

Gestão de stocks

Introdução

A **Gestão de stocks** é uma área da administração das empresas, pois o desempenho nesta área tem reflexos imediatos nos resultados comerciais e financeiros da empresa (Francischini et al., 2002).

O objetivo da **gestão de stocks** envolve a determinação de três decisões principais:

- quanto encomendar,
- quando encomendar;
- quantidade de *stock* de segurança que se deve manter para que cada artigo assegure um nível de serviço satisfatório para o cliente.

Estas decisões assumem uma dinâmica repetitiva ao longo do tempo, e tornam-se complexas devido ao enorme leque de fatores envolvidos na tomada das mesmas (Benchkovsky, 1964, p. 689). Para resolver este problema utiliza procedimentos matemáticos e estatísticos entre eles:

- Classificação dos itens estocados, em destaque a classificação ABC (Análise de Pareto) (Francischini et al., 2002, p. 97-102).
- Estimativas de demandas, classificadas em dependente e independente.
- Estimativas de parâmetros como Stock Máximo, Stock De Segurança (Francischini et al., 2002, p. 152-157), Ponto De Encomenda (Francischini et al., 2002, p. 159).

Todas as organizações, seja qual for o sector de actividade em que operem, partilham a seguinte dificuldade: como efetuar a manutenção e controlo do *stock*. Este problema não reside apenas nas empresas mas também em instituições de carácter social e/ou de índole não lucrativo, visto os *stocks* existirem transversalmente na sociedade, sejam em explorações agrícolas, fabricantes, grossistas, retalhistas, mas também em escolas, igrejas, prisões e em todo o tipo de estabelecimentos comerciais. Apesar deste problema existir desde sempre, apenas no século XX se começaram a estudar e a desenvolver técnicas no sentido de lidar com esta questão, que se tornou mais relevante depois da Segunda Guerra Mundial, onde a incerteza era constante e que levou a que se dessem, de uma forma mais ou menos secreta, os primeiros passos na gestão de *stocks*. Se teoricamente, a gestão de *stocks* é a área das operações organizacionais mais desenvolvida, a prática mostra precisamente o contrário (Tersine, 1988, p. 3).

Fazer com que um produto em *stock* esteja constantemente pronto a dar resposta a uma encomenda de um cliente será uma boa definição para gestão de *stocks*. A sua boa gestão passa por satisfazer a exigência, satisfazendo também a componente económica (Zermati, 1986, p. 18).

Índice

- 1 Classificação de *stocks*
- 2 Decisões na gestão de *stocks*
- 3 Custos da gestão de *stocks*
 - 3.1 Custos de aprovisionamento
 - 3.2 Custos de posse
 - 3.3 Custos de rutura
- 4 Sistemas de procura independente: modelos determinísticos
 - 4.1 Sistemas de quantidade fixa de encomenda
 - 4.1.1 Quantidade económica de encomenda (EOQ)
 - 4.1.2 Descontos de quantidade
 - 4.2 Sistemas de produção em lotes
 - 4.2.1 Quantidade económica de produção (EPQ)
 - 4.3 Sistemas periódicos de encomenda
 - 4.3.1 Intervalo ótimo de encomenda (EOI)
- 5 Sistemas de procura discreta ou variável: modelos determinísticos
 - 5.1 Encomendas lote a lote (LFL)
 - 5.2 Quantidade periódica de encomenda
 - 5.3 Algoritmo Wagner-Whitin
 - 5.4 Algoritmo Silver-Meal
 - 5.5 Algoritmo peça-período
- 6 Sistemas de procura independente: modelos probabilísticos
 - 6.1 *Stock* de segurança
 - 6.2 Análise estatística
 - 6.3 Custos de rutura
 - 6.4 Nível de serviço
- 7 Restrições
 - 7.1 Restrição de capital
 - 7.2 Restrição da capacidade de armazenagem
- 8 Quantidade única de encomenda
- 9 Sistemas de procura dependente: planeamento das necessidades de materiais (MRP)
 - 9.1 MRP
- 10 *Stock* em processo de fabrico e *Just-in-Time*
 - 10.1 *Stock* em processo de fabrico
 - 10.2 *Just-in-Time* (JIT)
- 11 Sistemas de distribuição de *stocks*
 - 11.1 Sistemas de distribuição Push vs Pull
 - 11.2 Planeamento das necessidades de distribuição (DRP)
- 12 Medição e avaliação do *stock*
 - 12.1 Fluxo de custos ou de capital
 - 12.1.1 FIFO
 - 12.1.2 LIFO
- 13 Bibliografia

1-Classificação de *stocks*



Imagem 1 - Armazém com artigos em *stock*.

Classes preconizadas por Plossl (1985, p. 20):

- Matéria-prima - são diversos tipos de materiais usados no processo de fabrico e que servirão para a obtenção do produto final;
- Componentes - subconjuntos que irão constituir o conjunto final do produto;
- Produtos em via de fabrico - componentes ou materiais que estão em espera no processo produtivo;
- Produtos acabados - são os produtos finais que se encontram para venda, para distribuição ou armazenagem.

Baseado na sua utilidade, os *stocks* podem ainda ser colocados numa destas categorias (Tersine, 1988, p. 7).

- *Stock* em lotes - constitui o *stock* adquirido no sentido de antecipar as exigências, nesse sentido, é feita uma encomenda em lotes numa quantidade maior do que o necessário;
- *Stock* de segurança - é o *stock* destinado a fazer face a incertezas tanto do ponto de vista do fornecimento como das vendas;
- *Stock sazonal* - trata-se do *stock* constituído para afrontar picos de procura sazonais, ou ruturas na capacidade produtiva.
- *Stock* em trânsito - são artigos armazenados com vista a entrarem no processo produtivo;
- *Stock* de desacoplamento - trata-se do *stock* acumulado entre actividade da produção ou em fases dependentes.

É ainda referido por Silver et al. (1998, p. 30) outra categoria:

- *Stock* parado ou congestionado - este é designado desta forma visto os artigos terem uma produção limitada, entrando por isso numa espécie de competição. Visto os diferentes artigos partilharem o mesmo equipamento de produção e os tempos de instalação, os produtos tendem a acumular enquanto esperam que o equipamento fique disponível.

2-Decisões na gestão de *stocks*

Classificação de algumas decisões a tomar na gestão de *stocks*, por categorias e sub-categorias:
Periodicidade

1. Encomenda única
2. Mais de uma encomenda



• Imagem 2 - Armazém com artigos em *stock*.

- Origem
 1. Exterior ao fornecedor
 2. Do fornecedor
- Procura
 1. Procura constante
 2. Procura variável
 3. Procura independente
 4. Procura dependente
- Lead time ou tempo de aprovisionamento
 1. Lead time constante
 2. Lead time variável
- Sistemas de gestão de *stocks*
 1. Revisão contínua
 2. Revisão periódica
 3. MRP
 4. DRP
 5. Quantidade ótima de encomenda

3 - Custos da gestão de *stocks*

3.1 Custos de aprovisionamento

Corresponde ao custo de processamento da encomenda, que poderá ser a compra feita a um fornecedor, mas também aos custos associados à inspeção e transferência do material, assim como os custos relativos à produção (Plossl, 1985, p. 21).

3.2 Custos de posse

São os custos diretamente relacionados com a manutenção dos artigos em *stock*, poderão ser de obsolescência, de deterioração, impostos, seguros, custo do armazém e sua manutenção e custos do capital (Plossl, 1985, p. 22).

3.3 Custos de rutura

Estes custos surgem quando não há material disponível para fazer face ao(s) pedido(s) do(s) cliente(s). Com isso, não só são gastas mais horas e trabalho na elaboração de novos pedidos, como em casos extremos poderá levar à perda do(s) cliente(s) (Plossl, 1985, p. 22).

Embora estes sejam considerados os três principais custos associados à gestão de *stocks*, Plossl (1985, p. 22), refere ainda um quarto grupo, designado por *custo associado à capacidade*, que são os custos relacionados com questões laborais como horas extraordinárias, subcontratações, despedimentos, formações e períodos de inatividade por parte do trabalhador.

4 - Sistemas de procura independente: modelos determinísticos

Um dos fatores principais que levam as organizações a constituir *stock* é a possibilidade dessa mesma organização poder adquirir ou produzir artigos em lotes de quantidade económica. As organizações que usam lotes de quantidade económica, fazem-no sentido de manter um *stock* de artigos mais ou menos regular, artigos esses, que têm uma procura constante e independente. Os lotes de quantidade económica são estabelecidos por estes modelos determinísticos para artigos com procura independente, sejam eles produzidos ou adquiridos. Para determinar a melhor política no que toca à gestão de *stocks*, é necessária informação sobre previsões da procura, custos associados à gestão de *stocks* e tempo de aprovisionamento. Nos modelos determinísticos, as variáveis e todos os parâmetros são conhecidos ou podem ser calculados. A taxa de procura e os custos são também conhecidos com elevado grau de certeza e pressupõe-se que o tempo de reaprovisionamento é constante e independente da procura (Tersine, 1988, p. 90).

4.1 Sistemas de quantidade fixa de encomenda

As respostas às questões quando e quanto encomendar, dependem do natureza da procura e dos parâmetros usados para caracterizar o sistema. Neste caso, é assumido que a procura é conhecida e constante, o que significa que o número de artigos a encomendar e o tempo entre o processamento de encomendas não sofrem também eles variação. Os artigos são sujeitos a uma revisão contínua e

quando o ponto de encomenda atinge um determinado nível, é feito o pedido de uma nova encomenda com um número fixo de artigos (Tersine, 1988, p. 90).

4.1.1 Quantidade económica de encomenda (EOQ)

A quantidade a encomendar que minimiza o custo total é designada por quantidade económica de encomenda. O nível máximo de *stock* Q é atingido no momento em que se verifica a receção de encomenda e o nível mínimo no momento imediatamente anterior à sua receção. Quando o nível de *stock* atinge o ponto de encomenda s , uma nova encomenda de Q unidades é colocada. A política de gestão a adotar é portanto a minimização do custo total anual (C_T) (UM/ano) que é dado por:

$$CT = D * C + \frac{C_a * D}{Q} + \frac{Ic * Q}{2}$$

onde:

- Q = quantidade a encomendar (unidades)
- c = custo unitário (UM/unidade)
- D = procura anual do artigo (unidades/ano)
- Ic = custo de posse unitário anual por unidade (UM/unidade ano)
- C_a = custo associado à realização de uma encomenda (UM)
- L = prazo de aprovisionamento

e o ponto de encomenda s traduz-se da seguinte forma:

$$s = D * L \text{ (Tersine, 1988, p. 91).}$$

Nota: as variáveis foram adaptadas ao português no sentido de facilitar a compreensão.

4.1.2 Descontos de quantidade

É um processo recorrente por parte dos fornecedores, aplicar descontos nos artigos de uma encomenda no sentido de incentivar os compradores a encomendar em grandes quantidades. Sendo verdade que o comprador beneficia ao ver reduzido o preço unitário, por outro lado ao encomendar em grandes quantidades aumenta o custo de posse, visto aumentar o seu nível de *stock*. O objetivo consiste em identificar a quantidade ideal que minimize o custo total. São normalmente destacados dois tipos de descontos de quantidade, o desconto em todas as unidades, que resulta na redução do preço unitário na compra de grandes quantidades e o desconto incremental que aplica a redução de preço apenas se a encomenda de alguns artigos atingir uma quantidade previamente estabelecida, ou seja podem existir vários preços dentro do mesmo lote encomendado (Tersine, 1988, p. 99).

4.2 Sistemas de produção em lotes

Neste sistema, a constituição dos artigos em *stock* faz-se em lotes, onde os produtos 'competem' pela capacidade de produção enquanto componentes individuais ou da mesma família de produtos, sendo muitas vezes produzidos com o mesmo equipamento. O planeamento da produção por lotes envolve a determinação do número ideal de artigos que deverão fazer parte de cada produção, esperando com isso minimizar o custo total anual (Tersine, 1988, p. 121).

4.2.1 - Quantidade económica de produção (EPQ)

Este modelo pressupõe que quantidade encomendada de um determinado artigo é recebida num determinado tempo previamente estabelecido, para satisfazer as necessidades daquele período. Este conceito é aplicável quer o produto seja produzido internamente ou adquirido externamente. Este modelo torna-se importante na medida em que, se um artigo produzido com procura constante é de imediato constituído em *stock*, é fundamental que a quantidade de produção a encomendar seja desde logo determinada (Tersine, 1988, p. 121).

4.3 - Sistemas periódicos de encomenda

São sistemas em que as encomendas são colocadas de **T** em **T** períodos de tempo previamente determinados e onde a quantidade a encomendar depende da procura (conhecida) entre revisões. De **T** em **T** períodos de tempo faz-se uma revisão do *stock* e encomenda-se a quantidade necessária para elevar o nível de *stock* ao nível máximo pretendido (Tersine, 1988, p. 135).

4.3.1 - Intervalo ótimo de encomenda (EOI)

Este modelo também designado por valor ótimo de **T** tem como objetivo principal determinar **T** e o respetivo valor máximo de *stock* associado. Este valor ótimo de **T** obtém-se com a minimização do custo total anual, para um só artigo, e é dado por (Tersine, 1988, p. 136):

$$T = \sqrt{\frac{2 * C_a}{Ic * D}}$$

$$s = D * (L + T)$$

onde:

- **T** = valor ótimo de tempo entre o qual se encomenda
- **c** = custo unitário (UM/unidade)
- **D** = procura anual do artigo (unidades/ano)
- **Ic** = custo de posse unitário anual por unidade (UM/unidade ano)
- **I** = taxa de custo de posse
- **C_a** = custo associado à realização de uma encomenda (UM)
- **L** = prazo de aprovisionamento
- **S** = ponto de encomenda.

Resta referir que o modelo do intervalo ótimo de encomenda possui duas aplicações, para um só artigo, visto anteriormente, e para múltiplos artigos, também designado por grupagem, onde o **T** é calculado da seguinte forma (Tersine, 1988, p. 139):

$$T = \sqrt{\frac{2 * (C_a + n * c)}{I * \sum_{i=1}^n c_j * D_j}}$$

e S = ponto de encomenda

$$s_j = D_j * (L + T)$$

Nota: as variáveis foram adaptadas ao português no sentido de facilitar a compreensão.

5 - Sistemas de procura discreta ou variável: modelos determinísticos

A procura discreta pode ocorrer na procura dependente ou independente dos artigos. Quando a taxa de procura varia com o tempo não se pode assumir, tal como se fez anteriormente, que a melhor política para a gestão de *stocks* é encomendar sempre a mesma quantidade. A realização de uma análise exata transporta uma maior complexidade visto que a representação do nível de *stock* ao longo do tempo, mesmo com uma encomenda de quantidade fixa, não apresenta a simplicidade dos modelos anteriores. A informação sobre a procura ocupa agora um papel fundamental na determinação da quantidade ótima a encomendar num determinado período de tempo. Período de tempo este que é designado por horizonte de planeamento e a sua duração poderá ter um efeito nas quantidades a encomendar e nos respetivos custos. Um horizonte de planeamento reduzido poderá permitir uma maior precisão dos dados em análise (Tersine, 1988, p. 161).

As políticas de encomenda destes modelos têm em conta variadíssimos aspetos, aqui sintetizados (Tersine, 1988, p. 162):

- A procura, conhecida, ocorre no início de cada período mas poderá mudar de um período para outro;
- O horizonte de planeamento tem uma duração finita e é composto por intervalos de tempo de duração semelhante;
- As encomendas deverão ser colocadas em cada período seguindo ordem cronológica definida no horizonte de planeamento;
- Todos os recursos em cada período deverão estar disponíveis no início de cada período;
- Não são contemplados descontos de quantidade;
- Todos os artigos são tratados de uma forma independente dos outros artigos;
- A encomenda é inteiramente entregue na mesma altura não sendo admitidas ruturas de *stock*;
- Os artigos encomendados num determinado período não serão contabilizados no início do período;
- Os custos relacionados com a gestão de *stocks* e os tempos de aprovisionamento são conhecidos e não são variáveis com o tempo;
- Assume-se que as encomendas colocadas no início de cada período sejam recebidas a tempo para fazer face às necessidades daquele período;
- Não são feitas previsões do *stock* para além do último período no horizonte de planeamento;
- É considerado que o *stock* inicial é nulo.

5.1 - Encomendas lote a lote (LFL)

Onde o tamanho ideal de lote é a quantidade necessária para cada período de tempo. Como esta técnica não contempla a transferência de artigos de um período para outro, é possível reduzir os

custos de posse, no entanto ignora os custos de processamento da encomenda. É aplicada em artigos com custo elevado, artigos comprados ou produzidos que estão sujeitos a procura extremamente descontínua (Tersine, 1988, p. 163).

5.2 - Quantidade periódica de encomenda

A quantidade periódica de encomenda aplica-se a artigos com procura variável num determinado período de tempo. É baseada na (EOQ) e é dada pelo Intervalo ótimo de encomenda (EOI) e é calculada da seguinte forma (Tersine, 1988, p. 163):

$$EOI = \sqrt{\frac{2 * C_a}{I_c * D}}$$

onde:

- **c** = custo unitário (UM/unidade)
- **D** = procura anual média do artigo (unidades/ano)
- **Ic** = custo de posse unitário anual por unidade (UM/unidade ano)
- **I** = taxa de custo de posse
- **C_a** = custo associado à realização de uma encomenda (UM)

Nota: as variáveis foram adaptadas ao português no sentido de facilitar a compreensão.

5.3 - Algoritmo Wagner-Whitin

Este algoritmo consiste num procedimento que levará à resolução de um problema através de um processo repetitivo. Tem como objetivo definir um plano de satisfação das procuras, período a período no horizonte de planeamento, que conduza ao valor mínimo do custo total (Tersine, 1988, p. 164).

5.4 - Algoritmo Silver-Meal

Este modelo desenvolvido por Edward Silver e Harlan Meal criou a partir do EOQ básico uma aproximação que otimiza o Algoritmo Wagner-Whitin para um horizonte de planeamento. Esta técnica seleciona a quantidade a encomendar a partir das necessidades para cada período, tendo como objetivo minimizar custos de aprovisionamento e de posse para cada período. (Tersine, 1988, p. 168).

5.5 - Algoritmo peça-período

Esta técnica tem como objetivo eliminar ou reduzir a permanência desnecessária em *stock* de artigos com procura variável. É baseado no mesmo princípio da EOQ, ou seja, o custo total mínimo é obtido quando os custos de aprovisionamento e de posse têm o mesmo valor. No entanto este facto não se verifica para encomendas de quantidades discretas (Tersine, 1988, p. 170).

6- Sistemas de procura independente: modelos probabilísticos

Ao contrário dos modelos determinísticos, onde a procura e o tempo de aprovisionamento são tratadas como constantes matemáticas, nos sistemas probabilísticos ou estocásticos são tratados como variáveis aleatórias. Estes modelos assumem que a procura é aproximadamente constante no tempo e com isso é possível indicar a distribuição probabilística da procura. Os modelos de gestão de *stocks* mais tradicionais, quantidade económica de produção e quantidade económica de encomenda não levam em linha de conta nas suas formulações a incerteza, o que para estes modelos constituem limitações. Essas limitações são aqui descritas (Tersine, 1988, p. 184):

- A procura é conhecida, contínua e uniforme;
- A taxa de produção é conhecida, contínua e uniforme;
- O tempo de aprovisionamento é conhecido e constante;
- Os custos de aprovisionamento são conhecidos e constantes;
- Os custos de posse são conhecidos, constantes e lineares;
- Não existe limitação de recursos;
- Não é habitualmente, permitida a rutura do *stock*;
- O custo de inspeção do *stock* é insignificante.

6.1 - *Stock* de segurança

O *stock* de segurança é determinado diretamente através de previsões. Não conseguindo serem estas previsões absolutamente exatas, o *stock* de segurança irá funcionar como uma protecção quando a procura atinge valores superiores ao esperado. Como foi referido anteriormente as principais variáveis a ter em conta são a procura e o tempo de aprovisionamento designado também por prazo de entrega. É nestas variáveis que o *stock* de segurança irá desempenhar um papel fundamental na medida em que a satisfação da procura terá que ser garantida nas situações em que o prazo de aprovisionamento é superior ao valor médio previsto, a procura é superior ao valor médio previsto e no caso de as duas situações acontecerem simultaneamente (Tersine, 1988, p. 184). É ainda importante referir a relação direta existente entre o aumento dos *stocks* de segurança e (Tersine, 1988, p. 188):

- Aumento dos custos de rutura e dos níveis de serviço;
- Descida dos custos de posse;
- Maiores variações na procura;
- Maiores variações no prazo de entrega (tempo de aprovisionamento).

6.2 - Análise estatística

Quando a procura é probabilística, mais do que minimizar custos é necessário minimizar os custos esperados. Nesse sentido, se a distribuição da procura é discreta, o custo esperado é obtido somando os diferentes custos e multiplicando-os pelas probabilidades que lhe estão associadas, determinando assim a melhor política a seguir na expectativa de atingir custos reduzidos. As distribuições estatísticas usadas para estes cálculos são as seguintes (Tersine, 1988, p. 189):

- **Distribuição Normal**

Para demandas normalmente distribuídas a relação entre o stock de segurança e o nível de serviço é uma função da probabilidade acumulada da demanda ao longo do prazo de entrega do material (*leadtime* = LT) dada por (Accioly, 2008, p. 93):

$$ES = z\sigma_D\sqrt{LT}$$

Onde:

z = fator que relaciona o número de desvios padrão necessários para um dado nível de desvio percentual

σ_D = desvio-padrão da demanda (medido como o desvio-padrão da população)

LT = Prazo de entrega (*leadtime*) assumido como um valor constante.

Para os casos em que o *leadtime* também é uma variável aleatória e normalmente distribuída o stock de segurança assume a forma:

$$ES = z\sqrt{LT\sigma_D^2 + D^2\sigma_{LT}^2}$$

Onde:

z = fator que relaciona o número de desvios padrão necessários para um dado nível de desvio percentual

D = Demanda média

LT = Leadtime médio

σ_D = desvio-padrão da demanda

σ_{LT} = desvio-padrão da leadtime

Na prática o valor de z adequado pode ser calculado com o uso da função INV.NORMP (% desvio) em uma calculadora eletrónica.

- **Distribuição de Poisson**
- **Distribuição Exponencial**

6.3 - Custos de rutura

Os custos de rutura são normalmente os mais difíceis de identificar. Estes podem ter origem em encomendas devolvidas ou devido a vendas perdidas e são expressos por unidade. O balanço dos custos é por vezes feito com base no efeito da própria insatisfação dos clientes. São utilizadas técnicas para tentar estabelecer o ponto de encomenda e o *stock* de segurança, quando os custos de rutura estão determinados podendo nestes casos, a procura e prazo de entrega serem constantes ou variáveis. São aqui referidas estas principais causas tratadas pelas técnicas de previsão (Tersine, 1988, p. 194):

- Procura e tempo de aprovisionamento constantes;
- Procura variável e tempo de aprovisionamento constante;
- Encomendas devolvidas: custo de rutura por unidade;
- Encomendas devolvidas: custo de rutura por indisponibilidade;
- Vendas perdidas: custo de rutura por unidade;
- Procura constante e tempo de aprovisionamento - variável;
- Procura e tempo de aprovisionamento - variáveis.

6.4 - Nível de serviço

O nível de serviço é normalmente definido como sendo o quociente entre o número de unidades entregues e número de unidades pedidas, expresso em percentagem. Tendo em linha de conta que o desconhecimento acerca dos custos de rutura é uma condição habitual nas organizações, torna-se normal para os gestores ajustarem os níveis de serviço para pontos de encomenda onde o mesmo pode ser verificado. O nível de serviço está intimamente relacionado com o nível de objetivo que a organização pretende atingir. Existem várias formas de medir o nível de serviço, informaticamente, em unidades, em capital e até em pedidos de encomendas. O estabelecimento do nível de serviço é em grande parte das vezes mais uma medida de gestão subjetiva do que uma rigorosa justificação científica. Os níveis de serviço tomam distintos significados, dependendo da forma como se escolhe o critério de decisão. São usados por norma quatro critérios (Tersine, 1988, p. 212):

- Frequência do serviço por ciclo de encomenda;
- Frequência do serviço por ciclo por ano;
- Número de unidades com procura;
- Número de dias operacionais.

7 - Restrições

Na determinação dos sistemas de gestão de *stocks* mais favoráveis não foram consideradas restrições, no entanto elas existem e os sistemas estão normalmente sujeitos a condicionalismos físicos e/ou monetários. Como a gestão de *stocks* é um subsistema de uma organização, é necessário otimizar o sistema de gestão de *stocks* tendo em conta o sucesso global da organização (Tersine, 1988, p. 266).

7.1 - Restrição de capital

Os gestores de *stocks* deparam-se com alguma frequência com a situação de não dispor de capital necessário para poder adquirir a quantidade ótima de cada artigo. O objetivo passa portanto, em minimizar os custos sendo **C** o capital disponível para a aquisição de **n** artigos. Considera-se a seguinte restrição (Tersine, 1988, p. 272):

$$C = \sum_{i=1}^n Q_i * c_i \quad \text{onde:}$$

- **C** = capital disponível (UM);
- **Q** = quantidade a encomendar (unidades);
- **c** = custo unitário (UM/unidade).

Se for considerado o fator de normalização g , utilizado no caso de os artigos não chegarem todos ao mesmo tempo, e que toma valores de 0 a 1, calcula-se o valor da restrição multiplicando a expressão anterior por este fator (g).

7.2 - Restrição da capacidade de armazenagem

Considera-se que um sistema tem uma capacidade disponível para armazenagem para n artigos mantidos em *stock*, capacidade esta que é medida em metros cúbicos (m^3). Consistindo o objetivo primordial, na minimização dos custos, o custo total é calculado da seguinte forma (Tersine, 1988, p. 277):

$$C = \sum_{i=1}^n \frac{D_i * C_a}{Q_i} + \frac{I c_i * Q_i}{2}$$

onde:

- Q = quantidade a encomendar (unidades)
- c = custo unitário (UM/unidade)
- D = procura anual do artigo (unidades/ano)
- Ic = custo de posse unitário anual por unidade (UM/unidade ano)
- C_a = custo associado à realização de uma encomenda (UM)

Nota: as variáveis foram adaptadas ao português no sentido de facilitar a compreensão.

8 - Quantidade única de encomenda

A quantidade única de encomenda tem focalizado o planeamento e o controlo dos artigos comprados apenas durante um único período de tempo. Os modelos como a quantidade económica de encomenda (EOQ), quantidade económica de produção (EPQ) e intervalo ótimo de encomenda (EOI) não aplicam a quantidade única de encomenda devido a três fatores principais, a procura não é constante, o nível de procura pode altera-se abruptamente de período para período e/ou a vida comercial do produto pode ser de curtíssima duração. Este modelo pode ser facilmente aplicável a dois tipos de categorias de procura, artigos com intervalos de procura pouco frequentes e para artigos com procura variável, com intervalos frequentes, que têm uma vida comercial de curta duração. Os problemas relacionados com quantidade única de encomenda são classificados de acordo com a origem, procura e tempo de aprovisionamento. Algumas técnicas utilizadas na resolução destes problemas são baseadas nestes principais fatores (Tersine, 1988, p. 301):

- Procura e tempo de aprovisionamento conhecidos;
- Procura variável e tempo de aprovisionamento conhecido;
- Análise de benefícios;
- Análises de custos;
- Procura e tempo de aprovisionamento - variáveis.

9 - Sistemas de procura dependente: planeamento das necessidades de materiais (MRP)

A procura é considerada dependente quando existe uma relação direta entre a procura de um artigo e a procura de um outro artigo relacionado diretamente com este. Esta procura de artigos dependentes resulta da necessidade de utilizar um artigo na produção de um outro, por exemplo matérias-primas, componentes de um produto, subconjuntos usados no fabrico de um produto final. Um exemplo frequentemente utilizado é o que relaciona uma bicicleta e as suas respetivas rodas, onde a bicicleta enquanto produto final poderá ter uma procura constante e independente enquanto as rodas como subprodutos do produto final têm uma procura variável e dependente (Tersine, 1988, p. 327).

9.1 - MRP

O MRP tem como objetivos primordiais determinar o momento adequado para a realização da encomenda e a quantidade ótima a encomendar de cada componente constituinte do produto final, de modo a minimizar os custos totais. Este sistema computadorizado, é também caracterizado por contribuir para a melhoria da capacidade de planeamento, procurando responder de uma forma rápida e eficaz às variações do mercado, ou seja às necessidades de produção (Tersine, 1988, p. 328). O MRP é aplicado a qualquer artigo, produzido ou comprado, sujeito a procura dependente, à fabricação de componentes, subconjuntos e artigos de uma só peça. O MRP pretende dar resposta às seguintes questões (Plossl, 1985, p. 133):

- Quando e quanto se deseja produzir de um artigo?
- Que componentes são necessários?
- Quanto é que já existe em *stock* desse(s) componente(s)?
- Que quantidade já foi encomendada e quando é que é recebida?
- Quando é que é necessário receber nova encomenda e em que quantidade?
- Quando é que deve ser processada nova encomenda?

10 - *Stock* em processo de fabrico e *Just-in-Time*

10.1 - *Stock* em processo de fabrico

Stock em processo de fabrico consiste em todos os artigos em fase de fabrico, ou seja o processo de produção está a decorrer mas é necessário que decorram outras etapas antes que o produto se torne num artigo acabado ou num produto final. Em algumas organizações estes artigos chegam a representar 50% do investimento total com o *stock*. Este investimento advém dos custos com o material, horas de trabalho e custos de fabrico que são contabilizados desde o início do processo de produção com as matérias-primas até ao final do processo com a armazenagem e/ou venda dos artigos. Um fator a destacar deste processo resulta em que, um excesso de *stock* em processo de fabrico contribui para o aumento do tempo de ciclo de produção, tempo esse que apresenta as seguintes fases (Tersine, 1988, p. 396):

- Tempo de aprovisionamento (lead time);
- Tempo de instalação;
- Tempo de início de produção;
- Pontos de estrangulamento;
- Controlo de *input/output*;
- Regra da 'relação crítica'.

10.2 - *Just-in-Time* (JIT)

O JIT é uma filosofia organizacional que pugna pela excelência, ou seja, representa uma estratégia de produção que pretende que tudo (produção, transporte, encomendas) ocorra no tempo certo. Os principais objetivos desta filosofia são (Tersine, 1988, p. 409):

- Inexistência de defeitos;
- Tempo de instalação nulo;
- Inexistência de excesso de artigos;
- Ausência de manipulação;
- Ausência de afluência;
- Inexistência de avarias;
- Tempo de aprovisionamento nulo.

11 - Sistemas de distribuição de *stocks*

Devido à dispersão geográfica da maior parte dos clientes, uma organização que produz ou fornece produtos tem necessidade de ter armazéns em vários locais. À medida que o mercado alvo se expande geograficamente, a cadeia de ligação tem também de se estender, no caso de uma organização controlar mais do que um nível de distribuição, é importante a criação de uma rede de distribuição. Estes sistemas têm por isso de dar resposta a algumas questões críticas como sejam (Tersine, 1988, p. 426):

- Onde localizar os centros de distribuição?
- Que quantidade de artigos se deve manter em *stock* em cada armazém?
- Como repor o *stock* em cada um dos centros de distribuição?

11.1 - Sistemas de distribuição Push vs Pull

Num sistema pull cada centro de distribuição decide que quantidade é necessária encomendar e reage à procura sem procurar antecipá-la. Num sistema push, é a central de distribuição que determina as quantidades necessárias para cada centro, desenvolvendo também as previsões da procura (Tersine, 1988, p. 428).

11.2 - Planeamento das necessidades de distribuição (DRP)

O DRP é a aplicação do conceito do MRP à distribuição dos materiais, é um processo de 'implosão' desde os níveis mais baixos da rede de distribuição até à central de distribuição (Tersine, 1988, p. 432).

12 - Medição e avaliação do *stock*

O *stock* é constituído por características físicas objetivas, fluxos de bens, e financeiras, fluxos de capital, onde a vertente é mais subjetiva. Estes atributos são normalmente analisados separadamente de outras questões no interior da organização. A vertente financeira da gestão de *stocks* está ligada à necessidade de medir o desempenho operacional num determinado período de tempo, juntamente

com a análise da posição financeira da organização. Os procedimentos contabilísticos para os *stocks* dividem-se no método da avaliação e no método fluxo de *stock* (Tersine, 1988, p. 447).

21.1 - Fluxo de custos ou de capital

Os métodos do fluxo de *stock* referem-se à forma como os artigos entram e saem do *stock* existente, onde a escolha deste método por parte da gestão irá determinar o fluxo de custos (Tersine, 1988, p. 448).

12.1 - FIFO

Este método do fluxo de *stock*, conhecido como FIFO representa um princípio em que os primeiros artigos a entrar em *stock* são também eles os primeiros a sair. (Tersine, 1988, p. 448)

12.2 - LIFO

No conceito de LIFO o último artigo a entrar em *stock* é o primeiro a sair (Tersine, 1988, p. 451).

13 - Bibliografia

- ACCIOLY, Felipe *et alii* - *Gestão de Estoques*. 1a ed. Rio de Janeiro: FGV Editora, 2008. [ISBN 8522506876](#)
- BUXEY, Geoff - Reconstructing inventory management theory. *International Journal of Operations & Production Management*. (2006) 996-1012. ISSN 0144-3577
- <http://www.ingentaconnect.com/content/mcb/024/2006/00000026/00000009/art00003>>.
- FRANCISCHINI, Paulino G.; GURGEL, Floriano do Amaral - *Administração de materiais e do património*. São Paulo: Thomson Pioneira, 2002. [ISBN 978-85-221-0261-7](#)
- GREENE, James H. - *Production and Inventory Control Handbook*. Nova Iorque: McGraw-Hill, 1997.
- http://books.google.com/books?id=YVW02D29n_8C&hl=pt-PT>. [ISBN 978-0-07-024428-3](#)
- TAGARAS, George; VLACHOS, Dimitrios - A Periodic review inventory system with emergency replenishments. *Management Science* (2001) 415-429.
- <http://mansci.journal.informs.org/cgi/content/abstract/47/3/415>>. ISSN 0025-1909
- TERSINE, Richard J.; TERSINE, Michele G. - Inventory reduction: preventive and corrective strategies. *The International Journal of Logistics Management* (1990) 17-24.
- <http://ntlsearch.bts.gov/tris/record/tris/00576887.html>>. ISSN 0957-4093
- ACCIOLY, Felipe *et alii* - *Gestão de Estoques*. 1a ed. Rio de Janeiro: FGV Editora, 2008. [ISBN 8522506876](#)
- BENCHKOVSKY, Nachman - A decision model for inventory management. *The Journal of Finance* (1964) 689-690. <http://www.jstor.org/pss/2977124>>. ISSN 0022-1082
- PLOSSL, George W. - *Production and inventory control: principles and techniques*. Englewood, NJ: Prentice-Hall, 1985. [ISBN 978-0-13-725144-5](#)
- SILVER, Edward A.; PYKE, David F.; PETERSON, Rein - *Inventory management and production planning and scheduling*. Nova Iorque: John Wiley & Sons, 1998. [ISBN 978-0-471-11947-0](#)
- TERSINE, Richard J. - *Principles of inventory and materials management*. Nova Iorque: Elsevier Science Publishing Co., 1988. [ISBN 978-0-444-01162-6](#)
- ZERMATI, Pierre - *A gestão de stocks*. Lisboa: Editorial Presença, 1986. [ISBN 978-972-23-1295-0](#)