
Lotes Económicos

Lot-Sizing

Maria Antónia Carravilla
FEUP, Abril 1997

Lotes Económicos

- Com os lotes económicos pretende-se
 - fixar quantidades
 - a produzir
 - a encomendar
 - seguindo **objectivos**
 - de **ordem prática**
 - económicos (tais como **minimizar os custos globais** num horizonte de planeamento)

Lotes Económicos

Exemplo - Produto X

Semana	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Necessidades Líquidas	40	0	70	20	0	0	50	30	10	100	80	65	70

Ordens Programadas

caso 1	40		70	20			50	30	10	100	80	65	70
caso 2	110			20			90			245			70
caso 3	50		60	50			50		50	60	80	65	70

Caso 1 - ordens emitidas período a período, nas quantidades necessárias

Caso 2 - ordens com quantidades para cobrir n períodos imediatos

Caso 3 - fixar quantidade mínima para uma ordem

quantidades que satisfaçam o menor número de períodos consecutivos

Soluções para o problema

- Determinação de soluções óptimas
 - o que é uma **solução óptima**?
 - programação dinâmica (Wagner-Whitin)
 - métodos **pouco eficientes**
- Determinação de soluções satisfatórias
 - algoritmos heurísticos (regras inteligentes)

Algoritmos heurísticos

- Quantidade económica (QE)
- Periodicidade económica (PE)
- Menor custo unitário (MCU)
- Menor custo total (MCT)
- Menor custo total ajustado (MCTA)
- Siver Meal

Quantidade económica (QE)

Periodicidade económica (PE)

$$QE = \sqrt{\frac{2Ad}{c_2}}$$
$$PE = \frac{QE}{d}$$

- A - custo fixo de encomenda
- d - taxa de procura (média)
- c_2 - custo de posse por unidade de artigo e por unidade de tempo

Quantidade económica - Periodicidade económica

Exemplo

- A - 900\$00
- d - 2000 unidades/ano
- c_2 - 0.25/ano* 500\$00=125\$00/(ano*unidade)

$$QE = \sqrt{\frac{2Ad}{c_2}} \cong 170$$

$$PE = \frac{QE}{d} = \frac{170}{2000} = 0.085 \text{anos} = 4.42 \text{semanas}$$

Cada ordem preenche as necessidades de 4 ou 5 semanas

Quantidade económica - Periodicidade económica

Exemplo

Semana	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Necessidades Líquidas	40	0	70	20	0	0	50	30	10	100	80	65	70
Ordens Programadas													
QE	170						170				170		170
Existências (QE)	130	130	60	40	40	40	160	130	120	20	110	45	145
PE	130						190				215		
Existências (PE)	90	90	20	0	0	0	140	110	100	0	135	70	0

Menor custo unitário (MCU)

- pretende-se encontrar quantidade a encomendar
 - **minimizando custo total por unidade** encomendada

custo total por unidade encomendada =

custo unitário de lançamento

+

custo unitário de posse

Menor custo unitário

Exemplo

$$c_2 = 125\$00 / (\textit{ano} \cdot \textit{unidade}) = 2\$40 / (\textit{semana} \cdot \textit{unidade})$$

$$\textit{Hip.1} \begin{cases} Q_1 = 40 \\ \textit{Cut} = \frac{A}{Q_1} + p = \frac{900\$00}{40} + 0 = 22\$50 \end{cases}$$

$$\textit{Hip.2} \begin{cases} Q_1 = 40 + 70 = 110 \\ \textit{Cut} = \frac{A}{Q_1} + p = \frac{900\$00}{110} + \frac{(110 - 40) \cdot 2 \cdot 2\$40}{110} = 11\$20 \end{cases}$$

$$\textit{Hip.3} \begin{cases} Q_1 = 40 + 70 + 20 = 130 \\ \textit{Cut} = 10\$60 \end{cases}$$

Menor custo unitário

$$\textit{Hip.4} \begin{cases} Q_1 = 40 + 70 + 20 + 50 = 180 \\ \textit{Cut} = 11\$70 \end{cases}$$

Menor custo unitário

Exemplo

Semana	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Necessidades Líquidas	40	0	70	20	0	0	50	30	10	100	80	65	70
Ordens Programadas													
MCU	130						190				215		
Existências (MCU)	90	90	20	0	0	0	140	110	100	0	135	70	0

Menor custo total (MCT)

- pretende-se encontrar quantidade a encomendar
 - **minimizando custo total** no horizonte de planeamento
- custo de lançamento = custo de posse

$$A = c_2 \frac{Q}{2} \Leftrightarrow \frac{A}{c_2} = \frac{Q}{2}$$
$$n_e = \frac{A}{c_2}$$

Número económico de artigos

Menor custo total

Exemplo

$$c_2 = 2\$40 / (\textit{semana} \cdot \textit{unidade})$$

$$n_e = \frac{A}{c_2} = \frac{900\$00}{2\$40} = 374 \textit{peças} \cdot \textit{semana}$$

Semana	Necessidades líquidas	Tempo de armazenamento			Peças semana	Acumulado
1	40	x	0	=	0	0
3	70	x	2	=	140	140
4	20	x	3	=	60	200
7	50	x	6	=	300	(374) 500

valor mais próximo de n_e

Menor custo total - Menor custo total ajustado

Exemplo

Semana	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Necessidades Líquidas	40	0	70	20	0	0	50	30	10	100	80	65	70
Ordens Programadas													
MCT	180							220				135	
Existências (MCT)	140	140	70	50	50	50	0	190	180	80	0	70	0
MCTA	130						90			315			
Existências (MCTA)	90	90	20	0	0	0	40	10	0	215	135	70	0

Silver Meal

- pretende-se encontrar quantidade a encomendar
 - minimizando

TRCUT(T)=custo total global por período

=

custo de encomenda + custos de posse até fim período T
T

T = número de períodos de tempo nos quais será utilizada a quantidade encomendada

Silver Meal

Exemplo

$$\begin{array}{llll} T = 1 & Q_1 = 40 & TRCUT(1) = & \frac{900\$00 + 0\$00}{1} = 900\$00 \\ T = 3 & Q_1 = 110 & TRCUT(3) = & \frac{900\$00 + (2 \cdot 70) \cdot 2\$40}{3} = 412\$00 \\ T = 4 & Q_1 = 130 & TRCUT(4) = & \frac{900\$00 + (2 \cdot 70 + 3 \cdot 20) \cdot 2\$40}{4} = 345\$00 \\ T = 7 & Q_1 = 180 & TRCUT(7) = & \dots = 300\$00 \\ T = 8 & Q_1 = 210 & TRCUT(8) = & \dots = 325\$00 \end{array}$$

Silver Meal

Exemplo

Semana	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Necessidades Líquidas	40	0	70	20	0	0	50	30	10	100	80	65	70
Ordens Programadas													
Silver Meal	180							40		245			70
Existências	140	140	70	50	50	50	0	10	0	145	65	0	0
(Silver Meal)													