTIDADE	PARCELA	QUANTIDADE	PARCELA
VENDA DIRETA	0.	0.	0.	0.	0.	0.
VENDA APOS BENEFICIAMENTO	0.	0.	0.	0.	0.	0.
VENDA APOS ARMAZENAMENTO	135000.	1079999.	0.	0.	0.	0.
MENOS CUSTOS VARIAVEIS ALOCADOS						
FERTILIZANTES	11000.	111000.	0.	0.		
SEMENTES	43500.	43500.	0.	0.		
INSETICIDAS	6800.	6800.	0.	0.		
HERBICIDAS	0.	0.	0.	0.		
JUROS CUSTEIO	32200.	32200.	0.	0.		
TRANSPORTE	12500.	12500.	0.	0.		
TEM MAO DE OBRA	0.	0.	0.	0.		
OUTROS	34000.	34000.	0.	0.		
CUSTO DE MAQ NAO COLHEDEIRA		287400.		0.		
CUSTO DE MAQUINA COLHEDEIRA		49400.				
CUSTO DE SECAGEM NA PROPRIEDADE		30000.				
CUSTO DE SECAGEM FORA DA PROPRIEDADE		0.				
		-----		-----		
CUSTO TOTAL		607799.		0.		
MARGEM BRUTA		472200.		0.		
VENDA MEDIA POR AREA		10800.		0.		
CUSTOS VARIAVEIS MEDIO POR AREA		6078.		0.		
MARGEM BRUTA MEDIA		4722.		0.		

ANEXO 6. Item de custo variável.

DAR O CUSTO POR UNIDADE PARA OS ITENS DE CUSTOS VARIÁVEIS

ITEM DE CUSTO VARIÁVEL	CR\$	POR UNIDADE
FERTILIZANTES	(2700) 1.00	CR\$
SEMENTES	(2701) 1.00	CR\$
INSETICIDAS	(2702) 1.00	CR\$
HERBICIDAS	(2703) 1.00	CR\$
JUROS CUSTEIO	(2704) 1.00	CR\$
TRANSPORTE	(2705) 1.00	CR\$
TEM MAO DE OBRA	(2706) 1.00	CR\$
OUTROS	(2707) 1.00	CR\$

QUAL E O CUSTO FIXO ANUAL DE ...

TERRA	(2660) 420000.00
MAO DE OBRA	(2661) 195000.00
MAQUINARIA	(2662) 743790.00

QUAL A EFICIENCIA DA MAO-DE-OBRA CONTRATADA

(2663)	1.00
--------	------

NOTA = 1 TORNA EQUIVALENTE A MAO-DE-OBRA FAMILIAR

ANEXO 7. Limitações de terra para as culturas.

COMO AS CULTURAS ESTAO PLANTADAS ATUALMENTE?

UNIDADE DE TERRA = HECTARE

CULTURA	TERRA PROP	ALUGUEL DIN	CULT PARC ,
	(1000)	(1001)	(1002)
ARROZ I	100.	0.	0.
SOJA I	50.	0.	0.
SOJA PRECOCE	40.	0.	0.
TRIGO	10.	0.	0.
ARROZ II	100.	0.	0.

ANEXO 7. Continuação.

QUAL A AREA MINIMA PARA CADA CULTURA?

UNIDADE DE TERRA = HECTARE

CULTURA	TERRA PROP	ALUGUEL DIN	CULT PARC
	(1500)	(1501)	(1502)
ARROZ I	15.	0.	0.
	(1503)	(1504)	(1505)
SOJA I	20.	0.	0.
	(1506)	(1507)	(1508)
SOJA PRECOCE	10.	0.	0.
	(1509)	(1510)	(1511)
TRIGO	5.	0.	0.
	(1512)	(1513)	(1514)
ARROZ II	10.	0.	0.

ANEXO 7. Continuação.

QUAL A AREA MAXIMA PARA CADA CULTURA?

UNIDADE DE TERRA = HECTARE

CULTURA	TERRA PROP		ALUGUEL DIN		CULT PARC	
	(2000)		(2001)		(2002)	
ARROZ I		1000.		0.		0.
SOJA I	(2003)	1000.	(2004)	0.	(2005)	0.
SOJA PRECOCE	(2006)	1000.	(2007)	0.	(2008)	0.
TRIGO	(2009)	200.	(2010)	0.	(2011)	0.
ARROZ II	(2012)	1000.	(2013)	0.	(2014)	0.