

Grout-192

**A Distribuição e Realimentação do Livro Escolar  
em Moçambique**

*Uma Abordagem de Investigação Qualitativa*

**Amélia Mamede Davalho**

1998

ISAV  
TES  
HEM



# **A Distribuição e Redistribuição do Livro Escolar em Moçambique**

*Uma Abordagem de Investigação Operacional*

**Amina Mamade Bavabai**

Dezembro de 1998

R.E. 25412

Trabalho para Licenciatura em Gestão  
Faculdade de Economia  
Universidade Eduardo Mondlane  
Maputo - Moçambique

# Declaração da Autora e Aprovação do Júri

## Declaração da Autora

Declaro que este trabalho é da minha autoria e resulta da minha investigação.

Esta é a primeira vez que o submeto para obter um grau académico numa instituição educacional.

Amina Mamade Barabai

## Aprovação do júri

Este trabalho foi aprovado no dia 14 de Dezembro de 1998 por nós,  
júri examinador da Universidade Eduardo Mondlane.

Vanda DeAngelis

GAZDANDA  
ASM

**Aos**

**Jovens Gestores**

## **Agradecimentos**

Agradeço a todos quantos comigo colaboraram, contribuíram com os seus conhecimentos, críticas e sugestões para a realização deste trabalho.

Agradeço em particular à minha supervisora, professora Vanda de Angelis, pela sua orientação metodológica, estímulo, dedicação e encorajamento.

Agradeço ao senhor professor Mário Jorge Ferreira de Oliveira, docente das cadeiras de Investigação Operacional e Métodos Quantitativos Aplicados à Gestão, pela experiência que me transmitiu.

Agradeço igualmente, ao senhor António Chambal, Director Nacional da Administração e Finanças do Ministério da Educação, e ao senhor Paulino Tauzene, Chefe do Departamento de Distribuição da Diname, E.E., pela amabilidade e prontidão no fornecimento de material de consulta e pelas informações prestadas ao longo dos contactos.

Agradeço aos meus colegas de trabalho, em especial ao professor de Português, Armindo Bernardo e ao professor de Informática Francisco Rungo, pela atenção dispensada.

A todos aqueles que, directa ou indirectamente, me apoiaram ao longo da realização deste trabalho, quero exprimir, uma vez mais, os meus sinceros agradecimentos.

Agradeço, por último, à minha família e, em especial ao meu esposo, por todo o apoio que me dedicou ao longo da realização do meu Curso de Gestão.

# Índice

|   | Pag.       |
|---|------------|
| <b>Sumário</b>                                      | <b>vii</b> |
| <b>Introdução</b>                                   | <b>1</b>   |
| <i>Justificação do Estudo</i>                       | 2          |
| <i>Metodologia</i>                                  | 2          |
| <i>Hipótese</i>                                     | 3          |
| <i>Organização do Estudo</i>                        | 3          |
| <b>Revisão da Literatura</b>                        | <b>4</b>   |
| <i>A Distribuição</i>                               | 4          |
| <i>A Função do Aprovisionamento</i>                 | 5          |
| <i>A Contabilidade</i>                              | 6          |
| <i>A Investigação Operacional</i>                   | 7          |
| Programação linear                                  | 7          |
| Programação não linear                              | 9          |
| <b>O Sistema de Distribuição</b>                    | <b>14</b>  |
| <i>Caracterização dos Principais Intervenientes</i> | 14         |
| <i>Planeamento da Actividade</i>                    | 15         |
| <i>O Processo de Distribuição</i>                   | 16         |
| <i>O Preço</i>                                      | 18         |
| <i>A Redistribuição</i>                             | 18         |
| <b>Análise da Situação</b>                          | <b>19</b>  |
| <i>O Processo de Compra</i>                         | 19         |
| <i>O Processo de Distribuição</i>                   | 19         |
| <i>O Preço</i>                                      | 20         |
| <i>A Caixa Escolar</i>                              | 21         |

|  |    |
|--|----|
| <i>A Diname. E.E.</i>  | 21 |
| <b>O Modelo de Redistribuição</b>  | 24 |
| <i>Definição de Variáveis</i>  | 24 |
| <i>Formulação Completa do Problema</i>   | 29 |
| <b>Conclusões e Recomendações</b>  | 31 |
| <i>Conclusões</i>  | 31 |
| <i>Recomendações</i>   | 31 |
| <b>Anexos</b>  |    |
| Tabela 1- Gráfico de Gantt – O processo de compra do livro escolar                 | 33 |
| Tabela 2- Esquema Geral do Processo de distribuição do livro escolar em Moçambique | 34 |
| Tabela 3 - Livros da 1ª e 2ª Classes distribuidos na Província de Maputo           | 35 |
| Tabela 4 –Efectivos escolares – nacionais: 1ª e 2º Classes                         | 36 |
| Tabela 5 –Balanços da Diname E.E.  | 37 |
| Tabela 6 – Tarifas da LAM – para carga   | 38 |
| <b>Bibliografia</b>  | 39 |

## Sumário

Moçambique tem registado um crescimento económico significativo. "O PIB real cresceu a uma taxa de 6,6% em 1996 e 14,1% em 1997" (Banco de Moçambique 1998). Um factor determinante desse crescimento tem sido a actuação do empresariado.

É notória a diferença do comportamento do empresariado nos períodos antes e após a introdução do Programa de Reabilitação Económica. É notória, também, a agressividade com que algumas empresas intervêm no mercado. Assim sendo, o papel do gestor é muito importante para enfrentar os desafios do dia a dia pois, quando se trata de problemas simples e de rotina, a boa intuição e a experiência são suficientes para encontrar a solução óptima mas, com o desenvolvimento das empresas e da economia em geral, os problemas de gestão tornam-se mais complexos, sendo necessário recorrer a métodos quantitativos para se alcançar essa solução óptima e portanto o gestor deve ter formação para enfrentar esta realidade.

Este trabalho tem como objectivo enaltecer o papel do gestor no processo decisório e mostrar que com o avanço da ciência e da tecnologia, os problemas económico-administrativos podem ser resolvidos utilizando modelos matemáticos de Investigação Operacional.

O caso escolhido para o estudo é o problema da distribuição e redistribuição do livro escolar em Moçambique.

O impacto da Educação, nesta fase de desenvolvimento, é de tal modo relevante que merece uma atenção especial; por isso, o Programa de Educação está apostado na expansão dos serviços educacionais, tendo definido que o livro escolar da 1ª à 7ª classes deve ser distribuído gratuitamente nas escolas públicas e comunitárias, de modo a estimular as populações com menos posses a enviar os seus filhos para a escola.

Os principais intervenientes do processo de distribuição do livro escolar são a Diname, E.E. (Distribuidora Nacional de Material Escolar, Empresa Estatal) e a Caixa Escolar. A Diname, E.E. é a empresa responsável por encomendar a impressão dos livros e colocá-los à disposição dos retalhistas e do público nas suas delegações ou nos armazéns provinciais alugados apenas para a distribuição do livro. A Caixa Escolar é um órgão do Ministério da Educação e o maior cliente da empresa.

Devido à extensão do país e ao difícil acesso a determinadas localidades onde há escolas, o circuito de distribuição é alargado aos comerciantes e transportadores.

Os comerciantes compram o livro nos armazéns da Diname, E.E., por um preço fixado e revendem à Caixa Escolar, obtendo uma margem de lucro de 30% do preço de custo, independentemente da quantidade transportada e do distrito onde devem entregar. O preço de revenda da rede de comercialização normal é liberalizado.



Os transportadores levam os livros às escolas e recebem por este serviço.

O volume de venda de livros escolares tem aumentado devido ao crescimento da procura de serviços educacionais, nas escolas públicas e comunitárias.

O sistema contabilístico da empresa é centralizado. O controle de existências é feito por meio de fichas manuais e, trimestralmente, as delegações enviam à sede um inventário físico. Este processo é bastante moroso e susceptível de erros de contagem.

Caso os livros não cheguem para satisfazer a procura, não há lugar a uma nova impressão e, caso falte um tipo de livro em algum local, havendo noutros, o envio verifica-se apenas quando há uma carga a ser enviada para esse local que justifique o aluguer de um contentor ou de um camião.

Julga-se que devido à importância do livro para a instrução do aluno, a redistribuição não pode ser uma actividade ocasional e, por isso, com base no estudo dos modelos matemáticos de minimização de custos, foi desenvolvido neste trabalho de licenciatura um modelo de redistribuição do livro escolar, utilizando as rotas e tarifas da LAM (Linhas Aéreas de Moçambique).

O modelo apresentado poderá ser adaptado a outras situações, como por exemplo o caso de redistribuição de medicamentos.

Da investigação feita, concluiu-se que é viável seguir-se uma metodologia de optimização da redistribuição do livro de acordo com as condições económico-financeiras da empresa e as alternativas existentes. A utilização de técnicas de Investigação Operacional, da qual faz parte a gestão de stocks, exige uma boa organização contabilística e um controle de existências permanente; por isso, recomenda-se um estudo de viabilidade económico-financeira para investimento na área de informática e formação de pessoal, de modo a obter-se uma base de dados confiáveis.

Recomenda-se também um estudo pormenorizado do sistema da distribuição gratuita do livro escolar com vista a melhorar a gestão dos recursos financeiros da Caixa Escolar e criar condições para outras actividades para a qual foi criada, nomeadamente fornecimento de fardamento escolar, lanches e almoços.

Por último, recomenda-se um estudo de viabilidade de impressão do livro no país, tendo em conta a situação do parque industrial nacional.

Este trabalho não tem por objectivo contradizer ou entrar em polémica com o ponto de vista de outros investigadores da área económica, mas pretende dar o seu contributo para a melhoria da gestão das empresas.

# Introdução

A distribuição é uma actividade que merece a mesma atenção que as demais variáveis do Marketing - Mix porque,

por melhor que seja o gerenciamento dos produtos, das vendas, da propaganda e promoção, por maior que seja o volume de informações de que dispomos sobre o mercado e sobre o consumidor final real ou potencial, jamais conseguiremos maximizar os resultados do trabalho mercadológico, se não planejassemos e controlassemos uma política correcta de distribuição (Dias 1985:14).

Um plano de distribuição deve ter como objectivo principal a entrega do produto ou serviço no local certo, nas quantidades pretendidas e no momento oportuno, de modo a satisfazer o consumidor.

Elaborar um plano de distribuição gratuita do livro escolar em Moçambique não é tarefa fácil, visto que este bem deve chegar, num determinado tempo, a todas as escolas do país, de modo a não prejudicar o rendimento pedagógico.

Devido à extensão do país e dificuldades de acesso a certas localidades e para que se cumpra os objectivos da distribuição, é utilizado um circuito longo, no qual intervêm, para além da Dimane E.E. (Distribuidora Nacional de Material Escolar, Empresa Estatal), os comerciantes, os transportadores e a Caixa Escolar a vários níveis.

Cada interveniente tem um objectivo a alcançar e deverá escolher de entre as alternativas que são oferecidas, a que optimize o seu objectivo.

A Diname E.E. tem a responsabilidade de distribuir livros escolares por todo o país, e, como qualquer empresa, ela deverá tomar decisões de modo a satisfazer o cliente e a maximizar a rentabilidade que pode ser alcançada por via da minimização dos custos.

Durante o processo de distribuição há casos em que um tipo de livro existe em excesso em algum ou alguns locais e, noutro ou noutros, está em falta. Uma redistribuição implica custos adicionais de distribuição. A empresa deverá decidir se é viável suportar os custos de uma redistribuição ou se seria melhor suportar os prejuízos causados pelas mercadorias que não serão vendidas em determinados postos.

De facto, é possível avaliar as vantagens de uma ou de outra alternativa, mas são incalculáveis ou dificilmente se podem quantificar os "prejuízos" causados pela falta do livro ao aluno.

Considerando a importância do livro para o aluno, no processo de ensino aprendizagem, é importante encontrar uma alternativa de redistribuição do livro escolar. Por isso, este trabalho tem como objectivo estudar o processo de distribuição e da redistribuição do livro escolar, estudar os modelos de programação matemática e propor aquele que melhor se adequa ao caso, de modo a minimizar os custos totais de redistribuição.

## **Justificação do Estudo**

A educação assume um papel importante, nesta fase de desenvolvimento do país. Por isso, o Programa de Educação para todos pretende prover educação de boa qualidade para todos, mas

acredita-se que o rendimento educacional num país é fortemente determinado por vários factores, tais como o conhecimento da matéria da disciplina, e as habilidades pedagógicas do professor, o tempo real gasto pelos alunos na aprendizagem das suas lições, e a disponibilidade de livros escolares e outros materiais instrucionais (Askerud 1997:17).

Tendo constatado que o actual sistema de distribuição gratuita do livro escolar enfrenta inúmeras dificuldades no que concerne prazos de entrega, quantidade entregue, custos elevados de distribuição e uma redistribuição ocasional, este trabalho de licenciatura irá analisar a situação, e sugerir algumas alternativas para melhorar o sistema, dando particular atenção ao problema da redistribuição.

## **Metodologia**

A metodologia consistiu na recolha de informações na Diname e no Ministério da Educação - Caixa Escolar sobre o actual sistema de distribuição do livro escolar para se analisarem as dificuldades do sistema.

Para formular um modelo de redistribuição solicitou-se na terminal de carga da LAM (Linhas Aéreas de Moçambique) a informação sobre as rotas e tarifas praticadas e, estudaram-se modelos básicos de programação com função objectiva não linear para poder formular o modelo adequado ao caso em estudo.

## Hipótese

O estudo que se pretende realizar parte do pressuposto que, na delegação ou no local onde existem livros em excesso, não há uma quantidade de outra carga a enviar para o destino ou destinos onde o livro está em falta, tal que justifique o aluguer de um contentor de navio ou aluguer de um camião.

Portanto, a hipótese é que havendo um *item* num determinado local ou locais se opte por fazê-lo chegar, o mais depressa possível, a outro ou outros locais, utilizando as rotas da LAM, de modo a minimizar os custos totais de redistribuição.

## Organização do Estudo

O presente trabalho comportará seis capítulos, sendo o primeiro dedicado à introdução, justificação do estudo, hipótese e metodologia a usar, o segundo dedicado à revisão da literatura importante para o estudo, o terceiro dedicado à descrição do sistema actual de distribuição, o quarto dedicado à análise do sistema de distribuição; o quinto dedicado à formulação do modelo de redistribuição e o sexto dedicado às conclusões do estudo e recomendações, chamando atenção para o que devia ser feito para melhorar a situação do livro em Moçambique e otimizar o uso dos recursos financeiros.

# Revisão da Literatura

Neste capítulo pretende-se fornecer um panorama geral sobre o que a investigação tem concluído sobre os sistemas de distribuição, a função de aprovisionamento e a contabilidade e sobre o impacto da Investigação Operacional na resolução de problemas económico-administrativos. Serão apresentados alguns modelos que ajudarão a formular o modelo de redistribuição do livro escolar em Moçambique.

## A Distribuição

Segundo Dias (1985), embora os estudos de Marketing não dêem muita importância à distribuição, esta concorre com o mesmo peso que as demais variáveis do Marketing-Mix, para o aumento da rentabilidade da empresa.

“O sistema de distribuição é composto por todas as funções e acções que definem o relacionamento entre o produtor e os seus intermediários, com vista à satisfação do consumidor” (Dias 1985:22). A distribuição é uma questão altamente complexa que requer uma gestão cuidadosa e atenção ao pormenor porque

muitas deficiências nos sistemas de distribuição devem-se à falta de pessoal treinado na cadeia de distribuição, a decisões de política mal informadas e a suposições não realistas sobre os custos da distribuição. A distribuição não planificada será sempre irregular e dispendiosa (Askerud 1997:71).

Os custos de distribuição são economicamente essenciais, por isso pode-se optar pela distribuição directa ou indirecta e, sendo indirecta, poderá escolher-se o circuito curto ou longo, de acordo com os objectivos definidos. Segundo Silva e Matos (1977) a distribuição directa caracteriza-se por:

- elevado investimento financeiro;
- permitir maior controlo sobre a venda;
- melhor conhecimento dos produtos pelo produtor;
- recolha fácil de informações sobre o mercado e,
- distribuição ser efectuada pelo produtor, o que requer maior investimento em recursos humanos.

A distribuição indirecta caracteriza-se por:

- menor investimento financeiro;
- delegação a terceiros das funções de vendas;
- melhor conhecimento da clientela, pelo intermediário;
- intermediário monopolizar as informações sobre o mercado e,
- distribuição efectuada por terceiros.

Portanto, “não são os circuitos curtos que permitem a satisfação das necessidades dos consumidores nas melhores condições” (Silva e Matos 1997:178).

Para um eficiente sistema de distribuição é necessário que exista uma boa colaboração da função do aprovisionamento e a secção de contabilidade.

## **A Função do Aprovisionamento**

Segundo Silva e Matos (1997), a função do aprovisionamento abrange as áreas de compras e de gestão de stocks.

A área de compras tem como objectivos criar um sistema simples e eficaz com base em documentos normalizados que permitam que as encomendas sejam feitas em momento oportuno, sejam precisas, referenciem prazos e locais de entrega, transporte, acondicionamento, preços e outras condições de compra e implementar um sistema de informação sobre os fornecedores nomeadamente: qualidade de seus produtos, condições de venda, preços e prazos de aprovisionamento.

A *Gestão de Stocks* tem como objectivos estudar a localização dos materiais e do equipamento de arrumação de modo a minimizar os custos de armazenagem; implementar e gerir um sistema administrativo que permita controlar as quantidades existentes em armazém e estudar as quantidades a manter em *stock*, com vista a controlar os custos financeiros de estoques, o custo de posse em armazém, os stocks obsoletos e a ruptura de stocks.

Pode-se então concluir que uma boa gestão de aprovisionamento evita:

- elevados custos de aquisição;
- elevados custos de posse de *stock* e,
- elevados custos de ruptura de *stocks*.

A *Gestão de Stocks* tem como objectivo minimizar o conjunto destes custos, mas para isso é necessário ter os registos contabilísticos actualizados.

## A Contabilidade

Segundo Borges, Rodrigues e Rodrigues (1989), é difícil estabelecer uma noção clara e ao mesmo tempo completa que abranja o estudo da Contabilidade, pois que actualmente as empresas já não se interessam apenas com o registo histórico dos factos patrimoniais. De facto, a gestão moderna não se limita apenas a conhecer o passado, mas também a planejar as actividades, estabelecer objectivos, mediante uma prévia selecção entre as diversas alternativas possíveis e a Contabilidade fornece os elementos necessários para o estabelecimento dessas opções e posteriormente controla essas acções.

Tratando-se de uma empresa de comercialização de uma gama de artigos é imprescindível uma boa organização contabilística e uma particular atenção às existências. Em relação às existências, o Plano Geral de Contabilidade estabelece o seguinte:

é obrigatório realizar, pelo menos uma vez por ano, no fim de cada exercício, o inventário físico dos meios da empresa; como regra deverá ser seguido o método contabilístico denominado de inventário permanente; o método de inventário intermitente só será permitido aonde a diversidade, número e rotação das mercadorias ou produtos o justificar" (PGC 1989:7).

Segundo Zermati (1990), o método de inventário permanente permite conhecer de forma sistemática e durante o exercício as existências em quantidade e em valor. Contudo é preciso notar que as operações contabilísticas que concorrem para a manutenção do inventário permanente, são por vezes bastante longas e há geralmente uma diferenciação temporal entre o movimento físico de stocks e a sua constatação no inventário permanente, por isso é importante o preenchimento de fichas de controle, nas quais são registados os movimentos de stocks, no momento em que ocorrem. Tratando-se de uma empresa com vários armazéns, e que recebem uma diversidade de artigos, só o uso do computador permitirá o tratamento da informação com maior rapidez e segurança aos números.

O conhecimento das existências em quantidades e valor responde a numerosas necessidades na empresa: manutenção da contabilidade, gestão de tesouraria, necessidades físicas e gestão do aprovisionamento" (Zermati 1990:111).

A Contabilidade constitui o suporte para uma boa gestão de stocks. E a gestão de stocks faz parte da Investigação Operacional que a seguir se refere.

## **A Investigação Operacional**

Segundo Lieberman (1988) e Wagner (1986), a Investigação Operacional é um ramo científico, baseado essencialmente em técnicas quantitativas que dizem respeito à tomada de decisões óptimas, para a solução do problema em questão, dentro das alternativas disponíveis.

A origem da Investigação Operacional, tem sido atribuída aos serviços militares, no início da 2ª guerra mundial, porque devido ao esforço da guerra, houve necessidade urgente de alocar recursos escassos às várias operações militares e às actividades dentro de cada operação de modo eficaz.

O sucesso da Investigação Operacional na área militar fez com que a indústria, gradualmente se interessasse neste campo e hoje ela é aplicada no governo, negócios, engenharia, economia, ciências naturais e sociais e em todas as áreas onde há necessidade de alocar recursos limitados.

A Investigação Operacional tem tido um grande impacto na resolução de problemas económico-administrativos. Por exemplo, a Programação Linear tem sido usada com sucesso na resolução de problemas de alocação do pessoal, de mistura, de distribuição e transporte e, escolha da carteira de investimento.

Para melhor compreensão da modelação dos problemas, este subtítulo está dividido em duas partes: a programação linear e a programação não linear.

### **Programação Linear**

A *Programação Linear* é um dos ramos mais desenvolvidos e utilizados da Investigação Operacional.

Um problema é considerado de *Programação Linear*, quando a função objectiva para maximizar ou minimizar e as restrições do problema podem ser traduzidas por relações funcionais lineares. Um caso particular da *Programação Linear* é o Problema de Transportes.

O problema básico de transporte foi originalmente formulado por Hitchcock e mais tarde analisado por Koopmans, embora já antes Kantorovich tenha abordado esta matéria no seu modelo "translocation of masses". Seria, porém, Dantzig a estabelecer



a sua formulação como problema de programação linear e a propor um método sistemático de resolução (Ramalhete 1985:178)

Segundo Ramalhete (1985), a formulação do Problema geral de transporte consiste em determinar a forma mais económica de enviar um bem disponível em  $m$  quantidades limitadas  $a_i$  nas origens  $O_i$ , com  $i = 1, 2, \dots, m$ , para  $n$  outros locais  $D_j$ , onde é necessário nas quantidades  $b_j$ , sendo  $j = 1, 2, \dots, n$ .

Admite-se que a oferta total e a demanda total são iguais, isto é:

$$\sum_{i=1}^m a_i = \sum_{j=1}^n b_j$$

O problema de transportes goza das seguintes propriedades:

- Tem sempre solução ótima finita;
- Qualquer solução básica admissível (SBA), tem no máximo  $(m + n - 1)$  variáveis positivas.
- A matriz da base de qualquer SBA é triangular e,
- Se  $a_i$  e  $b_j$ , com  $i = 1, 2, 3 \dots m$  e  $j = 1, 2, \dots, n$ , são inteiros, então qualquer SBA tem apenas valores inteiros.

A forma normal para o modelo matemático de transportes é a seguinte:

- “seja  $x_{ij}$  a quantidade desconhecida do bem a ser transportada da origem  $i$  para o destino  $j$ , e
- seja  $c_{ij}$  o custo dado de transportar uma unidade da origem  $i$  para o destino  $j$  para cada valor de  $i$  e de  $j$ .

Teremos:

$$\text{minimizar } z = \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n c_{ij} x_{ij}$$

$$\text{sujeito a : } \sum_{j=1}^n x_{ij} = a_i \quad (a_i = 1, \dots, m)$$

$$\sum_{i=1}^m x_{ij} = b_j \quad (j = 1, \dots, n)$$

com : todos  $x_{ij}$  não negativos” (Ehrlich: 1985:45).

A resolução do problema de transporte envolve geralmente as seguintes etapas:

- “a primeira consiste na obtenção de uma solução básica;
- na segunda procede-se ao teste dessa solução de modo a concluir quanto à sua natureza, isto é, se é ótima ou não;
- finalmente, a terceira etapa, consiste na passagem dessa solução a outra melhor, caso exista” (Ramalhete 1985:178).

No entanto, segundo Ramalhete (1985), raramente se verifica o equilíbrio entre o total da oferta e o total da procura; por isso, há a considerar os seguintes casos:

- Quando a oferta total é maior que a procura total

$$\sum_{i=1}^m a_i > \sum_{j=1}^n b_j$$

neste caso cria-se um destino fictício  $D_{n+1}$  com procura igual  $b_{n+1}$  ao excesso verificado  $\sum_i a_i - \sum_j b_j$ , de forma a equilibrar o sistema, e atribuindo o valor zero aos custos unitários de transporte respectivos para a localidade  $D_{n+1}$ .

- Quando a oferta total é menor que a procura total temos:

$$\sum_{i=1}^m a_i < \sum_{j=1}^n b_j$$

neste caso cria-se uma origem fictícia cuja oferta é exactamente o défice existente entre  $\sum_j b_j - \sum_i a_i$ , os custos unitários de transporte são nulos. (Ramalhete 1985:204)

Entretanto, como nem tudo em economia é linear, de seguida descrevem-se modelos de programação não linear.

### Programação Não Linear

A formula geral de um problema de programação não linear é:

$$\begin{aligned} & \text{“} \quad \text{minimizar } z = f(x) \\ & \quad \text{sujeito a : } g_i(x) \geq a_i \quad (i = 1, 2, \dots, m) \\ & \quad \quad \quad e \quad \quad \quad x \geq 0 \end{aligned}$$

um programa não linear, tal como um linear, também consiste em três ingredientes: uma função objectiva, um conjunto de  $m$  restrições e um conjunto de condições de não negatividade para as  $n$  variáveis de escolha” (Chiang 1974:610).

U. E. M.

Dos textos de apoio da disciplina de Técnicas de Investigação Operacional (1996/97 e 1998/99), foram retirados dois modelos que servirão de base à formulação do modelo da redistribuição em estudo e algumas definições que ajudarão a perceber tais modelos.

*Definição de função convexa* - Uma função  $f(x)$ ,  $x \in C \subset \mathbb{R}^n$ , diz-se convexa se:

- i)  $C$  é convexo; ii)  $\forall P_1 \in C$ , de coordenadas  $x_1$ ,  $\forall P_2 \in C$ , de coordenadas  $x_2$ ,  $\forall (\lambda_1, \lambda_2) \geq (0, 0)$ , com  $\lambda_1 + \lambda_2 = 1$ , vale a relação:  $f(\lambda_1 x_1 + \lambda_2 x_2) \leq f(\lambda_1 x_1 + \lambda_2 x_2)$

As funções convexas e côncavas, podem ser representadas graficamente da seguinte maneira:

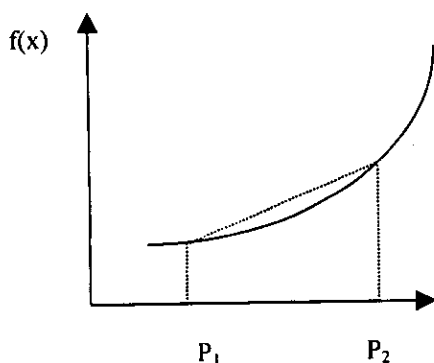


Fig. 1A - Função convexa

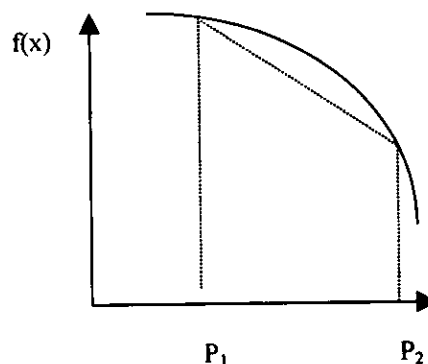


Fig. 1B - Função côncava

“Na função convexa o segmento da recta que une os pontos  $(x_1, f(x_1))$  e  $(x_2, f(x_2))$  está sempre acima enquanto na função côncava está abaixo” (Ehrlich 1985:173).

*Definição de função separável*: Chama-se função separável a uma função  $f(x)$ ,  $x \in C \subset \mathbb{R}^n$  se  $f(x) = f_1(x_1) + f_2(x_2) + \dots + f_n(x_n)$ , quer dizer se a função que é a soma de  $n$  funções, cada uma numa única variável.

*Definição de função convexa separável*: Chama-se função convexa separável a uma função convexa em que cada componente  $f_j(x_j)$  é convexa com  $j = 1, \dots, n$ .

*Definição de função convexa separável poligonal*: Chama-se função convexa separável poligonal a uma função convexa separável em que cada  $f_j(x_j)$  representa uma linha poligonal, com  $j = 1, \dots, n$ .

Se a função objectiva dum problema de transportes é convexa separável poligonal, cada componente  $f_i(x_{ij})$ , com  $i = 1, \dots, m$ ;  $j = 1 \dots n$  é representada graficamente da seguinte maneira:

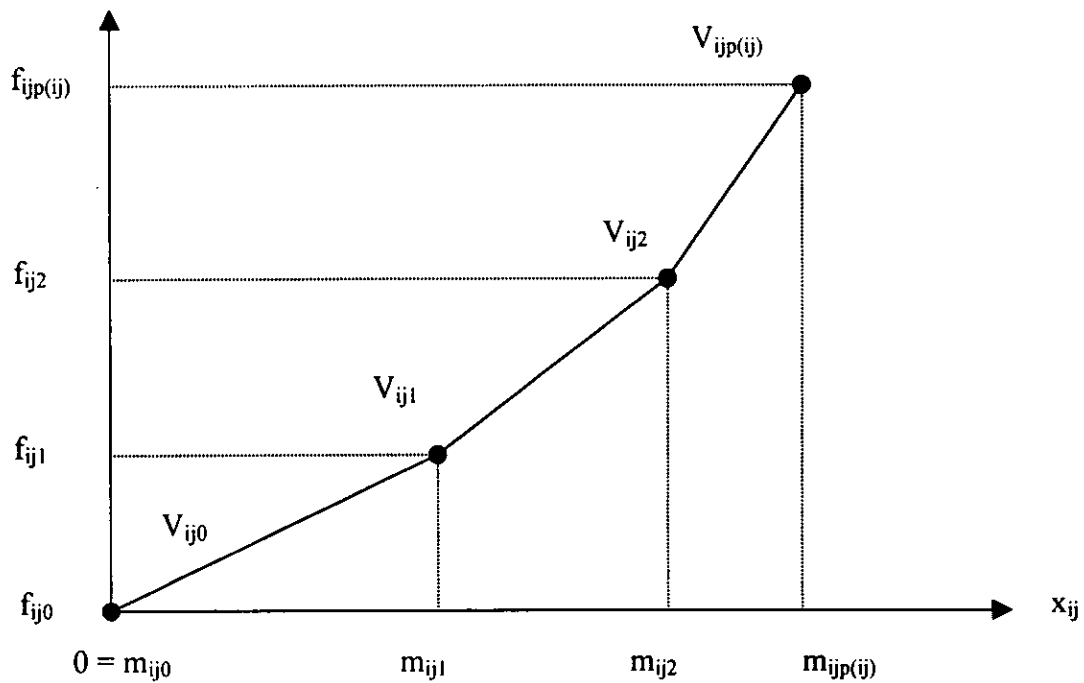


Fig. 2 - Função convexa separável poligonal

Neste gráfico os custos associados a cada segmento são crescentes.

Um problema de transportes com função objectiva convexa separável poligonal pode-se formular por meio da programação linear.

Para este efeito, se  $(m_{ij0}, f_{ij0})$ ,  $(m_{ij1}, f_{ij1})$ , ...,  $(m_{ijp(ij)}, f_{ijp(ij)})$  são as coordenadas dos  $p(ij)+1$  vértices:  $V_{ij0}, V_{ij1}, \dots, V_{ijp(ij)}$ , que definem a função poligonal  $f_{ij}(x_{ij})$ , apenas precisamos de introduzir para cada variável  $x_{ij}$ ,  $p(ij)+1$  variáveis,  $\lambda_{ijr}$  ( $r = 0, 1, \dots, p(ij) + 1$ ) e formular o problema:

$$\text{minimizar } z = \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n (f_{ij0} \lambda_{ij0} + f_{ij1} \lambda_{ij1} + \dots + f_{ijp(ij)} \lambda_{ijp(ij)})$$

$$\text{sujeito a: } \sum_{j=1}^n x_{ij} = a_i \quad \text{com } i = 1, \dots, m$$

$$\sum_{i=1}^m x_{ij} = b_j \quad \text{com } j = 1, \dots, n$$

$$x_{ij} = m_{ij0} \lambda_{ij0} + m_{ij1} \lambda_{ij1} + \dots + m_{ijp(ij)} \lambda_{ijp(ij)}$$

$$\lambda_{ij0} + \lambda_{ij1} + \dots + \lambda_{ijp(ij)} = 1$$

$$\lambda_{ij0} \geq 0; \lambda_{ij1} \geq 0; \dots; \lambda_{ijp(ij)} \geq 0$$

Para compreender a formulação apresentada, note-se que, se no máximo duas variáveis  $\lambda_{ijs}$  e  $\lambda_{ijs+1}$ , com  $s = 0, \dots, p(ij) - 1$  são positivas (todas as outras são nulas), obtém-se a representação do segmento  $V_{ijs} - V_{ij, s+1}$ .

Mas, de facto, ao longo da minimização da função objectiva, nunca poderão ser positivas mais que duas variáveis consecutivas porque qualquer outra solução daria um valor mais alto da função objectiva; se, por exemplo,  $\lambda_{ij0} > 0$  e  $\lambda_{ij2} > 0$ , os valores de  $x_{ij}$  entre  $m_{ij0}$  e  $m_{ij2}$  teriam um custo representado pelo segmento  $V_{ij0} - V_{ij2}$ , portanto maior que o custo representado pelos segmentos  $V_{ij0} - V_{ij1}$  e  $V_{ij1} - V_{ij2}$ . Portanto a programação linear fornece a solução do problema considerado.

Se a função não é convexa separável, já nos casos mais simples, como naquele representado no gráfico seguinte, precisamos de introduzir na formulação variáveis binárias, quer dizer variáveis que podem tomar só os valores 0 ou 1.

Por exemplo, se a função de custo para a variável  $x_{11}$  no problema de transportes for do tipo representado no gráfico seguinte:

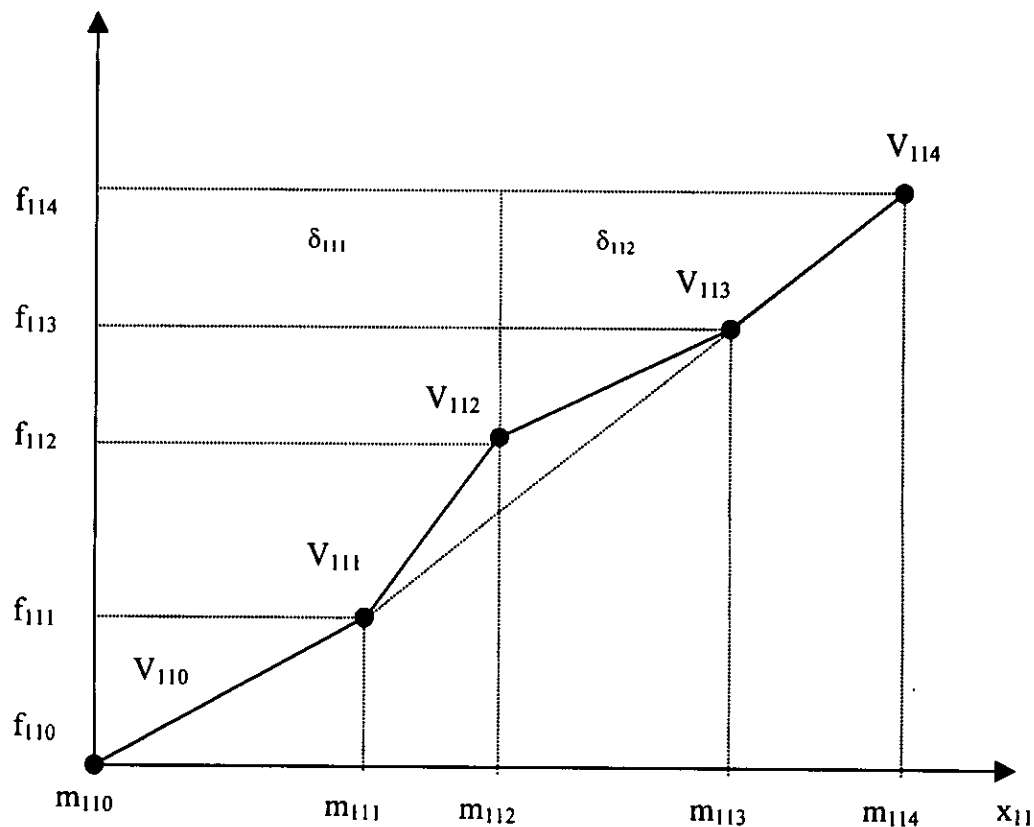


Fig. 3- Função poligonal não convexa

a formulação para  $f_{11} x_{11}$  requer a introdução de duas variáveis binárias,  $\delta_{111}$  e  $\delta_{112}$ , tais que  $\delta_{111} = 1$  implica que  $0 \leq x_{11} \leq m_{112}$  (em que a função é convexa) e  $\delta_{112} = 1$ , implica que  $m_{112} \leq x_{11} \leq m_{114}$  (em que a função é convexa), se obtém assim:

$$f_{11}(x_{11}) = f_{110} \lambda_{110} + \dots + f_{114} \lambda_{114}$$

$$x_{11} = m_{110} \lambda_{110} + \dots + m_{114} \lambda_{114}$$

$$\lambda_{110} + \dots + \lambda_{114} = 1$$

$$\delta_{111} + \delta_{112} = 1$$

$$\lambda_{110} + \lambda_{111} \leq \delta_{111}$$

$$\lambda_{112} \leq \delta_{111} + \delta_{112}$$

$$\lambda_{113} + \lambda_{114} \leq \delta_{112}$$

$$\lambda_{110} \geq 0, \dots, \lambda_{114} \geq 0$$

com  $\delta_{111}$  e  $\delta_{112}$  variáveis binárias.

Se for  $\delta_{111} = 1$ , obtêm-se valores de  $x_{11}$  tal que  $m_{111} \leq x_{11} \leq m_{112}$ ; e a representação do custo para estes valores seria certa porque entre  $m_{110}$  e  $m_{112}$  a função  $f_{11}(x_{11})$  é convexa.

Se  $\delta_{112} = 1$  obtêm-se valores de  $x_{11}$  tal que  $m_{112} \leq x_{11} \leq m_{113}$ ; também neste caso a representação do custo para  $x_{11}$  está certa porque entre  $m_{112}$  e  $m_{114}$  a função  $f_{11}(x_{11})$  é convexa.

Se não se utilizasse as variáveis binárias, poder-se-ia obter uma solução em que  $m_{111} \leq x_{11} \leq m_{113}$ , com valores de custo no segmento  $V_{11} - V_{13}$ .

# O Sistema de Distribuição

Este capítulo, baseado nas informações recolhidas na Diname, E.E. e na Caixa Escolar comportará quatro subtítulos designadamente: a caracterização dos principais intervenientes, o planeamento da actividade de distribuição, o processo de distribuição, o preço e a redistribuição do livro escolar.

## Caracterização dos Principais Intervenientes

Os principais intervenientes do processo de distribuição são A DINAME E.E. e a Caixa Escolar que apresentam as seguintes características:

A DINAME E.E é uma empresa ligada ao Ministério da Educação que tem como objectivo edição, aprovisionamento e distribuição do livro escolar e outros materiais escolares e de escritório. A sede está localizada na cidade de Maputo, na Avenida Zedequias Manganhela, nº1278. A Diname possui:

- quatro delegações situadas nas cidades da Beira, Quelimane, Tete e Nacala;
- três postos de venda localizados nas cidades de Nampula, Lichinga e Cuamba;
- uma fábrica de cadernos localizada na cidade da Beira e,
- um sector de impressão e edição de livros de leitura complementar fundamentalmente infantis e outros trabalhos da área gráfica.

Cada delegação tem pelo menos um armazém, um sector comercial e administrativo que presta contas à sede.

A Contabilidade é feita centralmente com base nas informações enviadas periodicamente pelas delegações. Para a contabilização dos meios circulantes materiais adopta o método de inventário intermitente e as existências finais são valorizadas ao preço de custo.

A Diname é a única distribuidora nacional do livro escolar. Fornece livros à rede de comercialização normal e à Caixa Escolar, seu maior cliente.

A empresa é estatal, mas está em vias de ser privatizada.

A empresa tem autonomia financeira e relativa autonomia de gestão.

A Caixa Escolar foi criada em 1989 com o objectivo de auxiliar os alunos mais carenciados. Para além de distribuir livros escolares e outros materiais, tem como objectivo fornecer lanche e fardamento escolar.

Existem representantes da Caixa Escolar a nível central (do Ministério da Educação), a nível provincial, distrital e de escola.

Actualmente, as actividades da Caixa Escolar restringem-se à distribuição do livro escolar para todos os alunos das escolas públicas e comunitárias e, em alguns casos distribui cadernos escolares. A distribuição gratuita do livro escolar para todos os alunos iniciou-se em 1995. As outras actividades, fornecimento de fardamento escolar, lanches e almoços, não são desenvolvidas por falta de meios financeiros.

A Caixa Escolar distribui livros gratuitamente para o ensino básico da 1ª à 7ª classe. Este programa de distribuição gratuita está inserido no Plano de Reconstrução Nacional da Educação no qual está “explicitamente expresso que a educação básica é a prioridade mais alta” (Linde 1994:37).

Segundo Linde (1984), em Moçambique há uma enorme necessidade de expansão do sector educativo e o governo assinou o acordo de educação para todos, cujo objectivo é prover educação básica de boa qualidade para todos. O programa da Caixa Escolar visa motivar a população das zonas mais desfavorecidas a enviar os filhos à escola, pois segundo o trabalho de licenciatura do dr. Alberto Simão (1989), a reduzida procura do livro escolar nos anos 80 devia-se a dificuldades financeiras para aquisição de livros e outros materiais escolares.

Os livros escolares distribuídos pela Caixa Escolar estão divididos em dois grupos:

- os livros da 1ª e 2ª classe, são livros que não podem ser reutilizados porque os exercícios propostos são preenchidos no próprio livro e,
- os livros da 3ª à 7ª classe podem ser reutilizados (livro empréstimo), sendo a reposição anual de cerca de 30%,

Uma parte do programa da Caixa Escolar é financiada pelo Orçamento Geral do Estado e outra por parceiros internacionais que têm acordos firmados com o Ministério da Educação.

## **Planeamento da Actividade**

A chegada tardia dos livros provoca transtornos, quer para os intermediários, quer para os utentes. Neste caso, a Dimane, E.E. preocupa-se em mobilizar todos os meios para colocar o livro o mais urgente possível nas capitais provinciais e o processo de distribuição continua normalmente.



De um modo geral o processo da compra do livro passa por várias fases sendo necessário os seguintes tempos, para a sua realização:

- "*procurement*" - um mês;
- primeira impressão - uma semana;
- controle de qualidade - uma semana;
- impressão definitiva- duas semanas;
- inspecção pré embarque - uma semana;
- embarque - um mês;
- desalfandegamento - uma semana e,
- arrumação e preparação para distribuição - uma semana.

A escolha dos comerciantes para colocar o livro nos distritos e a escolha dos transportadores dos distritos para levar o livro às escolas são realizadas em simultâneo com estas actividades e a duração depende da organização das direcções provinciais e distritais.

A entrega dos livros está condicionada à chegada dos mesmos, não podendo ultrapassar cinco dias. Algumas escolas, que não têm condições de armazenagem, preferem receber os livros na primeira semana de aulas.

## **O Processo de Distribuição**

O processo de distribuição do livro escolar que implica uma actividade conjunta da Diname, E.E. e a Caixa Escolar, pode ser descrito do seguinte modo:

- O Ministério da Educação informa à Diname as quantidades de livros necessárias para o ano seguinte;
- A Diname promove um concurso internacional para impressão do livro escolar. Nos últimos três anos os livros foram impressos no estrangeiros devido a incapacidade do parque industrial local de imprimir grandes quantidades de livros dentro do prazo estabelecido. A empresa ou empresas adjudicadas devem colocar o livro do 1º semestre, em meados de Dezembro, nas quatro delegações da Diname. Geralmente utiliza-se a via marítima;
- As delegações da Diname têm a responsabilidade de colocar o livro nas capitais provinciais e informar às direcções provinciais e o público em geral, que o livro está disponível. Quando a empresa não tem viaturas disponíveis para efectuar este

transporte, visto que o tempo é muito curto, contrata transportadores, através de concurso público. Nas capitais provinciais onde a Diname, E.E não tem representação aluga temporariamente armazéns. Este procedimento começou no segundo semestre de 1998. O plano de distribuição das delegações é o seguinte:

- a sede distribui pela cidade de Maputo, províncias de Maputo, Gaza e Inhambane;
  - a delegação da Beira distribui para a províncias de Sofala e Manica;
  - a delegação de Tete recebe do porto da Beira e distribui para a província de Tete
  - a delegação de Quelimane distribui para a província da Zambézia e,
  - a delegação de Nacala, distribui para as províncias de Nampula, Niassa e Cabo Delgado.
- as direcções provinciais promovem um concurso público para escolher os comerciantes que distribuirão os livro para os distritos. Os concorrentes deverão apresentar documento justificativo que tem capacidade financeira para adquirir o livro à Diname. Existem parâmetros de avaliação dos comerciantes, dando-se preferência aos livreiros, com estabelecimento no distrito, que já tenham participado neste tipo de trabalho com sucesso e que possam dispendir 10% da sua margem total na aquisição de material escolar. Esta última condição visa cultivar no comerciante o hábito de comercializar material escolar.

A margem unitária do comerciante é de 30%, independentemente do distrito onde deve ser entregue o livro;

- os comerciantes adjudicados no concurso provincial comprem o livro na delegação ou posto de venda da Diname, entregam à direcção distrital e mediante guia de recepção, recebem o valor correspondente. O pagamento geralmente é feito pelas direcções provinciais, porque algumas direcções distritais não têm conta bancária;
- a nível da direcção distrital, promove-se um concurso para transportar os livros para as escolas. A este nível os transportadores adjudicados recebem apenas pelo serviço de transporte e,
- finalmente, através da Caixa Escolar da escola, o aluno recebe o livro, devendo o encarregado de educação assinar um documento comprovativo que recebeu o livro e compromete-se a conservá-lo.

## O Preço

O preço de venda para a Caixa Escolar é fixado pela Diname, E.E. com participação da Caixa Escolar. Os livros de distribuição gratuita não podem ser comercializados e distinguem-se dos outros porque vem impresso na capa "distribuição gratuita".

Ao preço CIF, a Diname, E.E. acrescenta 60% de despesas de administração, comercialização e margem.

Os retalhistas da Caixa Escolar revendem o livro obtendo uma margem bruta de cerca de 30%. Os preços são arredondados por excesso. Por exemplo um livro vendido pela Diname a 6.000,00MT (preço ao retalhista) acrescenta-se 1800,00MT, o correspondente a 30% e, o valor total de 7.800,00MT é arredondado para 8.000,00MT. Sobre este valor recai 10% de Imposto de Circulação. Portanto, a Caixa Escolar paga, neste caso, 8.800,00MT.

Os comerciantes podem, no entanto, conceder descontos ao cliente.

O preço praticado pela rede de comercialização normal é liberalizado; contudo, o preço por grosso da Diname, E.E. mantém-se.

## A Redistribuição

As quantidades encomendadas pela Caixa Escolar para o primeiro semestre são feitas com base em estimativas, porque o processo da compra inicia-se antes de terminar o ano lectivo e ainda não se conhecem os resultados do aproveitamento. Só as estatísticas de 3 de Março do ano seguinte confirmam os efectivos escolares.

As diferenças significativas ocorrem quando o número de alunos matriculados ultrapassa as previsões, ou quando os livros entregues a título de empréstimo são mal conservados e não podem ser utilizados no ano seguinte.

Quando a procura é maior que a oferta há duas situações a considerar:

A primeira é quando há um *item* em falta numa delegação. Se existe noutra ou noutras delegações, a Diname, E.E. envia-o quando as condições o permitem. Normalmente, a empresa não calcula custos adicionais da redistribuição porque os livros são enviados quando se enviam outros materiais com qualquer meio, mas não em tempos úteis.

A redistribuição, no caso de falta, também se verifica entre distritos e até entre escolas.

A segunda situação é quando o livro escasseia em todas as delegações. Neste caso o cliente é informado que o livro está esgotado e não se faz uma impressão suplementar devido à falta de tempo e custos elevados porque o livro é imprimido no estrangeiro.

# **Análise da Situação**

Este capítulo é consagrado à análise da situação obedecendo a seguinte sequência:

- processo da compra do livro
- processo de distribuição
- preço
- A Caixa Escolar:
  - Pontos fortes
  - Pontos fracos
- A Dimane
  - Pontos fortes
  - Pontos Fracos

## **O Processo de Compra**

De um modo geral o processo da compra do livro demora cerca de quinze semanas.

O anexo I apresenta o Gráfico de Gantt, elaborado com base nas actividades e tempos previstos e facilmente se verifica que um atraso em qualquer uma das actividades, compromete o fim do projecto, a menos que esse atraso seja compensado em actividade ou actividades seguintes.

Se fosse possível obter os tempos reais de cada actividade, permitiria corrigir os desvios e melhorar o planeamento do processo de compra.

## **O Processo de Distribuição**

A distribuição do livro é feita conforme o esquema apresentado no anexo II.

A escolha do circuito longo de distribuição com a intervenção de outros comerciantes e transportadores tem vantagens e desvantagens.

Para a Diname as vantagens consistem em:

- menor investimento financeiro na distribuição;
- menor responsabilidade e,
- maior controle.

As desvantagens para a Diname E.E caracterizam-se por:

- dificuldades de recolha de informações sobre o mercado e,
- redução de parte das receitas

O circuito longo apresenta as seguintes vantagens para a Caixa Escolar:

- evita atrasos da chegada dos livros ;
- se o comerciante é do distrito, conhece melhor as dificuldades das direcções distritais e as necessidades da população;
- estimula o comerciante a vender outros materiais escolares
- reduz a responsabilidade das direcções provinciais;
- reduz riscos de roubos e desvios.

A desvantagem deste circuito para a Caixa Escolar é apresentar elevados custos de distribuição.

## **O Preço**

O objectivo da Caixa Escolar é fazer chegar o livro a todos os alunos no início das actividades lectivas, de modo a não prejudicar o rendimento pedagógico, sem no entanto preocupar-se com a minimização de custos, pois a margem de comercialização do comerciante estabelecida é de 30% independentemente do local onde os livros devem ser entregues.

De facto, a fixação do preço de revenda do comerciante facilita os cálculos, bastando multiplicar o preço pelas quantidades e obtém-se o valor a pagar.

Esta política é vantajosa para os comerciantes que entregam os livros nos distritos próximos e em grande quantidade e, é desvantajosa para os que têm que percorrer distâncias maiores e quando a quantidade é pequena (anexo III)

Os comerciantes aceitam esta condição porque, normalmente, aplica-se esta margem de comercialização, tendo em conta a rotação das vendas e os vários custos, nomeadamente: custo de armazenagem, custos de distribuição ou venda, custo das quebras, roubos e monos. No caso dos livros, estes custos são mínimos ou quase nulos, no entanto, o comerciante deverá procurar tirar o máximo proveito desta oportunidade, o que terá que decidir em função

das quantidades a entregar e as condições das vias, que veículo deve ser utilizado e se é viável usar transporte próprio ou alugado.

## **A Caixa Escolar**

Os fundos disponibilizados pelo Orçamento Geral do Estado e pelos doadores, para a Caixa Escolar são utilizados quase na totalidade pela distribuição gratuita do livro e de cadernos escolares.

No entanto, aquando da criação da Caixa escolar viu-se a necessidade de fornecer fardamento, lanches e almoços aos alunos com menos posses porque julga-se que o rendimento escolar também depende do estado nutricional e condições de vida do aluno.

O livro escolar é um bem sensível. Este estudo não tem em vista discutir políticas, mas sim analisar o problema da gestão. Por isso, julga-se que a Caixa Escolar deveria estudar dentro das alternativas que lhe são oferecidas, uma forma de minimizar os custos de distribuição, de modo a realizar as outras actividades que também são importantes.

## **A Diname. E.E.**

A Diname, E.E. tem um papel muito importante na distribuição do livro escolar, donde provém os maiores lucros da empresa. De entre os aspectos favoráveis da empresa destacam-se os seguintes:

- a exclusividade da edição do livro escolar;
- a expansão da rede escolar;
- o financiamento do Estado;
- a expansão pelo país e,
- introdução de intermediários no circuito de distribuição gratuita;

A exclusividade da edição do livro escolar é uma barreira forte para a entrada de concorrentes.

A expansão da rede escolar favorece a empresa porque aumenta o volume de vendas. A partir de 1995, altura que iniciou a distribuição gratuita do livro escolar, a empresa apresenta resultados positivos (anexo V).

Entretanto, sabe-se que inicialmente a distribuição não cobriu todas as escolas em 1996 e 1997 onde a cobertura foi maior e o número de alunos aumentou principalmente na 1ª e 2ª classes. (anexo IV)

Os balanços sucessivos (anexo V), mostram que:

- em 1996, aumentou o fundo para meios imobilizados, resultante da incorporação dos bens da Editora Escolar na Diname;
- em 1997 aumentou o fundo para investimento. Este fundo foi aplicado maioritariamente nas construções e equipamentos para o transporte;
- não apresentam a conta de créditos bancários, nem encargos financeiros, o que se presume que tenha outras fontes de financiamento e,
- não são feitas aplicações de capitais.

Dos lucros obtidos uma parte destina-se ao pagamento do Imposto sobre o Rendimento - Contribuição Industrial, outra à Caixa Escolar, outra para os trabalhadores e o restante para acumular.

Para a sua expansão, a empresa aposta na abertura de novas delegações e postos de venda.

A introdução de intermediários no circuito de distribuição, favorece a empresa porque redimensiona a actividade da empresa e permite que ela se dedique a comercialização de outros bens.

No entanto, a empresa deverá melhorar o seu aspecto organizativo de planificação e controle, porque apresenta os seguintes aspectos desfavoráveis :

- as quantidades encomendadas geralmente são insuficientes para satisfazer a procura, devido a falhas na projecção da procura;
- em caso de ruptura de stocks, não se faz uma nova encomenda;
- deficiente controle de existências e,
- deficiente método de redistribuição.

Se a opção da empresa é evitar custos de redistribuição, a empresa não pode limitar-se apenas às estatísticas do Ministério da Educação, deverá fazer estudos de mercado, de forma a estimar a procura com o menor desvio possível.

Quando não há livros suficientes, é necessário analisar as consequências sob o ponto de vista social, e estudar alternativas de satisfazer o cliente, nem que a empresa tenha que

abdicar uma parte dos seus lucros o que é preferível, do que perder a credibilidade do cliente ou criar uma imagem negativa da empresa.

Os meios materiais utilizados para o controle de existências, fichas de armazém registadas manualmente, constituiu um sistema muito moroso e susceptível de erros, dificilmente se consegue manter a Contabilidade organizada e actualizada.

No caso dos livros da 3ª à 7ª classes, nem sempre a reposição é de 30%, conforme se prevê, pois a reposição depende da conservação dos livros, número de aprovados e reprovados, saída ou reentrada no ensino público de alunos das escolas privadas e por isso haverá sempre a necessidade da redistribuição.

Enviar livros apenas quando há oportunidade de enviar outra carga para evitar custos adicionais de distribuição, julga-se não ser uma solução viável se analisarem as consequências para a educação do atraso do recebimento do livro.

Para fazer face a este problema, propõe-se um modelo de programação matemática para a redistribuição do livro escolar que tem como objectivo minimizar os custos totais de distribuição.



# O Modelo de Redistribuição

Este capítulo é dedicado à formulação matemática do problema da redistribuição do livro escolar pela Diname, E.E. e será dividido em duas partes seguintes:

- a primeira refere-se ao pressuposto, hipótese, definição de variáveis, representação gráfica e analítica da função de custos;
- a segunda dedica-se à formulação completa do problema.

## Definição de Variáveis

O modelo a propor parte do pressuposto que na delegação ou no local onde existem livros em excesso, não há uma quantidade de carga a enviar para o destino ou destinos onde o livro está em falta, tal que justifique o aluguer de um contentor de navio ou aluguer de um camião.

A hipótese é que havendo um *item*  $r$  num determinado local ou locais, se opte por fazê-lo chegar a outro ou outros locais o mais depressa possível, utilizando as rotas da LAM, de modo a minimizar os custos totais de redistribuição.

O problema pode ser apresentado sob a forma da rede seguinte, considerando:

- as cinco delegações da empresa designadamente:
  - 1 - delegação de Maputo;
  - 2 - delegação da Beira;
  - 3 - delegação de Tete;
  - 4 - delegação de Quelimane e,
  - 5 - delegação de Nampula (Nacala);
- $a_i^r$  - oferta de livro  $r$  em cada delegação  $i$ , acima descrita, sendo  $i = 1, 2, 3, 4, 5$  e  $r = 1, \dots, 24$ .
- $b_j^r$  - procura de livro  $r$  em cada delegação  $j$ , acima descrita, sendo  $j = 1, 2, 3, 4, 5$ .

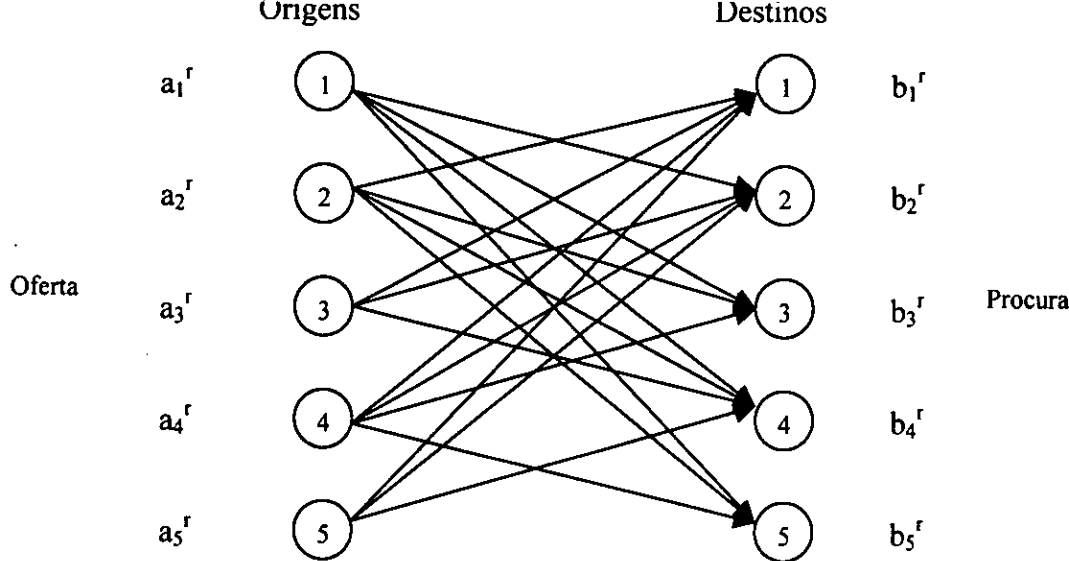


Fig. 4- Rede do problema da redistribuição do livro escolar

Nesta rede, os nós representam as origens e destinos; os arcos que ligam as origens aos destinos representam os percursos através dos quais pode-se fazer a redistribuição.

É evidente que uma delegação não pode mandar para si mesma.

A ligação Tete-Nampula e o contrário não se verifica porque a LAM não faz essa rota.

O peso da carga será  $x_{ij} = \sum_r p_r x_{ijr}$  onde  $p_r$  é o peso do livro do tipo  $r$ .

As tarifas praticadas pela LAM variam consoante a rota e o peso da carga; há um custo fixo até 5 quilos de carga e depois um custo unitário decrescente conforme o peso da carga se encontre entre 5 e 45 quilos ou ultrapasse 45 quilos (anexo VI).

O custo fixo até 5 quilos pode ser maior, menor ou igual do que o custo de 5 quilos calculados com o custo unitário válido entre 5 e 45 quilos; mas, isto não influencia na formulação do problema.

É óbvio que se a carga for nula o custo é zero.

Cada função de custo  $f_{ij}(x_{ij})$  é composta, portanto, por três segmentos que pertencem: o primeiro a uma recta horizontal, cuja ordenada chamamos de  $q_{ij}$  e os outros dois, a duas rectas que saiem da origem e têm coeficientes angulares decrescentes que são chamados de  $f_{ij}$  e  $g_{ij}$ ; com  $f_{ij} > g_{ij}$ , e pela origem porque para  $x_{ij} = 0$ , é  $f_{ij}(0) = 0$ .

Nos pontos de salto, prefere-se sempre o custo menor.

O primeiro segmento refere-se aos valores  $x_{ij}$  tal que  $0 < x_{ij} \leq h_{ij}$  se  $q_{ij} \leq f_{ij} h_{ij}$ ; tal que  $0 < x_{ij} < h_{ij}$  se  $q_{ij} > f_{ij} h_{ij}$ ; (no nosso caso  $h_{ij}$  é sempre igual a 5 quilos).

O segundo segmento refere-se aos valores de  $x_{ij}$  tal que  $h_{ij} < x_{ij} < k_{ij}$  se  $q_{ij} < f_{ij} h_{ij}$ ; tal que  $h_{ij} \leq x_{ij} < k_{ij}$  se  $q_{ij} > f_{ij} h_{ij}$  (no nosso caso  $k_{ij}$  é sempre igual a 45 quilos).

O terceiro segmento refere-se aos valores de  $x_{ij}$  tal que  $k_{ij} \leq x_{ij} \leq l_{ij}$  (valor máximo da carga expedida) com  $0 < k_{ij} < l_{ij}$ .

Os gráficos seguintes ajudam a compreender melhor:

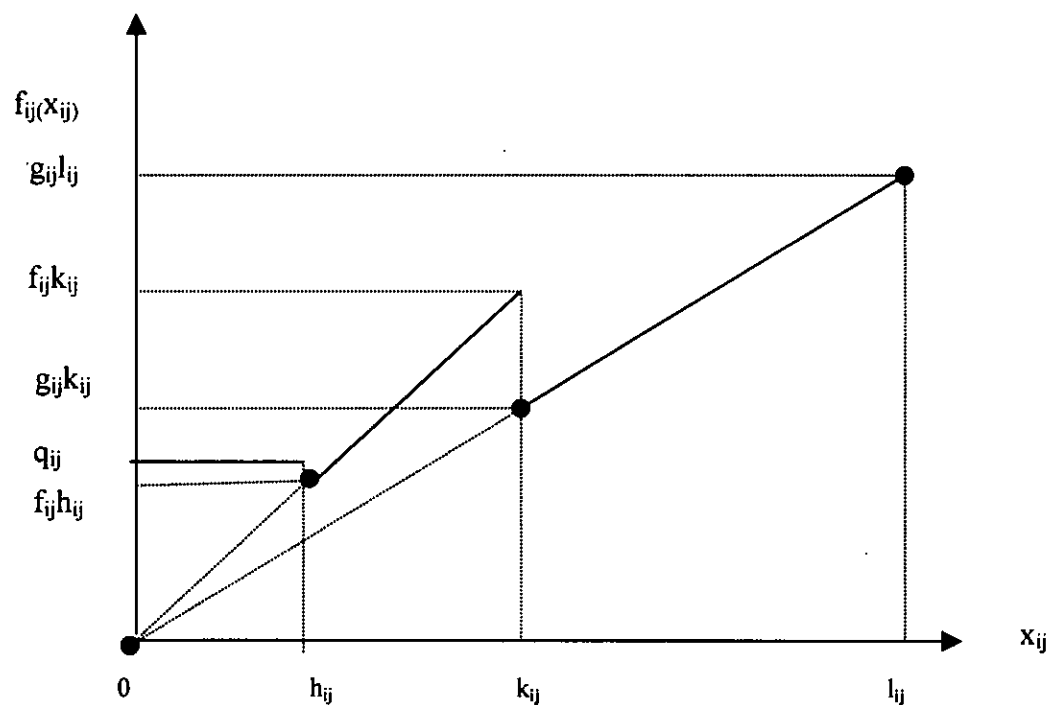


Fig. 5- Função de custos de carga da LAM, com  $q_{ij} > f_{ij} h_{ij}$

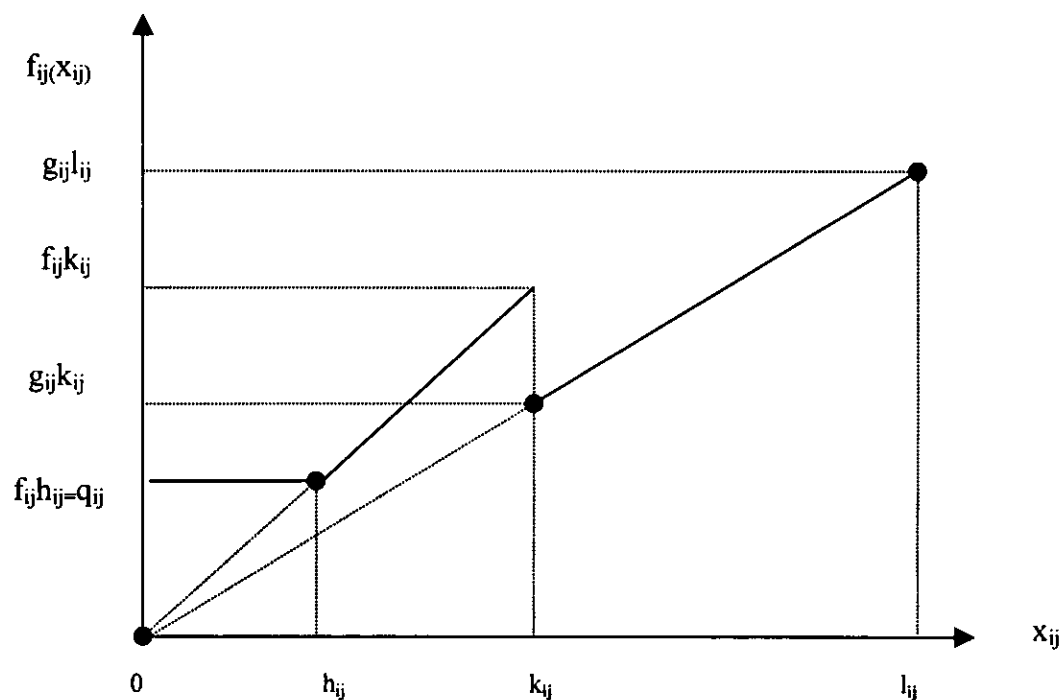


Fig. 6- Função de custos de carga da LAM, com  $q_{ij} = f_{ij} h_{ij}$

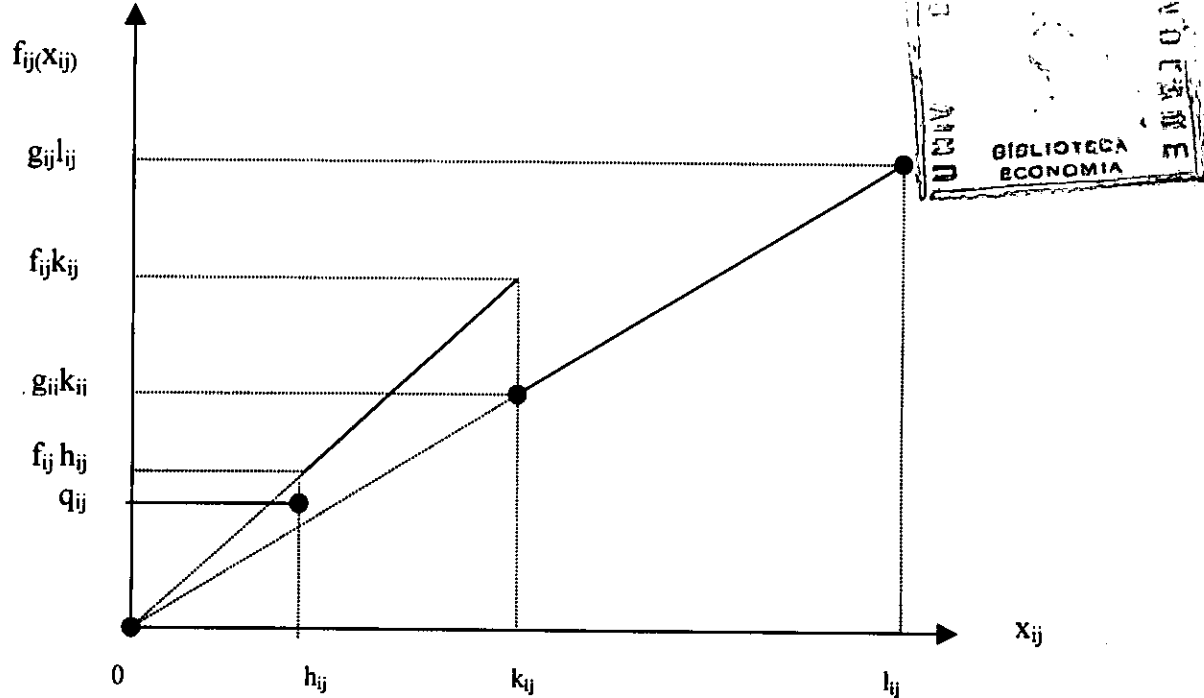


Fig. 7- Função de custos de carga da LAM com  $q_{ij} < f_{ij} h_{ij}$

De um modo geral a nossa função de custo é:

$$\text{minimizar } z = \sum_{i=1} \sum_{j \neq i} f_{ij}(x_{ij})$$

portanto, nem é linear, nem convexa separável poligonal, nem não convexa separável poligonal; temos que estudar a formulação adequada ao caso concreto. Para o efeito, definimos as seguintes variáveis binárias, uma para considerar o ponto (0, 0) e uma para cada segmento da função de custo  $f_{ij}(x_{ij})$ :

$$\delta_{ij0} = \begin{cases} 1 & \text{se } x_{ij} = 0 \\ 0 & \text{no caso contrário} \end{cases}$$

$$\delta_{ij1} = \begin{cases} 1 & \text{se } 0 < x_{ij} < h_{ij} \text{ (fig. 5 e 6) ou se } 0 < x_{ij} \leq h_{ij} \text{ (fig. 7)} \\ 0 & \text{no caso contrário} \end{cases}$$

$$\delta_{ij2} = \begin{cases} 1 & \text{se } h_{ij} \leq x_{ij} < k_{ij} \text{ (fig. 5 e 6) ou se } h_{ij} < x_{ij} < k_{ij} \text{ (fig. 7)} \\ 0 & \text{no caso contrário} \end{cases}$$

$$\delta_{ij3} = \begin{cases} 1 & \text{se } k_{ij} \leq x_{ij} \leq l_{ij} \\ 0 & \text{no caso contrário} \end{cases}$$

A função  $f_{ij}(x_{ij})$ , constituída pelo ponto  $(0, 0)$  e, pelos três segmentos  $(0, q_{ij}) - (h_{ij}, q_{ij})$ ;  $(h_{ij}, f_{ij} h_{ij}) - (k_{ij}, f_{ij} k_{ij})$ ;  $(k_{ij}, g_{ij} k_{ij}) - (l_{ij}, g_{ij} l_{ij})$  ilustrados no gráfico, pode-se representar como:

$$f_{ij}(x_{ij}) = 0 \lambda_{ij0} + q_{ij} \lambda_{ij1} + q_{ij} \lambda_{ij2} + f_{ij} h_{ij} \lambda_{ij3} + f_{ij} k_{ij} \lambda_{ij4} + g_{ij} k_{ij} \lambda_{ij5} + g_{ij} l_{ij} \lambda_{ij6}$$

$$x_{ij} = 0 \lambda_{ij0} + 0 \lambda_{ij1} + h_{ij} \lambda_{ij2} + h_{ij} \lambda_{ij3} + k_{ij} \lambda_{ij4} + k_{ij} \lambda_{ij5} + l_{ij} \lambda_{ij6}$$

$$\lambda_{ij0} + \lambda_{ij1} + \lambda_{ij2} + \lambda_{ij3} + \lambda_{ij4} + \lambda_{ij5} + \lambda_{ij6} = 1$$

$$\delta_{ij0} + \delta_{ij1} + \delta_{ij2} + \delta_{ij3} = 1$$

$$\lambda_{ij0} \leq \delta_{ij0}$$

$$\lambda_{ij1} + \lambda_{ij2} \leq \delta_{ij1}$$

$$\lambda_{ij3} + \lambda_{ij4} \leq \delta_{ij2}$$

$$\lambda_{ij5} + \lambda_{ij6} \leq \delta_{ij3}$$

$$x_{ij} \geq 0$$

$$\lambda_{ij0} \geq 0; \lambda_{ij1} \geq 0; \lambda_{ij2} \geq 0; \lambda_{ij3} \geq 0; \lambda_{ij4} \geq 0; \lambda_{ij5} \geq 0; \lambda_{ij6} \geq 0$$

$\delta_{ij0}; \delta_{ij1}; \delta_{ij2}; \delta_{ij3}$  são variáveis binárias

É evidente que a restrição  $\delta_{ij0} + \delta_{ij1} + \delta_{ij2} + \delta_{ij3} = 1$  permite que só uma das quatro variáveis binárias seja = 1:

- se  $\delta_{ij0} = 1$ , é claro que só  $\lambda_{ij0}$  pode ser positiva e igual a 1, portanto é representado o ponto  $(0, 0)$ ;
- se  $\delta_{ij1} = 1$ , é claro que só  $\lambda_{ij1}$  e  $\lambda_{ij2}$  podem ser positivas, portanto são representados os pontos do primeiro segmento;
- se  $\delta_{ij2} = 1$ , é claro que só  $\lambda_{ij3}$  e  $\lambda_{ij4}$  podem ser positivas, portanto são representados os pontos do segundo segmento e,
- se  $\delta_{ij3} = 1$ , é claro que só  $\lambda_{ij5}$  e  $\lambda_{ij6}$  podem ser positivas, portanto são representados os pontos do terceiro segmento.

Temos então a seguinte formulação completa do problema.

### Formulação Completa do Problema

Considerando:

$x_{ij}^r$  - número de livros  $r$  da delegação  $i$  para a delegação  $j$

$p_r$  - peso dum livro  $r$

$a_i^r$  - quantidade de livros  $r$  disponíveis na delegação  $i$

$b_j^r$  - quantidade de livros  $r$  necessários nos destinos  $j$

$\lambda_{ijs}$  - coeficiente relativo ao vértice  $s$ ,  $s = 0, \dots, 6$  da função  $f_{ij}(x_{ij})$ ,  $s = 0, \dots, 6$

A função objectiva é :

$$\text{minimizar } z = \sum_i \sum_{j \neq i} \{ 0 \lambda_{ij0} + q_{ij} \lambda_{ij1} + q_{ij} \lambda_{ij2} + f_{ij} h_{ij} \lambda_{ij3} + f_{ij} k_{ij} \lambda_{ij4} + g_{ij} k_{ij} \lambda_{ij5} + g_{ij} l_{ij} \lambda_{ij6} \}$$

sujeito a :

$$\sum_{j \neq i} x_{ij}^r \leq a_i^r$$

$$\sum_{i \neq j} x_{ij}^r \geq b_j^r$$

$$x_{ij} - \sum_r p_r x_{ij}^r = 0$$

$$\lambda_{ij0} + \lambda_{ij1} + \lambda_{ij2} + \lambda_{ij3} + \lambda_{ij4} + \lambda_{ij5} + \lambda_{ij6} = 1$$

$$\delta_{ij0} + \delta_{ij1} + \delta_{ij2} + \delta_{ij3} = 1$$

$$\lambda_{ij0} \leq \delta_{ij0}$$

$$\lambda_{ij1} + \lambda_{ij2} \leq \delta_{ij1}$$

$$\lambda_{ij3} + \lambda_{ij4} \leq \delta_{ij2}$$

$$\lambda_{ij5} + \lambda_{ij6} \leq \delta_{ij3}$$

$$x_{ij}^{(r)} \geq 0$$

$$\lambda_{ij0} \geq 0; \lambda_{ij1} \geq 0; \lambda_{ij2} \geq 0; \lambda_{ij3} \geq 0; \lambda_{ij4} \geq 0; \lambda_{ij5} \geq 0; \lambda_{ij6} \geq 0$$

$$\delta_{ij0}; \delta_{ij1}; \delta_{ij2}; \delta_{ij3} \text{ são variáveis binárias}$$

$$i = 1, \dots, 5; j = 1, \dots, 5, \text{ com } j \neq i; r = 1, \dots, 24$$

Mas não devemos introduzir variáveis para  $(ij) = (3,5)$  e  $(ij) = (5,3)$  porque estas rotas não existem; o modelo tem, portanto,  $18 \times 24$  variáveis  $x_{ij}^r$ ; 18 variáveis  $x_{ij}$ ;  $18 \times 7$  variáveis  $\lambda_{ijs}$ ,  $18 \times 4$  variáveis binárias e  $5 \times 24 + 18 \times 7$  restrições. A sua solução pode ser obtida muito rapidamente utilizando um programa de programação linear misto com variáveis contínuas e binárias.

Se for  $\sum a_i^r < \sum b_j^r$ , deverá proceder-se a redefinição de novos valores  $b_j^r$ , encontrando uma maneira de cortá-los, como por exemplo, reduzir todas as procuras de maneira proporcional, ou excluir algumas. Esta é uma decisão que se deve tomar, tendo em conta outros factores políticos, económicos e sociais.

Devido a definição das Funções de custo  $f_{ij}(x_{ij})$ , em que às vezes é mais económico enviar uma quantidade maior do que a necessária, pode-se modificar a formulação geral do problema, substituindo as restrições  $x_{ij} - \sum_r p_r x_{ij}^r = 0$  com as restrições  $x_{ij} - \sum_r p_r x_{ij}^r \geq 0$ , ou

com as restrições equivalentes  $x_{ij} - \sum_r p_r x_{ij}^r - y_{ij} = 0$ ;  $y_{ij} \geq 0$ , com  $y_{ij}$  variável de folga que representa uma carga extra.

Esta modificação permite que, se  $f_{ij}(\sum_r p_r x_{ij}^r)$  for maior que o custo correspondente a um valor maior de  $x_{ij}$  o programa sugere que se envie uma quantidade extra de carga,  $y_{ij}$ , que poderia servir para enviar outros materiais escolares.

Por exemplo na fig.5, se tivermos  $\sum_r p_r x_{ij}^r < h_{ij}$ , o que implica um custo maior em relação ao custo no ponto  $x_{ij} = h_{ij}$  o programa forneceria o valor óptimo de  $x_{ij} = h_{ij}$  e, indicaria o valor  $y_{ij}$  da carga extra que se pode juntar aos livros necessários.

Igualmente, se for  $h_{ij} < \sum_r p_r x_{ij}^r < k_{ij}$ , pode acontecer que  $f_{ij}(x_{ij}) > f_{ij}(k_{ij})$ . Neste caso, o programa forneceria o valor de  $x_{ij} = k_{ij}$  e indicaria o valor  $y_{ij}$  da carga extra que se pode enviar sem aumentar o custo e conseguindo até uma redução do custo total.

Este modelo pode ser desenvolvido e melhorado para ser aplicado noutros sectores, como por exemplo no Ministério da Saúde, em caso de uma emergência, quando numas regiões há falta de medicamentos e noutras regiões há a mais, sendo necessário redistribuir medicamentos, de modo a minimizar os custos totais de redistribuição.

# Conclusões e Recomendações

Neste trabalho fez-se o estudo do sistema de distribuição do livro escolar, dos modelos matemáticos de programação linear e propôs-se um modelo de redistribuição que se adequa ao caso. As conclusões do estudo e as recomendações são as seguintes:

## Conclusões

De acordo com a investigação levada a cabo, neste trabalho de licenciatura, julga-se viável seguir-se uma metodologia de redistribuição programada do livro escolar, de acordo com as condições económico-financeiras da empresa utilizando as técnicas de Investigação Operacional com vista a minimizar os custos totais de redistribuição.

A aplicação do modelo de optimização apresentado exige uma boa organização contabilística, um controle permanente das existências e uma rede eficiente de informações de modo que as anomalias sejam detectadas a tempo de serem corrigidas. Estas exigências têm o seu custo, mas o resultado da aplicação deste modelo proporcionará grandes vantagens para a empresa e para os alunos.

Quanto à distribuição do livro escolar, o actual método adoptado pela Caixa Escolar para a definição de preços, selecção dos comerciantes e transportadores não permite a optimização. Mas também, neste contexto, se a Caixa Escolar se empenhasse no problema, começando a considerar as soluções alternativas de distribuição, certamente os métodos da Investigação Operacional poderiam dar uma contribuição científica para resolver o problema.

## Recomendações

De acordo com as conclusões, recomenda-se à Diname, E.E. um estudo de viabilidade económico-financeira para investimento na área de informática e treinamento de pessoal para facilmente se obter informações das existências e poder-se fazer uma gestão adequada.

Recomenda-se à Caixa Escolar um estudo pormenorizado do sistema de distribuição do livro escolar com vista a:

- identificar os problemas enfrentados a vários níveis;
- analisar o impacto das políticas de preço do livro e outros, com vista a melhorar o sistema de distribuição em geral e,



- formular um modelo de gestão dos seus recursos financeiros de modo a realizar também os outros objectivos para a qual foi criada, nomeadamente: fornecimento de fardamentos, lanches e almoços aos alunos com poucas posses.

Finalmente recomenda-se à Caixa Escolar, bem como à Diname, E.E., um estudo de viabilidade de impressão do livro escolar no país, tendo em conta a situação do parque industrial, de modo que não se verifique falta de livros escolares - bem indispensável no processo de ensino-aprendizagem.

## Anexo I

**Tabela 1- Gráfico de Gantt – O processo de compra do livro escolar**

| Tempo *<br>Actividade | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 |
|-----------------------|---|---|---|---|---|---|---|---|---|----|----|----|----|----|----|
| A                     |   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |
| B                     |   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |
| C                     |   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |
| D                     |   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |
| E                     |   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |
| F                     |   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |
| G                     |   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |
| H                     |   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |

\*semanas

### Descrição das actividades

A - *procurement*

B - primeira impressão

C - controle de qualidade

D - impressão definitiva

E - inspecção pré-embarque

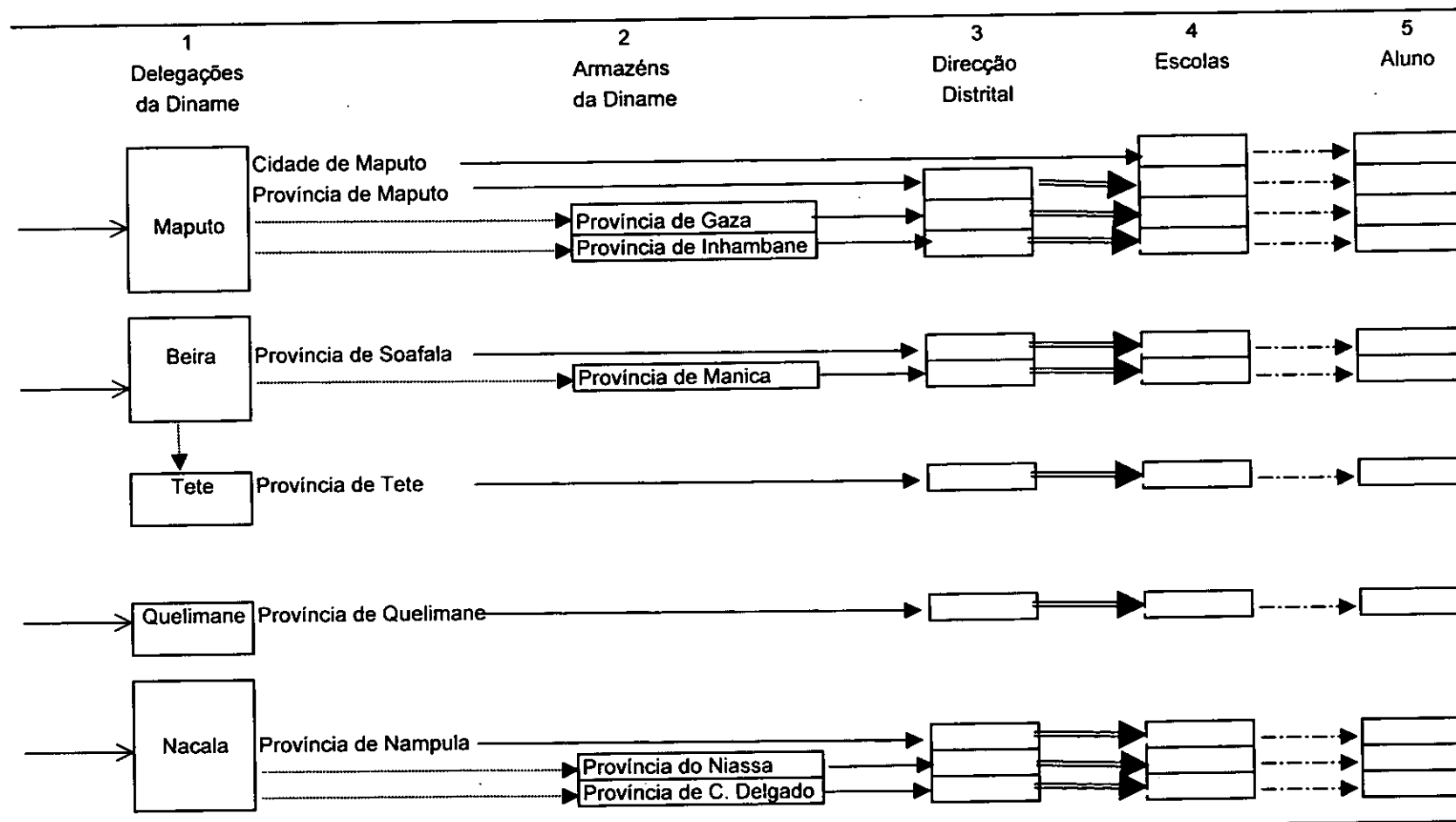
F - embarque

G - desalfandegamento

H - arrumação e preparação para distribuição

Anexo II

Tabela 2 - Esquema geral do processo de distribuição do livro escolar em Moçambique



Legenda:

- > Chegada do estrangeiro por via marítima
- .....> Transporte da responsabilidade da Diname, E.E.
- > Transporte da responsabilidade dos comerciantes
- =====> Transporte da responsabilidade dos transportadores
- =====> Distribuição da responsabilidade da Caixa Escolar e direcção da escola

### Anexo III

**Tabela 3 - Livros da 1ª e 2ª Classes distribuídos na Província de Maputo**

1º Semestre de 1998

| Comerciante | Distrito   | Quantidade<br>Unidades | Margem<br>Bruta-MT |
|-------------|------------|------------------------|--------------------|
| A           | Manhiça    | 25.512                 | 51.024.000,00      |
|             | Magude     | 11.000                 | 22.000.000,00      |
| B           | Marracuene | 11.400                 | 22.800.000,00      |
|             | Boane      | 13.900                 | 27.800.000,00      |
| C           | Matola     | 74.146                 | 148.292.000,00     |
|             | Matutuine  | 8.786                  | 17.572.000,00      |
| D           | Namaacha   | 9.864                  | 19.728.000,00      |
|             | Moamba     | 8.934                  | 17.868.000,00      |

Fonte: Relatório de Contas da D. P. de Educação de Maputo-1998

\*Foi considerada uma margem unitária de 2.000,00MT(média)

## Anexo IV

**Tabela 4 –Efectivos escolares – nacionais: 1ª e 2º Classes**

|              | 1995           | 1996           | 1997             |
|--------------|----------------|----------------|------------------|
| 1ª Classe    | 476.839        | 550.258        | 600.762          |
| 2ª Classe    | 345.111        | 94.029         | 444.776          |
| <b>Total</b> | <b>821.950</b> | <b>944.287</b> | <b>1.045.538</b> |

Fonte: Estatísticas do Ministério da Educação 1996/97/98

Tabela 5 - Balanços da Diname, E.E. (milhares de meticais)

|   | Ano fiscal        |                   |                   |
|---|-------------------|-------------------|-------------------|
|   | 1995              | 1996              | 1997              |
| <b>ACTIVO</b>                           |                   |                   |                   |
| <b>1. Meios Circulantes Financeiros</b> |                   |                   |                   |
| 11 caixa                                | 9.736             | 44.480            | 148.333           |
| 12 bancos                               | 2.285.057         | 8.665.748         | 14.954.324        |
| 13 clientes                             | 1.362.172         | 2.286.180         | 2.195.332         |
| 14 devedores estado                     | 182.017           | 1.246.684         | 1.246.684         |
| 15 devedores trabalhadores              | 143.799           | 372.744           | 914.375           |
| 18 outros devedores                     | 369.174           | 1.501.429         | 3.057.560         |
| 19 antecipações activas                 | -                 | 2.330             | 8.000             |
|   | 4.351.955         | 14.119.596        | 22.524.608        |
| <b>2. Meios Circulantes Materiais</b>   |                   |                   |                   |
| 21 mercadorias                          | 5.550.283         | 5.067.216         | 10.794.410        |
| 22 produtos acabados                    | 2.438.732         | 4.394.289         | 4.414.160         |
| 25 matérias primas                      | 1.592.457         | 1.150.298         | 2.556.223         |
|   | 9.581.472         | 10.611.804        | 17.764.793        |
| <b>3. Meios Imobilizados</b>            |                   |                   |                   |
| 31 construções                          | 1.093.416         | 3.697.632         | 5.537.218         |
| 32 equipamentos                         | 1.599.510         | 5.287.540         | 7.983.005         |
| 33 outros meios básicos                 | 455.386           | 1.869.848         | 3.688.168         |
| 34 grandes reparações                   | 640.435           | 640.435           | 640.435           |
| 35 encargos Plurianuais                 | 315.237           | 4.469.371         | 4.469.371         |
| 39 amortizações                         | (2.005.646)       | (3.738.592)       | (6.080.134)       |
|   | 2.098.338         | 12.226.233        | 16.238.062        |
| <b>Total do activo líquido</b>          | <b>16.031.765</b> | <b>36.957.632</b> | <b>56.527.463</b> |
| <b>PASSIVO</b>                          |                   |                   |                   |
| <b>4. Credores</b>                      |                   |                   |                   |
| 43 fornecedores                         | 179.479           | 1.946.852         | 13.102.297        |
| 44 credores estado                      | 33.607            | 91.271            | 130.742           |
| 45 credores trabalhadores               | 4.775             | 5.123             | 6.251             |
| 48 outros credores                      | 8.412.946         | 11.356.589        | 9.286.902         |
| 49 antecipações passivas                | 94.897            | 2.701.131         | 6.097.889         |
|   | 8.725.704         | 16.100.966        | 28.624.081        |
| <b>5. Fundos próprios</b>               |                   |                   |                   |
| 52 fundo para m. imobilizados           | 60.459            | 10.317.138        | 10.317.138        |
| 5.2 fundo para meios circulantes        | 189.541           | 1.400.277         | 1.400.277         |
| 5.3 fundo para investimento             | 7.260.213         | 7.260.213         | 11.223.925        |
| 57 reservas                             | 72.164            | 72.164            | 72.164            |
| 58 provisões                            | 8.300             | 328.791           | 168.545           |
| 59 lucros e prejuízos acumulados        |                   |                   |                   |
| de exercícios anteriores                | (523.426)         | (284.617)         | 1.478.083         |
| do exercício                            | 238.809           | 1.762.700         | 3.243.251         |
|   | 7.306.060         | 20.856.666        | 27.903.383        |
| <b>Total do passivo</b>                 | <b>16.031.765</b> | <b>36.957.632</b> | <b>56.527.463</b> |

Fonte: Relatórios de Contas da Diname, E.E. (1996 e 1997)

## Anexo VI

**Tabela 6 – Tarifas da LAM – para carga**

| Rotas             | 0 – 5kg<br>Mínimo | 5Kg - 45Kg<br>por kg | >45Kg<br>por kg |
|-------------------|-------------------|----------------------|-----------------|
| Maputo/Beira      | 70.000,00         | 13.000,00            | 10.000,00       |
| Beira/Maputo      | 50.000,00         | 10.000,00            | 8.000,00        |
| Maputo/Nampula    | 100.000,00        | 20.000,00            | 15.000,00       |
| Nampula/Maputo    | 70.000,00         | 15.000,00            | 12.000,00       |
| Maputo/Quelimane  | 80.000,00         | 16.000,00            | 12.000,00       |
| Quelimane/Maputo  | 60.000,00         | 12.000,00            | 9.000,00        |
| Maputo/Tete       | 80.000,00         | 16.000,00            | 12.000,00       |
| Tete/Maputo       | 60.000,00         | 10.000,00            | 8.000,00        |
| Beira/Nampula     | 50.000,00         | 10.000,00            | 8.000,00        |
| Nampula/Beira     | 50.000,00         | 10.000,00            | 8.000,00        |
| Beira/Quelimane   | 40.000,00         | 7.000,00             | 6.000,00        |
| Quelimane/Beira   | 40.000,00         | 7.000,00             | 6.000,00        |
| Beira/Tete        | 40.000,00         | 7.000,00             | 6.000,00        |
| Tete/Beira        | 40.000,00         | 7.000,00             | 6.000,00        |
| Nampula/Quelimane | 50.000,00         | 10.000,00            | 7.000,00        |
| Quelimane/Nampula | 50.000,00         | 10.000,00            | 7.000,00        |
| Quelimane/Tete    | 50.000,00         | 10.000,00            | 7.000,00        |
| Tete/Quelimane    | 50.000,00         | 10.000,00            | 7.000,00        |
| Nampula /Tete     | -                 | -                    | -               |
| Tete/Nampula      | -                 | -                    | -               |

Fonte: Terminal de Carga da LAM – Maputo- 6/11/98

Nota: Taxa de aeroporto 1.200,00MT/kg.

# Bibliografia

- Askerud, P. Tradução de Jorge, A. 1997. *Guia para a Provisão Sustentável do Livro*. Maputo: Promédia.
- Borges, A.; Rodrigues, A. e Rodrigues, R. 1989. *Elementos de Contabilidade Geral*. 9ª Edição. Lisboa: Rei dos Livros.
- Bronson, R. 1985. *Pesquisa Operacional*. Brasil: Mc Graw Hill.
- Chiang, A. 1982. *Matemática para Economistas*. São Paulo: Mc Graw-Hill.
- De Angelis, V. 1996/97. Textos de Apoio da Cadeira de Investigação Operacional. Faculdade de Economia. Universidade Eduardo Mondlane.
- De Angelis, V. 1998/99. Textos de Apoio da Cadeira de Investigação Operacional. Faculdade de Economia. Universidade Eduardo Mondlane.
- Dias, S. 1985. *Marketing: Política e Estratégia de Distribuição*. São Paulo: Atlas.
- Diname, E.E.. 1997. Relatório de Contas de 1996. Maputo. Moçambique.
- Diname, E.E.. 1998. Relatório de Contas de 1997. Maputo. Moçambique.
- Ehrlich, P. 1985. *Pesquisa Operacional*. Brasil: Atlas.
- Guerreiro, J.; Magalhães, A. e Ramalheite, M. 1985. *Programação Linear*. Volume 1. Lisboa: McGraw-Hill.
- Guerreiro, J.; Magalhães, A. e Ramalheite, M. 1985. *Programação Linear*. Volume 2. Lisboa: McGraw-Hill.
- Hillier, S. e Lieberman, G. 1988. *Introdução à Pesquisa Operacional*. Rio de Janeiro: Editora Campus.



Linde, G. 1994. Adequação do Apoio Financeiro ao Sector Educacional em Moçambique. Maputo: INDE.

Moçambique, Ministério da Educação 1996.1997.1998. Estatísticas Anuais. Maputo.

Moçambique. 1997. Resolução nº13/84. Plano Geral de Contabilidade. 6ª Edição. Maputo.

Moçambique, Direcção Nacional de Planificação – Ministério do Plano e Finanças 1998. *In* Boletim Estatístico nº20, Ano 6. Banco de Moçambique. Maputo.

Simão, A. 1989. Perspectivas de Racionalização dos Processos de Produção e Distribuição do Livro Escolar. Trabalho de Licenciatura em Gestão, Faculdade de Economia, Universidade Eduardo Mondlane.

Silva, H. e Matos, M. 1997. *Técnicas de Organização Empresarial*. Lisboa: Texto Editora.

Wagner, H. 1986. *Pesquisa Operacional*. Rio de Janeiro: Prentice Hall.

Zermati, P. 1990. *A Gestão de Stocks*. Lisboa: Presença.

