

Agradecimentos

Agradeço à minha família por todo o apoio dado para a concretização deste trabalho.

Agradeço a todos os funcionários da empresa *Vasconcelos & Couto, Lda* pela disponibilidade que demonstraram ao longo da realização deste trabalho.

Agradeço à Professora Tânia Ramos, por toda a orientação dada para a realização deste trabalho.

Agradeço a todos os meus colegas e amigos pelo incentivo na realização deste trabalho.

Índice

| | | |
|----------|--|----|
| 1. | Definição do contexto do problema | 1 |
| 1.1. | História da empresa | 1 |
| 1.2. | O problema | 3 |
| 2. | Revisão da bibliografia..... | 4 |
| 2.1. | Logística e <i>Supply Chain Management</i> | 4 |
| 2.2. | Gestão de Stocks | 7 |
| 2.2.1. | Previsão de Vendas..... | 7 |
| 2.2.1.1. | Regressão Linear Simples | 8 |
| 2.2.2. | Actividade Constituição e Gestão de Stocks | 9 |
| 2.2.2.1. | Modelo de quantidade fixa de encomenda (Modelo – Q)..... | 12 |
| 2.2.2.2. | Modelo de período fixo de tempo (Modelo - P)..... | 14 |
| 2.2.2.3. | Análise ABC | 16 |
| 2.3. | Actividade Armazenagem: Organização do <i>Layout</i> | 16 |
| 2.4. | Quadro conceptual | 18 |
| 3. | Métodos e técnicas de recolha e análise de dados | 20 |
| 4. | Avaliação da Gestão de Stocks..... | 25 |
| 4.1. | Caracterização do funcionamento do Armazém das Peças..... | 25 |
| 4.2. | Análise da Gestão de Stocks Actual | 29 |
| 4.2.1. | Custo de Aquisição | 29 |
| 4.2.2. | Custo de Encomenda..... | 29 |
| 4.2.2.1. | Encargos com Responsável do Armazém | 29 |
| 4.2.2.2. | Custo com Electricidade..... | 30 |
| 4.2.2.3. | Custo com Comunicações | 31 |
| 4.2.3. | Custo Posse de Stock..... | 33 |
| 4.2.3.1. | Custo com o Espaço de Armazenagem | 33 |
| 4.2.3.2. | Custo de Oportunidade do Capital | 34 |
| 4.2.3.3. | Custo do Risco de Obsolescência | 35 |
| 4.2.4. | Custo Total de Aprovisionamento..... | 37 |
| 4.3. | Proposta de solução | 38 |
| 4.3.1. | Análise ABC por facturação..... | 38 |
| 4.3.2. | Cenário 1 | 42 |
| 4.3.2.1. | Referências Classificadas como A | 42 |
| 4.3.2.2. | Referências Classificadas como B | 43 |
| 4.3.2.3. | Referências Classificadas como C | 44 |
| 4.3.2.4. | Custo Total de Aprovisionamento..... | 45 |

| | | |
|----------|--|----|
| 4.3.3. | Cenário 2 | 45 |
| 4.3.3.1. | Custo Total de Aprovisionamento..... | 47 |
| 4.4. | Política de gestão de stocks para 2009..... | 48 |
| 4.4.1. | Previsão de vendas para 2009 | 48 |
| 4.4.2. | Custo Total de Aprovisionamento para 2009 | 50 |
| 5. | Avaliação do <i>layout</i> do armazém das peças | 52 |
| 5.1. | <i>Layout</i> Actual..... | 52 |
| 5.1.1. | Métodos quantitativos para a determinação do <i>layout</i> | 54 |
| 5.2. | Soluções para reorganizar o <i>layout</i> actual | 54 |
| 5.2.1. | Análise ABC por rotação..... | 55 |
| 5.2.2. | COI..... | 57 |
| 6. | Conclusões..... | 61 |
| 7. | Bibliografia..... | 65 |

Índice Figuras

| | |
|--|----|
| Figura 1.1 – Organigrama da Empresa..... | 2 |
| Figura 2.1 - Cadeia de Valor | 5 |
| Figura 2.2 – Custo Total Anual | 12 |
| Figura 2.3 – Modelo Q | 13 |
| Figura 2.4 – Modelo P | 14 |
| Figura 3.1– Etapas de uma metodologia de investigação..... | 20 |
| Figura 4.1 – Processo de encomenda: cliente oficina..... | 25 |
| Figura 4.2 – Processo de encomenda: público em geral..... | 26 |
| Figura 4.3 - Cadeia de abastecimento para encomendas semanais | 28 |
| Figura 4.4 - Cadeia de abastecimento para encomendas viatura paradas – peças pequenas | 28 |
| Figura 4.5 - Cadeia de abastecimento para encomendas viatura paradas – peças grandes | 29 |
| Figura 5.1 – Planta do piso inferior do armazém | 52 |
| Figura 5.2 - Planta do piso superior do armazém..... | 53 |
| Figura 5.3 - Nova arrumação dos produtos em armazém: piso inferior | 56 |
| Figura 5.4 - Nova arrumação dos produtos em armazém: piso superior..... | 57 |
| Figura 5.5 - Nova arrumação dos produtos em armazém: piso inferior | 60 |
| Figura 5.6 - Nova arrumação dos produtos em armazém: piso superior..... | 60 |

Índice Gráficos

| | |
|--|----|
| Gráfico 1.1 - Repartição da facturação pelas áreas de negócio | 2 |
| Gráfico 3.1 - Esquema resumo da metodologia utilizada para a gestão de stocks | 24 |
| Gráfico 3.2 - Esquema resumo da metodologia utilizada para a armazenagem..... | 24 |
| Gráfico 4.1 – Análise ABC por facturação..... | 39 |
| Gráfico 4.2 – Regressão Linear Simples para a referência 1109Z6 | 49 |
| Gráfico 4.3 - Regressão Linear Simples (mensal) para a referência 4401E7..... | 49 |
| Gráfico 4.4 - Regressão Linear Simples (quadrimestre) para a referência 4401E7 | 50 |
| Gráfico 5.1 – Análise ABC por rotação | 55 |

Índice Tabelas

| | |
|---|----|
| Tabela 2.1 – Principais diferenças entre os dois modelos | 15 |
| Tabela 4.1 - Exemplo das variáveis utilizadas pela actual gestão de stocks | 27 |
| Tabela 4.2 – Cálculo da remuneração do trabalhador | 30 |
| Tabela 4.3 – Número de horas de funcionamento das quatro divisões da empresa | 30 |
| Tabela 4.4 - Cálculo do valor da electricidade com a realização das encomendas | 31 |
| Tabela 4.5 – Cálculo do número de horas em comunicações..... | 31 |
| Tabela 4.6 – Resumo das rubricas que compõem o custo de encomenda..... | 32 |
| Tabela 4.7 – Cálculos para o custo de encomenda por referência..... | 33 |
| Tabela 4.8 – Resumo das rubricas que compõem o custo com o espaço do armazém... | 33 |
| Tabela 4.9 – Cálculo da percentagem da renda do armazém | 34 |
| Tabela 4.10 – Cálculo da taxa de juro dos depósitos | 34 |
| Tabela 4.11 – Justificação da taxa de obsolescência: viaturas ligeiras (A) e viaturas comerciais (B)..... | 36 |
| Tabela 4.12 – Custo Posse de Stock Anual | 37 |
| Tabela 4.13 – Extracto da análise ABC..... | 38 |
| Tabela 4.14 – Resultados da análise ABC..... | 39 |
| Tabela 4.15 – Situação actual: Modelo P | 43 |
| Tabela 4.16 – Situação proposta: Modelo Q | 43 |
| Tabela 4.17 – Situação Actual: Modelo P | 44 |
| Tabela 4.18 – Situação Proposta: Modelo P..... | 44 |
| Tabela 4.19 – Modelo de revisão periódica para produtos A..... | 46 |
| Tabela 4.20 – Modelo de revisão periódica para produtos B | 46 |
| Tabela 4.21 – Modelo de revisão periódica para produtos C | 46 |
| Tabela 4.22 - Resumo da Avaliação da gestão de stocks da empresa..... | 47 |
| Tabela 5.1 – Exemplo da aplicação do método quantitativo..... | 54 |
| Tabela 5.2 – Resultados da análise ABC..... | 55 |
| Tabela 5.3 – Medidas das peças para o cálculo do volume..... | 58 |
| Tabela 5.4 – Cálculo do COI..... | 59 |
| Tabela 5.5 – Novo custo total através do critério COI | 59 |

Sumário

Este trabalho centra-se na avaliação da gestão de stocks actual e na arrumação das peças (reorganização do *layout* do armazém das peças) de um concessionário automóvel localizado na Região Autónoma da Madeira. O objectivo deste trabalho foi redefinir a gestão de stocks e as políticas de arrumação das peças em armazém de modo a diminuir os custos envolvidos. Em relação à gestão de stocks foi feita, em primeiro lugar, uma avaliação da actual gestão de stocks com base nos dados de 2008. De seguida, realizou-se uma análise ABC por facturação e determinou-se as políticas de gestão de stocks com base nesta análise. Foram criados dois cenários: no cenário 1 as referências classificadas como A seriam geridas pelo modelo contínuo e as referências das classes B e C pelo modelo periódico; no cenário 2 todas as classes seriam geridas pelo modelo periódico, uma vez que o único fornecedor do concessionário obriga a realização de 1 encomenda por semana durante as 51 semanas do ano.

Em relação à arrumação dos produtos no armazém das peças, foi feito inicialmente um levantamento das actuais localizações das referências. Seguidamente, foram propostas novas formas de arrumação dos produtos no armazém das peças com base na análise ABC por rotação e no rácio COI – *Cube-per-order-index*.

Palavras-chave: gestão de stocks, análise ABC, *layout*, *Cube-per-order-index*

Abstract

This work focuses on the evaluation of current inventory management and storage of parts (reorganization of the layout of the warehouse of parts) in a auto dealer located in the Região Autónoma da Madeira. The aim of this work was to redefine the inventory management policies and the storage policies of parts in the warehouse in order to reduce the costs involved. In order to redefine the inventory management policies, an assessment of the current policies was done based on 2008 data. Then, an ABC classification was applied and it was determined policies for inventory management based on that analysis. Two scenarios were created: scenario 1 where the references classified as A were managed by the fixed-order quantity model and the references classified as B and C with a fixed-time period model; in the second scenario all references would be managed by the fixed-time period model since the single supplier obligates an order per week for 51 weeks of the year.

Regarding the storage of products in the warehouse of parts, there was initially made a survey of the current locations of the references. Then, were proposed new ways of storing products in the warehouse of parts based on ABC classification by rotation and the ratio COI - Cube-per-order-index.

Key words: inventory management, ABC analysis, layout, Cube-per-order-index

Sumário Executivo

A gestão de stocks de qualquer empresa deve ser a mais rigorosa possível, uma vez que, é nos stocks que está investido grandes quantidades monetárias. Por outro lados, os métodos para organizar o *layout* do armazém ajudam as empresas a rentabilizar melhor o espaço de que dispõem para que não haja desperdícios na arrumação dos seus stocks.

A empresa *Vasconcelos e Couto, Lda*, um concessionário do ramo automóvel, localizado na Região Autónoma da Madeira, serviu de base para este estudo sobre gestão de stocks e *layout* do armazém. Este concessionário oferece aos seus clientes: um stand de venda, uma oficina para reparação e um armazém de peças. É nesta última divisão da empresa que será feito o estudo.

O objectivo deste trabalho foi avaliar a actual gestão de stocks do armazém das peças da referida empresa, e determinar o custo total de aprovisionamento associado a essa gestão. A empresa apresenta no final de 2008 um inventário com 4758 referências com um custo total de aprovisionamento de 474.601,41€

Foi efectuada uma análise ABC por facturação das referências em stock, de forma a classificá-las segundo a sua importância para o negócio. Com esta análise concluiu-se que o número de referências a manter em stock deve ser reduzido para 516 referências pois apenas estas referências apresentam uma filosofia de *replenishment*, isto é, o número de movimentos de saída justifica a necessidade de ter sempre disponível um determinado nível de stock e de repor esse nível. As restantes 4242 referências apenas apresentam um ou zero movimentos de saída no ano de 2008. Feita esta análise, foram propostos dois cenários para as políticas de gestão de stocks a implementar em cada grupo de referências de acordo com a respectiva classificação ABC.

No primeiro cenário, as referências classificadas como A são geridas pelo modelo contínuo e as referências B e C são geridas pelo modelo periódico. Este cenário apresentou um custo total de aprovisionamento em 2008 de 439.329.54€.

Contudo, o único fornecedor desta empresa exige que se realize 1 encomenda por semana, ou seja, 51 encomendas num ano, e deste modo foi criado um segundo cenário. As três classes são geridas pelo modelo periódico, embora com períodos de revisão

diferentes para cada classe. Com este cenário a empresa apresentaria um custo total de aprovisionamento em 2008 de 445.464,18€.

O segundo cenário é aquele que é exequível a curto prazo (devido à restrição do fornecedor) e por esse motivo será o cenário que a empresa deve utilizar em 2009, apesar do valor do custo total de aprovisionamento ser superior ao do primeiro cenário.

Através da previsão de vendas para 2009, foi possível estimar o custo total de aprovisionamento para 2009 de 413.686,14€.

A segunda parte deste trabalho diz respeito à reorganização *layout* do armazém das peças. É feita uma avaliação à actual disposição dos produtos no armazém das peças, e são propostas à empresa soluções para uma melhor utilização do espaço. As soluções têm por base uma análise ABC por rotação, a utilização do método COI – *cube-per-order-index*.

Com a utilização da análise ABC por rotação, a empresa obtém uma melhor arrumação dos seus produtos no armazém das peças, pois consegue perceber quais as referências com maior rotação.

Com a actual arrumação a empresa percorre 78.750 metros e com a utilização conjunta dos métodos quantitativos para a determinação do *layout* e do método COI, a empresa consegue uma redução nas distâncias percorridas para 77.158 metros. Esta redução traduz-se numa diminuição do custo associado a essas distâncias.

1. Definição do contexto do problema

Nesta secção é abordada a história, a sua estrutura funcional, os objectivos e missão da empresa que serve de caso de estudo para este trabalho.

Seguidamente, é apresentado o problema da empresa e as técnicas que serão aplicadas no decorrer do trabalho.

1.1. História da empresa

A *Vasconcelos & Couto, Lda* foi criada a 6 de Agosto de 1956, com todas as suas áreas de actividade dedicadas ao comércio de viaturas novas e usadas, peças e acessórios, bem como, à manutenção e reparação de automóveis, sendo representante da marca C na Região Autónoma da Madeira.

Estando certificada pela ISO 9001:2000 desde 2002, esta empresa conta actualmente com 23 colaboradores distribuídos pelas várias áreas de actividade (área comercial, área financeira, oficina e armazém de peças).

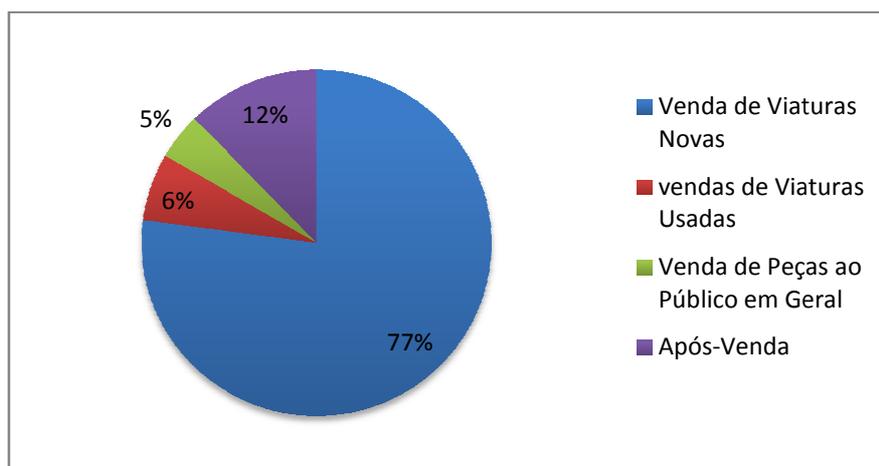
Com vista à melhoria contínua, a empresa proporciona, de forma regular, formação técnica aos seus colaboradores, realiza reuniões com os colaboradores dos diversos sectores para definição da estratégia e discussão de factores de melhoria, mantendo assim um espírito de abertura, dinamismo e motivador do trabalho em equipa.

Todos os produtos e serviços comercializados destinam-se ao público em geral e a empresas. A empresa apresenta quatro áreas de negócio:

- Venda de Viaturas Novas
- Venda de Viaturas Usadas
- Vendas de Peças ao Público em Geral
- Após-Venda (peças, mão-de-obra e trabalhos exteriores)

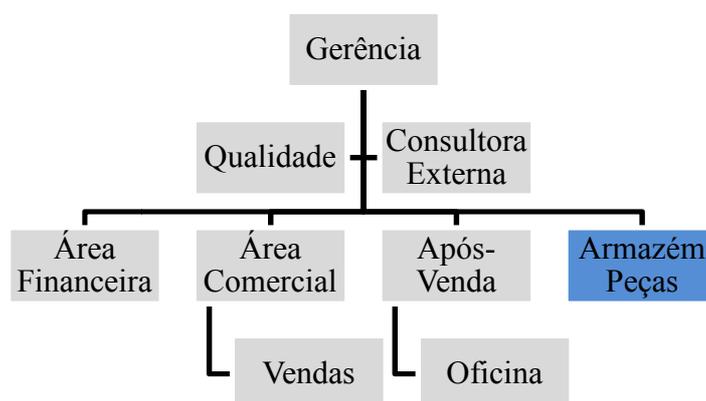
A empresa, no ano de 2008, teve uma facturação de cerca 4.900.000€. a repartição da facturação pelas quatro áreas de negócio encontra-se representada no Gráfico 1.1.

Gráfico 1.1 - Repartição da facturação pelas áreas de negócio



A empresa apresenta uma estrutura organizacional por funções (área comercial, área financeira, após-venda e armazém peças), como é possível visualizar na Figura 1.1. A área onde será desenvolvido o trabalho está assinalada a cor azul.

Figura 1.1 – Organigrama da Empresa



Os objectivos da empresa passam essencialmente pela optimização dos processos, de modo, a dar uma resposta mais rápida e eficaz ao cliente, pelo reforço e promoção gradual de uma cultura organizacional sólida e orientada para a satisfação de todas as partes interessadas.

A missão da empresa tem em conta a focalização dos recursos humanos nas necessidades dos clientes procurando a satisfação das suas expectativas a nível de todos os sectores da organização (venda de viaturas novas e usadas, após - venda e peças); Prestar um serviço personalizado e de qualidade, mantendo permanente disponibilidade para com o cliente e manter os níveis de produção / rentabilidade de acordo com os objectivos delineados.

1.2. O problema

A empresa *Vasconcelos & Couto, Lda* deparou-se no último ano (2008) com alguns problemas no sector “Armazém das Peças”. Os mais evidentes são: o excesso de referências em inventário, muitas destas não possuem vendas associadas há vários anos e detêm custos de posse de stock elevados; a gestão de stocks actual que não é feita mediante nenhum modelo de gestão pré-definido, e não existe uma noção dos itens mais significativos em armazém mediante uma análise ABC.

A empresa no final do ano de 2008 tinha em inventário 4758 referências, mas apenas 516 é que apresentavam uma filosofia *replenishment*. Assim, a empresa detém elevados custos de posse de stock e o que faz com que no final de 2008 tenha um custo total de aprovisionamento muito elevado. Este é então o principal problema da empresa e que será abordado no decorrer deste trabalho.

A empresa dispõe de um espaço de armazenagem de peças com 133m², divididos em dois pisos. No primeiro estão arrumadas as peças de menor volume e de maior rotação, enquanto no piso superior estão arrumadas as peças de maior volume e de menor rotação.

A arrumação dos produtos feita no armazém das peças não tem por base nenhuma metodologia, sendo este outro dos problemas da empresa.

As consequências de a empresa não possuir um *layout* de acordo com algum método implica percorrer mais deslocações dentro do armazém das peças. Estas deslocações têm sempre um custo associado e com a utilização de um método como base para a arrumação esse custo pode ser reduzido.

2. Revisão da bibliografia

2.1. Logística e *Supply Chain Management*

O conceito de logística tem sofrido algumas alterações ao longo do tempo; o *Council of Logistics Management*, citado por Crespo de Carvalho (2004), caracteriza-a como o processo estratégico (porque acrescenta valor, permite diferenciação, cria vantagem competitiva, aumenta a produtividade e rentabiliza a organização) de planeamento, implementação e controlo dos fluxos de materiais / produtos, serviços e informação relacionada, deste o ponto de origem ao de consumo de acordo com as necessidades dos elementos a serem servidos pelo sistema logístico em causa.

A logística apresentava essencialmente uma vertente operacional, isto é, era vista como um sistema de actividades integradas. Actualmente, a logística é considerada parte integrada da gestão da cadeia de abastecimento, como descreve o *Council of Supply Chain Management Professionals*.

O *Council of Supply Chain Management Professionals*¹ descreve-a como parte do processo da cadeia de abastecimento que planeia, implementa e controla eficientemente o fluxo e armazenamento de bens, serviços e informações desde o ponto de origem até ao ponto de consumo de forma a responder às necessidades dos clientes.

A gestão da cadeia de abastecimento abrange a área das compras, o abastecimento das empresas, a qualificação e gestão dos seus fornecedores, as operações e a distribuição. A logística é responsável por toda a movimentação de materiais, no ambiente interno e externo de uma empresa, ou seja, pela chegada da matéria-prima até à entrega do produto final ao cliente. Todas as actividades inerentes a este processo designam-se como actividades logísticas.

Ao ser correctamente entendida e aplicada, a logística permite desenvolver estratégias para a reduzir custos e aumentar o nível de serviço ao cliente. Com essas duas condições, separadamente ou em conjunto, é possível estabelecer diferenças para alcançar vantagens competitivas sobre a concorrência. Deste modo o resultado esperado deverá privilegiar o trinómio tempo – custo – qualidade do serviço.

Estas três dimensões apresentam-se como variáveis dependentes, o que significa que ao ser feito uma aposta numa das dimensões esta terá repercussões nas restantes. Um

¹ www.cscmp.org/aboutcscmp/definitions.asp

aumento na qualidade do serviço, por exemplo, pressupõem uma diminuição no custo e/ou no tempo dependendo de qual seja a variável mais valorizada pelo cliente.

Deste modo, um dos objectivos da logística é atingir o equilíbrio entre o trinómio tempo – custo – qualidade do serviço.

Para a obtenção de vantagem competitiva exige-se que a cadeia de valor de uma empresa seja gerida como um sistema, e não como um grupo de partes separadas (Porter, 1985).

A cadeia de valor pode ser dividida em dois grupos (ver Figura 1.1) – as actividades primárias e as actividades de apoio.

Figura 2.1 - Cadeia de Valor



Fonte: PORTER, Michael E., “*Competitive advantage: creating and sustaining superior performance: with a new introduction*”, The Free Press, 1985, Nova Iorque - Pag 37

Porter (1985) descreve as actividades primárias como as que estão relacionadas com a produção, comercialização, entrega e assistência ao produto. Seguidamente é feita uma breve definição de cada uma das actividades:

- Logística de entrada: actividades associadas ao recebimento, armazenamento e distribuição de *inputs* do produto, como por exemplo: o manuseio de matérias-primas, armazenagem, controlo de stock, programação de frotas e veículos e devoluções aos fornecedores;
- Operações: actividades associadas à transformação dos *inputs* no produto final como por exemplo: equipamentos de embalamento, montagem, manutenção de equipamentos, testes e operações de produção;

- Logística de saída: actividades associadas à recolha, armazenamento e distribuição física do produto para os clientes, como por exemplo: armazenagem de produtos acabados, manuseio de produtos acabados, processamento de pedidos e programação;
- Marketing e vendas: actividades associadas em oferecer um meio pela qual os clientes possam comprar o produto, como por exemplo: promoção, força de vendas, selecção dos canais e fixação de preços;
- Serviços: actividades associadas ao fornecimento de serviços para intensificar ou manter o valor do produtos, como por exemplo: instalações, reparações, formação, fornecimentos de peças e ajustes no produto;

As actividades que proporcionam a aquisição de *inputs*, tecnologia, recursos humanos ou funções de infra-estrutura, são conhecidas como as actividades de apoio, que têm como objectivo suportar e apoiar as actividades primárias (Porter, 1985). Segue-se uma descrição destas actividades:

- Compras: refere-se à função de compra de *inputs* utilizados na cadeia de valor da empresa, como por exemplo: matérias-primas, máquinas, equipamentos de laboratórios, equipamentos de escritórios, edifícios;
- Desenvolvimento da tecnologia: consiste em várias actividades que podem ser agrupadas, em termos gerais, em esforços para o aperfeiçoamento do produto e do processo;
- Gestão de recursos humanos: consiste em actividades envolvidas no recrutamento, na contratação, na formação, na remuneração e na motivação do pessoal;
- Infra-estrutura da empresa: consiste num conjunto de actividades relacionadas com a gestão geral, o planeamento, as finanças, a contabilidade, os problemas jurídicos, as questões governamentais e a gestão da qualidade.

A margem consiste no montante que os clientes estão dispostos a pagar pelo produto que a empresa oferece. Uma empresa é considerada rentável se o valor que o produto representa para o cliente é superior ao valor da sua criação. Assim, a margem é a diferença entre o valor total e o custo conjunto da execução das actividades de valor.

Ballou (2004) foi influenciado pela teoria de Porter, e divide as actividades logísticas em dois grandes grupos:

- Actividades chave: serviço ao cliente, transporte, gestão de stocks e fluxos de informação e processamento de encomendas;
- Actividades de suporte: armazenagem, manuseamento de materiais, embalamento, cooperação com a produção / operações e manutenção da informação.

No entanto, a classificação das actividades logísticas não é standard e varia de autor para autor. Bowersox (2002) identifica cinco grupos genéricos de actividades logísticas: processamento de encomendas, stocks, transporte, armazenagem, manuseamento de materiais e instalações.

Stock e Lambert (2001) descrevem treze actividades logísticas: serviço ao cliente, previsão de vendas, constituição e gestão de stocks, comunicação e informação inerentes ao processo logístico, movimentação de materiais / produtos, processamento de encomendas, embalagem, peças e serviços de apoio, localização das instalações, aquisição, logística inversa, tráfego e transporte, e armazenamento.

Este trabalho irá incidir sobre as actividades logísticas “Constituição e Gestão de Stocks” e “Armazenagem”.

2.2. Gestão de Stocks

2.2.1. Previsão de Vendas

Existem vários métodos utilizados na gestão económica de stocks para previsão de vendas e dos consumos.

Segundo Lopes dos Reis (2005), estes métodos baseiam-se no levantamento estatístico de uma serie de valores em estudo, que foram verificados (histórico), e na determinação da recta da tendência desses mesmos valores.

Essa tendência uma vez extrapolada indica qual a previsão desses valores para um próximo período de tempo.

Dos vários métodos aplicáveis, os mais utilizados são: o das médias móveis, o das médias aritméticas e o da regressão linear (Lopes dos Reis, 2005). Este último método será o utilizado no decorrer deste trabalho.

2.2.1.1. Regressão Linear Simples

Reis (2000) descreve que para que seja possível fazer previsões sobre uma variável a partir de outra variável é necessário que exista entre as duas uma relação causa - efeito, isto é, que a variação de uma possa ser atribuída à variação de outra.

Após estabelecida a possível relação causal entre as variáveis o procedimento seguinte é analisar o tipo de relação existente, para tal, começa-se por fazer um diagrama de dispersão dos dados observados - um gráfico onde cada ponto representa um par de valores observados (X_i, Y_i) .

Castro Pinto (1999), afirma que a análise de regressão tem por objectivo determinar a equação da recta que passa por entre a nuvem de pontos do diagrama de dispersão e que descreve a relação linear entre Y e X.

Seguidamente é calculada a recta da regressão linear com o objectivo de prever o comportamento da variável explicativa com base em valores conhecidos da variável explicativa.

$$Y = \alpha + \beta X \quad (1)$$

Onde:

Y - A variável Y representa o fenómeno que a relação pretende explicar. No modelo toma a designação de variável dependente

α, β - Parâmetros da relação

X - A variável X representa o factor explicativo incluído na relação e designa-se por variável independente

2.2.1.1.1. Coeficiente de correlação – R

Calcula-se para medir a intensidade de relação linear entre duas variáveis quantitativas, isto é, uma medida do grau de associação linear entre variáveis. Este coeficiente varia entre -1 e 1 (Reis, 2000).

Valores próximos de 0 revelam a não existência de relacionamento linear entre as variáveis.

Valores próximos de 1 indicam um relacionamento linear forte no sentido directo, isto é, quando X aumenta, Y aumenta e a recta tem declive positivo.

Valores próximos de -1 indicam um relacionamento linear forte no sentido inverso, isto é, quando X aumenta, Y diminui e a recta tem declive negativo.

Vonderembse e White (1995) referem que quanto maior for o coeficiente de correlação, mais confiança é possível ter, que a variação da variável dependente (procura) é explicada pela variável independente (tempo).

Para medir a qualidade da regressão calculamos o coeficiente de determinação (Reis, 2000).

2.2.1.1.2. Coeficiente de determinação – R^2

O coeficiente de determinação é a proporção de variância explicada pela regressão linear e varia entre 0 e 1 (Reis, 2000).

Valores próximos de 0 significam que nada é explicado pela regressão.

Valores próximos de 1 significam que tudo é explicado pela regressão. Quanto mais próximo de 1, melhor é o ajustamento linear.

Quando o objectivo principal da recta de regressão é fazer previsões, torna-se indispensável que o coeficiente de determinação apresente valores elevados, uma vez que, este último funcionará como medida da confiança depositada na recta de regressão como instrumento de previsão (Reis, 2000).

Neste trabalho, o método adoptado para a previsão das vendas é o da regressão linear e será assumido que $R^2 \geq 0,6$ é suficiente para explicar a proporção da variância explicada pela regressão.

2.2.2. Actividade Constituição e Gestão de Stocks

As empresas constituem stock quando há mudanças entre o tempo que medeia o abastecimento e o consumo, isto é, os stocks servem para responder às flutuações da procura / oferta durante o período de abastecimento / consumo da empresa.

Outra razão para a constituição de stocks, é a obtenção de descontos quantidades, ou seja, quanto maior a quantidade adquirida menor será o preço unitário. Estes descontos também podem ser visíveis no custo de transporte unitário.

De acordo com Chase, Jacobs e Aquilano (2005), a gestão de stocks irá auxiliar os gestores a manter os custos baixos, enquanto se mantém a exigência na produção e no serviço ao cliente.

No início do século XX, os métodos matemáticos começaram a emergir e focaram-se na optimização do nível de stock e nas quantidades a encomendar (Kaj-Mikael Björk, 2008). Estava em causa minimizar o custo total de aprovisionamento. O custo total de aprovisionamento engloba quatro tipos de custos: custo de aquisição, custo de encomenda, custo de posse de stock e custo de ruptura.

Custo de Aquisição

O custo de aquisição anual corresponde ao valor anual das compras (número de unidades compradas por ano \times preço unitário do item).

Custo de Encomenda

O valor do custo de realização de uma encomenda é obtido através do somatório de todos os gastos efectuados directa ou indirectamente na realização da encomenda. São eles:

- Encargos salariais, relativos ao tempo de trabalho prestado na execução da encomenda, incluindo subsídios recebidos, pagamentos à segurança social, etc;
- Encargos com material utilizado na realização da encomenda (papel, esferográficas, impressos, etc);
- Amortizações das instalações e equipamentos do sector das compras;
- Custos indirectos relacionados com a encomenda, como por exemplo, iluminação, aquecimento;
- Custos directos: telefones, faxes, *e-mails*.

A soma destes custos dá-nos o custo total anual com a realização das encomendas. Através da divisão deste valor pelo número total de encomendas realizadas no mesmo período de tempo obtém-se o custo de realização de uma encomenda.

Custo de Posse de Stock

O custo de posse de stock corresponde aos custos que uma empresa incorre em manter em stock uma unidade de um determinado produto durante um determinado período de tempo. O custo de posse de stock inclui três tipos de custos:

- a) Custo com espaço de armazenagem: salários do pessoal, amortização das instalações e equipamentos, impostos e seguros, iluminação, aluguer, etc.
- b) Custo de oportunidade do capital: este custo representa os juros que não se obtêm por ter o capital imobilizado em stock e não em outra aplicação financeira.
- c) Custo de obsolescência é a perda de valor que ocorre num produto em função dos atributos que depreciam o seu valor perante o mercado. Esta perda de potencial da procura pode ocorrer em função da proximidade do prazo de validade do produto ou em função da entrada de produtos com novas tecnologias.

O custo de posse de stock anual depende da quantidade de stock médio mantido durante o ano.

Custo de Ruptura

São os custos associados à falta de um determinado produto. São muito difíceis de calcular e em muitos casos não passam de estimativas, devendo por isso ser utilizados com algum cuidado.

Assim, e não considerando o custo com a ruptura devido à dificuldade em estima-lo, o custo total de aprovisionamento é composto por:

$$CTA_{Anual} = \text{Custo de Aquisição}_{Anual} + \text{Custo de Encomenda}_{Anual} + \text{Custo de Posse de Stock}_{Anual}$$

$$CTA = DC + \frac{D}{Q}S + \frac{Q}{2}H \quad (2)$$

Onde:

CTA → Custo Total de Aprovisionamento

D → Procura (anual)

C → Custo de aquisição unitário por unidade (€/unidade)

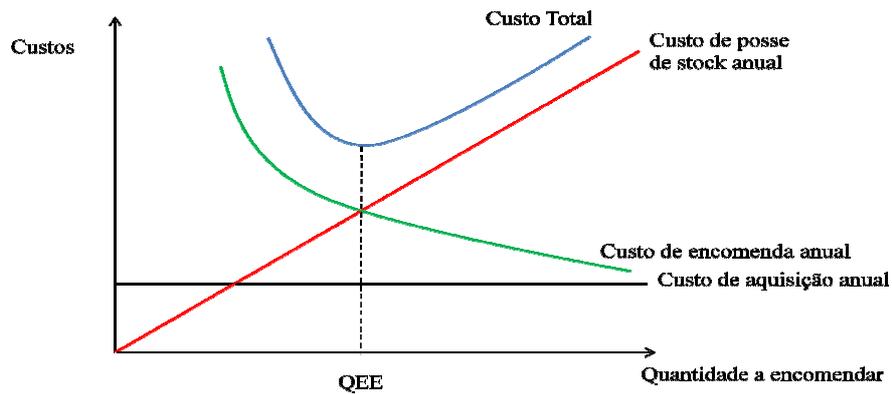
Q → Quantidade a ser encomendada

S → Custo de realização de uma encomenda (€/encomenda)

H → Custo de posse de stock unitário (€/unidade/ano)

Na Figura 2.2 é possível visualizar as três funções que compõem o custo total de aprovisionamento, ou seja, o comportamento dos três tipos de custos em função da quantidade a encomendar.

Figura 2.2 – Custo Total Anual



Fonte: Adaptado de Chase, R., Jacobs, F. e Aquilano, N., “*Operations Management For Competitive Advantage*”, 11ª Edição, McGraw-Hill, 2006, Nova Iorque - Pag 598

Através da Figura 2.2 podemos concluir que o custo total de aprovisionamento mínimo corresponde a igualar o custo de posse stock ao custo de encomenda. Esse ponto é designado por quantidade económica de encomenda e determina-se aplicando a primeira derivada em ordem a “Q”, e de seguida igualarmos a zero, obtendo-se a equação:

$$QEE = \sqrt{\frac{2DS}{H}} \quad (3)$$

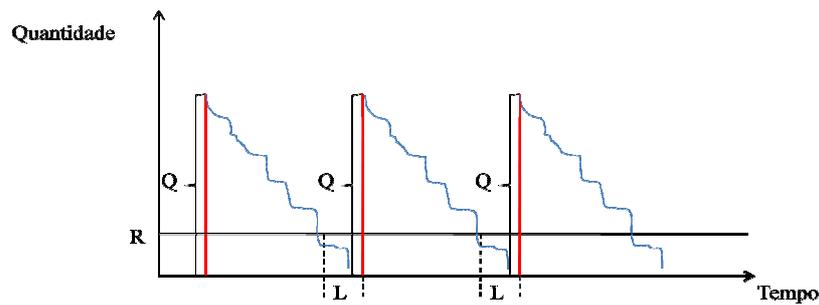
Os modelos de gestão de stocks mais explorados são o modelo de quantidade fixa de encomenda e o modelo do período fixo de tempo. Também são conhecidos como o modelo Q e P, respectivamente.

2.2.2.1. Modelo de quantidade fixa de encomenda (Modelo – Q)

Segundo os autores Chase, Jacobs e Aquilano (2005), este modelo é um “*event triggered*”, porque inicia uma encomenda quando um dado nível é atingido. Este modelo requer que seja feita uma contagem de stock continuamente.

Este modelo determina um ponto de encomenda (R), onde uma nova encomenda é colocada na quantidade económica encomenda.

Figura 2.3 – Modelo Q



Fonte: Adaptado de Chase, R., Jacobs, F. e Aquilano, N., “*Operations Management For Competitive Advantage*”, 11ª Edição, McGraw-Hill, 2006, Nova Iorque - Pag 598

Este modelo tem os seguintes pressupostos:

- O *lead time* (tempo que medeia entre a colocação e recepção da encomenda) é constante
- Preço por unidade de produto é constante
- O custo de posse de stock é baseado na média do stock
- Os custos de encomenda são constantes
- Toda a procura de um produto tem que ser satisfeita (não são admitidas rupturas)

Alguns destes pressupostos não caracterizam a realidade empresarial e por este motivo a utilização dos mesmos deve ser condicionada.

O risco de entrar em situação de ruptura neste modelo é durante o *lead time*, por este motivo as empresas têm adicionalmente um stock de segurança para responder às variações da procura durante este período.

Para o cálculo do stock de segurança (SS), é necessário ter em conta o factor de segurança em função do nível de serviço a prestar ao cliente (factor z retirado da Tabela da Normal) e o desvio padrão da procura no *lead time*, isto é:

$$\text{Stock de segurança} = z\sigma_L \quad (4)$$

Onde:

$z \rightarrow$ Factor de segurança em função do nível de serviço a prestar ao cliente

$\sigma_L \rightarrow$ Desvio padrão da procura no *lead time*

Deste modo o cálculo do ponto de encomenda (R) deve ter em conta o stock de segurança. O *lead time* deve permanecer constante.

$$R = \bar{d}L + z\sigma_L \quad (5)$$

Onde:

\bar{d} → Média diária da procura

L → *Lead time* em dias

z → Factor de segurança

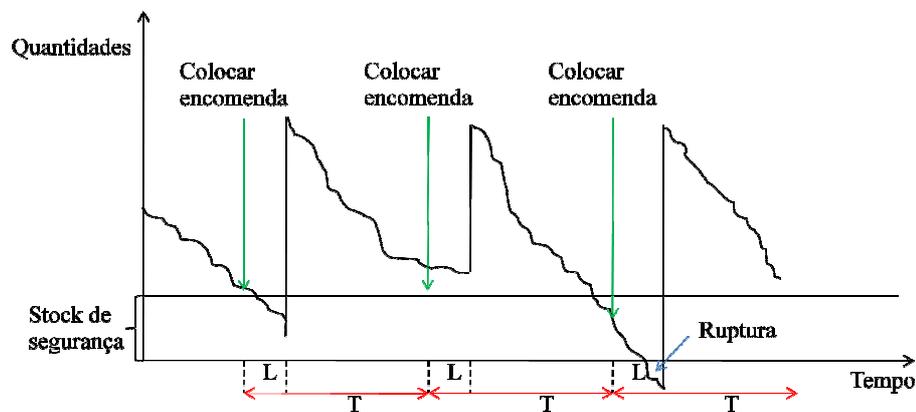
σ_L → Desvio padrão da procura no *lead time*

2.2.2.2. Modelo de período fixo de tempo (Modelo - P)

Chase, Jacobs e Aquilano (2005) denominam este modelo como “*time triggered*”, porque está limitado em colocar encomendas no fim de um período de tempo pré determinado. Este modelo só necessita que seja feita a contagem de stock no momento da revisão periódica (como por exemplo, uma vez por semana ou uma vez por mês).

Este modelo gera quantidades de encomenda variáveis de período para período, dependendo da taxa de procura. E requer sempre um maior nível de stock de segurança, porque a empresa neste modelo fica exposta a rupturas durante um período maior de tempo do que no modelo de quantidade fixa.

Figura 2.4 – Modelo P



Fonte: Adaptado de Chase, R., Jacobs, F. e Aquilano, N., “*Operations Management For Competitive Advantage*”, 11ª Edição, McGraw-Hill, 2006, Nova Iorque - Pag 604

O stock de segurança neste modelo deve ser suficiente para que não haja situações de rupturas durante os períodos de revisão, bem como nos períodos do *lead time*.

O primeiro passo neste modelo é a determinação do stock de segurança, através da equação:

$$\text{Stock de Segurança} = z\sigma_{T+L} \quad (6)$$

Onde:

$z \rightarrow$ Factor de segurança

$d_{T+L} \rightarrow$ Desvio padrão da procura após revisão e o *lead time*

$T \rightarrow$ Período de tempo entre encomendas

$L \rightarrow$ *Lead time*

Na da Figura 2.4 é possível verificar o sistema do período de tempo fixo com o ciclo de revisão (T) e o *lead time* constante (L), a procura tem uma distribuição aleatória com uma média \bar{d} .

O segundo passo que deve ser feito é o cálculo da quantidade a encomendar, através da equação:

$$q = \bar{d}(T + \bar{L}) + z\sigma_{T+L} - I \quad (7)$$

Onde:

$q \rightarrow$ Quantidade a encomendar

$T \rightarrow$ Número de dias entre as revisões

$\bar{L} \rightarrow$ *Lead time* em dias

$\bar{d} \rightarrow$ Média da procura diária

$z \rightarrow$ Factor de segurança

$\sigma_{T+L} \rightarrow$ Desvio padrão da procura após revisão e o *lead time*

$I \rightarrow$ Stock em armazém mais a quantidade encomendada ainda por entregar, se existir

Na da tabela seguinte é possível identificar as diferenças principais destes dois modelos.

Tabela 2.1 – Principais diferenças entre os dois modelos

| | Modelo Q | Modelo P |
|-----------------------------------|---|--|
| Quantidade a encomendar | Q – constante (o mesmo valor a encomendar) | q – variável (varia consoante o período em que é coloca a encomenda) |
| Quando colocar a encomenda | R – quando o nível de stock atinge um determinado nível | T – quando o período de revisão é atingido |
| Revisão do stock | Sempre que é feito uma retirada ou uma adição de stock | Apenas no período da revisão |
| Dimensão do stock | Menor que no modelo P | Maior que no modelo Q |

Fonte: Adaptado de Chase, R., Jacobs, F. e Aquilano, N., “*Operations Management For Competitive Advantage*”, 11ª Edição, McGraw-Hill, 2006, Nova Iorque - Pag 596

2.2.2.3. Análise ABC

A metodologia ABC possibilita a classificação de um conjunto de produtos em três classes: a classe A, a classe B e a classe C. Crespo de Carvalho (2004) aborda esta metodologia de acordo com os seguintes pontos:

- Cerca de 20% dos produtos contribuem para aproximadamente 80% da facturação – classe A;
- Cerca de 30% dos produtos contribuem para aproximadamente 15% da facturação – classe B;
- Cerca de 50% dos produtos contribuem para aproximadamente 5% da facturação – classe C.

Deste modo, os artigos classificados como A, são os mais importantes para a empresa devido ao seu valor monetário e/ou a sua elevada procura. Para estes produtos deverá ser determinado um nível de serviço mais elevado e o modelo de gestão de stock deverá ser o da revisão contínua, uma vez que, é através deste modelo que é possível obter um controlo mais apertado sobre os stocks.

Quanto aos produtos da classe B, estes têm uma importância intermédia, de tal modo que podem ser aplicados os dois métodos base - revisão contínua ou revisão periódica adoptar.

Relativamente aos produtos C, são pouco relevantes em termos financeiros. Assim o controlo de gestão deve ser o mais simples possível e o modelo de gestão de stocks a utilizar é o da revisão periódica.

Neste trabalho, a utilização desta técnica servirá para diferenciar as políticas de gestão de stock bem como o grau de controlo necessário para cada produto.

2.3. Actividade Armazenagem: Organização do *Layout*

A função dos armazéns é guardar e gerir os fluxos de entrada e saída dos diversos produtos armazenados.

Para Stevenson (2002), as decisões do *layout* são importantes por três razões básicas (1) requerem investimento (2) envolvem compromissos de longo prazo e (3) possuem um impacto significativo no custo e na eficiência das operações do curto prazo.

A definição do *layout* pode ser apoiada por métodos quantitativos; é possível encontrar a melhor organização para o armazém em que sejam minimizadas as distâncias percorridas bem como o custo associado a essas mesmas distâncias.

Tendo em conta o número de deslocações realizadas entre as diversas áreas de um armazém, distância percorrida nessas deslocações e custo por unidade de distância percorrida, o “custo total” correspondente a um determinado *layout* é obtido pela seguinte fórmula de cálculo (Roldão, 2004):

$$C = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n T_{ij} C_{ij} D_{ij} \quad (8)$$

Onde:

T_{ij} → Número de deslocações entre a área i e a área j

C_{ij} → “Custo” por unidade de distância por movimento entre a área i e a área j

D_{ij} → Distância de i a j

C → Custo total

n → Número de áreas / departamentos

Assim sendo, é possível verificar que a definição do *layout* tem como principal finalidade a preocupação com o trinómio tempo, custo e qualidade do serviço prestado ao cliente em simultâneo. Esta preocupação significa que uma boa definição do *layout* apresenta custos baixos para a empresa, um ganho elevado no tempo das deslocações dentro do armazém e como resultado uma melhor qualidade no serviço ao cliente.

Para Ballou (2004), o principal objectivo do planeamento da localização dos produtos num armazém é minimizar o custo total de manuseamento, isto é, minimizar a distância total percorrida no armazém.

Métodos intuitivos disponibilizam algumas orientações úteis para a definição o *layout* sem a necessidade de recorrer a métodos matemáticos, isto é, o *layout* é muitas vezes baseado em quatro critérios: a complementaridade, a compatibilidade, a rotação e o volume (Ballou, 2004).

A complementaridade leva ao pressuposto que os produtos que são encomendados em conjunto devem ser armazenados perto uns dos outros. Como exemplo: tintas e escovas, lâminas e cremes de barbear, canetas e lápis.

A compatibilidade, como o próprio nome indica, significa que os produtos são considerados compatíveis se não existir nenhuma restrição sobre a proximidade da sua localização: os pneus não são compatíveis com os alimentos e a gasolina não é compatível com cilindros de oxigénio, logo não devem ser armazenados perto uns dos outros.

O *layout* por rotação admite que os produtos têm diferentes taxas de rotação num armazém. O propósito deste critério passa por minimizar os custos de manuseamento de materiais pela localização dos produtos de rápida rotação perto das zonas de saída e os produtos de rotação mais lentos na retaguarda destas zonas. Por outras palavras, os produtos que necessitam de um elevado número de deslocações, para uma dada procura, deverão ter a menor distância de deslocação possível.

O *layout* por volume tem em conta a dimensão do produto, ou seja, os produtos de maior dimensão devem ser armazenados o mais próximo possível da zona de saída.

Esta ideia sugere que os custos de movimentação podem ser minimizados se o volume do produto for utilizado como critério para a definição do *layout*.

Heskett (1963) combina dois critérios (por rotação e por volume) num só, o “*cube-per-order index*” (COI), isto é, o rácio entre o volume médio para armazenar o produto e o número médio diário de encomendas desse produto.

Produtos com o COI baixo, isto é, produtos com maior rotação e um menor volume são armazenados tão perto quanto possível da zona de saída. O COI arruma o espaço do armazém de forma que o stock de menor volume e maior rotação seja movimentado na menor distância possível.

O primeiro passo é ordenar os produtos por ordem crescente do COI numa lista. De seguida arruma-se o primeiro produto da lista no espaço necessário perto da zona de saída. O processo repete-se até todos os produtos da lista estarem todos arrumados.

2.4. Quadro conceptual

Após a revisão da literatura que teve por base autores conceituados na área da gestão de stocks e na área da gestão da armazenagem, as principais questões de investigação que surgiram, tendo em conta o problema apresentado pela empresa, foram:

1. Será que através da análise ABC por facturação e através da implementação dos modelos de gestão de stocks mais conhecidos – modelo de revisão contínua e modelo de revisão periódica – é possível reduzir o custo total de aprovisionamento?
2. Será que com a utilização da classificação ABC por rotação, é possível conseguir uma melhor arrumação dos produtos em armazém?
3. Será que através do método COI – *cube-per-order-index* – consegue-se obter uma melhor arrumação do armazém, diminuindo as distâncias percorridas?

3. Métodos e técnicas de recolha e análise de dados

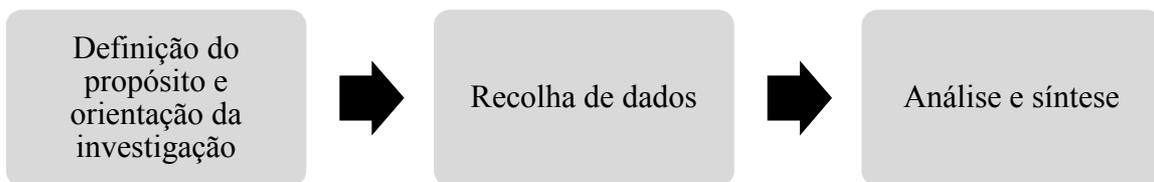
Neste capítulo serão abordados os métodos e técnicas para recolha e tratamento de dados que serão utilizados de forma a conseguir responder às questões que surgiram da revisão da literatura para resolver o caso de estudo.

A elaboração deste capítulo baseou-se nos métodos de investigação apresentados em Macedo, Silva e Tribolet (2005).

A metodologia de investigação é composta por três etapas: na primeira é definido e descrito o pressuposto da investigação; seguidamente é explicado o processo de recolha dos dados; e por último define-se o processo de tratamento e análise dos dados subjacentes às questões de investigação.

Na Figura 3.1 é possível visualizar as etapas da metodologia de investigação.

Figura 3.1– Etapas de uma metodologia de investigação



Fonte: MACEDO, P., Z. SILVA, M., TRIBOLET, J. “*Técnicas e Métodos de investigação em Engenharia Organizacional: Projecto de Investigação em Modelação de Processos de Produção*”, 6ª Conferência da Associação Portuguesa de Sistemas de Informação, Bragança, 2005

As três etapas anteriores não traduzem o processo completo de investigação, mas sim uma iteração do processo de investigação. Seguidamente serão apresentadas as três iterações básicas que utilizam o presente modelo.

Ressalva-se que cada iteração apresenta um carácter incremental em relação à fase anterior não sendo nunca de desconsiderar os aspectos conclusivos das mesmas.

1ª Iteração – Definição da questão a responder durante o processo de investigação

Passo 1 – Definição do âmbito geral e metodologia

Este trabalho foi iniciado apenas com três premissas definidas:

1. Área de estudo: Gestão Logística e Gestão de Operações
2. Elemento de estudo: Armazém de peças de um concessionário automóvel

3. Foco inicial: Gestão de stocks e *layout* do armazém

Desde o início da investigação, existiu uma empresa como elemento de estudo, logo o método de investigação é o método Estudo de caso.

Passo 2 – Recolha de dados

1. Pesquisa bibliográfica na área da Gestão Logística e Gestão de Operações com o objectivo de enquadrar o trabalho. Técnica aplicada: Análise de Documentação;
2. Caracterização da empresa e estudo da organização, nomeadamente, no armazém das peças, através da recolha de informação com o objectivo de se obter uma visão mais detalhada do objecto de estudo. Técnica aplicada: Análise de Documentação e Observação.

Passo 3 – Análise e síntese

Como resultado da análise dos documentos e da informação recolhida na empresa, especificaram-se as seguintes questões:

1. Até que ponto a gestão de stocks utilizada pela empresa é a mais adequada?
2. De que forma é possível otimizar o *layout* do armazém?

2ª Iteração – Realização dos objectivos operacionais

Passo 1 – Definição dos objectivos

Definido o problema e apresentadas as questões, é necessário descrever um conjunto de objectivos, sendo eles:

1. Implementação dos modelos de gestão de stocks mais conhecidos – modelo de revisão contínua e modelo de revisão periódica, de forma a reduzir o custo total de aprovisionamento;
2. Utilização da classificação ABC por rotação, de forma a conseguir uma melhor arrumação dos produtos em armazém;
3. Utilização do COI – *cube-per-order-index* –, para obter uma melhor arrumação do armazém.

Passo 2 – Escolha de dados para a execução dos três objectivos operacionais

Recolha de dados sobre a Empresa – informação detalhada sobre a gestão de stocks actual e do espaço físico do armazém. Para a recolha de informação foram realizadas entrevistas não estruturadas aos responsáveis pelas diversas áreas da organização. Aplicaram-se as técnicas: elaboração de entrevistas e observação não estruturada

Para a avaliação da gestão de stock actual da empresa, bem como para as soluções propostas os dados necessários foram:

- Inventário do armazém das peças relativo ao ano de 2007;
- Inventário do armazém das peças relativo ao ano de 2008;
- Vendas mensais das peças relativas ao ano de 2008;
- Compras mensais das peças relativas ao ano de 2008;
- Vendas mensais das peças relativas ao ano de 2009;
- Compras mensais das peças relativas ao ano de 2009;
- Relatório de actividade da empresa do ano de 2008, em que os dados retirados foram:
 - Custos com a electricidade;
 - Seguros do armazém;
 - Seguros de trabalho dos trabalhadores do armazém;
 - Renumeração dos trabalhadores afectos ao armazém;
 - Renda do armazém;
 - Material de escritório;
 - Custos com as comunicações;
- Extracto de um depósito a prazo da empresa;
- Histórico das vendas de viaturas (ligeiras e comerciais) desde 1988 a 2008;
- Documento para o cálculo da percentagem das encomendas semanais e viaturas paradas;
- Instalação do software utilizado pela empresa a fim de retirar informação relativa aos stocks:
 - Ponto de encomenda,
 - Stock de segurança;
 - Stock de reposição;
- Manual da Qualidade, versão 12, de 24 de Março de 2009.

No que respeita à avaliação do *layout* dos produtos no armazém das peças os dados necessários foram:

- Planta do armazém;
- Instalação do software utilizado pela empresa a fim de retirar informação relativa aos produtos:
 - Localização das peças em armazém.

Passo 3 – Análise de dados recolhidos

Para a análise dos dados recolhidos as técnicas utilizadas foram:

- Metodologia ABC por facturação
- Metodologia ABC por rotação
- Metodologia do Custo Total de Aprovisionamento
- Método da Regressão Linear
- Método COI

3ª Iteração – Validação e análise dos resultados obtidos

Passo 1 – Definição do propósito e âmbito da validação

- Verificação da gestão de stocks actual e apresentação de propostas
 - Análise ABC por facturação
 - Cálculo do stock de segurança
 - Cálculo do ponto de encomenda
 - Cálculo da quantidade económica de encomenda
- Validação do modelo prevendo o decorrer do exercício após aplicação
 - Regressão linear para previsão de vendas para o ano de 2009

Passo 2 – Recolha de dados

- Recolha de informação sobre os modelos acima mencionados. Técnica aplicada: análise de documentação

Passo 3 – Análise e síntese

Comparação da situação actual da empresa com o modelo proposto.

Gráfico 3.1 - Esquema resumo da metodologia utilizada para a gestão de stocks

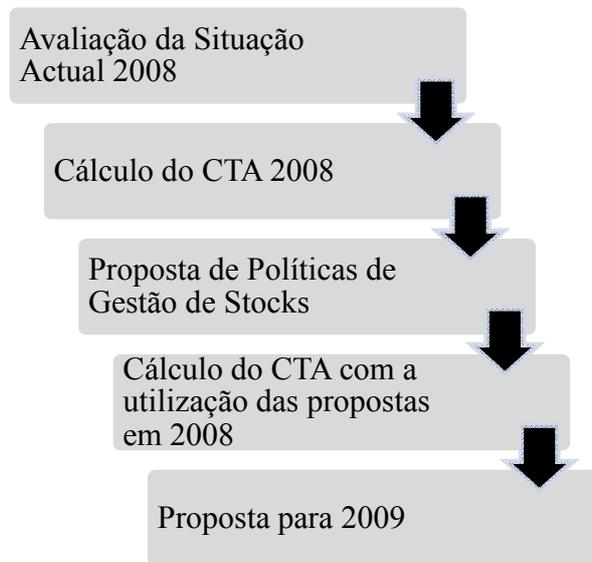
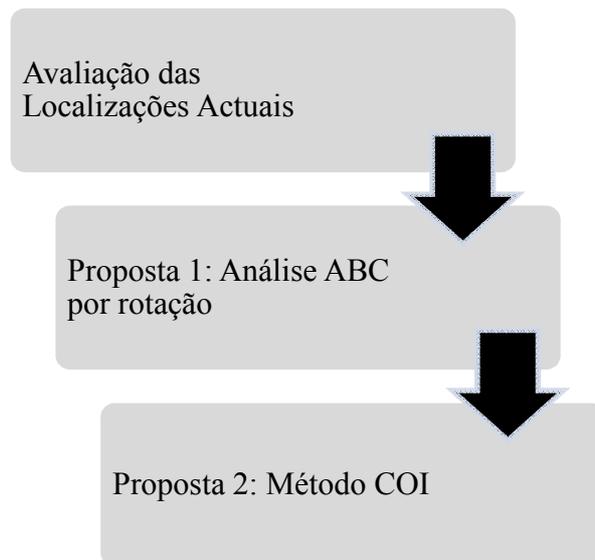


Gráfico 3.2 - Esquema resumo da metodologia utilizada para a armazenagem



4. Avaliação da Gestão de Stocks

4.1. Caracterização do funcionamento do Armazém das Peças

No dia 31 de Dezembro de 2008, o armazém de peças apresentava em inventário 4.758 referências.

O armazém das peças emprega dois colaboradores, um responsável pelo armazém e um caixeiro de peças.

O primeiro é o responsável pelos processamentos de encomendas e gestão do stock, isto é, decide o ponto de encomenda, o stock de segurança e o stock de reposição com base nas quantidades vendidas num período de seis meses anteriores à data da encomenda.

As suas funções passam também pela feitura das chapas de matrícula e deslocações no armazém para operações de *handling* (reposição e *picking*).

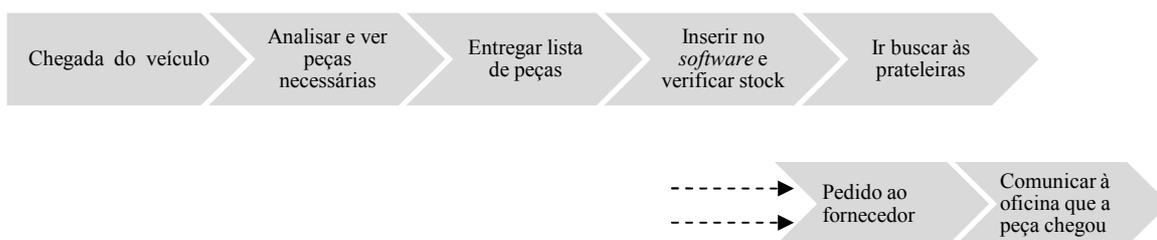
O segundo colaborador desempenha como funções a verificação das encomendas aquando da chegada e deslocações no armazém para operações de *handling* (reposição e *picking*).

No período de férias do responsável do armazém das peças, o caixeiro de peças assume as suas tarefas na totalidade.

O grande cliente do armazém das peças é a oficina de reparação automóvel. No entanto, o armazém está aberto ao público em geral, isto é, um cliente pode deslocar-se directamente ao armazém e adquirir as peças de necessita, sem ter o seu veículo na oficina.

Na Figura 4.1 é possível visualizar o processo de satisfação de encomendas para o cliente oficina.

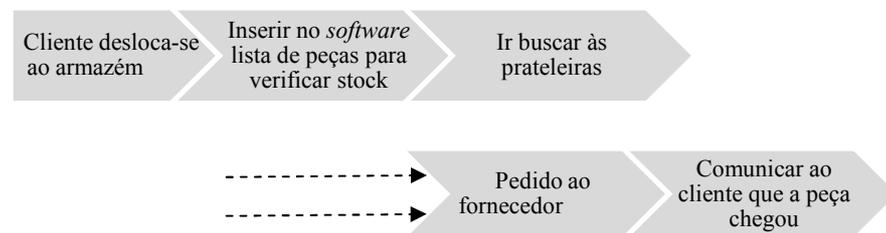
Figura 4.1 – Processo de encomenda: cliente oficina



Este processo começa pela chegada do veículo à oficina, onde de seguida é efectuada uma análise por um mecânico, onde este verifica quais as peças necessárias para a reparação e desloca-se até ao armazém. No armazém, o funcionário insere no *software* as peças necessárias, e consoante a informação do *software*, o funcionário desloca-se às prateleiras para levantar as peças. Caso as peças não estejam disponíveis em stock, é colocada uma encomenda ao fornecedor. Quando as peças encomendadas chegam ao armazém, o funcionário comunica à oficina.

Na Figura 4.2 é possível visualizar o processo de satisfação de encomendas para o cliente que se desloca directamente ao armazém das peças.

Figura 4.2 – Processo de encomenda: público em geral



Este processo é semelhante ao anterior.

A empresa tem um contrato com o seu único fornecedor (AC), localizado em Espanha, que obriga a empresa realizar 1 encomenda semanal, ou seja, 51 encomendas anuais, bem como a consumir um determinado valor em compras anuais.

A empresa realiza dois tipos de encomendas:

- Encomendas semanais: são encomendas realizadas todas as sextas-feiras do mês.
- Encomendas para viaturas paradas (VP): são encomendas para viaturas que necessitam de peças que não se encontram em stock e que são necessárias o mais rapidamente possível, pois uma viatura parada para a empresa acarreta elevados custos.

Através destes requisitos impostos pelo fornecedor, a empresa consegue obter vantagem no que respeita ao custo de transporte, pois, apenas é obrigada a pagar 1% do custo de transporte das encomendas para as viaturas paradas.

Se não conseguir cumprir, paga na totalidade o custo de transporte das encomendas para viaturas paradas.

Se todos os requisitos do contrato forem cumpridos, o fornecedor concede prémios quadrimestrais e anuais aos colaboradores do armazém das peças.

O somatório das encomendas semanais (em quantidade) não pode ultrapassar uma determinada percentagem. Esta percentagem é calculada através da expressão:

$$\frac{\text{Encomendas viaturas paradas}}{\text{Encomendas viaturas paradas} + \text{Encomendas semanais}} \leq 46\%$$

Relativamente à quantidade a encomendar, é o fornecedor que dita o lote mínimo de encomenda, não havendo hipótese para renegociar.

As referências que apenas apresentam a informação – “stock de reposição igual a 1” – deve-se ao facto de o responsável esperar que as mesmas cheguem ao valor zero, para depois avaliar se vale a pena ou não fazer novas encomendas dessas mesmas referências.

Seguidamente é possível observar um exemplo das variáveis utilizadas na actual gestão de stocks da empresa.

Tabela 4.1 - Exemplo das variáveis utilizadas pela actual gestão de stocks

| Código | Ponto de encomenda | Stock de segurança | Stock de reposição | Preço unitário |
|--------|--------------------|--------------------|--------------------|----------------|
| 0209CJ | 2 | 2 | 1 | 1,17 € |
| 0209Y0 | 1 | 1 | 1 | 0,26 € |
| 0209Z0 | 1 | 1 | 1 | 0,52 € |

Na actual gestão de stocks da empresa, esta utiliza valores iguais no que diz respeito ao ponto de encomenda e ao stock de segurança, o que na prática não deveria acontecer.

Para a empresa, estas variáveis significam:

- Ponto de encomenda: valor mínimo aceitável que o stock deve atingir para ser colocada uma encomenda;
- Stock de segurança: unidades mínimas de uma referência a ter em stock para responder a possíveis falhas do fornecedor;
- Stock de reposição: quantidade mínima que a empresa deve pedir ao colocar uma encomenda.

Em relação ao transporte, se as referências para as viaturas paradas tiverem um volume pequeno, estas são enviadas pelo fornecedor através do meio aéreo; caso as referências possuam um volume grande, o fornecedor utiliza o meio marítimo para satisfazer essas encomendas.

Quando existe rupturas de stock, estas devem-se muitas vezes à utilização do transporte marítimo, isto é, por vezes há atrasos na atracagem dos navios, ou atrasos destes em alto mar devido às más condições climatéricas na Ilha da Madeira.

Para ultrapassar as situações de ruptura de stock, por vezes, a empresa recorre à sua concorrente directa, a marca P, uma vez que ambas possuem as mesmas referências para as peças.

O modelo de gestão de stock associado às encomendas semanais é o modelo de revisão periódica.

Relativamente às encomendas para viaturas paradas, não existe um modelo de gestão de stocks associado, isto é, quando um veículo chega à oficina e necessita de peças que não se encontram em stock é então colocada uma encomenda.

Seguidamente é possível visualizar a cadeia de abastecimento (tipo de transporte e *lead time*) para as encomendas semanais e para as encomendas viaturas paradas. (Figuras 4.3, 4.4 e 4.5)

Figura 4.3 - Cadeia de abastecimento para encomendas semanais

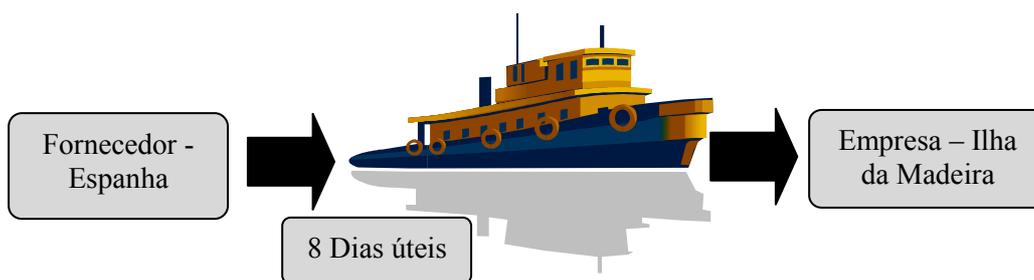


Figura 4.4 - Cadeia de abastecimento para encomendas viatura paradas – peças pequenas

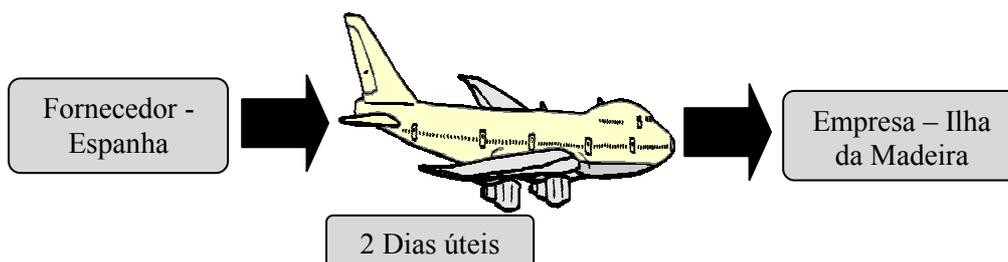
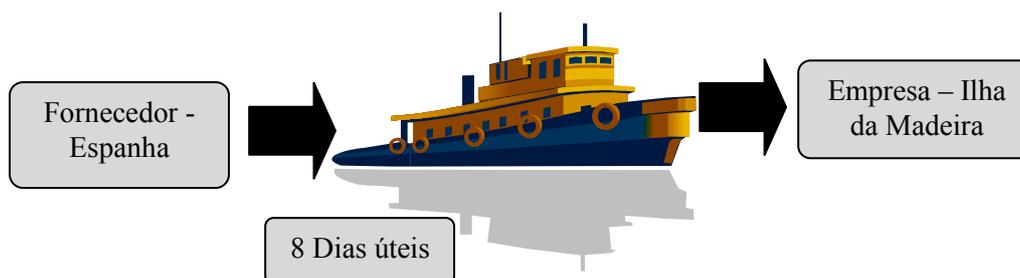


Figura 4.5 - Cadeia de abastecimento para encomendas viatura paradas – peças grandes



4.2. Análise da Gestão de Stocks Actual

O custo total de aprovisionamento do ano de 2008 foi calculado com base nos três custos que o compõem. De seguida são apresentados todos os cálculos efectuados.

4.2.1. Custo de Aquisição

Foram adquiridas 24.212 unidades no ano de 2008, a que corresponde um valor de compras de 413.595,43€.

Os dados para o apuramento do custo de aquisição foram fornecidos pela empresa.

4.2.2. Custo de Encomenda

Para o cálculo deste custo foi necessário apurar os custos que estão directa e indirectamente ligados ao custo de encomenda, são eles: encargos salariais do recurso humano responsável pelas encomendas, encargos com o material utilizado na realização de encomendas (lápiz, canetas, papel, etc), a electricidade e despesas com comunicações.

4.2.2.1. Encargos com Responsável do Armazém

O responsável do armazém das peças trabalha 8 horas por dia, 5 dias por semana e representa um encargo para a empresa de 15.596,14€ por ano.

Para o cálculo do custo de encomenda unitário foi necessário determinar o tempo despendido por este recurso humano nesta actividade.

Neste estudo, não foram consideradas as encomendas de viaturas paradas uma vez que, estas encomendas apenas são para responder a pedidos ocasionais e não para repor stock como é o caso das encomendas semanais.

- Encomendas semanais: demoram, sensivelmente, 2 horas.

Os valores apresentados foram apurados por entrevista ao responsável pelas encomendas.

Tabela 4.2 – Cálculo da remuneração do trabalhador

| Remuneração Anual | Percentagem da remuneração despendida na realização das encomendas semanais | Valor Anual |
|-------------------|---|-------------|
| 15.596,14€ | $\frac{2 \text{ horas/semana}}{40 \text{ horas/semana}} \times 100\% = 5\%$ | 779,81€ |

O recurso humano trabalha 40 horas por semana e demora 2 horas na realização de encomendas semanais, o que significa que 5 % do seu tempo é dedicado à realização de encomendas, a que corresponde um custo anual de 779,81€.

4.2.2.2. Custo com Electricidade

Relativamente ao valor da electricidade, foi necessário calcular uma percentagem referente ao consumo do armazém das peças, pois a empresa não possui um quadro eléctrico em todas as divisões de trabalho. Como tal, foi necessário determinar as horas de laboração das divisões que compõe a empresa. Através da Tabela 4.3 é possível visualizar o número de horas de funcionamento das quatro divisões da empresa.

Tabela 4.3 – Número de horas de funcionamento das quatro divisões da empresa

| Oficina | Stand | Armazém peças | Armazém viaturas |
|--|--|--|--------------------------------------|
| 2 ^a a 6 ^a → 8:30h às 18:30h = 10h/dia | 2 ^a a 6 ^a → 9h às 18:30h = 9,5h/dia | 2 ^a a 6 ^a → 8:30h às 18:30h = 10h/dia | 2 ^a a 6 ^a → 4h |
| 10h×5dias×51sem/ano | Sab → 9h às 13h = 4h/dia | 10h×5dias×51sem/ano | 4h×5dias×51sem /ano |
| = 2550h/ano | [(9,5h×5dias) + 4h] ×51 = 2627h/ano | = 2550h/ano | = 1020h/sem |

O somatório das horas de funcionamento das quatro divisões foi de 8747 horas por ano, o que corresponde ao valor total de 3.769,24€ pago pela empresa em electricidade no ano de 2008. O armazém das peças consumiu 2550 horas, cerca de 29% do consumo total, o que corresponde a um custo anual de 1098,77€.

Para imputar o custo com a electricidade à realização de encomendas foi necessário apurar o número de horas anual despendido nesta actividade. Assim, o valor apurado foi de 102horas, o que representa um custo de 43,95€.

Tabela 4.4 - Cálculo do valor da electricidade com a realização das encomendas

| | Critério de imputação | % De Imputação | Custo |
|---------------------|---------------------------|---|--|
| Encomendas semanais | $2h \times 51 = 102h/ano$ | $\frac{102h}{2550h} \times 100\% = 4\%$ | $4\% \times 1098,77\text{€} = 43,95\text{€}$ |
| Total: | 102 Horas/ano | 100% | 43,95€ |

4.2.2.3. Custo com Comunicações

Quanto às despesas com comunicações, a empresa possui um contrato com uma operadora de telecomunicações, em que é pago um valor fixo mensal para toda a empresa de 87,72€.

Das quatro divisões da empresa, apenas o stand de vendas e o armazém das peças têm gastos com comunicações. Assim, assume-se que o valor fixo mensal de 87,72€ corresponde a 5.222 horas de funcionamento da empresa (2627 horas do stand de vendas e 2550 horas do armazém das peças – ver Tabela 4.3).

O critério de imputação adoptado foi o número de horas de funcionamento do armazém de peças. Deste modo o valor a imputar é de 515,8€.

Tabela 4.5 – Cálculo do número de horas em comunicações

| | Empresa | Armazém Peças |
|---------------------------------------|---|---|
| Valor em comunicações (por ano) | $87,71\text{€} \times 12 = 1052,64\text{€}$ | $49\% \times 1052,64\text{€} = 515,8\text{€}$ |
| Nº de horas em comunicações (por ano) | $2627h + 2550h = 5222h$ | $\frac{2550h}{5222h} \times 100 = 49\%$ |

Custo de Encomenda Anual

Através da tabela seguinte é possível visualizar o total de todos os encargos e custos indirectos referentes à realização de uma encomenda em 2008.

Tabela 4.6 – Resumo das rubricas que compõem o custo de encomenda

| Rubricas | Critério de Imputação | Anual |
|--|--|------------------|
| Custos directos: | | |
| Encargos salariais – encomendas semanais | Duração da realização das encomendas semanais | 779,81€ |
| Custos indirectos: | | |
| Electricidade | Duração da realização das encomendas semanais | 43,95€ |
| Comunicações | Nº horas de funcionamento do armazém das peças | 515,8€ |
| Material de Escritório | | 107,18€ |
| | Total: | 1.446,74€ |

Uma vez que, não é possível determinar com precisão o valor do material de escritório utilizado na realização de encomendas, foi assumido que 50% do valor anual seria imputado a esta actividade.

Se dividirmos o valor do custo anual com a realização de encomendas (1.446,74€) pelo número de encomenda realizadas nesse ano, isto é, 51 encomendas, obtemos o valor de 28,37€ como o custo de realização de uma encomenda unitária.

Custo de encomenda por referência

No decorrer do trabalho foi verificado que numa encomenda eram encomendadas várias referências. Deste modo, foi determinar-se qual o custo de encomenda por referência.

Para calcular o custo de encomenda por referência, foi necessário apurar o número médio de referências encomendadas em cada encomenda.

Na Tabela 4.7, é possível observar os cálculos realizados para obter o custo de encomenda por referência.

Todos os dados necessários foram fornecidos pela empresa.

Tabela 4.7 – Cálculos para o custo de encomenda por referência

| | Total |
|--|-----------------------------|
| Semanais | |
| Numero de encomendas realizadas ano | 51 |
| Número de referências encomendas no ano | 3690 |
| Média do número de referências por encomenda | $\frac{3690}{51} = 73$ |
| Custo de encomenda unitário | 28,75€ |
| Custo de encomenda por referência | $\frac{28,37€}{73} = 0,39€$ |

Assim a empresa ao realizar as encomendas semanais apenas tem um custo de 0,39€ por cada referência.

4.2.3. Custo Posse de Stock

O cálculo da taxa de posse de stock inclui a taxa do custo com o espaço de armazenagem, a taxa do custo de oportunidade do capital e a taxa do risco de obsolescência.

4.2.3.1. Custo com o Espaço de Armazenagem

Neste custo estão incluídas todas as despesas inerentes ao armazém das peças, ou seja, as despesas com as remunerações e seguros de trabalho dos recursos humanos afectos ao armazém das peças, despesas com electricidade, renda de aluguer e seguro do armazém.

Tabela 4.8 – Resumo das rubricas que compõem o custo com o espaço do armazém

| Rubricas: | Valores anuais | Percentagem |
|---------------------|-------------------|-------------|
| Recursos humanos | 28.143,56€ | 70,82% |
| Seguros de trabalho | 662,50€ | 1,67% |
| Electricidade | 1098,77€ | 2,76% |
| Rendas | 2.131,36€ | 5,36% |
| Seguro armazém | 7.703,29€ | 17,80% |
| Total: | 39.739,48€ | 100% |

Todos estes valores foram fornecidos pela empresa. Contudo, foi necessário realizar alguns ajustes no custo de electricidade e renda de aluguer, pois os valores fornecidos correspondiam a todas as divisões da empresa e não só ao armazém das peças.

O valor da electricidade corresponde apenas ao armazém das peças, tendo em conta o número de horas de funcionamento do mesmo (Ver Secção 4.2.2.2 e Tabela 4.3).

O valor da renda corresponde ao aluguer do armazém das peças e da oficina pois são duas divisões conjuntas. Como tal, foi necessário imputar uma parte do valor da renda apenas ao armazém. O critério de imputação utilizado foi a dimensão do armazém das peças (m²).

Tabela 4.9 – Cálculo da percentagem da renda do armazém

| | Valor anual | Espaço ocupado | Percentagem | Forma de cálculo |
|------------------------|-------------|--------------------|-------------|---------------------------------|
| Renda das instalações: | 9.688,56€ | 595 m ² | 100% | |
| Oficina | | 467 m ² | 78% | 9.688€ × 78% = 7.556,64€ |
| Armazém peças | | 133 m ² | 22% | 9.688€ × 22% = 2.131,36€ |

A renda mensal tem o valor de 807,38€, o que corresponde a um valor anual de 9.688,56€. A oficina ocupa 467 m² e o armazém das peças 133 m², logo, o valor da renda que diz respeito ao armazém das peças é 2131,36€ por ano.

A empresa, no fim de 2008, apresentou um valor total de 134.107,01€ em inventário de peças. O valor total das despesas com o armazém das peças (39.739,48€) representa assim 29,63% do valor em stock.

4.2.3.2. Custo de Oportunidade do Capital

A segunda percentagem que constitui a taxa de posse de stock representa o custo de investir em stocks e não numa outra aplicação financeira. Para obter este custo, foi analisado os depósitos com uma taxa de juro de 5,57% que a empresa detém (Tabela 4.10).

Tabela 4.10 – Cálculo da taxa de juro dos depósitos

| Janeiro 2008 | Março 2008 | Junho 2008 | Setembro 2008 | Dezembro 2008 | Média |
|--------------|------------|------------|---------------|---------------|--------------|
| 5,69% | 5,03% | 5,47% | 5,81% | 5,84% | 5,57% |

É de ressaltar que desde o início do ano de 2009 as taxas de juro têm sofrido quedas, logo o custo de posse de stock unitário para este ano será inferior.

4.2.3.3. Custo do Risco de Obsolescência

A última percentagem diz respeito à desvalorização dos produtos em stock, ao risco dos produtos em stock tornarem-se obsoletos.

Com a introdução de novos modelos de viaturas, os concessionários vêm-se obrigados a ter em stock peças para a reparação destes modelos.

Quando os modelos deixam de ser produzidos essa obrigação deixa de ser válida e passa-se a trabalhar apenas por encomenda até deixar de existir no mercado esses modelos em circulação.

Assim, o raciocínio para o cálculo da taxa de obsolescência tem em conta o número de anos em que os modelos tiveram em circulação e o número de vendas desses modelos, de modo a determinar quantos anos é que uma peça está “activa”.

Para o cálculo da taxa de obsolescência foi tido em conta o histórico das vendas da empresa durante os anos de 1988 e 2008. Contudo, os modelos que apresentavam como último ano 2008 foram excluídos uma vez que continuam a ser produzidos pela marca.

Inicialmente, foi calculado uma média simples do número de anos em que os modelos estiveram em circulação. Contudo, este cálculo não era o mais exacto pois não tinha em conta com o número de viaturas vendidas de cada modelo e, por isso, procedeu-se ao cálculo da média ponderada dos anos em circulação com o número das vendas desses modelos.

Por fim, foi calculado a taxa de depreciação com o valor da média ponderada, e assumiu-se que seria esse o valor para a taxa do risco de obsolescência.

Tabela 4.11 – Justificação da taxa de obsolescência: viaturas ligeiras (A) e viaturas comerciais (B)

| Modelos | Anos em circulação | Nº de Anos em circulação | Quantidade Vendida durante o nº de anos em circulação |
|------------------------------|--------------------|--------------------------|---|
| A1 | 1988-1991 | 4 | 23 |
| A2 | 1988-1997 | 10 | 1020 |
| A3 | 1988-1992 | 5 | 74 |
| A4 | 1991-1997 | 7 | 115 |
| A5 | 1989-1992 | 4 | 2 |
| A6 | 1990-1994 | 4 | 1 |
| A7 | 1996-2003 | 8 | 1097 |
| A8 | 1996-2003 | 8 | 92 |
| A9 | 1997-2004 | 8 | 164 |
| A10 | 2000-2003 | 4 | 26 |
| A11 | 1993-2002 | 10 | 29 |
| B1 | 1990-1997 | 8 | 42 |
| B2 | 1991-1998 | 8 | 42 |
| B3 | 1988-1991 | 4 | 14 |
| B3 | 1989-1994 | 6 | 8 |
| B4 | 1996-2003 | 8 | 57 |
| B5 | 1993-1997 | 5 | 4 |
| B6 | 1998-2002 | 5 | 1 |
| Média simples | | 6,44 Anos | - |
| Média ponderada pelas vendas | | 8,52 Anos | |
| Taxa de depreciação | | | $\frac{1}{8,52} \times 100\% = 11,73\%$ |

Assim, o número médio de anos que as peças estão “activas” é de 8,52 anos, o que corresponde a um risco de obsolescência das peças associadas a cada modelo de 11,73%.

A empresa apresenta assim uma taxa de posse de stock no valor de **46,93%** (29,63%+5,57%+11,73%) por peça/ano.

Na Tabela 4.12 apresenta-se um exemplo do cálculo do custo posse de stock anual para três referências escolhidas aleatoriamente.

Tabela 4.12 – Custo Posse de Stock Anual

| Referência | Stock médio | Taxa posse stock | Custo aquisição unitário | Custo posse stock anual |
|------------|-------------|------------------|--------------------------|-------------------------|
| 013711 | 19 | 46,93% | 0,60€ | 5,25€ |
| 013768 | 7 | 46,93% | 2,02€ | 6,65€ |
| 0345E5 | 2 | 46,93% | 132,92€ | 124,76€ |

Sendo o custo de posse de stock a multiplicação entre a taxa de posse de stock, o stock médio do item e o custo de aquisição unitário desse item, no final do ano de 2008, a empresa apresentou um custo de posse de stock anual para as 4758 referências no valor de **59.114,82€**.

4.2.4. Custo Total de Aprovisionamento

Após o levantamento de toda a informação relevante para o cálculo dos custos que compõem o custo total de aprovisionamento, é possível determinar o valor que a empresa suportou no ano de 2008:

Custo de Aquisição Anual = 413.595,43€

Custo de Encomenda Anual = 1.891,16€

Custo de Posse de Stock Anual = 59.114,82€

Custo Total de Aprovisionamento Anual = **474.601,41€**

De acordo com a revisão da literatura é possível constatar que a actual gestão da empresa não é a mais eficiente, pois existe uma grande diferença entre o custo de encomenda anual e o custo de posse de stock anual.

Para que o custo total de aprovisionamento seja o mínimo possível é necessário que o custo de encomenda anual seja igual ao custo de posse de stock anual, e esta situação não se verifica na actual política da empresa e com tal deve ser modificada.

Assim, espera-se no decorrer deste trabalho conseguir que o custo total de aprovisionamento seja menor que a situação actual e que o custo de encomenda anual se aproxime do custo de posse de stock anual.

4.3. Proposta de solução

4.3.1. Análise ABC por facturação

A empresa, na sua gestão de stocks, utiliza a mesma política de gestão para todos os produtos e não faz distinção dos produtos através da análise ABC. Deste modo, foi feita uma análise ABC aos stocks.

No dia 31 de Dezembro de 2008, o armazém de peças apresentava um inventário com 4758 referências. Das referências que se encontravam em inventário, apenas 516 tiveram vendas no ano de 2008, logo apenas estas apresentam uma filosofia de *replenishment* (apresentaram mais do que um movimento de saída de armazém, o que revela alguma rotatividade e a necessidade de repor esse stock). Por este motivo foram consideradas para a análise ABC por facturação 516 referências.

Esta redução para 516 referências tem as seguintes implicações:

- A necessidade de escoar o stock que apresenta uma filosofia de *requirement* e que de futuro não deverá existir em armazém (as 4242 referências);
- Deverá apenas ser mantido em armazém todas as referências que apresentam a filosofia de *replenishment* (as 516 referências).

A curva ABC é um método de classificação de inventário, para que se separem os itens de maior importância ou impacto, os quais são normalmente em menor número (Crespo de Carvalho, 2004).

A realização da análise ABC foi no sentido de encontrar quais as referências que tiveram uma maior contribuição na facturação da empresa. De seguida é mostrado um exemplo de como foi feita esta análise bem como a sua explicação (Ver no Anexo 2 a Análise ABC completa).

Tabela 4.13 – Extracto da análise ABC

| Ref. | Quantidades vendidas | Valor anual das vendas | % Valor anual vendas | Acum. | Classe | %Itens | Acum. |
|----------|----------------------|------------------------|----------------------|--------|--------|--------|-------|
| HT400689 | 1845 | 20.793,15 € | 12,91% | 12,91% | A | 0,19% | 0,19% |
| HT408494 | 1330 | 14.942,55 € | 9,28% | 22,18% | A | 0,19% | 0,39% |
| 425345 | 214 | 5.874,30 € | 3,65% | 25,83% | A | 0,19% | 0,58% |
| ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... |
| 1717C2 | 2 | 0,22€ | 0,00% | 100% | C | 0,19% | 100% |
| Total: | 16,077 | 161.092,64€ | 100% | 100% | - | 100% | 100% |

A percentagem do valor anual das vendas foi obtida através da divisão do valor das vendas de cada referência pelo valor total das vendas em 2008 (161.092,64 €).

De seguida, calculou-se o peso que cada referência tem no total das referências (516 referências), obtendo-se um peso de 0,19%, para cada uma delas.

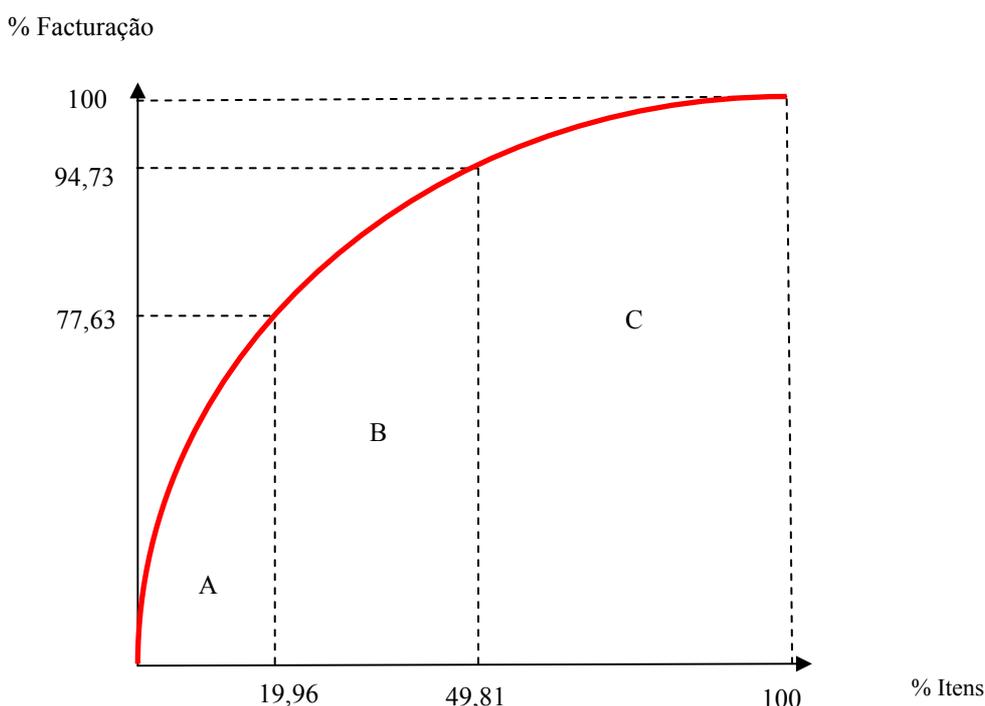
Na tabela seguinte é possível visualizar os resultados alcançados através desta metodologia.

Tabela 4.14 – Resultados da análise ABC

| | Número de itens | Facturação acumulada | Frequência itens | Itens acumulados |
|-------|-----------------|----------------------|------------------|------------------|
| A | 103 | 77,63% | 19,96% | 19,96% |
| B | 154 | 94,73% | 29,84% | 49,81% |
| C | 259 | 100% | 50,19% | 100% |
| Total | 516 | - | 100% | - |

No Gráfico 4.1 é possível visualizar a representação gráfica da curva ABC.

Gráfico 4.1 – Análise ABC por facturação



Esta análise ajuda os gestores a perceberem quais as políticas de stock que devem utilizar para as três classificações distintas.

Para os produtos com classificação A, a política de stock deve ser mais cuidada, isto é, com registos exactos e controlos contínuos. O modelo de gestão de stock para esta classificação deve ser o modelo de revisão contínua.

Os produtos com classificação C, devem ter uma política de stock mais simples possível e o modelo de gestão de stock deve ser o modelo de revisão periódica, com períodos de revisão alargados.

Os produtos com a classificação B, como são produtos de importância intermédia, devem apresentar uma política não tão cuidada como a dos produtos A mas não tão simples como a dos produtos C. Relativamente ao modelo de gestão de stock, cabe ao gestor decidir se deve optar pelo modelo de revisão contínua ou periódica com período de revisão mais curto.

Uma vez feita a análise ABC para os produtos que se encontram em stock, é agora necessário definir as políticas de gestão de stocks mais adequadas para cada classe de produtos.

Foram considerados dois cenários possíveis:

Cenário 1:

Artigos da Classe A: Modelo de Revisão Contínua

Quanto encomendar? Quantidade Económica de Encomenda

Quando encomendar? Quando atingir o Ponto de Encomenda

Nível de serviço? 99%

Artigos Classe B: Modelo de Revisão Periódica

Quanto encomendar? Diferença entre Stock Alvo e Stock Disponível no momento da encomenda

Quando encomendar? 1 Vez por semana

Nível de Serviço? 90%

Artigos Classe C: Modelo de Revisão Periódica

Quanto encomendar? Diferença entre Stock Alvo e Stock Disponível no momento da encomenda

Quando encomendar? 1 Vez de duas em duas semanas

Nível de Serviço? 80%

Cenário 2:

Artigos da Classe A: Modelo de Revisão Periódica

Quanto encomendar? Diferença entre Stock Alvo e Stock Disponível no momento da encomenda

Quando encomendar? 1 Vez por semana

Nível de serviço? 99%

Artigos Classe B: Modelo de Revisão Periódica

Quanto encomendar? Diferença entre Stock Alvo e Stock Disponível no momento da encomenda

Quando encomendar? 1 Vez de duas em duas semanas

Nível de Serviço? 90%

Artigos Classe C: Modelo de Revisão Periódica

Quanto encomendar? Diferença entre Stock Alvo e Stock Disponível no momento da encomenda

Quando encomendar? 1 Vez de quatro em quatro semanas

Nível de Serviço? 80%

Uma vez que no Cenário 1 os artigos da classe A iriam ter uma periodicidade de encomenda variável e o fornecedor exige que a periodicidade das encomendas seja semanal, foi necessário construir o Cenário 2.

O Cenário 1 seria o óptimo, mas devido às restrições do fornecedor não é possível ser implementado, mas de qualquer forma fica para termo de comparação ou para no futuro renegociar com o fornecedor.

De seguida serão apresentados detalhadamente os Cenários 1 e 2 e será calculado o custo total de aprovisionamento que a empresa suportaria em 2008 caso a sua gestão de stocks seguisse as políticas definidas em ambos os cenários. Se for provado que o novo

custo total de aprovisionamento da empresa em 2008 é menor do que o actual em 2008, então a empresa deverá adoptar estas políticas em 2009.

4.3.2. Cenário 1

4.3.2.1. Referências Classificadas como A

Através das vendas anuais das 103 referências, do custo de encomenda unitário e do custo de posse de stock unitário foi possível calcular a quantidade económica de encomenda para as referências classificadas como A (Ver Anexo 2).

De seguida analisou-se a variância das vendas das 103 referências, calculando o desvio padrão associado.

Sendo o *lead time* do fornecedor de 8 dias, houve necessidade de determinar a variância para o período em que a empresa se encontra exposta a rupturas (neste caso, 8 dias). Esta variável é de máxima importância, uma vez que sem ela não é possível calcular o stock de segurança.

Foi definido que para as peças classificadas como A, o nível de serviço prestado pela empresa deveria ser de 99%.

Após esta breve descrição, temos todos os dados necessários para o cálculo do stock de segurança, isto é, o desvio padrão das vendas durante os 8 dias a multiplicar pelo factor de segurança (Z) correspondente ao nível de serviço definido, retirado da Tabela da Normal.

Por fim, foi calculado também o novo ponto de encomenda, com stock de segurança associado.

Nas tabelas 4.15 e 4.16, é possível visualizar as diferenças entre a situação actual da empresa e a situação proposta para os produtos classificados como A de três referências escolhidas aleatoriamente.

Tabela 4.15 – Situação actual: Modelo P

| Ref. | ROP | SS | Stock reposiçã | Vendas anuais | Nº enc. | Custo encomenda | Custo posse stock | Custo aquisição | CTA |
|---------|-----|----|----------------|---------------|---------|-----------------|-------------------|-----------------|-----------|
| 425345 | 30 | 30 | 1 | 214 | 12 | 4,68€ | 283,41€ | 5.462,55€ | 5.750,64€ |
| E364025 | 5 | 5 | 1 | 47 | 12 | 4,68€ | 91,74€ | 2.215,44€ | 2.311,86€ |
| 1109Z6 | 20 | 20 | 10 | 351 | 9 | 3,51€ | 77,43€ | 1.780,92 € | 1.861,86€ |

Tabela 4.16 – Situação proposta: Modelo Q

| Ref. | ROP | SS | QEE | Vendas anuais | Nº enc. | Custo encomenda | Custo posse stock | Custo aquisição | CTA |
|---------|-----|----|-----|---------------|---------|-----------------|-------------------|-----------------|-----------|
| 425345 | 18 | 11 | 13 | 214 | 17 | 6,58€ | 221,57€ | 5.462,55€ | 5.690,75€ |
| E364025 | 4 | 2 | 5 | 47 | 10 | 3,72€ | 95,46€ | 2.215,44€ | 2.314,81€ |
| 1109Z6 | 22 | 10 | 37 | 351 | 10 | 3,72€ | 71,11€ | 1.780,92 € | 1.855,74€ |

4.3.2.2. Referências Classificadas como B

Quanto às referências classificadas como B, o modelo de gestão de stocks sugerido é o modelo periódico.

Foi definido que para as 154 referências classificadas como B, o nível de serviço é de 90%.

Para estas referências, o *lead time* do fornecedor é de 8 dias úteis e o período entre as encomendas é de 5 dias úteis, assim sendo o período de exposição a rupturas é de 13 dias.

Relativamente às quantidades a encomendar, estas são calculadas através da diferença entre o stock alvo e a quantidade disponível em stock no momento da nova encomenda.

Para o cálculo do stock alvo, foi necessário avaliar o consumo médio durante o período de exposição a rupturas e o stock de segurança.

Assim, para o consumo médio nos 13 dias foi tido em conta as vendas, o período entre encomendas (5 dias úteis), o período do *lead time* (8 dias úteis) e as 51 semanas do ano.

Quanto ao stock de segurança recorreu-se à variância da procura durante os 13 dias. De seguida multiplicou-se o valor do desvio padrão pelo factor de segurança (Z), retirado da Tabela da Distribuição Normal.

4.3.2.3. Referências Classificadas como C

Quanto às referências classificadas como B, o modelo de gestão de stocks sugerido é o modelo periódico.

Foi definido para as 259 referências classificadas como C o nível de serviço é de 80%.

Para estas referências, o *lead time* do fornecedor é de 8 dias úteis e o período entre as encomendas é de 10 dias úteis, assim sendo o período de exposição a rupturas é de 18 dias.

Para o cálculo das quantidades a encomendar, do stock alvo e do stock de segurança, o procedimento foi o mesmo que nas referências classificadas como B, apenas o período entre encomendas é diferente.

Após estes pequenos, mas importantes cálculos auxiliares, temos todos os dados relevantes para o cálculo do stock alvo.

Nas Tabelas 4.17 e 4.18 podemos visualizar as diferenças entre a situação actual e a situação proposta.

Tabela 4.17 – Situação Actual: Modelo P

| Ref. | Ponto de encomenda | SS | Stock de reposição | Vendas anuais |
|--------|--------------------|----|--------------------|---------------|
| 016430 | 20 | 20 | 50 | 210 |
| 02091E | 1 | 1 | 1 | 6 |
| 6216C1 | 10 | 10 | 10 | 10 |
| 6981L4 | 2 | 2 | 20 | 17 |

Tabela 4.18 – Situação Proposta: Modelo P

| Ref. | Vendas anuais | Stock alvo (uni) | SS | Classificação |
|--------|---------------|------------------|----|---------------|
| 016430 | 210 | 14 | 9 | B |
| 02091E | 6 | 2 | 2 | B |
| 6216C1 | 10 | 2 | 2 | C |
| 6981L4 | 17 | 2 | 1 | C |

4.3.2.4. Custo Total de Aprovisionamento

Após o cálculo da quantidade económica, dos consumos, stocks de segurança e stocks alvos para as três classificações foi calculado o CTA para este cenário.

O custo de aquisição foi o mesmo da situação actual, caso contrário não era possível fazer comparações.

O custo de encomenda neste cenário, para os produtos classificados como A, foi tido em conta as vendas anuais e a quantidade económica de encomenda, chegou-se ao número de encomendas necessárias para responder à procura e por fim multiplicou-se pelo custo de encomenda por referência. Para os produtos da classe B e C, foi tido em conta as encomendas realizadas pela empresa no ano de 2008, multiplicando-se pelo custo de encomenda por referência.

Assim, com este cenário a empresa suportaria um custo total de aprovisionamento de:

Custo de Aquisição Anual = 413.595,43€

Custo de Encomenda Anual = 744,49€

Custo de Posse de Stock Anual = 24.989,67€

Custo Total de Aprovisionamento Anual = **439.329,59€**

Mesmo com este cenário é possível constatar que existe ainda uma grande diferença entre o custo de encomenda anual e o custo de posse stock anual, ou seja, estes custos não apresentam o comportamento esperado – valores iguais - para que o custo total de aprovisionamento seja mínimo.

4.3.3. Cenário 2

Os produtos classificados como A, passaram a ser geridos pelo modelo periódico, com 5 dias úteis entre o período entre encomendas e com tempo de entrega de 8 dias.

Os níveis de serviço prestados pela empresa mantiveram-se, ou seja, para os produtos A o nível de serviço estipulado era de 99%.

De seguida é mostrado um exemplo desta sugestão com referências escolhidas aleatoriamente.

Tabela 4.19 – Modelo de revisão periódica para produtos A

| Ref. | SS | Stock alvo (uni) |
|----------|-----|------------------|
| HT400689 | 152 | 294 |
| 123K6P | 19 | 25 |

Nos produtos A, houve um acréscimo de uma unidade, no stock de segurança de todas as referências.

Outra alteração é no período entre encomendas dos produtos classificados como B, isto é, a sua revisão periódica passa a ser de 10 dias úteis.

O nível de serviço será mantido nos 90% e o tempo de entrega manter-se-á também nos 8 dias úteis.

Seguidamente é apresentado um exemplo com referências escolhidas aleatoriamente.

Tabela 4.20 – Modelo de revisão periódica para produtos B

| Ref. | SS | Stock alvo (uni) |
|--------|----|------------------|
| 024954 | 2 | 3 |
| 095628 | 1 | 9 |

Nos produtos B, não houve nenhuma alteração no stock de segurança de todas as referências.

Quanto aos produtos C, a sugestão indicada será trabalhar com o modelo de revisão periódica com 20 dias úteis entre o período de encomendas.

Deverá ser mantido o nível de serviço de 80% bem como o tempo de entrega de 8 dias úteis.

Na tabela 4.21, é possível ver as alterações para esta classe de produtos.

Tabela 4.21 – Modelo de revisão periódica para produtos C

| Ref. | SS | Stock alvo (uni) |
|--------|----|------------------|
| 117410 | 0 | 1 |
| 1206F2 | 0 | 1 |

Nestes produtos houve um decréscimo de uma unidade no stock de segurança de todas as referências.

4.3.3.1. Custo Total de Aprovisionamento

No cálculo do custo total de aprovisionamento deste cenário, para o custo de encomenda foi tido em conta as encomendas realizadas pela empresa em 2008, para as 516 referências e o custo de encomenda por referência.

Relativamente ao custo de aquisição, este é igual ao da situação actual da empresa e ao do Cenário 1.

O custo de posse de stock foi calculado também para as 516 referências, mas neste cenário aumenta uma vez que as referências da classe A passam a ser geridas pelo modelo de revisão periódica.

Assim, com este cenário a empresa suportaria um custo total de aprovisionamento de:

Custo de Aquisição Anual = 413.595,43€

Custo de Encomenda Anual = 803,40€

Custo de Posse de Stock Anual = 31.065,35€

Custo Total de Aprovisionamento Anual = **444.464,18€**

Na Tabela 4.22, é possível visualizar um resumo da situação actual, do Cenário 1 e do Cenário 2.

Tabela 4.22 - Resumo da Avaliação da gestão de stocks da empresa

| | Situação Actual da Empresa | Cenário 1 | Cenário 2 |
|---------------------------------|----------------------------|-------------|-------------|
| Custo de Aquisição | 413.595,43€ | 413.595,43€ | 413.595,43€ |
| Custo de Encomenda | 1.891,16€ | 44,49€ | 803,40€ |
| Custo de Posse de Stock | 59.114,82€ | 24.989,67€ | 31.065,35€ |
| Custo Total de Aprovisionamento | 474.601,41€ | 439.329,59€ | 444.464,18€ |

A empresa para 2009 deverá optar pelo Cenário 2, devido à imposição do único fornecedor, mesmo que não seja este o cenário que apresenta o menor valor do custo total de aprovisionamento.

Uma vez que a proposta apresentada no cenário 2 melhora a situação actual da empresa, a empresa deve adoptar estas políticas para 2009. De seguida é apresentado a política de gestão de stocks para 2009.

4.4. Política de gestão de stocks para 2009

4.4.1. Previsão de vendas para 2009

A previsão de vendas para 2009 foi feita com o intuito de perceber o que a empresa necessita de ter em stock para responder à procura nos últimos sete meses do ano, e também qual será o custo total de aprovisionamento.

A empresa tinha disponíveis as vendas dos cinco primeiros meses de 2009, e através da aplicação de um do método de previsão de vendas – regressão linear - é possível estimar as vendas para os últimos sete meses do ano.

As previsões foram calculadas com base no histórico das vendas de 2008 e com os cinco primeiros meses do ano de 2009.

Foi calculado a previsão das vendas para as referências que tiveram movimentos nos cinco primeiros meses do ano de 2009, de modo a que a previsão fosse mais fiável. Assim, foram feitas previsões de vendas para 60 referências das três classes das 516 referências. Para as restantes 456, foi considerado as vendas anuais do ano de 2008.

O método de previsão utilizado foi a regressão linear simples, por ser aquele que permite prever para mais do que um período.

A regressão linear simples, foi feita em períodos mensais, trimestrais e quadrimestrais.

A regressão trimestral, deve-se ao facto de a regressão mensal não obter um $R^2 \geq 0,6$ e ao agrupar as vendas em trimestres obteve-se em alguns casos $R^2 \geq 0,6$. Para este tipo de cálculo foi retirados os meses mais antigos, isto é, os meses de Janeiro e Fevereiro de 2008, uma vez que, este método permite retirar os dados mais antigos por não serem relevantes para o cálculo da recta de regressão.

Para a regressão quadrimestral, o processo foi idêntico ao da regressão trimestral, mas apenas só foi retirado o mês mais antigo, isto é, o mês de Janeiro.

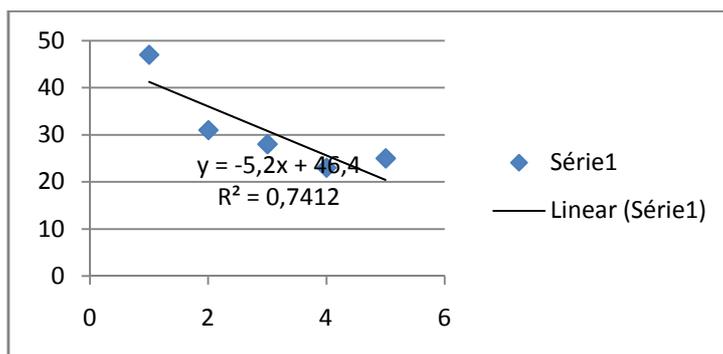
Contudo não foi possível chegar a uma conclusão para as sessenta referências, uma vez que, a capacidade explicativa não foi em todas as referências superior ou igual a 60%, apenas conseguiu-se realizar previsões para 20 referências (Ver as restantes previsões no Anexo 5).

Após terem sido apresentadas as justificações para o cálculo da regressão, é possível visualizar alguns exemplos.

Referência 1109Z6

Nesta referência a previsão foi feita apenas com o histórico de vendas dos cinco primeiros meses do ano de 2009. O erro da previsão foi de 74%.

Gráfico 4.2 – Regressão Linear Simples para a referência 1109Z6



As previsões obtidas para os próximos sete meses foram:

- Junho: 15 unidades
- Julho: 10 unidades
- Agosto: 5 unidades
- Setembro, Outubro, Novembro e Dezembro: 0 unidades

Referência 4402E7

Para esta referência houve a necessidade de calcular uma nova regressão pois o R^2 não era significativo, como é demonstrado no Gráfico 5.3. Assim foi agrupado o histórico das vendas em quadrimestres, obtendo-se um $R^2 \geq 0,6$ como é possível ver no Gráfico 5.4.

Gráfico 4.3 - Regressão Linear Simples (mensal) para a referência 4401E7

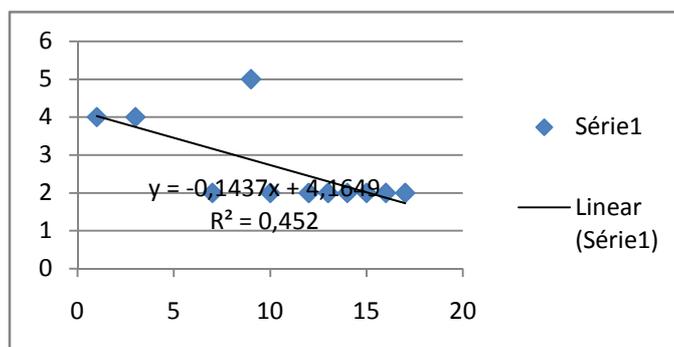
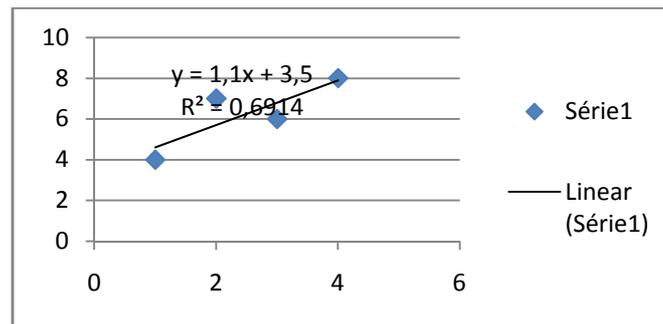


Gráfico 4.4 - Regressão Linear Simples (quadrimestre) para a referência 4401E7



As previsões obtidas para os próximos quadrimestres foram:

- Junho, Julho, Agosto e Setembro: 9 unidades
- Outubro, Novembro, Dezembro e Janeiro: 10 unidades

4.4.2. Custo Total de Aprovisionamento para 2009

Para o cálculo do custo total de aprovisionamento de 2009, foi tido em conta as previsões realizadas para as 20 referências e as vendas anuais de 2008 para as restantes 496, ou seja, 22.421 unidades no valor de 403.955,24€.

Quanto ao custo de encomenda anual, uma vez que todas as referências das três classes são geridas pelo modelo periódico, assumiu-se que o número de encomendas realizadas foi o mesmo que no cenário 2, sendo o seu valor de 803,40€.

Relativamente ao custo de posse de stock, este foi calculado com base na seguinte fórmula:

- Para os produtos classificados como A

$$\text{custo de posse de stock} = \left(\frac{\text{quantidades vendidas}}{51 \text{ semanas}} \times \frac{2}{2} + SS \right) \times \text{taxa posse stock} \times \text{preço unitário}$$

- Para os produtos classificados como B

$$\text{custo de posse de stock} = \left(\frac{\text{quantidades vendidas}}{24 \text{ semanas}} \times \frac{2}{2} + SS \right) \times \text{taxa posse stock} \times \text{preço unitário}$$

- Para os produtos classificados como C

$$\text{custo de posse de stock} = \left(\frac{\text{quantidades vendidas}}{12 \text{ semanas}} \times \frac{2}{2} + SS \right) \times \text{taxa posse stock} \times \text{preço unitário}$$

Obtendo-se assim o valor anual de 8.927,40€.

Assim, espera-se que a empresa no final de 2009, apresente um custo total de aprovisionamento de **413.686,14€**

5. Avaliação do layout do armazém das peças

5.1. Layout Actual

A empresa possui um espaço para armazenagem de produtos com 133 m², dividido em dois pisos.

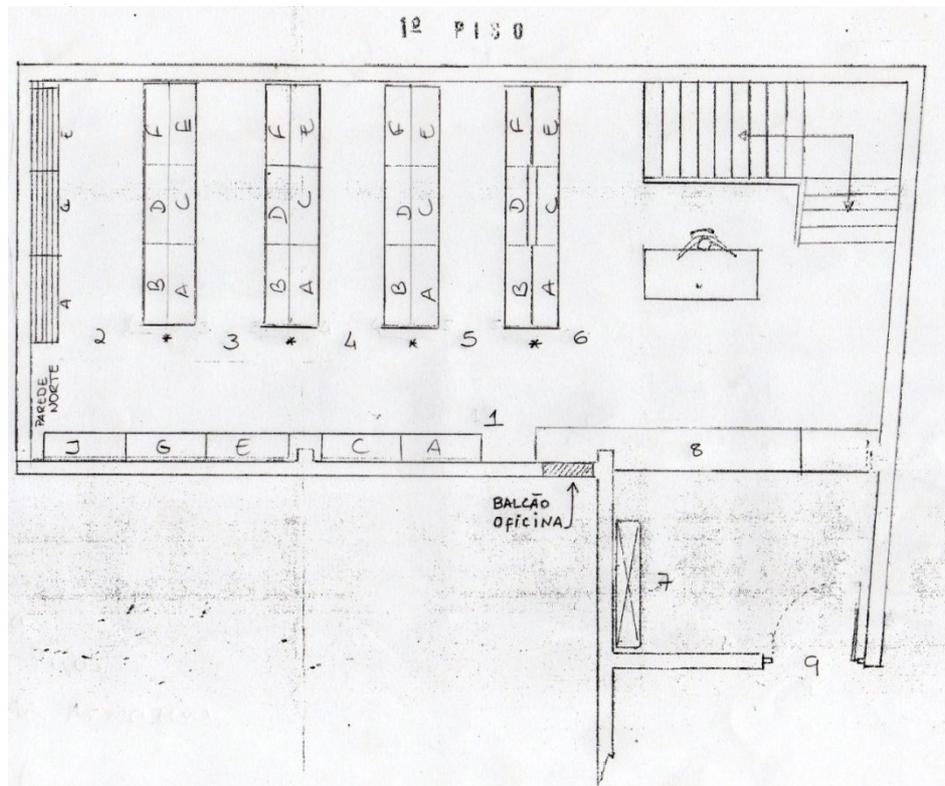
No piso inferior estão armazenadas, segundo a empresa, as referências com menor dimensão e de maior rotação (como por exemplo: pastilhas de travões, rebites, parafusos, etc).

No piso superior, estão armazenadas as referências com maior dimensão e de menor rotação (como por exemplo: vidros, pneus, baterias, para lamas, etc).

Na Figura 5.1 é possível visualizar a organização actual do armazém do piso inferior.

Neste espaço existem seis ruas (da rua 1 à rua 6), com prateleiras assinaladas com as letras do alfabeto.

Figura 5.1 – Planta do piso inferior do armazém



Legenda:

1,2,3,4,5 e 6 – Ruas do piso 1

A,B,C,D,E,F,G e J – Prateleiras das ruas 1 a 6

É de referir que os produtos estão armazenados por família de produtos, isto é, todas as referências de pneus, parafusos, porcas etc, estão juntas, apesar de nem todas as referências terem a mesma rotação.

5.1.1. Métodos quantitativos para a determinação do *layout*

Para conseguir encontrar a melhor organização para o *layout* do armazém em que sejam minimizadas as distâncias percorridas, e por sua vez o custo associados a essas distâncias é quantificar a distância percorrida no *layout* actual. Para tal, utiliza-se o método quantitativo para a determinação do *layout*.

Este método é composto pela multiplicação de duas componentes:

- T_{ij} corresponde ao número de movimentos entre as secções;
- D_{ij} corresponde às distâncias entre cada par de sector.

Para o número de movimentos (T_{ij}) foi considerado o total das vendas anuais (em quantidade) de cada item. Foi assumido que uma venda é um movimento.

O ponto de partida para o cálculo destas distâncias (D_{ij}) foi o balcão da oficina (uma vez que o maior cliente do armazém é a oficina).

De seguida é mostrado um extracto da aplicação deste método.

Tabela 5.1 – Exemplo da aplicação do método quantitativo

| Referência | Nº de passos | T_{ij} | D_{ij} (m) | Custo total |
|------------|--------------|----------|--------------|---------------------------|
| E364024 | 27 | 52 | 15,3 | $52 \times 15,3 = 795,6$ |
| 856535 | 2 | 215 | 1,6 | $215 \times 1,6 = 344$ |
| 083185 | 14 | 9 | 8,6 | $9 \times 8,6 = 77,4$ |
| Total: | | | | 78.750 Metros percorridos |

A empresa com a arrumação actual apresenta um custo de 78.750 metros percorridos por ano.

5.2. Soluções para reorganizar o *layout* actual

O objectivo da reorganização do *layout* é diminuir o número de metros associados às deslocações e por sua vez reduzir o custo inerente a essas deslocações.

Contudo esta redução não é directa no custo anual com os recursos humanos, mas sim, indirecta no tempo, de modo a despende-lo em actividades mais produtivas para a empresa.

De seguida, são apresentadas soluções à empresa para uma melhor arrumação dos seus produtos em armazém.

5.2.1. Análise ABC por rotação

Uma das soluções propostas para a arrumação dos produtos, é arrumar de acordo com a classificação ABC por rotação.

Esta análise teve por base as vendas anuais em quantidade de 2008 das 516 referências.

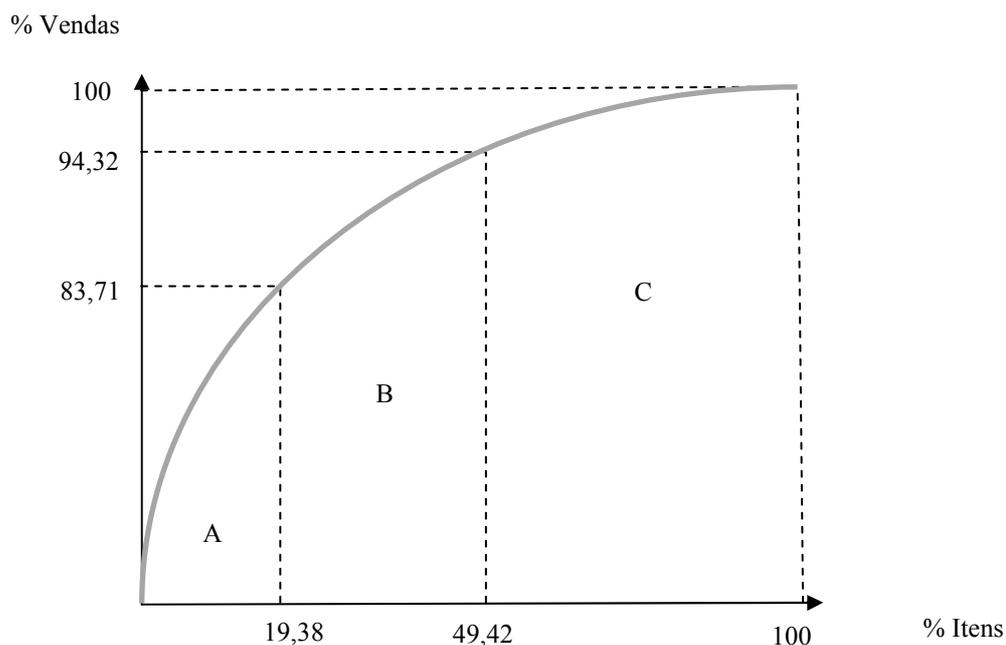
Na tabela seguinte é possível visualizar os resultados alcançados através desta metodologia (Ver Analise Completa no Anexo 6).

Tabela 5.2 – Resultados da análise ABC

| | Número de itens | Frequência | Frequência itens | Itens acumulados |
|---|-----------------|------------|------------------|------------------|
| A | 100 | 83,71% | 19,38% | 19,38% |
| B | 155 | 94,32% | 30,04% | 49,42% |
| C | 261 | 100% | 50,58% | 100% |

A figura que se segue apresenta a representação desta análise.

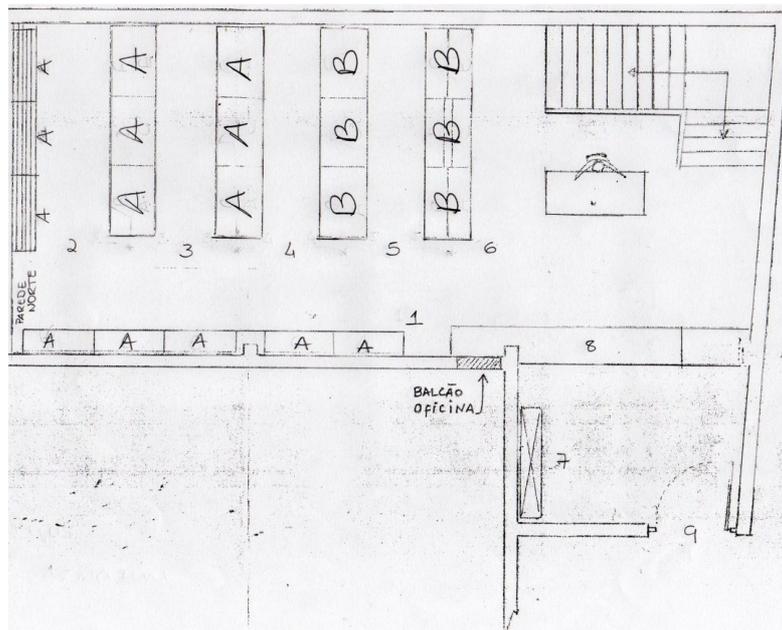
Gráfico 5.1 – Análise ABC por rotação



De acordo com a análise apresentada anteriormente uma possível arrumação para os produtos em armazém é demonstrada nas Figuras 5.3 e 5.4.

Deste modo é sugerido à empresa que arrume os produtos classificados como A no piso inferior e alguns produtos classificados como B. No piso superior, devem ser arrumados os restantes produtos classificados como B e todos os produtos classificados como C.

Figura 5.3 - Nova arrumação dos produtos em armazém: piso inferior



Legenda:

1,2,3,4,5 e 6 – Ruas do piso 1

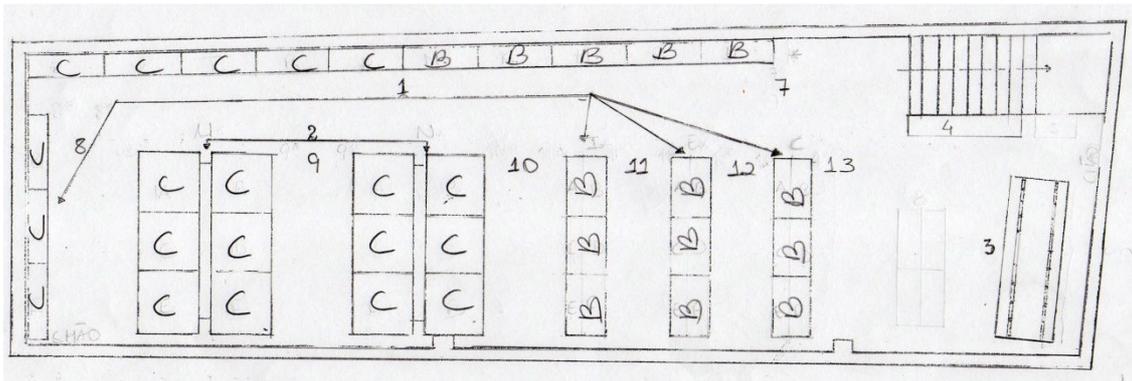
A, B – Prateleiras para a arrumação de todos os produtos da classe A e alguns da classe B das ruas 1 a 6

7 – Montra

8 – Balcão Clientes

9 – Entrada armazém

Figura 5.4 - Nova arrumação dos produtos em armazém: piso superior



Legenda:

- 1 – Peças médias
- 2 – Móvel para chaparia
- 3 – Móvel para vidros
- 4 – Mesa para fazer chapas de matrículas
- 7, 8, 9, 10, 11, 12 e 13 – Ruas do piso 2
- B, C – Prateleiras para a arrumação dos restantes produtos da classe B e todos da classe C das ruas 7 a 13

Nesta solução as referências foram trabalhadas individualmente e não como uma família de produtos.

Assim com este método a empresa consegue uma redução para 78.339,8 metros.

5.2.2. COI

Outra solução é reorganizar o *layout* através do COI – *cube-per-order-index*, ou seja, a relação entre o volume necessário para armazenar o stock do item e a média do número de encomendas diárias desse mesmo item.

Para tal, foram agrupados em três famílias: a família dos pneus, a família dos para lamas e a família dos vidros, pois são as peças que possuem maior volume e que tiveram vendas durante o ano de 2008.

Na Tabela 5.3 é possível visualizar as medidas das referências que serão trabalhadas com esta técnica.

As medidas dos pneus são expressas em polegadas, as dos pára lamas e as dos vidros são expressas em centímetros.

Na coluna Volume, é feito a média dos volumes das referências em estudo.

Tabela 5.3 – Medidas das peças para o cálculo do volume

| | Referência | Diâmetro – polegadas | Altura – polegadas | Espessura – polegadas | Volume unitário – cm ³ | Stock médio Actual |
|------------|------------|----------------------|--------------------|-----------------------|-----------------------------------|--------------------|
| Pneus | PM904535 | 155 | 65 | 14 | 358267 | 1 |
| | PM593607 | 165 | 70 | 14 | 410718 | 1 |
| | PM537546 | 175 | 65 | 14 | 404495 | 1 |
| | PM137113 | 175 | 65 | 14 | 404495 | 2 |
| | PM148376 | 185 | 55 | 15 | 387667,5 | 1 |
| | PM201303 | 185 | 60 | 15 | 422910 | 1 |
| | PM284822 | 205 | 50 | 17 | 442595 | 2 |
| | Média | | | | 404449,6 | 1 |
| | | Comprimento – cm | Altura – cm | Espessura – cm | Volume | Stock médio Actual |
| Para lamas | 7136CH | 0,8 | 0,7 | 0,001 | 0,00056 | 0 |
| | 7136CJ | 0,8 | 0,7 | 0,001 | 0,00056 | 1 |
| | 7136A9 | 0,75 | 0,68 | 0,001 | 0,00051 | 1 |
| | 7136C1 | 0,75 | 0,68 | 0,001 | 0,00051 | 1 |
| | Média | | | | 0,00054 | 1 |
| | | Comprimento – cm | Altura – cm | Espessura – cm | Volume | Stock médio Actual |
| Vidros | 8569CN | 0,95 | 0,5 | 0,002 | 0,00095 | 1 |
| | 920183 | 1,05 | 0,665 | 0,002 | 0,00140 | 1 |
| | 9201C0 | 0,21 | 0,35 | 0,002 | 0,00015 | 1 |
| | 9201C5 | 0,75 | 0,42 | 0,002 | 0,00063 | 1 |
| | 9202A1 | 0,21 | 0,38 | 0,002 | 0,00016 | 2 |
| | 920368 | 0,4 | 0,27 | 0,002 | 0,00022 | 1 |
| | Média | | | | 0,00058 | 1 |

Esta técnica só foi utilizada para estas três designações, uma vez que, o resto dos produtos que estão armazenados no segundo piso, não são peças com grande volume.

Esta metodologia arruma os produtos pelo valor do COI, ou seja, os produtos que apresentem um baixo índice devem ser colocados o mais próximo possível da zona de saída. Isto significa que o stock de menor volume deve ser movimentado na menor distância possível.

Após o levantamento das medidas, e do cálculo do volume, procedeu-se ao cálculo do COI. Para tal foi necessário saber o número de movimentos (vendas + compras) realizados no ano de 2008

Tabela 5.4 – Cálculo do COI

| Designação | Stock médio | Nº de movimentos | Volume médio | COI | Cálculo |
|------------|-------------|------------------|--------------|--------------|-------------------------|
| Pneus | 14 | 112 | $6,6E^{16}$ | $5,9E^{14}$ | $\frac{6,6E^{16}}{112}$ |
| Para lamas | 5 | 68 | $1,6E^{-10}$ | $2,3E^{-12}$ | $\frac{1,6E^{-10}}{68}$ |
| Vidros | 7 | 28 | $2,0E^{-10}$ | $7,0E^{-12}$ | $\frac{2,0E^{-10}}{28}$ |

Através desta solução conseguiu-se agrupar em três grupos: vidros, pneus e para lamas todas as referências que continham estas designações, isto é, as 6 referências dos vidros, passaram a 1; as 7 referências dos pneus passaram a 1 e as 4 referências dos para lamas passaram a 1.

No que respeita à arrumação destas referências, as que são armazenadas em primeiro, isto é, na menor distância são os vidros ($COI = 7,0E^{-12}$), posteriormente são armazenados os para lamas ($COI = 2,3E^{-10}$) e por fim são os pneus ($COI = 5,9E^{14}$).

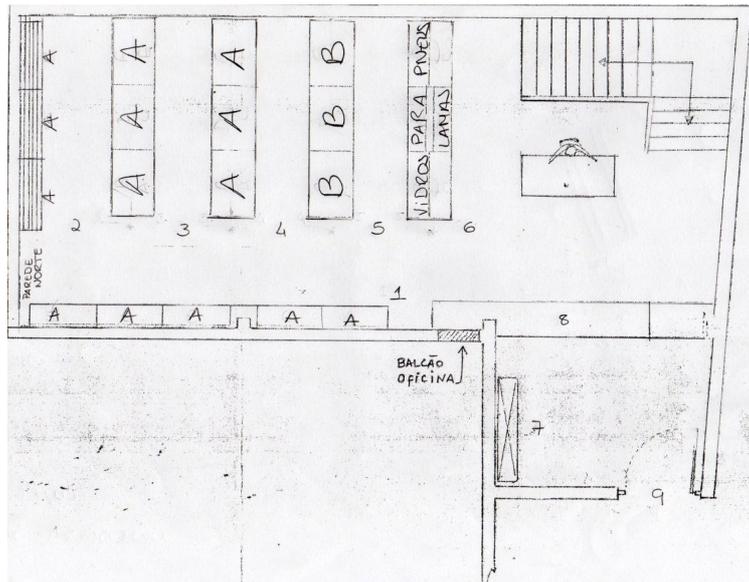
Tabela 5.5 – Novo custo total através do critério COI

| Designação | T_{ij} | D_{ij} (m) | Custo total |
|------------|----------|--------------|------------------------------|
| Pneus | 112 | 3 | $112 * 3 = 336$ |
| Para lamas | 68 | 1 | $68 * 2 = 136$ |
| Vidros | 28 | 2 | $28 * 2 = 56$ |
| Total: | | | 77.158,40 Metros percorridos |

Através da técnica COI e do critério complementaridade a empresa consegue outra arrumação para os produtos em armazém.

Dado que não foi calculado o COI para as outras referências em armazém, por estas não possuírem um volume significativo, a redução possível é de 1.410,2 metros (78.750-77.158,40).

Figura 5.5 - Nova arrumação dos produtos em armazém: piso inferior



Legenda:

1,2,3,4- Ruas do piso 1

5 e 6 – Arrumação dos vidros, dos para lamas e dos pneus

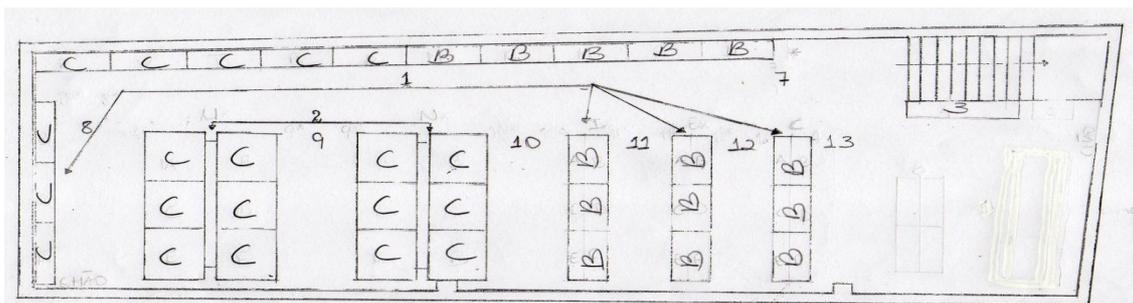
A, B – Prateleiras para a arrumação de todos os produtos da classe A e alguns da classe B das ruas 1 a 6

7 – Montra

8 – Balcão Clientes

9 – Entrada armazém

Figura 5.6 - Nova arrumação dos produtos em armazém: piso superior



Legenda:

1 – Peças médias

2 – Móvel para chaparia

3 - Mesa para fazer chapas de matrículas

7, 8,9,10,11,12 e 13 – Ruas do piso 2

B, C – Prateleiras para a arrumação dos restantes produtos da classe B e todos da classe C das ruas 7 a 13

6. Conclusões

A importância da logística nem sempre foi reconhecida como é nos dias de hoje. A sua definição tem vindo a sofrer modificações à medida que se foi tornando um factor competitivo no mundo empresarial.

Sendo os stocks uma parte fulcral da logística e uma área de grande investimento por parte da empresa, a sua gestão deve ser o mais eficiente possível. No caso concreto da empresa *Vasconcelos & Couto, Lda* esta situação não se verifica.

A empresa no ano de 2008 tinha em stock 4758 referências que apresentaram um elevado custo total de aprovisionamento, 474.601,41€. Nesta situação foi possível verificar uma grande diferença entre o custo de encomenda anual e o custo de posse de stock anual.

Com a introdução de técnicas, como a análise ABC por facturação, conseguiu-se implementar políticas de gestão de stocks nunca antes utilizadas pela empresa e por sua vez, uma redução significativa no custo total de aprovisionamento.

Foi através do cenário 1, que a empresa atingiu o menor custo total de aprovisionamento, ou seja, uma redução de 35.271,82€ em relação à situação actual. Neste cenário as referências classificadas como A, são geridas pelo modelo contínuo e as referências B e C, são geridas pelo modelo periódico. Contudo, ainda apresentava uma diferença muito grande entre o custo de encomenda anual e o custo de posse de stock anual, facto este que se verificou no decorrer deste estudo.

Dado a imposição do único fornecedor da empresa, em realizar uma encomenda por semana, ou seja, 51 encomendas anuais, houve a necessidade de criar outro cenário em que todas as referências são geridas pelo modelo periódico.

De acordo com os resultados da análise ABC e com as exigências do único fornecedor, as sugestões para as políticas de gestão dos stocks, são:

- Utilização do modelo de revisão periódica para os produtos classificados como A, com um período entre encomendas de 5 dias úteis e com nível de serviço de 99%;

- Utilização do modelo de revisão periódica para os produtos classificados como B, com um período entre encomendas de 10 dias úteis e com nível de serviço de 90%;
- Utilização do modelo de revisão periódica para os produtos classificados como C, com um período entre encomendas de 20 dias úteis e com nível de serviço de 80%;

Com este cenário a empresa apresentava um custo total de aprovisionamento no valor de 445.464,18€.

Esta é a proposta retirada deste estudo para a empresa aplicar em 2009. Com aplicação do cenário 2 para este ano a empresa obtém um custo total de aprovisionamento de 413.686,14€, sendo o valor mais baixo encontrado no decorrer deste estudo.

Relativamente à organização do armazém das peças, a empresa não adopta nenhum método conhecido, apenas arruma os seus produtos por famílias não tendo em conta a sua rotatividade. Assim, no decorrer deste trabalho, foi proposto algumas sugestões para a reorganização do espaço.

Com a actual disposição dos produtos em armazém os recursos humanos percorrem 78.750 metros por ano

Através da introdução da análise ABC por rotação, a empresa consegue uma melhor arrumação dos seus produtos em armazém, uma vez que tem em conta a rotação dos produtos e os movimentos de reposição e *picking* associados a essa rotação.

Assim os produtos com maior rotação - os classificados como A, deverão ser arrumados o mais próximo possível do balcão oficina. Seguidamente, devem ser arrumados os produtos com rotação intermédias - os da classe B. Por fim, deveram ser arrumados os produtos com menor rotação - os classificados como C.

Com esta técnica é possível obter uma redução nos metros percorridos no interior do armazém das peças, isto é, 78.339,8 metros por ano.

Sendo o COI – *cube-per-order-index* - um critério de arrumação dos produtos em armazém, a empresa poderá optar também por esta técnica, uma vez que, tem em conta o volume das peças e a sua rotação.

Neste trabalho, apenas foi possível aplicar esta técnica a três tipos de produtos, pois eram os únicos que apresentavam um volume relevante para a aplicação. Assim e através da lista de produtos em análise, a solução proposta é a arrumação dos vidros o mais próximo possível da zona do balcão oficina, seguindo-se os para lamas e por fim os pneus.

Ao aplicar o critério do COI nos métodos quantitativos para a determinação do *layout*, a empresa consegue também reduzir as distâncias percorridas no armazém, ou seja, com esta técnica os recursos humanos percorrem apenas 77.158,40 metros por ano.

É possível então concluir que uma redução nas distâncias não significa uma redução directa no custo anual com os recursos humanos afectos ao armazém, mas sim uma redução indirecta no tempo que estes poderão despende em actividades mais produtivas para a empresa.

Uma das principais propostas a retirar deste trabalho, é em relação às referências que apenas tiveram uma venda ou nenhuma durante o ano de 2008 e que foi mantido um stock dessas peças em armazém, que segundo a análise ABC por facturação representam uma margem pouco significativa para a empresa. Para estas referências foi então recomendado que sejam excluídas, isto é, deixar de se criar stock destas referências no futuro.

Outras propostas dizem respeito à introdução de níveis de serviço diferentes para cada classe e políticas de encomenda diferentes para cada classe.

Outra proposta diz respeito à arrumação dos produtos. A empresa deve considerar uma das técnicas apresentadas neste trabalho, dado que, as referências deixam de ser arrumadas por família de produtos mas sim por referências individuais com o apoio de um sistema informático.

No que respeita as questões de investigação (secção 2.4) colocadas após uma exaustiva revisão da literatura, as conclusões retiradas são:

1. Com a aplicação dos modelos de gestão de stocks, mais concretamente, o modelo de revisão periódica com diferentes períodos de revisão e diferentes níveis de serviço em cada classe ABC, a empresa consegue uma redução do custo total de aprovisionamento.

2. Com a aplicação da análise ABC por rotação a empresa consegue uma melhor arrumação dos seus produtos face à actual arrumação.
3. Através do método COI – *cube-per-order-index*, apenas nos produtos que têm um volume significativo, a empresa reduz significativamente as distâncias percorridas no armazém.

7. Bibliografia

Monografias:

Ballou, R. (2004), *Business logistics - supply chain management: planning, organizing, and controlling the supply chain*. New Jersey: Pearson Education International.

Bowersox, M., D. Closs e M. Cooper (2002), *Supply Chain Logistics Management*. NY: McGraw-Hill/Irwin.

Chase, R., F. Jacobs, e N. Aquilano (2006), *Operations Management For Competitive Advantage*. NY: McGraw-Hill.

Christopher, M. (1998), *Logistics and Supply Chain Management: strategies for reducing costs and improving service*. NY: Financial Times Prentice Hall.

Crespo de Carvalho, J. (2004), *Logística*. Lisboa: Editora Sílabo.

Porter, M. E. (1985), *Competitive advantage: creating and sustaining superior performance: with a new introduction*. NY: The Free Press.

Reis, E. (2000), *Estatística Descritiva*. Lisboa: Sílabo

Reis, L. (2005), *Manual da Gestão da Stocks – Teoria e Prática*. Lisboa: Editorial Presença.

Roldão, V. e J. Ribeiro (2004), *Organização da Produção e das Operações – Da concepção do produto à organização do trabalho*. Lisboa: Editora Monitor.

Stock, J. R. e D. M. Lambert (2001), *Strategic Logistics Management*. NY: McGraw-Hill/Irwin.

Vonderembse, M. A.; P. W. Gregory (1995), *Operations Management: Concepts, Methods and Strategy*. The Best Group.

Waters, D. (2002), *Logistics: An introduction to supply chain management*. Palgrave Macmillan.

Periódicos Científicos:

Björk, K. (2008), An analytical solution to a fuzzy economic order quantity problem, *International Journal of Approximate Reasoning* 50, 485-493.

Heskett, J. L. (1963), Cube-per-order-index – A Key to Warehouse Stock Location, *Transportation and Distribution Management*, Vol. 3.

Macedo, P., Z. Silva, M., J. Tribolet (2005), Técnicas e Métodos de investigação em Engenharia Organizacional: Projecto de Investigação em Modelação de Processos de Produção, *6º Conferência da Associação Portuguesa de Sistemas de Informação*, Bragança.