

F-16/17

SISPLIM - Sistema de Programação Linear para Microcomputador

Versão 1

Deoni Luiz Segalin
Edgar Augusto Lanzer
Pedro Valentim Marques



Secretaria da Agricultura e do Abastecimento
Empresa Catarinense de Pesquisa Agropecuária S.A.



Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
Centro Nacional de Pesquisa de Suínos e Aves



DOCUMENTOS Nº 32

**SISPLIM — SISTEMA DE PROGRAMAÇÃO LINEAR
PARA MICROCOMPUTADOR
(Versão 1)**

ERRATA

Deoni Luiz Segalin
Edgar Augusto Lanzer
Pedro Valentim Marques

- Na página 10, parágrafo 4, 2ª linha:
onde lê-se “Veja página 3”, leia-se “Veja página 7”.
- Na página 11, parágrafo 3, 1ª linha:
onde lê-se “Veja página 3...”, leia-se “Veja página 7...”.
- Parágrafo 5, 3ª linha, onde lê-se “Veja página 4...”, leia-se “Veja página 9...”.



Empresa Catarinense de Pesquisa Agropecuária S.A.
EMPASC



Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
EMBRAPA
Centro Nacional de Pesquisa de Suínos e Aves
CNPSA/EMBRAPA

FLORIANÓPOLIS
1984

Empresa Catarinense de Pesquisa Agropecuária S.A. — EMPASC
Estrada Geral do Itacorubi s/nº — Caixa Postal D 20
88.000 — Florianópolis, SC — Brasil

Centro Nacional de Pesquisa de Suínos e Aves — CNPSA/EMBRAPA
BR 153 — km 110 — Vila Tamanduá — Caixa Postal D-3
89.700 — Concórdia, SC — Brasil

Editado pelo Departamento de Informação e
Documentação — DID/EMPASC

Coordenação: Afonso Buss

Revisão e Diagramação: Marilene Regina Oliveira
Marília Hammel Tassinari
Mary Land Rateke
Rita de Cássia Gasparino da Silva Becker
Vera Talita Machado Cardoso

Documentação: Lúcia M. G. de Borba Bernhard

Arte-final: Julio Cezar Winck

Composição: Irene S. Luz

Primeira edição: maio de 1984
Tiragem: 1.000 exemplares

É permitida a reprodução total ou parcial deste
trabalho desde que citada a fonte.

Referência bibliográfica

SEGALIN, D.L.; LANZER, E.A. & MARQUES, P.V. **SISPLIM**
— Sistema de programação linear para microcomputador;
versão 1. Florianópolis, EMPASC, 1984. 12p. (EMPASC.
Documentos, 32)

1. Microcomputador — Programação linear. 2. Programa-
ção linear. I. Título. II. Série.



A EMBRAPA participa com 40% do capital social da EMPASC

SUMÁRIO

	Pág.
1. INTRODUÇÃO	05
2. O PROBLEMA DE PROGRAMAÇÃO LINEAR	06
3. INTRODUÇÃO AO USO DO SISTEMA	06
3.1. Criar ou corrigir um arquivo de dados	07
3.1.1. Criar arquivo	07
3.1.2. Corrigir arquivo	08
3.1.3. Finalizar	09
3.2. Listar um arquivo de dados	09
3.3. Executar um arquivo de dados	09
3.4. Manutenção do diretório	09
3.4.1. Duplicar matriz	10
3.4.2. Manutenção do diretório	10
3.4.2.1. Arquivos disponíveis no diretório	10
3.4.2.2. Apagar um arquivo do diretório	10
3.4.2.3. Troca o nome de um arquivo	10
4. ALGUMAS LIMITAÇÕES DO SISTEMA	10
5. MENSAGENS DE ERRO E CAUSAS MAIS PROVÁVEIS	11
6. AGRADECIMENTOS	11
7. LITERATURA CONSULTADA	11

SISPLIM – Sistema de Programação Linear para Microcomputador (Versão 1)

Deoni Luiz Segalin^{1/}
Edgar Augusto Lanzer^{2/}
Pedro Valentim Marques^{3/}

1. INTRODUÇÃO

A programação linear é um instrumento de ajuda a todos aqueles que têm que tomar decisões sobre como alocar recursos limitados entre várias atividades competitivas. Muito embora seus aspectos teóricos estejam bem explorados, sua utilização tem sido limitada pela necessidade de se recorrer a computadores, à medida que os problemas se tornam mais complexos.

Os avanços no campo da eletrônica, no entanto, permitiram o desenvolvimento dos microcomputadores, os quais são hoje cada vez mais acessíveis às universidades, instituições de pesquisa e ao público geral. Nota-se, no entanto, a falta de programas acessíveis e de maior capacidade de interação, de tal forma a liberar o operador da necessidade de conhecer a linguagem de programação.

Diante do exposto, os autores resolveram juntar suas experiências e desenvolver um sistema de programação linear para microcomputadores. A filosofia que orientou o trabalho foi a de ter um produto final de fácil uso e que liberasse o usuário o máximo possível da necessidade de consultar o manual.

O programa utiliza o SIMPLEX para solução do problema de programação linear. Está escrito em BASIC, foi gravado num POLIMAX POLY 201 DP, com 64 kbytes de memória, necessita de duas unidades periféricas de leitura e gravação de dados, além de uma impressora e permite a gravação e arquivamento de dados. Limitações do sistema e significado de algumas mensagens são discutidos nos itens 4 e 6, respectivamente.

1/ Bacharel em Ciências Econômicas – EMPASC, Sede. C.P. D 20, Florianópolis, SC.

2/ Engenheiro Agrônomo, Doutor em Economia Agrícola – IEPE/UFRGS, Consultor da EMPASC e do CNPSA/EMBRAPA. C.P. D 2395, Porto Alegre, RS.

3/ Engenheiro Agrônomo, Doutor em Economia Agrícola – CNPSA/EMBRAPA. C.P. D-3, Concórdia, SC.

2. O PROBLEMA DE PROGRAMAÇÃO LINEAR

O problema de programação linear refere-se à distribuição eficiente de recursos limitados entre atividades competitivas em tempo e/ou espaço, visando otimizar um determinado objetivo. A resolução do problema consiste em se achar X_1, X_2, \dots, X_n que maximize ou minimize a função objetivo Z (necessariamente expressa em forma linear):

$$(1) Z = c_1X_1 + c_2X_2 + \dots + c_nX_n$$

A otimização de Z deve ser feita obedecendo às “ m ” restrições lineares do tipo (2).

$$\begin{aligned} a_{11}X_1 + a_{12}X_2 + \dots + a_{1n}X_n & (\leq, \geq, =) b_1 \\ a_{21}X_1 + a_{22}X_2 + \dots + a_{2n}X_n & (\leq, \geq, =) b_2 \\ a_{31}X_1 + a_{32}X_2 + \dots + a_{3n}X_n & (\leq, \geq, =) b_3 \\ a_{n1}X_1 + a_{n2}X_2 + \dots + a_{nn}X_n & (\leq, \geq, =) b_m \\ X_1, X_2, \dots, X_n & \geq 0 \end{aligned}$$

No sistema de inequações lineares (2) os termos a_{ij} são chamados coeficientes técnicos. Os termos b_i representam as quantidades de cada recurso disponível ou, então, as exigências máximas, mínimas ou fixas, no caso de nutrientes; são referidos normalmente como coeficientes RHS (do inglês “righthandside”). Conceitos e aplicações da programação linear são discutidos detalhadamente em LANZER (1982).

3. INTRODUÇÃO AO USO DO SISTEMA

Neste item, serão apresentadas as opções do uso do sistema. Serão vistas, em detalhes, apenas as opções que supõem-se possam apresentar problemas de entendimento ao usuário. Note-se que após a entrada de qualquer dado ou informação pedida, o usuário deverá teclar CR, para dar continuidade ao procedimento.

Após a CPU estar ligada, coloque o diskette de programas no drive A e o diskette de dados no drive B e tecle SISPLIM. Aparecerá a mensagem de identificação do SISTEMA, com nome e endereço dos autores. Teclando qualquer tecla, aparecerá a seguinte mensagem na tela:

1. Criar ou corrigir um arquivo de dados
2. Listar um arquivo de dados
3. Executar um arquivo de dados
4. Manutenção do diretório
5. Finalizar

3.1. Criar ou corrigir um arquivo de dados

Esta opção, acionada quando se tecla o número 1, traz à tela a seguinte mensagem:

1. Criar arquivo
2. Corrigir arquivo
3. Finalizar

3.1.1. Criar Arquivo

O usuário deverá fornecer as informações:

Nº de restrições (M) ?

Nº de atividades (K) ?

Nº de restrições do tipo (NLET) \leq ?

Nº de restrições do tipo (NGET) \geq ?

Nº de restrições do tipo (NET) = ?

Devido às restrições de memória, o computador rejeitará o problema proposto se $M > 40$ ou se $K > 55$ ou também se,

$$(K + 2x \text{ NGET} + \text{NLET} + \text{NET} + 1) > 110$$

O sistema também confere internamente para a igualdade $(\text{NLET} + \text{NGET} + \text{NET}) = M$. Se essa igualdade não ocorrer, o computador rejeitará o problema.

Aparecerá no vídeo uma mensagem perguntando o nome do arquivo a ser criado. O usuário pode usar qualquer nome, desde que comece com letra, não tenha vírgula no meio e ocupe, no máximo, oito espaços. Ex.: TESTE1. Quando se dá a um novo arquivo o mesmo nome de um já existente, apaga-se o arquivo anterior.

Uma vez que o problema proposto passou por estes crivos, o computador emitirá a mensagem:

Pretende dar nome às atividades? (S/N).

Se a proposta for “N” ou “n” em todo o processamento as variáveis envolvidas serão denominadas X_1 , X_2 , etc. Se a proposta for “S” ou “s” então aparecerá a seguinte mensagem:

Atividade 1?

Após cada atividade o usuário deverá entrar com o nome, se quiser que as variáveis sejam identificadas. Exemplo: milho, soja, trabalho, etc. Nome de variável segue as mesmas regras recomendadas para nome de arquivo.

Esgotadas as possibilidades de atividades, aparecerá a mensagem:

— Pretende dar nome às restrições (S/N)?

Se a resposta for “N” ou “n”, em todo o processamento as restrições serão identificadas como REST 1, REST 2, etc. Caso a resposta seja “S” ou “s”, então aparecerá a mensagem:

– Restrição 1?

Após o aparecimento da interrogação, o usuário deve escrever o nome que pretende dar à restrição. Exemplo: Lisina, arginina, proteína, terra, etc. As mesmas recomendações quanto ao nome das atividades aplicam-se ao nome das restrições.

Aparecerá na tela, então, a mensagem COEFICIENTES OBJETIVOS, seguida das mensagens $c_1 =$ $c_2 =$ etc.

Após o preenchimento de cada coeficiente c_i o usuário deve teclar CR, para que o cursor se mova para o próximo coeficiente. Findos os coeficientes da função objetivo, aparecerá a mensagem COEFICIENTES TÉCNICOS DA (número da restrição). Aqui aparecerão as mensagens que devem ser preenchidas:

$a_1 =$ $a_2 =$ etc.

A qualquer momento o usuário pode escrever “SO” ou “so” que todos os coeficientes técnicos daquela linha serão igualados a zero, automaticamente. Após o preenchimento de cada linha, ao usuário será pedido que declare o tipo de restrição daquela linha, de acordo com o código exposto na tela. Feito isto, o visor expõe a mensagem pedindo para se entrar com o valor do coeficiente RHS daquela linha. Fornecido este e teclado CR, o cursor se move automaticamente para o início da próxima linha até que toda a matriz de dados é fornecida.

3.1.2. Corrigir Arquivo

Mensagem na tela

NOME DO ARQUIVO:

O nome do arquivo deve ser escrito exatamente como quando da criação do arquivo pelo SISPLIM. Exemplo: MATRIZ. Depois de teclar CR, aparecerá:

1. Modificações na matriz de dados
2. Acrescentar restrições
3. Retirar restrições
4. Modificações no arquivo descritivo
5. Retirar atividades
6. Incluir atividades

A opção (1) permite ao usuário:

1. Alterar os valores da função objetivo
2. Alterar os valores da matriz de dados
3. Mudar os tipos de restrições
4. Mudar os valores dos coeficientes RHS
5. Gravar as modificações.

Depois de feitas as modificações na matriz de dados, o usuário tem, necessariamente, que gravá-las, o que é feito teclando o número 5.

As opções (2), (3), (5) e (6) da correção de arquivos permitem ao usuário ampliar ou reduzir uma matriz de dados.

O usuário necessitará, obrigatoriamente, recorrer a (4) quando o número de restrições do tipo \geq , = ou \leq , declarado na hora de criar o arquivo, for diferente daqueles efetivamente incluídos na matriz. Exemplo: Foram declaradas duas restrições do tipo \leq , cinco do tipo \geq e três do tipo = ($M = 10$); mas, na formação do arquivo, o usuário entrou com três restrições do tipo \leq , quatro do tipo \geq e três do tipo = (M ainda igual a 10). O computador aceitará a matriz, mas não prosseguirá em busca da solução ótima, emitindo a seguinte mensagem:

“A INFORMAÇÃO INICIAL SOBRE O NÚMERO DE RESTRIÇÕES DE UM MESMO TIPO NÃO CONFERE COM A LEITURA DE DADOS NA SEQUÊNCIA. RESOLUÇÃO ABORTADA ENTRE SEUS DADOS COM CUIDADO”.

O usuário deve então identificar o erro e recorrer a (4) para fazer as alterações necessárias. Esta opção permite ainda alterar nomes de atividades, restrições e os tipos de restrições.

3.1.3. Finalizar

Retorna ao menu inicial.

3.2. Listar um arquivo de dados

Oferece as opções de listar um arquivo de dados no vídeo ou na impressora.

3.3. Executar um arquivo de dados

Opções de maximizar ou minimizar, em ambas com opção de imprimir ou não a matriz de dados no vídeo ou na impressora.

O computador iniciará as interações em busca de uma solução ótima. Na tela aparecerá o número da interação, seguida dos números das variáveis que entrarem e que saírem da solução. Se as variáveis começarem a se alternar no entrar e sair da solução, (por exemplo, entra X_1 , sai X_2 ; entra X_2 , sai X_1 , etc.), é sinal de que o computador entrou num “looping” por problemas de arredondamento. Pressione a tecla “break” e considere como solução ótima a última solução existente antes do “looping”.

Caso haja uma solução ótima, será impresso o nível de atividades, bem como o valor da solução ótima. Também será impresso o custo de oportunidade de cada uma das atividades e o preço-sombra, bem como a atividade de folga de cada uma das restrições.

Algumas mensagens podem ser emitidas por falha do sistema em encontrar uma solução ótima. Veja: “Mensagens de erro e causas mais prováveis” (item 5).

3.4. Manutenção do diretório

Entende-se por diretório o local onde estão armazenadas as matrizes de

dados, ou seja, o diskette no drive B.

3.4.1. Duplicar matriz

Permite duplicar um arquivo existente. O nome do arquivo-cópia deve ser diferente do nome do arquivo original e deve seguir as normas para nome de arquivo novo. Aconselha-se fazer alterações na cópia.

3.4.2. Manutenção do diretório

3.4.2.1. Arquivos disponíveis no diretório

Lista, no vídeo, arquivos existentes no diskette "B" e formados pelo SISPLIM. Note que a terminação ".PRO" é só para controle interno do sistema e não deve ser considerada como parte do nome do arquivo. Exemplo: arquivo MATRIZ será listado como MATRIZ.PRO, mas o arquivo deve ser referido somente como MATRIZ.

3.4.2.2. Apagar um arquivo do diretório

3.4.2.3. Troca o nome de um arquivo

Novo nome do arquivo deve seguir as mesmas recomendações dadas para a criação de arquivo (item 3.1.1.).

4. ALGUMAS LIMITAÇÕES DO SISTEMA

1. Tamanho da matriz de dados (número de atividades, número de restrições maior ou igual a, menor ou igual a, igual a). Veja página 3
2. Coeficientes " b_i " não podem ser negativos.
3. Idealmente, os coeficientes a_{ij} devem ser aproximadamente da mesma ordem de grandeza, isto é, se alguns coeficientes técnicos são da ordem de centésimos enquanto outros são da ordem de milhares, o processamento pode gerar erros mais ou menos significativos devido a problemas de arredondamento.
4. Dar a um novo arquivo o nome de um arquivo já existente apaga o arquivo velho.
5. Qualquer coeficiente da função objetivo não deve exceder 10^4 , ou se corre o risco de o computador parar o processamento e emitir a mensagem (eventualmente errônea) de que o problema proposto não tem solução.

5. MENSAGENS DE ERRO E CAUSAS MAIS PROVÁVEIS

1. "File not Found" (arquivo não encontrado). Ordenou-se ao computador procurar um arquivo não existente. Consulte o diretório do SISPLIM sobre arquivos existentes.

2. "Redo from start" (comece de novo). Número quando era esperado letra, ou "CR" quando era esperado letra ou número. Entre com opção correta.

3. "Problema muito grande". Veja página 03 desta publicação.

4. "A soma dos tipos \geq , \leq e = é diferente do número de restrições". Comece de novo chamando SISPLIM.

5. "A informação inicial sobre o número de restrições de um mesmo tipo não confere com a leitura de dados na seqüência. Resolução abortada: entre seus dados com cuidado". Veja página 4 desta publicação.

6. "Conjunto aberto na direção da otimização: FIM". Não está existindo restrição à otimização do problema e qualquer solução é viável (por exemplo: todas as restrições do tipo \leq para problema de minimização ou do tipo \geq para problema de maximização). Reestude seu problema de otimização e faça modificações na matriz de dados e na matriz descritiva.

7. "Não existe solução viável: FIM". Todas as restrições não podem ser atendidas ao mesmo tempo. Reestude seu problema de otimização e faça modificações na matriz de dados e na matriz descritiva. Vide também "algumas modificações do sistema".

8. "Disk Full" (disco cheio). O diskette alcançou seu limite da capacidade de armazenamento. Apague os arquivos não necessários ou comece outro diskette formatado.

9. "Bdos Err on B ou A". Dê um RESET na máquina e comece de novo. Se o erro persistir, o problema é em alguma trilha e, então, o diskette deve ser trocado.

6. AGRADECIMENTOS

Os autores são gratos aos técnicos Dirceu João Duarte Talamini, José Fernando da Silva Protas do CNPSA/EMBRAPA e Antonio Cipriano Afonso Pinheiro, Consultor do IICA/EMBRAPA pelas críticas e sugestões. Erros e omissões, no entanto, são de inteira responsabilidade dos autores.

Sugestões de melhorias do programa SISPLIM podem ser enviadas a qualquer um dos autores.

7. LITERATURA CONSULTADA

1. LANZER, E.A. *Programação linear: conceitos e aplicações*. Rio de Janeiro, IPEA/INPES, 1982. 298p. (IPEA/INPES. PNPE, 4).

FLUXOGRAMA DE FUNCIONAMENTO SISPLIM I

