

# INVESTIGAÇÃO OPERACIONAL

PUBLICAÇÃO DA:



Associação Portuguesa para o Desenvolvimento  
da Investigação Operacional.

**Volume 2**

**Número 3**

**Novembro 1982**

# INVESTIGAÇÃO OPERACIONAL

Propriedade:

**APDIO — Associação Portuguesa para o Desenvolvimento da Investigação Operacional**

## ESTATUTO EDITORIAL

*«Investigação Operacional», órgão oficial da APDIO cobre uma larga gama de assuntos reflectindo assim a grande diversidade de profissões e interesses dos sócios da Associação, bem como as muitas áreas de aplicação da I.O. O seu objectivo primordial é promover a aplicação do método e técnicas da I.O. aos problemas da Sociedade Portuguesa.*

*A publicação acolhe contribuições nos campos da metodologia, técnicas, e áreas de aplicação e software de I.O. sendo no entanto dada prioridade a bons casos de estudo de carácter iminentemente prático.*

*Serão também publicadas notícias da APDIO bem como informações sobre acontecimentos nacionais e internacionais relacionadas com a I.O.*

**Distribuição gratuita aos sócios da APDIO.**

A Comissão Directiva da APDIO tem procurado enriquecer as ligações existentes com os grupos internacionais de que é membro nacional, IFORS, EURO e IFAC, através da divulgação daquelas organizações junto dos sócios da APDIO feita por esta revista de que é exemplo o artigo sobre a IFAC publicado neste número. A par disso, tem fomentado a participação de representantes da APDIO nos congressos internacionais organizados por aquelas entidades e promovido muitos contactos formais e informais com os seus representantes eleitos.

Tais esforços têm sido francamente positivos já que encontraram interlocutores interessados em fomentar o rápido desenvolvimento da APDIO que desejam ver em breve desempenhar papel activo junto da comunidade internacional. Este espírito ficou bem patente nas cartas, publicadas nesta revista, que o presidente da IFORS e do EURO amavelmente dirigiram aos sócios desta nova associação bem como na vinda a Portugal, para participar no 1º Congresso de I.O. realizado no nosso país, do Prof. Tomlinson, presidente do EURO. Este aproveitou a ocasião para desejar a todos os presentes as boas vindas ao grupo Europeu, tendo proferido uma interessante palestra em que transmitiu parte da sua vasta experiência de analista de Investigação Operacional.

Uma vez feito este primeiro esforço pelos Corpos Gerentes da APDIO, cabe agora aos sócios cimentar os laços estabelecidos e aproveitar os benefícios que estas prestigiosas organizações internacionais lhes podem oferecer. Uma das formas possíveis de colaboração activa, de que potencialmente se podem esperar mais benefícios, é a participação nos grupos de trabalho especializados organizados pela EURO (ver Vol 1, Nº 1) e pela IFAC (ver número corrente).

Estes grupos de trabalho que reúnem especialistas conceituados a par de elementos que pretendem alargar os seus conhecimentos e partilhar experiências são a melhor forma de pessoas como nós, que exercem a sua actividade profissional num país que até recentemente se fechou sobre si mesmo, tomarem conhecimento de desenvolvimentos mais recentes nos vários domínios e de estabelecer contactos pessoais. É um apelo que aqui deixo a todos no sentido de entrarem em contacto com a Comissão Directiva da APDIO até ao fim do ano manifestando o seu interesse em participar num desses grupos. Grande parte da actividade dos grupos é feita por correspondência o que evita deslocações excessivas.

O EURO VI, a realizar em Viena de Áustria de 17 a 19 de Julho de 82, oferece outra esplêndida oportunidade de participação internacional. O prazo para a apresentação de resumos de comunicações foi prorrogado e ainda está a tempo de se inscrever. Se estiver interessado não hesite em me contactar pessoalmente para obter informações, já que também eu tenciono participar.

Ao fechar este número, o último de 1982, quero agradecer a todos os que colaboraram connosco durante este ano, especialmente aos autores e revisores que tornaram possível publicar os três números desta revista. Resta-me ainda agradecer à JNICT - Junta Nacional de Investigação Científica e Tecnológica - que tendo identificado, no seu estudo "Prioridades em Ciência e Tecnologia - Identificação de áreas prioritária para I&D", a I.O. como uma das áreas científicas de desenvolvimento prioritário no nosso país, soube reconhecer o papel dinamizador que a APDIO desempenha tendo concedido um subsídio que, embora pequeno, contribuiu para a viabilização desta revista.

*Isabel Henriques*

# INVESTIGAÇÃO OPERACIONAL

PUBLICAÇÃO QUADRIMESTRAL

Número Avulso: 200\$00

Volume 2, Nº 3, Novembro 1982

DIRECTOR: ISABEL MARIA HALL THEMIDO

## COMISSÃO EDITORIAL

Dr. Paulo Bárca (EDP)  
Eng. João Caraça (JNICT)  
Prof. Dias Coelho (UNL)  
Prof. Rui Campos Guimarães (FEUP)  
Prof. Fernando de Jesus (ISE)  
Eng. A. Máximo (NAVELINK)  
Eng. Rui Barbesti Nápoles (LISNAVE)  
Prof. Valente de Oliveira (FEUP, CPRN)  
Prof. Gouvêa Portela (IST, EGF)  
Cte. Cervaens Rodrigues (CIOA)  
Prof. Guimarães Rodrigues (U. MINHO)

Prof. Mário Rosa (U. COIMBRA)  
Prof. Luís Valadares Tavares (IST, CESUR)  
Eng. Eduardo Zúquete (CP)  
Prof. Donald Clough (Canadá)  
Prof. Nelson Maculan Filho (Brasil - CPPE/UFRJ)  
Prof. K. Brian Haley (Reino Unido)  
Prof. Robert Machol (Estados Unidos)  
Prof. Bruno Martinoli (Itália)  
Prof. M. Najim (Marrocos)  
Prof. Ioánnis A. Pappás (Grécia)

## COMISSÃO DIRECTIVA DA APDIO

Presidente: Luís A. Valadares Tavares  
Vice-Presidente: Isabel Maria Hall Themido  
Vice-Presidente: José António Cervaens Rodrigues  
Secretário: João Luís César das Neves  
Tesoureiro: Luís A. Tadeu dos Santos Almeida

---

Este número foi subsidiado pela Junta Nacional de Investigação Científica e Tecnológica. A Revista "Investigação Operacional" está registada na Secretaria de Estado da Comunicação Social sob o nº 108 335.

Esta Revista é distribuída gratuitamente aos sócios da APDIO. As informações sobre inscrições na Associação, assim como a correspondência para a Revista, devem ser enviadas para a sede da APDIO - Associação Portuguesa para o Desenvolvimento da Investigação Operacional - CESUR, Instituto Superior Técnico, Av. Rovisco Pais, 1000 Lisboa.

---

Dactilografia:  
Maria Luísa Saraiva

Impressão:  
João de Matos, Impressores  
Avenida Álvares Cabral, 1A  
Telef.: 65 18 83 1200 Lisboa

	Pg.
. EDITORIAL .....	1
. CARTA DO VICE-PRESIDENTE DA APDIO .....	5
. INTERNATIONAL FEDERATION OF AUTOMATIC CONTROL .....	7
. NOTÍCIAS .....	14
. PLANEAMENTO E CONTROLE DAS IMPORTAÇÕES DE CEREAIS FORRAGEIROS EM PORTUGAL - UMA ABORDAGEM GLOBAL E INTEGRADA (2. <sup>a</sup> parte) - <i>Rui Campos Guimarães</i> .....	21
. PREVISÃO DE SÉRIES TEMPORAIS - <i>Vitor Vieira e J. Carlos Maia</i> .....	45

\* \* \* \* \*

#### OPTIMIZAÇÃO

Na sequência dos contactos preliminares havidos sobre a constituição de uma comissão especializada de Optimização na APDIO, foi decidido realizar nos próximos dias 9, 10 e 11 de Dezembro um Seminário sobre Optimização, (folhetos anexos).

Se está interessado em participar na comissão ainda vai a tempo bastando para tal assistir à 1.<sup>a</sup> reunião que se vai realizar no dia 10 das 17h30m às 19h00 no Hotel Sintra-Estoril.

---

## DO VICE-PRESIDENTE

---

Aproveitando o amável convite que me foi formulado pela Directora da "Investigação Operacional", é com muito gosto que me dirijo aos associados da APDIO.

Terá porventura causado já estranheza o facto de a primeira direcção da nossa associação incluir um militar da Marinha. A circunstância deve-se a uma gentileza, do Professor Valadares Tavares, que assim quiz, através da minha pessoa, ligar a APDIO às Forças Armadas reconhecendo os estreitos laços que desde a 2.<sup>a</sup> Guerra Mundial ligam a I.O. aos meios militares. As Forças Armadas portuguesas também não ficaram indiferentes à crescente importância que a decisão apoiada em critérios científicos vem assumindo no âmbito da Defesa. Assim, na Marinha, graças ao entusiasmo do Comandante Soeiro de Brito foi criado em 1970 o Centro de Investigação Operacional da Armada ; no Gabinete de Estudos e Planeamento do Estado Maior do Exército, existe uma secção dedicada à I.O. e na Força Aérea está a ser considerada, a criação de um departamento com idêntica finalidade. Qualquer dos três ramos tem promovido na medida das disponibilidades a frequência no estrangeiro, particularmente nos Estados Unidos e Inglaterra, de Cursos e estágios destinados a oficiais.


A rotatividade e escassez de pessoal que se verificou durante todo o período da guerra de África, impediu porém que se verificasse um maior desenvolvimento nas aplicações da I.O.. Presentemente julgo existirem condições que não só permitem a exploração das suas potencialidades em muito mais

larga escala, como ainda aconselham o seu uso. Com efeito, a mudança de orientação das missões da Defesa Nacional que se operou com o fim do ciclo do Império impõe que seja repensada a estrutura e o apetrechamento das Forças Armadas. Por outro lado, a actual escassez de recursos, fruto da crise económica nacional e internacional, obriga a que a respectiva afectação se processe segundo critérios de custo/eficácia, de modo a que possam ser seleccionadas as alternativas mais adequadas. Em ambos os casos a I.O. pode intervir na busca de soluções que melhor sirvam aos objectivos em causa.

Aproveito pois para dirigir um apelo aos investigadores operacionais deste país, quer civis, quer militares, que directa ou indirectamente possam ter intervenção na condução de problemas ligados à Defesa para que, à semelhança do que se passa em muitos outros sectores da vida nacional, e em numerosos países, dêem o seu contributo à resolução dos múltiplos problemas existentes nesta área.

Termino formulando votos de que investigadores e militares se apercebam das vantagens mútuas que poderão advir da colaboração referida de que inevitavelmente resultará uma maior projecção da I.O. na vida nacional, por todos desejada.

O Vice-Presidente

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'Cervantes R. J.', written in a cursive style.



# International Federation of Automatic Control

---

## MESSAGE FROM THE PRESIDENT

Automatic Control and System Science are today more closely linked and more timely than ever. The semiconductor and communication revolution transforms every human operation into some controlled task execution. Operators, machines, transport and distribution are tied by communication lines and networks into systems. Human activity is undergoing increased metamorphosis towards the design, realization and supervision of controlled systems.

IFAC's field covers just this complex of activities, testified by the broadening spectrum of our world congresses, by the expansion of our symposia, workshops, committees, publications. A common, worldwide interest is reflected in this global community of volunteers : IFAC Member Organizations. IFAC family members in 40 countries.

This human system reaching across political borders should serve human progress and the future of mankind.



T. Vamos

### 1. What is IFAC?

The International Federation of Automatic Control founded in September 1957, is a multinational federation of National Member Organizations (NMOs), each one representing the engineering and scientific societies concerned with automatic control in its own country.

The official languages of IFAC are : English, French, German, Spanish and Russian, with English as the working language.

### 1.1 Aims of IFAC

The purpose of IFAC is to promote the science and technology of automatic control theory and applications in the broadest sense in all systems, including engineering, physical, biological, social and economic. It is also concerned with the impact of automatic control on society. IFAC has neither political nor economic aims. It pursues its purpose by organizing technical meetings, by publications and by any other means which are consistent with its constitution and will enhance the interchange and circulation of information on automatic control activities.

International congresses are held every three years. Between congresses, IFAC sponsors many symposia and workshops covering particular aspects of automatic control.

Information on activities appears in the IFAC Newsletter which is distributed free of charge to all APDIO members.

The official journal of IFAC is "Automatica", to which one may subscribe by writing to the publisher, Pergamon Press.

The Federation plays an active role in public affairs, making its broad technical expertise available to the United Nations family and other international and regional organizations. It has consultative status with UNESCO and UNIDO, keeps liaison with IAEA (International Atomic Energy Agency),

ECE (Economic Commission for Europe), IBI (Intergovernmental Bureau of Informatics), IIASA (International Institute for Applied Systems Analysis), IFMBE (International Federation of Medical and Biological Engineering), ISA0 (International Society of Artificial Organs) and others.

## **2. From IFAC's History**

In September 1956 the German "VDI/VDE-Fachgruppe Regelungstechnik" organized an International Conference on Automatic Control at Heidelberg. At this conference 30 participants signed a declaration in which the necessity of creating an international organization of automatic control was clearly defined. The signatories pledged to promote the formation of national organizations - if not already existing at that time.

At the end of the Heidelberg Conference a Provisional Committee was established under the chairmanship of V. Broida (France) to draft a constitution for the planned International Federation of Automatic Control.

On September 12, 1957, the first General Assembly convened at the constituent meeting in Paris. Delegates from 18 countries representing their national organizations assembled at the Conservatoire National des Arts et Métiers under the chairmanship of V. Broida. They voted on the Constitution and By-Laws, they elected the first President, Harold Chestnut as well as the members of the Executive Council.

## **3. Structure of IFAC**

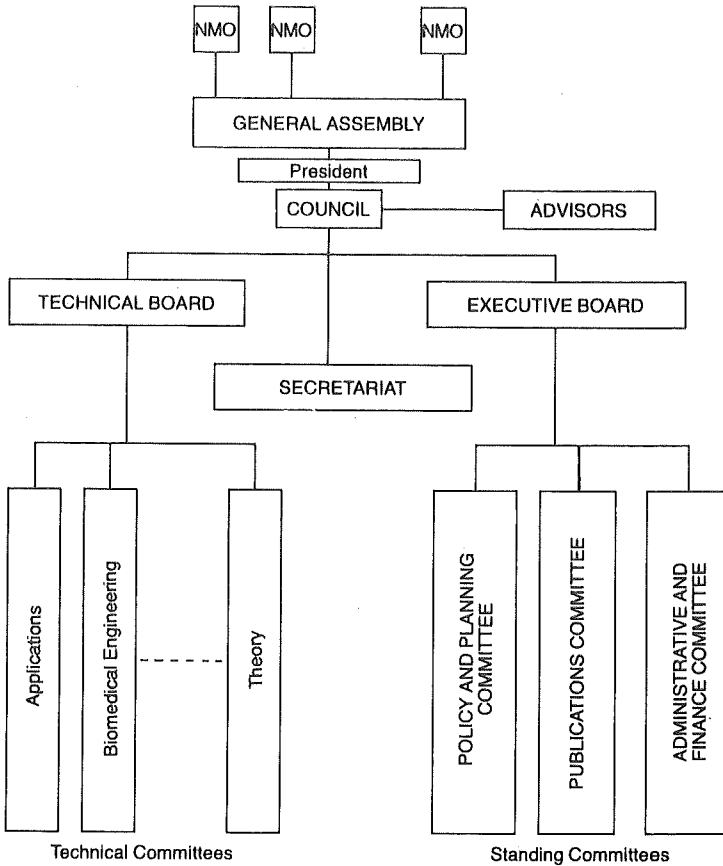
### **3.1 IFAC Constitution and By-Laws**

The present IFAC Constitution and By-Laws were adopted by the General Assembly of IFAC in Kyoto, Japan, on August 24, 1981.

Copies of the Constitution and By-Laws as well as any Information about IFAC and its activities are available from the IFAC Secretariat, Schloss platz 12, A-2361 Laxenburg, Austria.

### 3.2 Administrative Structure

The structure of IFAC's administration is depicted in the following chart :



The supreme body of the Federation is the General Assembly (GA) which consists of delegations from all National Member Organizations (NMOs), each one having equal rights and equal voting power. As of January 1982, IFAC has 40 NMOs of the following countries :

- |                  |                |               |                  |
|------------------|----------------|---------------|------------------|
| . ARGENTINA      | . DENMARK      | . ITALY       | . SOUTH AFRICA   |
| . AUSTRALIA      | . EGYPT        | . JAPAN       | . SPAIN          |
| . AUSTRIA        | . FINLAND      | . KOREA       | . SWEDEN         |
| . BELGIUM        | . FRANCE       | . MEXICO      | . SWITZERLAND    |
| . BRASIL         | . GERMAN D.R.  | . MOROCCO     | . TURKEY         |
| . BULGARIA       | . GERMANY F.R. | . NETHERLANDS | . UNITED KINGDOM |
| . CANADA         | . HUNGARY      | . NORWAY      | . U.S.A.         |
| . CHINA          | . INDIA        | . POLAND      | . U.S.S.R.       |
| . CUBA           | . IRELAND      | . PORTUGAL    | . VENEZUELA      |
| . CZECHOSLOVAKIA | . ISRAEL       | . RUMANIA     | . YUGOSLAVIA     |

Between meetings of the General Assembly, the management of the Federation is vested in the Council. To deal with the technical or executive activities respectively there are two working organs of the Federation, both reporting to the Council : the Technical Board (TB) and the Executive Board (EB). All the Technical Committees are subordinate to the Technical Board. Subordinate to the Executive Board are three Standing Committees : the Policy and Planning Committee, the Publications Committee and the Administrative and Finance Committee.

The president legally represents IFAC.

All services to IFAC by any IFAC official are voluntary and unpaid.

### 3.3 Technical Committees

At present IFAC has 14 Technical Committees (TCs), some of them have formed Working Groups (WG), thus subdividing their respective field activity.

These are the Technical Committees and their Working Groups :

- |   |              |
|---|--------------|
| 1 Applications  | (APCOM)      |
| 1.1 Electric Power Systems  |              |
| 1.2 Electric Generating Plants  |              |
| 1.3 Chemical and Petrochemical Industries                               |              |
| 2 Biomedical Engineering  | (BIOMED)     |
| 3 Components and Instruments  | (COMPON)     |
| 4 Computers   | (COMPUT)     |
| 4.1 Laboratory Automation   |              |
| 5 Developing Countries  | (DECOM)      |
| 6 Economic and Management Systems                                       |              |
| 6.1 Dynamic Modelling and Control of National and<br>Regional Economies |              |
| 6.2 Management Planning and Control in Industrial<br>Organizations      |              |
| 6.3 Hardware, Software and Orgware Integration                          |              |
| 7 Education   | (EDCOM)      |
| 8 Manufacturing Technology  | (MAN.TECHN.) |
| 9 Mathematics of Control  | (MOC)        |
| 9.1 Differential Games and Multicriteria Control<br>Problems            |              |
| 9.2 Asymptotic Analysis and Singular Perturbations                      |              |
| 9.3 Applications of Nonlinear Programming to Control Theory             |              |

- 9.4 Mathematical System Theory
- 9.5 Stochastic Analysis and Control
- 10 Social Effects of Automation (SOC.EFF)
- 11 Space (SPACE)
- 12 Systems Engineering (SECOM)
  - 12.1 Computer Aided System Analysis and Design
  - 12.2 Environmental Systems
  - 12.3 Industrial Systems
  - 12.4 Large Scale Energy Systems Analysis
  - 12.5 Large Scale Systems Engineering
    - Methodology and Applications
  - 12.6 Supplemental Ways for Improving International
    - Stability (SWIIS)
  - 12.7 Transportation Systems
  - 12.8 Urban, Regional and National Planning
  - 12.9 Water Resources Systems
- 13 Terminology and Standards (TERM.& STAND.)
- 14 Theory (THEORY)
  - 14.1 Adaptive Systems
  - 14.2 Large Scale Systems
- 3.4 How to become TC (WG) Member

The Constitution of IFAC does not provide for individual membership but each member of a National Member Organization is eligible to join any Technical Committee, provided he/she is qualified to take part in the TC's activities and has obtained the agreement of his/her NMO. As a rule an NMO should not recommend more than three of its members to one TC.

An informal letter of application endorsed by the respective NMO should be sent to the chairman of the respective TC via the IFAC Secretariat.

A Associação Europeia das Associações de Investigação Operacional (EURO) tem vindo a organizar diversos congressos dos quais o mais recente (EURO V) teve lugar em Lausanne (Suíça) de 12 a 14 de Julho passado, e cuja organização foi partilhada com a TIMS (The Institute of Management Sciences, EUA). Participei nesta reunião como representante da APDIO (muito embora sem encargos para a nossa Associação) pelo que tenho muito prazer em aqui vos resumir as minhas impressões pessoais sobre este congresso.

Sem dúvida que o EURO V foi um marco importante na vida europeia da I.O. já que cerca de 400 participantes provenientes de algumas dezenas de países participaram nos debates e nas sessões apresentando comunicações, criticando resultados, assistindo a demonstrações computacionais e a apresentações de filmes científicos, ouvindo algumas conferências de mestres insígnis.

O número das comunicações apresentadas aproximou-se das 200<sup>(1)</sup>, distribuindo-se por temas e áreas muito diversos tais como, Sistemas Computacionais, Energia, Planeamento Urbano e de Transportes, Programação Matemática, Processos Estocásticos, Redes, Estatística, Conjuntos Vagos, Marketing, Seguros, Gestão empresarial, Previsão, Investimento, Administração Pública, etc..

Por certo que alguns dos filmes apresentados e elaborados pelos serviços da Open University (Grã-Bretanha) ilustraram bem as potencialidades da comunicação visual, quer para fins didácticos, quer no domínio da pesqui-



za, e não posso deixar de sublinhar o interesse com que assisti às conferências dos Professores Beale, Lemke e Abadie muito conhecidos pelas suas invenções no domínio da optimização (respectivamente sobre P.Q., dualidade/complementariedade, decomposição).

Em contrapartida, e como é evidente, este tipo de "grande congresso de largo espectro" tem também os seus inconvenientes pois gasta-se tempo e energia à procura das sessões pretendidas já que havia cerca de 10 sessões a funcionar simultaneamente (!), o nível das comunicações é inevitavelmente heterógeno, a confusão dos intervalos e das actividades sociais não facilita a comunicação humana. E muito embora estivessem representados todos os países europeus, é sempre com mágoa que verifico ser muito baixo o número de participantes da Europa meridional o que estará certamente relacionado com as dificuldades económicas bem conhecidas de todos nós e especialmente sentidas quando se trata de participar num congresso realizado numa das cidades mais caras do mundo.

Mas o EURO V foi sem dúvida um grande encontro de I.O. transparecendo em todos os seus momentos uma realidade irrefutável : a I.O. é hoje uma *actividade profissional* exercida com seriedade e eficiência por muitos europeus com formações de partida cobrindo áreas bem diversas, da Medicina à Engenharia, da Matemática à Economia, à Gestão ou às Ciências Sociais.

Relativamente à APDIO, este congresso teve ainda um outro motivo de importância pois durante o dia 12 de Julho reuniu-se o Conselho Geral da EURO que aprovou por unanimidade a passagem da APDIO de membro associado para membro de pleno direito.





## Publicidade

### UNIVERSIDADE TÉCNICA DE LISBOA - INSTITUTO SUPERIOR TÉCNICO 2º Mestrado em Investigação Operacional e Engenharia de Sistemas

(Regulado pelo Dec.-Lei nº 263/80 de 7 Ago. e aprovado por portaria nº226/81 de 28 Fev. do MEU e Despacho nº 132/SES/82 de 23 Ago. do Sr. Secretário de Estado do Ensino Superior)

#### A - OBJECTIVOS

Este curso tem características semelhantes às do 1º Mestrado em I.O. e E.S. realizado de Maio 81 a Set. 82 no IST e tem por objectivo dar uma formação aprofundada sobre os fundamentos da Engenharia de Sistemas, os métodos da Investigação Operacional e as potencialidades do Cálculo Automático visando a pesquisa de soluções avançadas no domínio dos sistemas de Engenharia ou no das estruturas organizacionais para a gestão de recursos materiais ou humanos. Este curso tem carácter interdisciplinar, dando-se especial ênfase à resolução de problemas, casos de estudo ou projectos reais.

#### B - ACESSO

Podem candidatar-se a alunos deste curso licenciados em Economia, Engenharia, Física, Gestão, Matemática, Química (nº 4 do anexo III da portaria referida) ou outros nos termos do artº 5º da mesma portaria. Os candidatos interessados deverão enviar o seu curriculum académico, científico e técnico.

#### C - ESTRUTURA

Este curso está estruturado em 3 módulos trimestrais os quais são precedidos por um módulo 0 visando homogeneizar os conhecimentos dos alunos. Funciona em regime de tempo inteiro incluindo cerca de 300 horas de aulas e prevendo-se que, em média, os alunos dispendam duas horas de estudo por cada hora de aula. A aprovação neste curso e nas provas de discussão da dissertação confere o direito ao grau de mestre em "Investigação Operacional e Engenharia de Sistemas" pela Universidade Técnica de Lisboa.

#### D - CALENDÁRIO

Candidaturas : até 25/3/83  
Módulo 0 : a partir de 11/4/83  
Curso : de 6/10/83 a 30/9/83

#### E - INFORMAÇÕES E CANDIDATURAS

Prof. Coordenador :  
Prof. Dr. Engº Luis Valadares Tavares  
CESUR - IST  
Av. Rovisco Pais - 1000 Lisboa  
(Tel. 882992)



Ciclo de cursos sobre:

## GESTÃO DOS SECTORES DE APROVISIONAMENTO E DISTRIBUIÇÃO

---

- OBJECTIVOS - Proporcionar uma visão global dos problemas encontrados pelos gestores nas áreas de Políticas de Compras, Stockagem e Distribuição e abrir perspectivas sobre métodos modernos de abordagem científica destes problemas
- DESTINATÁRIOS - Destina-se aos gestores ligados ao funcionamento dos sectores de compras, stockagem e distribuição.
- PROGRAMA - OR.21 - Políticas de Compras e Stockagem ..22 a 26 Nov. 82  
OR.22 - Políticas de Stockagem e Distribuição . 24a28 Jan.83
- DURAÇÃO TOTAL : 60 horas
- MONITORES : Os cursos serão orientados por especialistas de Investigação Operacional do CESUR
- IDIOMA : Português
- INSCRIÇÃO : Têm prioridade as inscrições no ciclo completo

Para informações complementares contactar o Centro de Formação Técnica do  
LNETI - Rua Filipe Folque, 2-6º Dtº 1200 LISBOA Telefns - 533620/3/4/5/6



## PLANEAMENTO E CONTROLE DAS IMPORTAÇÕES DE CEREAIS FORRAGEIROS EM PORTUGAL - UMA ABORDAGEM GLOBAL E INTEGRADA \*

(2<sup>a</sup> Parte)

RUI CAMPOS GUIMARÃES

Gabinete de Economia, Organização e Gestão (GEOG)  
Departamento de Engenharia Mecânica, FEUP,  
Rua dos Bragas, 4099 Porto CODEX, Portugal

### R e s u m o

*Portugal importa anualmente, através da Empresa Pública de Abastecimento de Cereais (EPAC), enormes quantidades de milho e sorgo, que se destinam essencialmente ao abastecimento da indústria de alimentos compostos para animais. Neste artigo discutem-se aspectos metodológicos ligados com a concepção de um sistema de planeamento e controle das operações de importação daqueles cereais.*

\* A primeira parte deste artigo foi publicada no Vol 2, Nº 2, 1982.

Este artigo baseia-se numa Comunicação, com o mesmo título, apresentada ao 1º Congresso Nacional sobre Investigação Operacional, realizado pela APDIO em Lisboa (Março de 1982). O trabalho que aqui se descreve foi efectuado entre 1977 e 1980.

O problema que se depara à EPAC, embora pertencendo à classe geral dos problemas de compra de mercadorias sujeitas a flutuações de preço, tem características de complexidade específicas que lhe advêm quer da sua escala nacional, quer da possibilidade de substituição entre milho, sorgo e outras matérias primas da indústria de rações, quer ainda da interacção entre as operações de descarga e armazenagem portuária dos cereais forrageiros e doutras matérias primas importadas.

As dificuldades de representação do sistema em causa determinaram o tipo de abordagem proposta para a resolução do problema. A sua ênfase é colocada na construção de um conjunto de modelos nos quais :

- i) o problema global de decisão da EPAC surge inserido no contexto mais geral de um processo de planeamento governamental ;
- ii) as soluções dos diferentes aspectos do problema são combinadas de forma a constituírem uma política integrada de decisão.

O processo de análise requerido para atingir estes objectivos deriva de conceitos básicos associados ao método da Investigação Operacional. Envolve um número de passos inter-relacionados que se apresentam descritos como os processos de inclusão, estruturação e modelação.

Do processo global de análise - conduzido de forma progressiva, com base no conceito de cones de resolução - resulta um sistema de planeamento e controle com características de extrema importância para a sua implementação. Em particular, o sistema proposto é extremamente flexível, no sentido de que permite a readaptação dinâmica das soluções às alterações frequentes do meio em que o problema se desenrola.



## 6 - MÉTODO DE ABORDAGEM DO PROBLEMA

Vollmann<sup>19</sup>, que vê a resolução de problemas de decisão como um processo de "concepção de sistemas", sugere que esta envolve três estádios, que descreve da forma seguinte :

- (i) processo de inclusão (que corresponde à definição do sistema a ser analisado, isto é, do que deve ser incluído dentro da sua fronteira) ;
- (ii) processo de estruturação (isto é, a identificação da estrutura de relações entre os atributos das entidades incluídas no sistema) ;
- (iii) processo de modelação (ou seja, o desenvolvimento de um conjunto de modelos que representem adequadamente a estrutura de relações identificada).

Embora apresentados como uma sequência, estes estádios do processo de concepção de um sistema são obviamente inter-relacionados. No entanto, a sua compartimentação permite clarificar a exposição do método de abordagem do problema em questão.

### 6.1 - PROCESSO DE INCLUSÃO

A primeira contribuição para o estabelecimento da fronteira do sistema surgiu na definição do âmbito do estudo. Ao excluir os aspectos estratégicos do problema global de decisão, tomou-se em consideração

- (i) o papel desempenhado pela EPAC no processo de importação (eminentemente de controle de gestão e operacional) ; e
- (ii) a diferença profunda entre a complexidade e o tipo de análise requerida pelos problemas estratégicos, por um lado, e de gestão de operações, por outro (ponto levantado anteriormente, na secção 3).

É óbvio que, excluindo da análise os aspectos estratégicos do problema (considerados dados ou incontroláveis), incorre-se numa sub-optimização. Mas tal é inevitável em qualquer análise. Nas palavras de Rivett<sup>16</sup> (p.40),

'devemos precaver-nos contra (...) a sub-optimização, mas lembrando-nos sempre que uma fronteira tem de ser colocada em algum lado e que sō Deus optimiza' (a julgar pelo que vai pelo mundo, mesmo Deus parece ter os seus problemas...).

A escolha de uma fronteira para o sistema, liga-se com a fixação de objectivos, ou seja, de critérios pelos quais a sua eficiência será julgada. Para o sistema em causa, o objectivo emergiu do reconhecimento das dificuldades maiores que a economia portuguesa tem atravessado : o déficite da balança de pagamentos e o desemprego. Para metas de produção industrial determinadas, o objectivo foi fixado como a minimização do dispêndio de divisas pelo País, nas operações associadas à importação de cereais forrageiros. Este objectivo é compatível com a tentativa de maximizar a incorporação na indústria de matérias primas produzidas no País, o que, por seu lado, parece apropriado em face da crise de emprego.

Uma vez definido o objectivo, a fronteira do sistema em estudo foi estabelecida de tal forma que um aumento da sua eficiência não pudesse ser conseguido à custa de perda de eficiência de sistemas que com ele interagissem. Por outras palavras, houve a preocupação fundamental de procurar que, na medida do possível, a fronteira não dividisse sistemas não-separáveis. As implicações de tal preocupação na definição do sistema de planeamento e controle de importações de cereais forrageiros foram as seguintes :

- (i) foram incluídas no sistema as decisões associadas à definição de quotas de importação, à compra, ao transporte marítimo e à armazenagem dos cereais (observou-se anteriormente, na secção 5, que estas decisões são inseparáveis) ;
  
- (ii) por causa da possibilidade de substituição entre os cereais forrageiros e outras matérias primas da indústria de rações, todos foram considerados numa definição global da política de abastecimento daquela indústria ;
  
- (iii) cereais e sementes de oleaginosas descarregados e armazenados nos terminais portuários que recebem o milho e o sorgo, foram considerados na definição conjunta de uma política global de transporte e armazenagem.

## 6.2 - PROCESSO DE ESTRUTURAÇÃO

Na secção 5, ao apresentar as características gerais do problema de compra de mercadorias sujeitas a flutuações de preço, mostrou-se que a sua complexidade é tal que uma tentativa de o representar por um modelo global

otimizante seria condenada ao insucesso. Neste contexto, e, recorrendo a expressões de Simpson<sup>17</sup> citadas anteriormente, o processo de estruturação foi conduzido de forma a permitir :

- (i) a identificação de 'características especiais' do sistema, que autorizem a sua partição em sub-sistemas mais simples, e
- (ii) o estabelecimento de 'ligações efectivas' entre estes sub-sistemas, de forma a reduzir ao mínimo a sub-optimização.

É evidente que o estabelecimento das ligações referidas em (ii) será desnecessário entre sub-sistemas separáveis - isto é, quando a contribuição de um deles para a eficiência global do sistema não é afectada significativamente pelo estado do(s) outro(s). Só quando se trata de sistemas não-separáveis é que o estabelecimento daquelas ligações se torna crítico.

Ao tentar otimizar uma parte não-separável de um sistema, evita-se incorrer numa sub-optimização quando se verifique uma das seguintes condições:

- (i) 'o estado das partes ignoradas do sistema é já ótimo em relação ao modo ideal de operação da parte estudada' ;
- (ii) 'embora o estado das partes ignoradas do sistema não seja ainda ótimo em relação ao modo ideal de operação da parte estudada, o sistema global converge para o ótimo através de uma sucessão de ciclos que envolvem alterações e ajustamentos das partes ou sub-sistemas individuais' (Daellenbach e George<sup>3</sup>, p.14).

Um aspecto importante da expressão de Simpson atrás referida - formar 'ligações efectivas' entre os vários sub-sistemas - torna-se agora claro. Ao tentar derivar a solução óptima de um modelo que represente uma parte não separável do sistema global, deve procurar-se que "inputs" deste modelo, que sejam "outputs" de outros modelos, se aproximem tanto quanto possível dos seus valores óptimos em relação ao modo de operação ideal da parte em análise.

Um exemplo desta situação ocorre na determinação de quotas de importação dos cereais forrageiros e de outras matérias primas importadas para a indústria de rações.

O problema é susceptível de ser formulado como uma programação matemática, em que a função objectivo a minimizar representa o dispêndio total de divisas pelo País. Os preços unitários de importação das diferentes matérias primas dependem das políticas de compra, transporte e armazenagem que forem adoptadas. Para que não haja sub-optimização na definição das quotas de importação, os preços unitários que devem ser considerados na função objectivo são os preços mínimos, isto é, aqueles que se espera pagar se forem óptimas as políticas de compra, transporte e armazenagem.

A determinação das quotas óptimas de importação complica-se quando

- (i) alterações no volume de importação de cada matéria prima afectam o seu preço unitário de importação, e, inversamente,
- (ii) mudanças nos preços unitários afectam as quantidades óptimas de importação.

Nesta situação, o problema torna-se não-linear. Em virtude das dificuldades que surgem na resolução de programações não-lineares quando o número de variáveis e restrições é elevado, a resolução do problema passa pela adopção de um processo iterativo, em que se recorre a uma programação linear onde se vão ajustando sucessivamente os valores de preços unitários e das quantidades utilizadas de cada matéria prima. O sucesso da aplicação do processo iterativo (isto é, a sua convergência rápida) depende das características do sistema em questão, havendo que as investigar.

Os aspectos do processo de estruturação até agora focados prendem-se com os objectivos de tal processo. Uma questão essencial que se levanta é a de saber como se podem atingir esses objectivos da forma mais económica. A propósito desta questão há dois aspectos da abordagem adoptada que convém referir.

O primeiro aspecto liga-se com o conceito que Beer<sup>2</sup> designou por cones de resolução. É manifesto que a maneira mais económica de analisar um sistema consegue-se representando-o na sua forma mais concisa, isto é, com a menor resolução possível. Assim se deve iniciar o processo de estruturação e modelação de um sistema. Manipulando um modelo simples, de dimensões reduzidas, o analista poderá distinguir quais são os sub-sistemas relevantes, ou seja, quais os que têm efeitos significativos na eficiência global do sistema. Tal como se ilustra na Figura 3, a análise deve prosseguir aumentando a resolução dos sub-sistemas considerados relevantes e assim por diante.

Como resultado deste processo, quando o analista chega à base do cone global de resolução, não terá que analisar o sistema na sua totalidade (a análise seria demasiado complexa), tendo eliminado no percurso as suas componentes não relevantes.

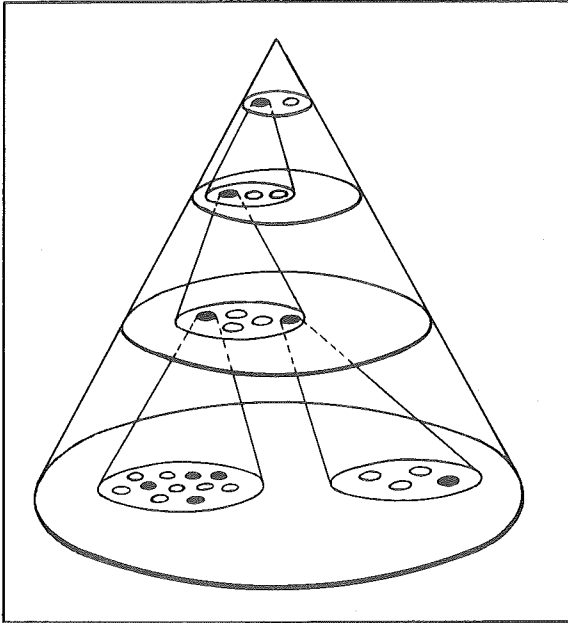


Fig. 3 - Processos de estruturação e modelação: cones de resolução.

A análise do processo de decisão associado às importações de cereais forrageiros inspirou-se no conceito de cones de resolução. Começou-se por considerar um modelo simples que permitisse representar o processo de substituição entre milho, sorgo e outras matérias primas da indústria de rações. Neste modelo, os custos unitários de compra, transporte e armazenagem foram agregados em custos unitários globais de importação. Obtiveram-se estimativas relativamente grosseiras destes custos para as diferentes matérias primas importadas e identificaram-se as gamas em que tipicamente se situam os seus valores relativos. Fazendo variar os custos dentro das gamas identificadas, foi possível, com o auxílio de um modelo simples de programação linear, aprender propriedades importantes do processo de substituição entre milho e sorgo, por um lado, e entre estes cereais e outras matérias primas por outro. Tal como

adiante se refere, o reconhecimento destas propriedades teve uma influência considerável na forma como o sistema global foi sub-dividido - para posterior análise, a níveis de maior resolução - e na escolha de processos de ligar os sub-sistemas obtidos.

Quaisquer que sejam os esforços no sentido de aprender progressivamente a estrutura de um sistema, há situações em que, devido à complexidade do sistema, só se pode progredir se se admitirem certas hipóteses acerca do seu modo de funcionamento. O segundo aspecto da abordagem adoptada, que valerá a pena referir, liga-se com este ponto.

A este propósito, Braat, citado por Simpson<sup>17</sup> (p.10), afirma :

'Na concepção de sistemas de controle complexos achamos melhor decidir primeiro qual a estrutura do sistema de controle e depois otimizar este sistema, atribuindo valores aos parâmetros de controle'.

Nesta afirmação está implícita a ideia de que, devido à complexidade de certos sistemas, não há processo realista de analisar todas as vias alternativas de actuação do agente de decisão. O analista tem então que pre-seleccionar, entre estas, um sub-conjunto sobre o qual incidirá a sua análise. Esta pre-selecção é baseada, em larga medida, naquilo que se pode descrever como a intuição do analista (certamente ajudada por uma associação do sistema a outros sistemas semelhantes, cujo comportamento conhece).

Este processo pode ser ilustrado com a forma como foi definida a política de transporte e armazenagem dos cereais forrageiros e das outras matérias primas manuseadas nos silos portuários. Por um lado, admitiu-se que as quantidades e as datas de entrega das diferentes mercadorias podiam ser



definidas independentemente das operações de compra, tal como na configuração mais simples do problema de compra de mercadorias apresentado na secção 4 (esta hipótese foi formulada com base no reconhecimento das limitações da capacidade de armazenagem nos silos portuários). Por outro lado, apesar de se verificarem alterações frequentes na estrutura dos custos de transporte e armazenagem, admitiu-se que a política de transporte e armazenagem podia ser definida a partir de um modelo "estático" (isto é, admitiu-se que as soluções do problema seriam robustas em relação a alterações dos custos e que, portanto, estas alterações determinariam pequenos ajustamentos na política a seguir, sendo válido, nestas condições, o recurso a um modelo "estático").

É evidente que, na tentativa de salvaguardar a objectividade de uma análise, haverá que testar as hipóteses que hajam sido formuladas com base na intuição do analista (isto é, haverá que verificar se elas não acarretam uma sub-optimização). Contudo, os testes que podem ser realizados têm uma limitação óbvia, que resulta do facto de algumas das vias de actuação possíveis do agente de decisão não terem sido avaliadas objectivamente (deve lembrar-se que é justamente a sua não avaliação objectiva que está na base da formulação das hipóteses). Deve, no entanto, recorrer-se a todos os meios possíveis para validar a intuição do analista, senão de uma forma definitiva, pelo menos indirecta.

Por exemplo, a primeira das hipóteses acima referidas - a separação entre a definição de uma política de transporte e armazenagem, por um lado, e o estabelecimento de uma política de compra, por outro - foi validada com base numa comparação entre

- (1) o aumento dos custos de transporte e armazenagem que resultaria de utilizar parte da capacidade dos silos portuários para armaze-

nar "stocks" especulativos (isto é "stocks" constituídos apenas por se antever uma subida de preços), e

- (ii) a redução dos custos de compra que resultaria daquela prática de retenção de "stocks" especulativos (a ordem de grandeza desta redução de custos foi inferida de estudos anteriores de problemas de compra de mercadorias).

### 6.3 - PROCESSO DE MODELAÇÃO

As considerações tecidas a propósito dos processos anteriores estão obviamente relacionadas com o processo de modelação. Na Figura 4 apresentam-se os modelos básicos a que este processo conduziu, mostrando-se as relações "Input-output" dentro de cada modelo e as ligações relevantes entre eles.

A preceder uma discussão breve do sistema global de planeamento e controle, apresentar-se-ão seguidamente as características gerais de cada um dos modelos básicos que o integram.

#### 6.3.1 - Modelo de Planeamento das Quotas de Importação (Modelo 1, na Figura 4)

Na sequência de uma análise da estrutura de produção nacional de rações, das características nutricionais desejáveis para as rações mais importantes e da disponibilidade de matérias primas nacionais utilizáveis pela indústria de rações, foi construído um modelo "estático" de programação linear, com o objectivo de estudar o efeito de alterações dos preços de importação de matérias primas nas respectivas quantidades óptimas de importação. Admitiu-

-se que os preços eram independentes dos volumes de Importação e adoptou-se como critério de optimização a minimização do dispêndio de divisas pelo País.

As soluções obtidas através deste modelo revelaram propriedades importantes dos processos de substituição entre o milho e sorgo, por um lado, e entre estes cereais e outras matérias primas, por outro. Assim verificou-se que :

- (i) o valor ótimo do volume total de importação de cereais forrageiros (milho + sorgo) praticamente não depende do preço relativo entre eles ;
- (ii) as importações ótimas de cada cereal são moderadamente sensíveis a variações de preço doutras matérias primas ;
- (iii) pequenas variações no preço relativo entre milho e sorgo podem dar lugar a alterações consideráveis na quantidade ótima de importação de cada cereal.

Este último resultado revelou que economias de escala que têm lugar nas operações de transporte e armazenagem dos cereais têm, através da sua incidência nos preços de importação, um efeito significativo nos volumes ótimos de importação de milho e sorgo.

Fazendo uso dos resultados acima referidos, as economias de escala nas operações de transporte e armazenagem dos cereais forrageiros (calculadas a partir do modelo de transporte e armazenagem) foram incorporadas no modelo de planeamento de importações. O modelo tornou-se não linear, sendo, no entanto, possível reduzi-lo a um modelo linear aproximado.

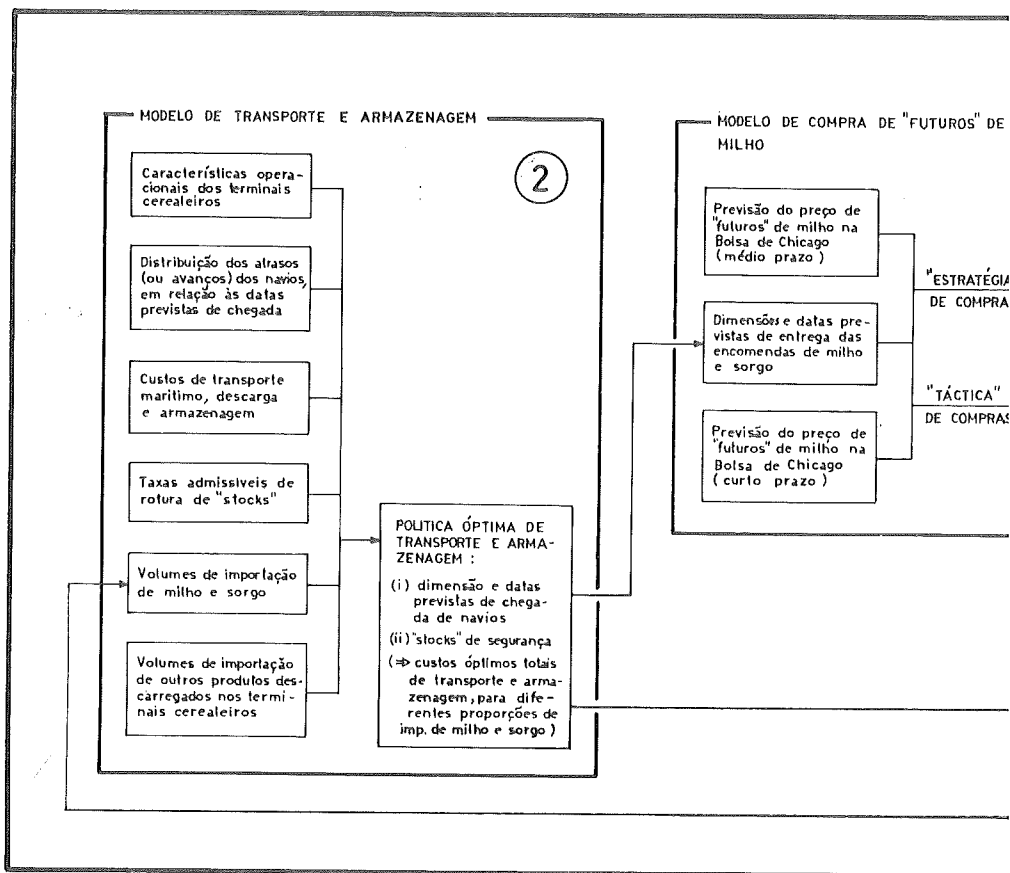
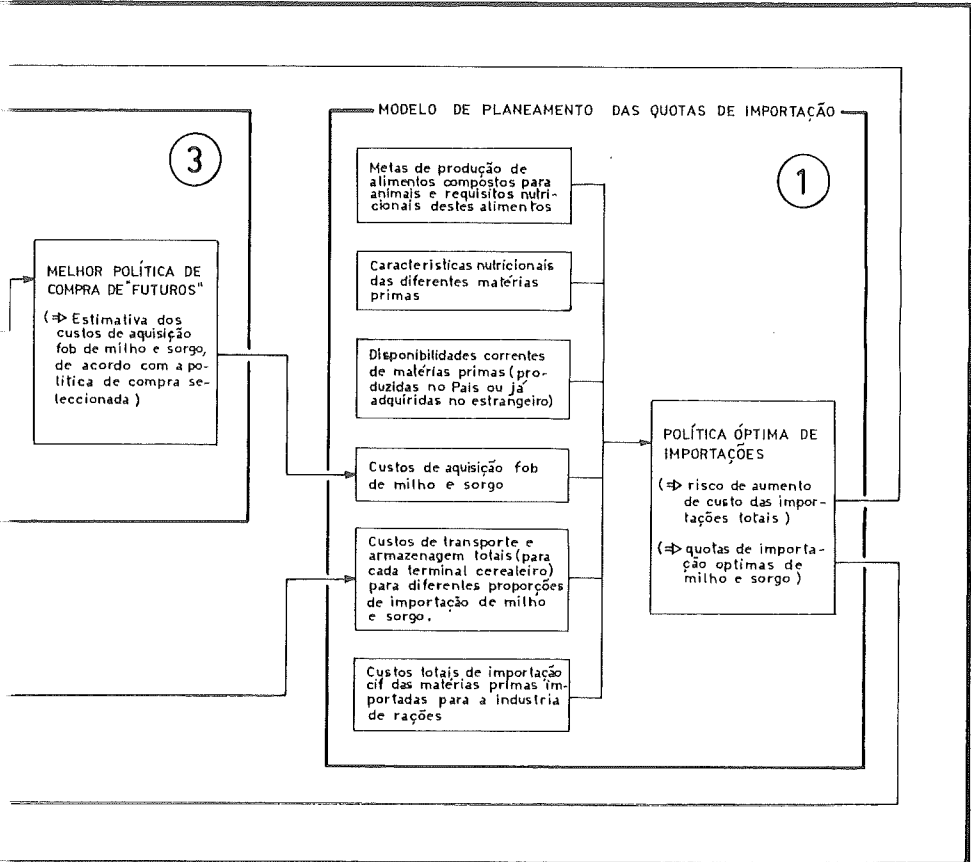


Figura 4 - MODELOS BÁSICOS DO SISTEMA DE PLANEAMENTO E CONTROLE DAS IMPORTAÇÕES DE CEREAIS FORRAGEIROS



O modelo foi depois ampliado em duas áreas. Primeiro tornou-se adaptável à dinâmica do planeamento das importações. Um modelo de período múltiplo foi inicialmente considerado, sendo depois substituído por um conjunto de modelos independentes de período simples. Estes foram formulados de forma a que, em cada revisão do plano de importações, compras já efectuadas anteriormente pudessem ser redistribuídas óptimamente pelas diferentes razões a produzir.

A formulação do problema foi finalmente ampliada, considerando-se explicitamente os riscos que resultam do carácter flutuante dos preços de importação. Desenvolveu-se um modelo de programação quadrática (em vez de programação linear), tendo-se verificado que tal sofisticação era desnecessária no contexto do problema analisado. De facto, verificou-se que, por alteração da composição das importações das diferentes matérias primas, não é possível reduzir significativamente o risco de um aumento súbito no dispêndio total de divisas. Qualquer redução desse risco só pode conseguir-se através de uma estratégia apropriada de compra das matérias primas nos mercados internacionais.

#### 6.3.2 - Modelo de Transporte e Armazenagem (Modelo 2, na Figura 4)

As operações de transporte e armazenagem dos cereais forrageiros foram analisadas conjuntamente com as daqueles produtos que utilizam as mesmas instalações portuárias. A anteceder a construção do modelo de transporte e armazenagem, foram analisados dois aspectos importantes das operações de transporte marítimo:

- (i) o processo estocástico associado às chegadas dos navios, e
- (ii) a estrutura de custos de transporte marítimo.

Modelados estes aspectos e estabelecido o objectivo do problema - a minimização das divisas dispendidas no transporte e armazenagem dos vários produtos, para taxas aceitáveis de rotura de "stocks" - foi então construído um modelo de simulação-optimização. Este modelo resultou da combinação de um modelo de simulação com um método de pesquisa directa baseado nos algoritmos de Powell<sup>15</sup> e de Davies, Sawnn and Campey<sup>4</sup>. Com este modelo de simulação-optimização é possível definir políticas de transporte e armazenagem quase-óptimas sem um esforço computacional excessivo.

### 6.3.3 - Modelo de Compra de "Futuros" de Milho (Modelo 3, na Figura 4)

Para dadas dimensões e datas de entrega de carregamentos de milho e sorgo, este modelo permite definir uma política de compra que visa, a longo prazo, minimizar os custos de compra daqueles cereais. Na definição da política, entra-se em conta com restrições que resultam da concepção que a entidade compradora tem do risco permissível na operação de compra.

Admitiu-se que as operações de compra são conduzidas inicialmente no mercado de "futuros" de milho da bolsa de Chicago. Estes são posteriormente convertidos em milho ou em sorgo ("físicos"), próximo da data limite de embarque de cada carregamento no porto de exportação mais conveniente. Esta forma de conduzir as operações de compra permite que o cereal seja comprado (em "futuros") muito antes da data de embarque, dando ao comprador uma total flexibilidade de ajustar posteriormente a dimensão, a data de embarque ou até o cereal envolvido em cada carregamento (esta flexibilidade, conseguida sem qualquer agravamento no preço de aquisição dos cereais, justifica claramente o recurso à compra de "futuros").

Aquilo que se tem vindo a designar por modelo de compra de "futuros" é, de facto, um conjunto de sub-modelos e regras de decisão que cobrem as áreas mais importantes do problema de compra. Neste conjunto incluem-se :

- (i) um modelo de previsão a curto prazo dos preços de "futuros" de milho em Chicago (o modelo adoptado é o de Taylor<sup>18</sup>, tendo os seus parâmetros sido estimados a partir de séries históricas de preços) ;
- (ii) um modelo comportamental de previsão a médio prazo dos preços de "futuros" de milho (adaptado de um outro devido a Kingsman<sup>11</sup>) ;
- (iii) regras de decisão para aquilo que Kingsman<sup>10</sup> chama os problemas "estratégico" e "táctico" de compra (novas regras, derivadas pela via heurística, foram propostas para auxiliar o comprador na decisão de quando - isto é, a que preço - comprar os "futuros").

Testes e simulações das políticas derivadas através destes sub-modelos e regras de decisão, mostraram que o preço de compra assim conseguido se situa significativamente abaixo do preço médio de mercado.

## 7 - SÍNTESE DO SISTEMA PROPOSTO PARA O PLANEAMENTO E CONTROLE DAS IMPORTAÇÕES

Os modelos que integram o sistema de planeamento e controle proposto acabaram de ser apresentados individualmente. Valerá agora a pena observá-los numa perspectiva global.

As ligações entre os diferentes modelos serão analisadas tomando como referência a Figura 4 e começando por considerar os volumes óptimos de importação de milho e sorgo, obtidos como "outputs" do modelo de planeamento das



quotas de importação (modelo 1). Estes volumes de importação são utilizados como "inputs" do modelo de transporte e armazenagem (modelo 2). Com base neles e nos restantes parâmetros do sistema de transporte e armazenagem, o modelo 2 permite estabelecer uma política quase-óptima de transporte e armazenagem, que incluiu, em particular, a definição da dimensão e da data de entrega dos carregamentos de milho e sorgo.

Estes elementos, conjuntamente com as previsões a curto e médio prazo dos preços de "futuros" de milho em Chicago, constituem os "inputs" básicos do modelo 3. Com este modelo define-se uma política de compras de "futuros" de milho e podem obter-se estimativas dos custos unitários de compra de milho e sorgo nos portos de exportação (base fob). Estas estimativas, conjuntamente com os custos óptimos de transporte e armazenagem obtidos (via modelo 2) para diferentes proporções das importações de milho e sorgo, são utilizados como "inputs" do modelo 1. Com este modelo determinam-se novos valores das quotas de importação, bem como uma estimativa do risco de um aumento súbito no custo das importações totais.

Esta última estimativa pode ser então usada para rever a "estratégia" de compra a adoptar pelas agências importadoras. Tal revisão implica potencialmente uma alteração do "output" do modelo de compra (modelo 2), iniciando-se assim uma nova iteração do processo de resolução do problema.

Na prática, como resultado de características próprias do sistema, que foram identificadas ao longo da sua análise, as soluções obtidas através dos diferentes modelos convergem rapidamente, sofrendo apenas pequenos ajustamentos após a primeira iteração.

A rápida convergência das soluções é uma propriedade fundamental do sistema desenvolvido, dada a simplificação e a redução do esforço computacional que implica. Isto é especialmente importante quando se observa que

- (i) há necessidade de rever frequentemente as soluções, em virtude da mudança permanente de inúmeros parâmetros do sistema (em particular, das previsões dos preços de importação) ;
- (ii) cada iteração do processo de resolução implica um fluxo de informação entre diferentes organizações (Governo, Agências Importadoras, Indústria).

Uma outra propriedade essencial do sistema proposto reside na sua extrema flexibilidade. De facto, o sistema permite a readaptação dinâmica e integrada das soluções às alterações do meio em que o problema se desenrola. Esta flexibilidade foi conseguida pelo facto de se ter mantido uma perspectiva global no desenvolvimento de cada um dos modelos, havendo uma preocupação constante de representar as ligações estruturais entre eles.

## 8 - COMENTÁRIO FINAL

Um aspecto importante do estudo efectuado - caso seja tomado em consideração pelas organizações nele potencialmente interessadas - é o impacto que ele pode ter na qualidade dos processos de decisão correntemente adoptados. De facto, independentemente da implementação directa dos resultados, o estudo quantitativo do problema pode ajudar a

'(...) converter formas de pensar confusas e deliberações amorfas numa análise ordenada, permitindo que problemas cruciais sejam realçados e debatidos intencionalmente' (Eilon<sup>5</sup>, p. 38).

É, no entanto, evidente que o sistema de planeamento e controle proposto só poderá ser aproveitado integralmente (na solução dos problemas que inspiraram a sua formulação e desenvolvimento) se for implementado. A este respeito, entre os aspectos positivos do estudo contam-se as economias consideráveis a que pode conduzir (constituindo um motivo para a implementação) e a sua orientação eminentemente prática (que facilitará o processo de implementação).

Entre os seus aspectos negativos para a implementação está o facto de a interacção entre o analista e as organizações que podem beneficiar do sistema proposto ter sido mínima ao longo do estudo. Este facto agrava as dificuldades de implementação, pois o processo de 'aprendizagem' em que as organizações deviam participar desde o princípio envolveu apenas o analista. Assim, as organizações confrontam-se súbitamente com resultados e recomendações de fundo, o que naturalmente as pode levar a adoptar uma posição de reserva.

A enorme dimensão do sistema analisado e a complexidade das interacções entre as partes que o constituem, são um obstáculo adicional ao sucesso da implementação. É sabido, de facto, que a resistência à inovação está correlacionada positivamente com a complexidade, a novidade e a dimensão das alterações que aquela inovação acarreta.

Na prática, será necessário que as organizações que potencialmente podem beneficiar do estudo desenvolvam, conjuntamente com o analista, uma estratégia de implementação. Para além dos aspectos técnicos, na definição de

ta estratégia deverá ser dado relevo a questões de carácter comportamental e organizacional, sem o que não poderá ser ultrapassada a natural resistência inicial ao sistema proposto.

#### AGRADECIMENTOS

O autor agradece todo o apoio prestado pelo Dr. Brian Kingsman, que orientou o trabalho de doutoramento parcialmente descrito neste artigo.

O autor deseja também expressar a sua gratidão aos técnicos e gestores da EPAC com quem contactou e sem o apoio dos quais o trabalho não poderia ter sido realizado.

Uma palavra final de agradecimento à Comissão Permanente INVOTAN e à NATO Scientific Affairs Division (Bruxelas), pelo apoio financeiro prestado, e ao INIC, pela concessão de uma equiparação a bolseiro no estrangeiro.

#### BIBLIOGRAFIA

- 1 - Anthony, R.N., *Planning and Control Systems : A Framework for Analysis, Studies in Management Control*, Universidade de Harvard, Boston (1965)
- 2 - Beer, S., *Management Science : The Business Use of Operations Research*, Aldus, Londres (1967)
- 3 - Daellenbach, H.G. e J.A. George, *Intriduction to Operations Research Techniques'*, Allyn and Bacon, Boston (1978)

- 4 - Davies, D.J., W.H. Swann e M.J. Box, *Non Linear Optimization Techniques*, ICI Monograph Nº 5, Oliver & Boyd, Edimburgo (1969)
- 5 - Eilon, S., *Mathematical Modelling for Management*, Interfaces, Vol.4, Nº 2, pp. 32-38 (1974)
- 6 - Guimarães, R.C., *National Planning of Commodity Import Operations : The Case of Portugal's Feed Grain Imports*, Tese de Ph.D., Universidade de Lancaster (1981)
- 7 - Halcrow, H.G., *Food Policy for America*, McGraw-Hill, Nova York (1977)
- 8 - Kingsman, B.G., *Commodity Purchasing in Uncertain Fluctuating Price Markets*, Tese de Ph.D., Universidade de Lancaster (1969)
- 9 - Kingsman, B.G., *Commodity Purchasing*, Opl. Res. Q., Vol. 20, Nº 1 pp. 59-79 (1969)
- 10 - Kingsman, B.G., *Forecasting and Research for Supply Markets - Commodity Buying Systems*, Long Range Planning, Vol. 7, pp. 24-38 (1974)
- 11 - Kingsman, B.G., *Derivation of a Market Barometer for the Maize Market and Forecasting U.S. and U.K. Landed Maize Prices*, Commodity Systems Ltd, Lancaster (1976)
- 12 - Kingsman, B.G., *A Review of Operational Research in Purchasing*, Comunicação apresentada ao 3º Congresso de Investigação Operacional - EURO III, Amsterdão (1979)
- 13 - Kingsman, B.G. e C.F. Jex, *Some Experiences in Developing Commodity Price Forecasting Models*, Comunicação apresentada ao Encontro sobre Previsão, Universidade de Lancaster (1972)
- 14 - Nações Unidas, *Economic Survey of Europe in 1962, Part 2 : Economic Planning in Europe*, Nova York (1965)

- 15 - Powell, M.J.D., *An Efficient Method for Finding the Minimum of a Function of Several Variables without Calculating Derivatives*, Computer Journal, Vol. 7, pp. 155-162 (1964-65)
- 16 - Rivett, B.H.P., *Model Building for Decision Analysis*, J. Wiley, Nova York (1980)
- 17 - Simpson, M.G., *Production*, Comunicação apresentada no Encontro de Chester, promovido pelo Departamento de Investigação Operacional da Universidade de Lancaster (1976)
- 18 - Taylor, S.J., *Conjectured Models for Trends in Financial Prices, Tests and Forecasts*, J.R. Statist. Soc. Series A, Vol. 143, pp. 338-362 (1980)
- 19 - Vollmann, T.E., *Operations Management : A Systems Model-Building Approach*, Addison - Wesley, Reading, Massachussets (1973)



## PREVISÃO DE SÉRIES TEMPORAIS

VITOR VIEIRA <sup>(1)</sup>, J. CARLOS MAIA <sup>(2)</sup>

(1) EDP, DOEX, Av. Defensores de Chaves, 4 - 1000 Lisboa

(2) IST/CESUR, Av. Rovisco Pais, 1000 Lisboa

### Resumo

*Apresenta-se uma rotina FORTRAN IV para a previsão de séries temporais de tendência linear com sazonalidade, utilizando um método de amortecimento exponencial normalmente designado por método de Winters ou de Holt-Winters.*

4

### 1. INTRODUÇÃO

O método de Holt-Winters é particularmente indicado para a previsão de séries temporais com sazonalidade marcada e de tendência aceitavelmente linear.

Não obstante a sua relativa simplicidade, o método possui a característica importante de ir integrando a informação relativa a novas realizações do processo, adaptando os parâmetros por amortecimento exponencial da informação passada.

Dentro deste método é habitual considerarem-se dois tipos de modelos : aditivos, no caso da amplitude da componente sazonal ser constante, e multiplicativos quando aquela amplitude é proporcional ao nível médio da série. Descreve-se este último por se julgar ser o de maior interesse.

## 2. DESCRIÇÃO DO MODELO MULTIPLICATIVO

Supõe-se, neste caso, que a série pode ser convenientemente descrita por :

$$X_t = (a + bt) C_t + e_t$$

Sendo :  $X_t$  - Série temporal

$a$  - Nível ou componente permanente

$b$  - Tendência

$C_t$  - Factor sazonal

$e_t$  - Componente aleatória não explicada pelo modelo

$t$  - Tempo

Impõe-se, normalmente que :  $\sum_{t=1}^L C_t = L$ , sendo  $L$  o período de sazonalidade.

Conhecidos os valores da série ( $X(t)$ ) até ao instante  $T$ , poderão obter-se previsões para instantes posteriores, procedendo do seguinte modo :

### 2.1 ACTUALIZAÇÃO DE PARÂMETROS

Nível

$$(1) \quad \hat{a}(T) = \alpha \frac{X(T)}{C_T(T-L)} + (1-\alpha) \cdot [\hat{a}(T-1) + \delta(T-1)]$$

Tendência

$$(2) \quad \delta(T) = \beta [\hat{a}(T) - \hat{a}(T-1)] + (1-\beta) \delta(T-1)$$

Sazonalidade

$$(3) \quad C_{T+L}(T) = \gamma \frac{X(T)}{\hat{a}(T)} + (1-\gamma) C_T(T-L)$$



sendo :  $\alpha, \beta$  e  $\gamma \in [0,1]$ , designadas por constantes de amortecimento

## 2.2 PREVISÃO PARA O INSTANTE $T + \tau$

$$(4) \quad \hat{x}_{T+\tau}(T) = [\hat{a}(T) + \beta(T) \cdot \tau] \cdot c_{T+\tau}(T + \tau - L), \quad \tau \leq L$$

Imediatamente a seguir à actualização dos parâmetros poderá ser feita periódicamente (por exemplo de  $L$  em  $L$  instantes) a padronização dos coeficientes de sazonalidade, procedendo do seguinte modo :

$$(5) \quad c_{T+L-i}^i(T-i) = \frac{L}{S} c_{T+L-i}(T-i) \quad \text{para } i = 0, \dots, L-1$$

com  $S$  dado por :

$$(6) \quad S = \sum_{i=0}^{L-1} c_{T+L-i}(T-i)$$

Convirá notar que os coeficientes de amortecimento  $\alpha, \beta$  e  $\gamma$ , que tomam valores no intervalo  $[0,1]$ , deverão ser judiciosamente escolhidos de acordo com o conhecimento que haja do processo estocástico e tendo em atenção o passo de previsão com que normalmente se utilizará o modelo. Valores destes coeficientes próximos da unidade levarão a que os parâmetros, definidos por (1), (2) e (3), reajam muito rapidamente à informação mais recente, podendo o modelo tornar-se muito vulnerável ao ruído. Na situação inversa (coeficientes próximos de zero) o modelo adaptar-se-á muito lentamente às novas características da série.

As expressões (1), (2) e (3), sendo recursivas levantam, naturalmente, a questão da obtenção de primeiras estimativas para os parâmetros, o que poderá ser resolvido do seguinte modo, supondo-se conhecidos  $N$  períodos de comprimento  $L$ , de valores médios  $\bar{X}_1, \dots, \bar{X}_N$ .

$$(7) \quad \hat{\beta}(0) = \frac{\bar{X}_j - \bar{X}_1}{(j-1)L}, \quad \text{com } : 2 \leq j \leq N$$

$$(8) \quad \hat{\alpha}(0) = \bar{X}_1 - \left(\frac{L}{2}\right) \hat{\beta}(0)$$

Para os coeficientes de sazonalidade poder-se-á fazer :

$$(9) \quad c_t = \frac{X_t}{\bar{X}_1 - (\hat{\beta}(0) \cdot (L/2 - k))}, \quad \text{com } t = 1, \dots, jL$$

sendo  $i$  o menor inteiro estritamente maior do que  $(t-1)/L$  e  $k = t - (i-1)L$

$$(10) \quad \bar{c}_t = \frac{1}{j} \sum_{m=0}^{j-1} c_{t+mj}, \quad \text{com } t = 1, \dots, L$$

e finalmente :

$$(11) \quad c_t(0) = \bar{c}_t \frac{L}{\sum_{t=1}^L \bar{c}_t}, \quad \text{com } t = 1, \dots, L$$

### 3. UTILIZAÇÃO DA ROTINA FORTRAN

#### 3.1 CONSIDERAÇÕES GERAIS

Dada uma série  $X$  de comprimento  $N$  a rotina permite obter :

- Primeiras estimativas dos parâmetros, utilizando os NAI primeiros anos de  $X$ , podendo estas em opção ser fornecidas pelo utilizador.

- Otimização das constantes de amortecimento por simulação dos NA2 últimos anos (eventualmente sobrepostos aos anteriores), minimizando o erro quadrático de previsão. Estas constantes podem também ser impostas exteriormente.
- Simulação de previsão para toda a série dada e LL previsões posteriores a N, com passo de previsão LL.
- Previsões posteriores ao último valor de série dada, com passo variável de um a NPREV destruindo-se assim as LL previsões mencionadas anteriormente (o que não acontecerá se NPREV = 0). É possível executar apenas este último ponto, fornecendo todos os parâmetros e constantes de amortecimento, fazendo N=0.

#### Lista de Parâmetros

<i>VARIÁVEL</i>	<i>SIGNIFICADO</i>	<i>TIPO DE VARIÁVEL</i>	<i>E/S (E)ENTRADA (S)SAÍDA</i>
N	Número de pontos da série temporal	Inteira	E
X	Série temporal	Vector real de dimensão $\geq N$	E
NPREV	Número de previsões pretendidas posteriores a N	Inteira	E
L	Período de sazonalidade da série	Inteira	E
LL	Passo de previsão utilizado para a optimização e para a simulação	Inteira	E
NAI	Número de anos (períodos de comprimento L) iniciais utilizados no cálculo das primeiras estimativas do nível, tendência e coeficientes de sazonalidade  Se NAI < 2 os parâmetros iniciais são obrigatoriamente fornecidos	Inteira	E

RØ	Tendência inicial da série. Dado se $NA1 < 2$ . Calculado se $NA1 \geq 2$	Real	E/S
SØ	Nível inicial da série. Dado se $NA1 < 2$ . Calculado se $NA1 \geq 2$	Real	E/S
F	Coefficientes de sazonalidade. Se $NA1 < 2$ as estimativas iniciais são dadas nas primeiras L posições de F.  Se $NA1 \geq 2$ as estimativas iniciais são calculadas.  As últimas estimativas dos coeficientes encontram-se nas posições (N+1) a (N+L) de F.	Vector real de dimensão $\geq (N+L)$	E/S
A B C	Coefficientes de amortecimento da série.  Se $NA2 = 0$ são obrigatoriamente fornecidos.  Nível - A Tendência - C Sazonalidade - B	Reais	E/S
AMIN BMIN CMIN	Límites inferiores dos coeficientes de amortecimento.  Se $NA2 = 0$ não são utilizados.	Reais	E
AMAX BMAX CMAX	Límites superiores dos coeficientes de amortecimento.  Se $NA2 = 0$ não são utilizados.	Reais	E
DA DB DC	Incrementos a utilizar na otimização dos coeficientes de amortecimento (A, B, C). Se $NA2 = 0$ não são utilizados.	Reais	E
NA2	Número de anos finais da série X utilizados na otimização dos coeficientes de amortecimento (A, B, C). Se $NA2 = 0$ então os valores dos coeficientes de amortecimento são dados.	Inteira	E

AVG	Valores médios de cada ano da série X.	Vector real de dimensão $\geq N/L$	S
R	Tendência da série ajustada ao fim de cada realização.	Vector real de dimensão $\geq N$	S
SAS	Nível da série ajustado ao fim de cada realização.	Vector real de dimensão $\geq N$	S
FS	Previsões efectuadas.	Vector real de dimensão $\geq (N + \text{Max}(LL, NPREV))$	S
E	Erros de previsão (X-FS).	Vector real de dimensão $\geq N$	S
DPAD	Erro padrão da previsão.	Real	S
EMED	Valor médio do erro de previsão.	Real	S
DESV	Média dos erros absolutos de previsão.	Real	S
IACT	Periodicidade de padronização dos coeficientes de sazonalidade. Se IACT > N só é feita a padronização relativa às primeiras estimativas dos coeficientes de sazonalidade.	Inteira	E

### Listagem da Rotina

```

1      SUBROUTINE WINTM(X,N,NPREV,L,LL,NA1,R0,S0,F,NA2,
2      *AMIN,BMIN,CMIN,AMAX,BMAX,CMAX,DA,DB,DC,A,B,C,
3      *AVG,R,SAS,FS,E,DPAD,EMED,DESV,IACT)
4      C
5      DIMENSION X(1),AVG(1),SAS(1),FS(1),E(1),F(1),R(1)
6      C
7      C
8      IF(N.NE.0)GO TO 22
9      C
10     C SE N=0: SO PREVISAO, SENDO DADOS: S0, R0, F(1)... F(L)
11     C
12     SAS=S0
13     RN=R0
14     GO TO 23
15     C
16     22  NA=N/L

```

```

17      C
18      N1=NA1*L
19      C
20      C PRIMEIRO PONTO DISPONIVEL PARA OPTIMIZACAO
21      M1=N-NA2*L+1
22      C
23      LM1=L+1
24      LLM1=LL+1
25      NML=N+L
26      MF=N-LL
27      C
28      C
29      DO 15 I=1,N
30      R(I)=0.
31      SAS(I)=0.
32      FS(I)=0.
33      15 E(I)=0.
34      C
35      C
36      C VALORES MEDIOS ANUAIS
37      C
38      DO 1 I=1,NA
39      AVG(I)=0.
40      DO 2 K1=1,L
41      K=(I-1)*L+K1
42      2 AVG(I)=AVG(I)+X(K)
43      1 AVG(I)=AVG(I)/FLOAT(L)
44      C
45      C
46      C SE NA1<2 ISO,R0,F SAO DADOS REFERIDOS AO PONTO 0
47      C
48      IF(NA1.LT.2)GO TO 10
49      C
50      C
51      C OS VALORES MEDIOS ESTAO REFERIDOS AOS PONTOS L/2.
52      C
53      R0=(AVG(NA1)-AVG(1))/FLOAT(N1-L)
54      S0=AVG(1)-R0*(L/2.)
55      C
56      C
57      C PRIMEIRA ESTIMATIVA DOS COEFS. DE SAZONALIDADE
58      C
59      DO 3 I=1,N1
60      K=MOD(I,L)
61      IF(K.EQ.0)K=L
62      J=(I-1)/L+1
63      3 F(I)=X(I)/(AVG(J)-R0*(L/2.-K))
64      C
65      C MEDIA DA SAZONALIDADE
66      C
67      DO 4 K1=1,L
68      DO 5 I=2,NA1
69      K=(I-1)*L+K1
70      5 F(K1)=F(K1)+F(K)
71      4 F(K1)=F(K1)/FLOAT(NA1)

```

```

72      C
73      C
74      C  PADRONIZACAO DA SAZONALIDADE
75      C
76          CALL PADR(L,F(1))
77      C
78      C
79      C  INICIALIZA TODD O VECTOR F
80      C  EM BLOCOS IGUAIS AO PRIMEIRO
81      C
82      10      DO 8 I=LH1,NML
83              K=MOD(I,L)
84              IF(K.EQ.0)K=L
85              F(I)=F(K)
86      C
87      C
88      C  SE NA2=0 AS CONSTANTES A,B,C SAO DADAS
89      C  IF(NA2.EQ.0)GO TO 20
90      C
91      C  NIVEL INICIAL PARA OPTIMIZACAO (REFERIDO A M1-1
92      C  EXTRAPOLA-SE DE S0 PARA S01 COM TENDENCIA R0.
93      C  OUTROS CRITERIOS SAO POSSIVEIS
94      C
95          S01=S0+R0*(M1-1)
96      C
97      C
98      C  NUMERO DE PONTOS A PESQUIZAR
99      C  PARA CADA FACTOR DE AMORTECIMENTO
100     C
101         NPA=(AMAX-AMIN)/DA+1.01
102         NPB=(BMAX-BMIN)/DB+1.01
103         NPC=(CMAX-CHIN)/DC+1.01
104     C
105     C
106         A=AMIN
107         B=BMIN
108         C=CHIN
109     C
110         ABEST=AMIN
111         BBEST=BMIN
112         CBEST=CHIN
113     C
114     C  DEVERA SER ADAPTADO
115     C  DE ACORDO COM A MAQUINA UTILIZADA
116         DBEST=1.E+36
117     C
118         M3=M1+LL
119         M4=M1+L
120         M11=M1+1
121     C
122     C
123     C  CICLO DE OPTIMIZACAO
124     C
125         DO 30 I=1,NPA
126         A1=1.-A

```

```

127      DO 31 J=1,NPB
128      B1=1.-B
129      DO 32 K=1,NPC
130      C1=1.-C
131      C
132      C
133      SAS(M1)=A*(X(M1)/F(M1))+A1*(S01+R0)
134      R(M1)=C*(SAS(M1)-S01)+C1*R0
135      F(M1)=B*(X(M1)/SAS(M1))+B1*F(M1)
136      IF(IACT.EQ.1)CALL PADR(L,F(M1))
137      C
138      C PREVISAO A LL PASSOS
139      C
140      FS(M3)=(SAS(M1)+FLOAT(LL)*R(M1))*F(M3)
141      C
142      C INICIALIZACAO DO ERRO QUADRATICO
143      C
144      DPAD=(X(M3)-FS(M3))*2
145      C
146      DO 33 M=M1,MF
147      C
148      MM1=M+1
149      ML1=M-1
150      MML=M+L
151      MLL=M+LL
152      MACT=M-M1+1
153      C
154      SAS(M)=A*(X(M)/F(M))+A1*(SAS(ML1)+R(ML1))
155      R(M)=C*(SAS(M)-SAS(ML1))+C1*R(ML1)
156      F(MML)=B*(X(M)/SAS(M))+B1*F(M)
157      IF(MACT/IACT*IACT.EQ.MACT)CALL PADR(L,F(MM1))
158      C
159      FS(MML)=(SAS(M)+FLOAT(LL)*R(M))*F(MML)
160      C
161      DPAD=DPAD+(X(MML)-FS(MML))*2
162      C
163      IF(DPAD.GE.DBEST)GO TO 32
164      C
165      ABEST=A
166      BBEST=B
167      CBEST=C
168      DBEST=DPAD
169      C
170      32 C=C+DC
171      C=CHIN
172      31 B=B+DB
173      B=BHIN
174      30 A=A+DA
175      C
176      C FIM DA OPTIMIZACAO
177      C
178      A=ABEST
179      B=BBEST
180      C=CBEST
181      C

```



```

182 C
183 C
184 C SIMULACAO PARA A SERIE CONHECIDA COM PASSO LL
185 C E ACTUALIZACAO DOS PARAMETROS ATE AO PONTO N
186 C
187 20 A1=1.-A
188 B1=1.-B
189 C1=1.-C
190 SAS(1)=A*(X(1)/F(1))+A1*(S0+R0)
191 R(1)=C*(SAS(1)-S0)+C1*R0
192 F(LLM1)=B*(X(1)/SAS(1))+B1*F(1)
193 IF(IACT.EQ.1)CALL PADR(L,F(2))
194 C
195 FS(LLM1)=(SAS(1)+FLOAT(LL))*R(1)*F(LLM1)
196 C
197 E(LLM1)=X(LLM1)-FS(LLM1)
198 C
199 EMED=E(LLM1)
200 DPAD=E(LLM1)**2
201 DESV=ABS(E(LLM1))
202 C
203 C
204 DO 35 M=2,N
205 C
206 MM1=M+1
207 ML1=M-1
208 MML=M+L
209 MMLL=M+LL
210 C
211 C
212 SAS(M)=A*(X(M)/F(M))+A1*(SAS(ML1)+R(ML1))
213 R(M)=C*(SAS(M)-SAS(ML1))+C1*R(ML1)
214 F(MML)=B*(X(M)/SAS(M))+B1*F(M)
215 IF(M/IACT*IACT.EQ.M)CALL PADR(L,F(MM1))
216 C
217 FS(MMLL)=(SAS(M)+FLOAT(LL))*R(M)*F(MMLL)
218 C
219 IF(M.GT.MF)GO TO 35
220 C SE M>MF NAO EXISTEM REALIZACOES DE X
221 C
222 E(MMLL)=X(MMLL)-FS(MMLL)
223 EMED=EMED+E(MMLL)
224 DESV=DESV+ABS(E(MMLL))
225 DPAD=DPAD+E(MMLL)**2
226 C
227 35 CONTINUE
228 C
229 C
230 EMED=EMED/FLOAT(MF)
231 DPAD=SQRT(DPAD/FLOAT(MF))
232 DESV=DESV/FLOAT(MF)
233 C
234 C PREVISAO DE NPREV PONTOS POSTERIORES A X(N)
235 C (NO CASO DE N=0,FOI FEITO GO TO 23)
236 C

```

```

237          SASN=SAS(N)
238          RN=R(N)
239      C
240      C NESTE MOMENTO AS POSICOES:K(N+1),...,K(N+LL)
241      C CONTEM PREVISOES COM PASSO LL
242      C SE NPREV>0, SERAO SUBSTITUIDAS POR
243      C PREVISOES FEITAS NO INSTANTE N,
244      C COM PASSO VARIAVEL DE 1 A NPREV.
245      C
246      23      IF(NPREV.EQ.0)RETURN
247      C
248          DO 37 I=1,NPREV
249          KK=MOD(I,LL)
250          IF(KK.EQ.0)KK=LL
251          NMI=N+I
252          NMKK=N+KK
253      C
254      37      FS(NMI)=(SASN+FLOAT(I)*RN)*F(NMKK)
255      RETURN
256      C
257      C      ROTINA DE PADRONIZACAO DA SAZONALIDADE
258      C
259          SUBROUTINE PADR(L,X)
260          DIMENSION X(1)
261          S=0.
262          DO 1 IS=1,L
263      1          S=S+X(IS)
264          DO 2 IS=1,L
265      2          X(IS)=X(IS)*FLOAT(L)/S
266          RETURN
267          END

```



Associação Portuguesa para o Desenvolvimento  
da Investigação Operacional.

CÉSUR – Instituto Superior Técnico – Avenida Rovisco Pais  
1000 Lisboa – Telef. 882992