



ASSOCIAÇÃO DE POLITÉCNICOS DO NORTE (APNOR)

A gestão de stocks do serviço de assistência técnica na área da eletromedicina

Fernanda Maria Martins Oliveira

**Dissertação apresentada ao Instituto Superior de Administração e Contabilidade do Porto para
obtenção do Grau de Mestre em Logística**

**Orientada por:
Professora Doutora Maria Clara Rodrigues Bento Vaz Fernandes**

São Mamede de Infesta, dezembro, 2014



ASSOCIAÇÃO DE POLITÉCNICOS DO NORTE (APNOR)

A gestão de stocks do serviço de assistência técnica na área da eletromedicina

Fernanda Maria Martins Oliveira

Orientada por:

Professora Doutora Maria Clara Rodrigues Bento Vaz Fernandes

São Mamede de Infesta, dezembro, 2014

Resumo

Este trabalho debruça-se sobre a gestão de stocks de um serviço de assistência técnica, na área da eletromedicina, em que o cumprimento do nível de serviço contratualizado com o cliente, bem como o garantir da máxima disponibilidade dos dispositivos médicos assumem um papel relevante.

A gestão de stocks de sobressalentes implica lidar com a imprevisibilidade do consumo, dado que com elevada frequência é impossível saber antecipadamente quando surgirá a necessidade de um determinado sobressalente ou mesmo qual a quantidade necessária.

Pretendeu-se neste trabalho determinar a política de gestão de stocks mais adequada à gestão dos sobressalentes, especificamente utilizados nas intervenções técnicas não planeadas.

Efetou-se uma análise da atual gestão de stocks e utilizou-se o diagrama de causa e efeito para deteção das possíveis causas na origem do incumprimento do nível de serviço. Tendo em consideração, que a criticidade de um sobressalente insere consequências na disponibilidade de um dispositivo médico, bem como no nível de serviço a garantir, procedeu-se à classificação dos sobressalentes em termos de quantidade, valor de consumo e classe de criticidade. Em função da combinação resultante desta classificação foram determinadas taxas de serviço diferenciadas e políticas de gestão de stocks a adotar para cada grupo. Face às características dos sobressalentes de elevada quantidade, valor de consumo e criticidade, determinou-se que o modelo de gestão de stocks de revisão contínua ajustado, é a política que conduz aos melhores resultados em termos de custo e nível de serviço. Por fim, para uma seleção de sobressalentes, compararam-se os resultados obtidos com o método de gestão de stocks proposto, identificando-se melhorias nos resultados relativamente ao método utilizado atualmente. Neste seguimento, é expectável que a solução apresentada vá contribuir para uma redução dos custos inerentes à gestão dos stocks, assim como para uma melhoria no serviço prestado. Ao nível operacional, introduziu-se um painel de controlo com um conjunto de indicadores económicos e operacionais que permitem monitorizar a eficácia e eficiência da gestão dos stocks.

Palavras-chave: Gestão de stocks; sobressalentes; análise ABC; análise da criticidade

Abstract

This work focuses on the inventory management of a maintenance department in the electromedical equipment area, where the commitment to ensure the agreed customer service level and the guarantee of maximum availability of the medical devices are relevant issues.

Spare parts inventory management means handling with unpredictable consumption, since in most cases, it is impossible to know in advance when a specific spare part will be necessary or the needed amount.

This work intends to determine the most adequate inventory management policy for spare parts, specifically for not planned maintenance operations.

An evaluation of the current inventory management was done and the cause and effect diagram was used for detection of possible causes that affect the service level agreements. Considering that the criticality of a spare part has consequences regarding the availability of a medical device and the service level agreement, the spare parts were classified in terms of quantity, value of usage and criticality. The resulting combination of this classification determined differentiated service levels and inventory management policies to adopt for each group. Regarding the criteria of high quantity of usage, as well as high value of usage and high criticality, it was determined that the inventory management model for adjusted continuous review, is the policy that leads to the best results in terms of cost and service level. Finally, for a selection of spare parts, we compared the results obtained with the suggested inventory management method, identifying improvements in the results regarding the method currently used. It is expected that the suggested solution will contribute for a reduction of the inventory costs, as well as for an improvement in the service provided. At the operational level, a control panel with economic and operational indicators was defined in order to monitor the effectiveness and efficiency of the inventory management.

Keywords: Inventory management; spare parts; ABC analysis; criticality analysis

Ao meu marido e ao meu filho.

Ao meu avô.

Agradecimentos

À Professora Doutora Maria Clara Rodrigues Bento Vaz Fernandes, por toda a orientação e ajuda proporcionada ao longo do desenvolvimento do trabalho, pela sempre pronta disponibilidade, pela confiança e pelo incentivo no sentido da conclusão deste trabalho.

Ao meu marido, pela compreensão, paciência e apoio incondicional nos momentos mais difíceis e ao meu filho, pelas ausências que lhe impus.

Aos meus pais por estarem ao meu lado quando preciso.

Aos amigos que me fizeram acreditar e ajudar a ganhar ânimo para levar por adiante este trabalho.

À direção de assistência técnica pelo apoio que me prestou, sem o qual os resultados obtidos não seriam os mesmos, esperando que deste trabalho surta uma melhoria qualitativa na gestão do departamento.

A todos os que me incentivaram pessoalmente e profissionalmente na concretização deste trabalho, os meus sinceros agradecimentos.

Índice

1. Introdução.....	1
2. Descrição do caso de estudo	4
2.1. Enquadramento da empresa.....	4
2.2. Serviço de assistência técnica	4
2.2.1. Equipa técnica.....	6
2.2.2. Armazém central	7
2.2.3. Mapeamento da manutenção corretiva.....	8
2.2.4. Comunicação de intervenções não planeadas	10
2.2.5. Processo de encomendas.....	11
2.2.6. Caracterização da atual gestão de stocks	13
2.2.7. Processo de atualização do stock.....	17
2.3. Identificação dos problemas na atual gestão de stocks.....	18
2.3.1. Gestão de sobressalentes.....	19
3. Enquadramento teórico	20
3.1. Gestão de stocks em manutenção.....	20
3.2. Tipos e estratégias de manutenção	21
3.2.1. Manutenção planeada.....	21
3.2.2. Manutenção não planeada.....	22
3.3. Materiais, sobressalentes e peças de reserva.....	23
3.4. Ferramentas de gestão de stocks	24
3.4.1. Análise ABC	24
3.4.2. Análise ABC cruzada.....	25
3.4.3. Análise da criticidade (VED).....	25
3.5. Custos relevantes com stocks.....	26
3.6. Modelos de gestão de stocks.....	28
3.6.1. Modelo de revisão contínua ou modelo (Q, PE)	30
3.6.2. Modelo de revisão periódica ou modelo (P, NO)	30
4. Análise do problema e metodologia proposta.....	32

4.1.1.	Análise das causas do problema em estudo	33
4.1.2.	Intervenções planeadas versus não planeadas.....	36
4.2.	Avaliação dos custos da gestão de stocks atual.....	38
4.2.1.	Custo de aquisição.....	38
4.2.2.	Custo de encomenda	38
4.2.2.1.	Custo de encomenda por referência.....	40
4.2.3.	Custo de posse.....	40
4.2.3.1.	Custo de armazenagem	41
4.2.3.2.	Custo de oportunidade	42
4.2.3.3.	Custo do risco de obsolescência.....	42
4.2.4.	Custo de rutura.....	43
4.2.5.	Custo total de aprovisionamento.....	45
4.3.	Classificação dos materiais.....	46
4.3.1.	Análise ABC cruzada versus análise da criticidade (VED).....	46
4.4.	Definição do modelo de gestão de stocks	51
4.4.1.	Avaliação do modelo de gestão de stocks proposto.....	52
4.4.2.	Comparação entre o modelo de gestão proposto e a atual gestão de stocks.....	57
4.5.	Introdução de um painel de controlo.....	60
5.	Conclusão.....	62

Referências bibliográficas

Índice de figuras

Figura 1 – Estrutura da direção de assistência técnica	5
Figura 2 – Distribuição geográfica dos equipamentos versus clientes	6
Figura 3 – Fluxo de distribuição dos materiais (consumíveis e sobressalentes).....	8
Figura 4 – <i>Value Stream Mapping</i> da manutenção corretiva.....	9
Figura 5 – Distribuição do número de avarias por semana	11
Figura 6 – Atual processo de encomendas.....	12
Figura 7 – Combinações possíveis resultante da análise ABC cruzada	14
Figura 8 – Exemplo da análise ABC cruzada distribuída à equipa técnica	15
Figura 9 – Exemplo de lista de materiais sem consumo num período de 12 meses distribuída à equipa técnica	16
Figura 10 – Gráfico radar da análise ABC cruzada relativo ao consumo individual do técnico	17
Figura 11 – Tipos de manutenção (adaptado da norma 13306:2007).....	22
Figura 12 – Custo total anual (adaptado de Heizer, J.; Render, B.; <i>Operations Management</i> , 5. ^a Edição, Prentice Hall, 1999, pág. 448.....	28
Figura 13 - Metodologia utilizada para avaliação da gestão de stocks	32
Figura 14 – Diagrama causa e efeito referente ao incumprimento do nível de serviço.....	34
Figura 15 – Gráfico das intervenções planeadas versus não planeadas	37
Figura 16 – Metodologia aplicada para a classificação dos materiais.....	47
Figura 17 – Representação 3D da análise ABC cruzada e análise VED	48
Figura 18 – Resultado do teste de hipótese K-S	52
Figura 19 – Painel de controlo dos indicadores de gestão de stocks.....	61

Índice de tabelas

Tabela 1 – Resumo da informação sobre stocks disponibilizada à equipa técnica.....	13
Tabela 2 – Critérios a aplicar para cada classe de material	15
Tabela 3 – Condições de opção entre o modelo (Q, PE) e modelo (P, NO).....	31
Tabela 4 - Custo total de encomenda	40
Tabela 5 - Custo de encomenda por cada referência de material.....	40
Tabela 6 – Cálculo do custo de armazenagem.....	42
Tabela 7 – Custo de posse de stock anual	43
Tabela 8 – Custo de rutura de encomenda extraordinária ao fornecedor	43
Tabela 9 – Custo de rutura no caso de recolha de material junto de outro colega	44
Tabela 10 – Custo de rutura suportados pelo cliente	44
Tabela 11 – Custos globais de rutura	45
Tabela 12 – Custo de rutura anual.....	45
Tabela 13 – Custo total com stocks	46
Tabela 14 – Descrição dos graus de criticidade	47
Tabela 15 – Constituição de cada classe de criticidade	49
Tabela 16 – Distribuição dos materiais pelos 27 grupos	49
Tabela 17 – Políticas de gestão de stocks e níveis de serviço dos 27 grupos.....	50
Tabela 18 – Cálculo da quantidade económica de encomenda (Q_w)	53
Tabela 19 – Gestão de stock com o modelo de revisão contínua ajustado para o material A310840..	54
Tabela 20 – Gestão de stock com o modelo de revisão contínua ajustado para o material A401080..	55
Tabela 21 – Gestão de stock com o modelo de revisão contínua ajustado para o material A354440..	56
Tabela 22 – Extrato do modelo de gestão de stock atual observado para o material A310840	57
Tabela 23 – Extrato do modelo de gestão de stock atual observado para o material A401080	58
Tabela 24 – Extrato do modelo de gestão de stock atual observado para o material A354440	58
Tabela 25 – Custo total de aprovisionamento na abordagem atual <i>versus</i> solução proposta	59
Tabela 26 – Tabela de indicadores económicos.....	60
Tabela 27 – Tabela de indicadores operacionais	60

1. Introdução

A crescente competitividade do mercado e o aumento das exigências por parte dos clientes requerem que as empresas adotem prontamente técnicas de otimização dos seus processos. Produzir mais, com menos recursos, de forma rápida, eficaz e eficiente são os desafios das empresas que pretendem permanecer no mercado. As empresas que não sejam capazes de competir neste ambiente agressivo perderão o seu lugar no mercado ou poderão mesmo desaparecer. É importante que pretendendo obter vantagem competitiva gerando valor para os clientes saibam como se cria e perde valor.

Um conceito interessante sobre as atividades que criam valor é o modelo de cadeia de valor descrita por Michael Porter (Porter, 1985), entre as quais é de destacar a prestação de serviços, que integra o apoio ao cliente, os serviços de instalação e reparação, a formação e as atualizações. Ao longo de muitos anos, a área da prestação de serviços de manutenção foi provavelmente a área à qual era prestada menor atenção por parte das empresas e mesmo por parte dos clientes. Atualmente, a prestação de serviços de manutenção é um elemento essencial e diferenciador na criação de valor.

O tema deste trabalho surgiu essencialmente do contexto empresarial onde se insere, tendo como principal motivação a experiência, o conhecimento, a sensibilidade que este trabalho proporciona e a aplicabilidade prática do mesmo no caso em estudo. Tendo sido igualmente motivado pela dificuldade e importância deste tema ao nível de um serviço de assistência técnica.

O trabalho de dissertação apresentado teve como principal objetivo avaliar a atual gestão de stocks de um serviço de assistência técnica da área da eletromedicina e propor uma metodologia para apoiar a decisão de aprovisionamento de materiais, tais como consumíveis e sobressalentes, especificamente utilizados nas intervenções técnicas não planeadas, minimizando os custos de gestão de stocks e assegurando a qualidade do nível de serviço prestado ao cliente.

Existem dois fatores essenciais no caso do serviço de assistência técnica em estudo, são estes o cumprimento do nível de serviço contratualizado com o cliente, bem como o garantir da máxima disponibilidade dos dispositivos médicos.

A disponibilidade dos sobressalentes é crítica nas áreas de manutenção, sendo importante possuir uma análise detalhada de todas as condições e fatores que afetam toda a logística dos sobressalentes. Stocks insuficientes podem levar a elevados tempos de paragem dos dispositivos

médicos, contrariamente, stocks excessivos podem aumentar os custos de inventário e custos operacionais.

Neste trabalho, contextualizou-se o caso em estudo, caracterizou-se a atual gestão de stocks de sobressalentes e utilizou-se o diagrama de causa e efeito para a deteção das possíveis causas na origem do incumprimento do nível de serviço, com consequente impacto negativo na taxa de disponibilidade dos dispositivos médicos. Para a avaliação dos custos de gestão de stocks no atual contexto, foram estimados todos os custos que compõem o custo total com stocks.

Foi realizada uma análise ABC cruzada dos materiais aplicados nas intervenções não planeadas, classificando os materiais em termos de quantidade e valor de consumo. Contudo, sendo essencial criar condições para gerir os diferentes tipos de materiais de forma diferenciada e sendo certo que nem todos os sobressalentes possuem a mesma importância, complementou-se a análise ABC cruzada com uma terceira variável que classifica os sobressalentes em termos de criticidade. Obtendo-se uma matriz com as 27 combinações possíveis, aplicando-se a cada grupo, uma taxa de serviço e um método de gestão de stocks diferenciado.

Testou-se que a procura dos últimos 2 anos dos sobressalentes aplicados nas manutenções corretivas segue uma distribuição de Poisson. Com base nos dados destes sobressalentes, determinou-se o modelo de gestão de stocks mais adequado, tendo em conta o nível de serviço prestado, os custos de stocks e o facto do fornecedor obrigar à realização de uma encomenda num dia fixo da semana, caso seja necessário.

Por fim, foi efetuado um estudo comparativo do desempenho da solução proposta relativamente ao contexto da gestão de stocks atual. Verificou-se com a aplicação do método proposto, uma redução dos custos de encomenda, das ruturas de stocks, bem como dos custos totais com stocks.

Ao nível operacional, no sentido de monitorizar a eficácia e eficiência da gestão dos stocks integrou-se neste trabalho um painel de controlo com um conjunto de indicadores económicos e operacionais de gestão de stocks.

Em seguida, apresenta-se um breve resumo de como está organizado este trabalho. O trabalho foi estruturado por capítulos, abrangendo cada capítulo uma determinada fase do trabalho.

No capítulo 1 é referido o tema do trabalho, a motivação, o objetivo a alcançar e a metodologia seguida para a sua execução.

No capítulo 2 efetua-se o enquadramento da empresa, descreve-se em detalhe o caso em estudo e identifica-se os problemas associados à atual gestão de stocks.

No capítulo 3 apresenta-se uma revisão teórica aos temas que foram pesquisados, estudados e que serviram de base ao desenvolvimento deste trabalho.

No capítulo 4 identifica-se a metodologia seguida, aprofunda-se a análise do problema em estudo e compara-se os resultados obtidos com os resultados da situação atual.

No capítulo 5 apresentam-se as conclusões do trabalho e perspectivas de desenvolvimento futuro.

2. Descrição do caso de estudo

Este capítulo descreve o contexto e a estrutura organizacional em que o caso de estudo se insere. Apresenta, caracteriza e identifica os problemas da atual gestão de stocks.

2.1. Enquadramento da empresa

A empresa na qual se insere o caso em estudo é uma multinacional do setor da prestação de serviços de saúde e produção de equipamentos e tecnologias para o tratamento de doenças crónicas e agudas. A sua atividade em Portugal iniciou com a comercialização de uma vasta gama de produtos e equipamentos para o tratamento de doenças crónicas.

A sua evolução tem sido sustentada, impulsionada por importantes investimentos em formação, instalações e equipamentos de avançada tecnologia e por equipas especializadas, comprometidas com o bem-estar e a qualidade de vida dos pacientes. A sua posição no mercado está assente na fidelidade ao compromisso de integridade, humanização e excelência.

Além da prestação de serviços de saúde, da comercialização de equipamentos e produtos, a empresa integra na sua estrutura uma área responsável pela prestação de serviços de assistência técnica e manutenção aos equipamentos por si produzidos e representados em exclusividade.

2.2. Serviço de assistência técnica

A direção de assistência técnica é a área organizacional que integra a responsabilidade de assegurar a assistência técnica e o suporte técnico a mais de 5900 equipamentos instalados em hospitais públicos e privados, quer em outros clientes do setor, no continente e ilhas.

O objetivo principal desta direção consiste no desenvolvimento de soluções e implementação de atividades técnicas orientadas para a maximização da disponibilidade dos equipamentos instalados nos clientes de forma eficiente, eficaz e sustentada.

A avançada tecnologia da maioria dos equipamentos instalados requer um suporte técnico especializado quase imediato e de qualidade, alinhado com as necessidades e exigências dos clientes. Para dar cumprimento aos prazos e obrigações contratualizados com os clientes é imprescindível a existência de um eficiente planeamento de todas as atividades técnicas a realizar pela equipa técnica.

Neste seguimento, a direção de assistência técnica conta com uma equipa central que trata da gestão administrativa, operacional e financeira. No terreno é composta por uma equipa multidisciplinar formada por 14 técnicos, que atuam por área geográfica. Estes técnicos são dotados de elevadas competências sustentadas em formação certificada e acreditada. É uma equipa diferenciadora preocupada em assegurar um serviço de excelência com elevado valor para o cliente.



Figura 1 – Estrutura da direção de assistência técnica

A Figura 1 ilustra a estrutura da direção de assistência técnica que funciona de forma descentralizada e organizada por funções: Engenharia da Manutenção, Gestão Operacional, Gestão de Materiais e Serviço ao Clientes e Equipa Técnica.

A engenharia da manutenção agrega a componente técnica da manutenção, define o modo de operação que a equipa técnica deve seguir, bem como os meios a utilizar.

A gestão operacional coordena os recursos humanos afetos diretamente à manutenção, isto é, controla a disponibilidade da equipa técnica, é responsável pelo planeamento e distribuição das atividades de manutenção. Em função das atividades planeadas para cada semana ou mês, vão sendo alocados os recursos humanos necessários à realização das atividades.

A gestão de materiais e serviço a clientes é responsável pelo controlo das compras e dos stocks, coordena e orienta as equipas técnicas no âmbito da gestão de materiais (consumíveis e sobressalentes), no sentido de garantir a qualidade e eficácia técnica do serviço de assistência técnica prestado, cumprindo com os prazos de intervenção definidos.

A equipa técnica realiza as atividades técnicas garantindo o bom funcionamento e a disponibilidade dos equipamentos, bem como assegurando a conservação e manutenção das características e especificações originais dos equipamentos.

Na secção seguinte é descrito em detalhe o modo de atuação da equipa técnica.

2.2.1. Equipa técnica

A distribuição da equipa técnica por zona geográfica está diretamente relacionada com o número de clientes e número de equipamentos instalados numa determinada zona, bem como com a distância a percorrer ou tempo de viagem estimado até chegada ao cliente.

No final de cada ano é entregue à equipa técnica a lista atualizada de clientes e equipamentos na sua responsabilidade direta e indireta. Esta lista identifica um segundo técnico, designado por técnico de apoio destacado para cobrir a área geográfica do técnico principal que detém a responsabilidade direta do cliente, no caso de ausência ou impossibilidade de agendamento por parte deste.

Conforme é possível observar pelas áreas sombreadas a verde na Figura 2 existem zonas geográficas com maior concentração de equipamentos, como é por exemplo o caso das grandes cidades e outras mais interiores onde a concentração de equipamentos é menor.



Figura 2 – Distribuição geográfica dos equipamentos versus clientes

Para se deslocar aos clientes cada técnico possui um carro da empresa, sendo o mesmo utilizado para o transporte de ferramentas, instrumentos de teste e calibração, sobressalentes, consumíveis, equipamentos de proteção e comunicação (computador, impressora e telemóvel). Nas atividades quotidianas do técnico, o carro além de desempenhar a função de escritório, local de trabalho é também o seu armazém de materiais.

No carro são armazenados todos os materiais necessários à sua atividade, perseguindo o conceito de stock à porta do cliente e filosofia *just-in-time* (Dennis, 2007), tendo o material certo, no momento certo, na quantidade certa e no local certo. De certa forma pode-se afirmar que se trata de um armazém de materiais sobre rodas. Todos os materiais são devidamente acondicionados, rotulados e armazenados por tipologia em caixas plásticas encaixáveis e empilháveis na bagageira da viatura.

Atualmente, a gestão das necessidades e quantidades de materiais a encomendar por cada técnico é determinada pela sua sensibilidade, entendimento e experiência, com base nos dados da análise da qualidade do stock de cada técnico, que será descrita no capítulo 2.2.6.

A seguir efetua-se a caracterização das principais funções do armazém central.

2.2.2. Armazém central

Como se referiu anteriormente, o stock de materiais (consumíveis e sobressalentes) da área organizacional da assistência técnica é descentralizado, encontra-se distribuído pelos elementos da equipa técnica. No entanto, a direção de assistência técnica integra também uma pequena área de armazenagem, com aproximadamente 12 m², designado como armazém central. Este tem como principal objetivo o fornecimento direto de alguns consumíveis e sobressalentes aos clientes externos, bem como o armazenamento de sobressalentes críticos e outros que devido às suas dimensões não podem ser armazenados nos carros da equipa técnica.

Por clientes externos, entende-se as unidades prestadoras de cuidados de saúde, que por exemplo possuem técnicos com formação técnica de nível 1 nos equipamentos, isto é técnicos certificados pela empresa para realizarem pequenas intervenções técnicas nos equipamentos sempre que estas intervenções não requeiram a abertura do equipamento. Às unidades prestadoras de cuidados de saúde que não possuem técnicos com formação certificada podem, eventualmente, ser fornecidos alguns consumíveis e sobressalentes, sempre que a respetiva aplicação não obrigue à intervenção de um técnico.

O armazém central é também utilizado como suporte à logística inversa, de modo integrar de imediato na cadeia de distribuição, eventuais sobressalentes que deixaram de ser necessários em

determinadas zonas geográficas do continente ou ilhas, por exemplo, ao retirar de circulação um modelo específico de equipamento. Similarmente, dada a baixa rotação de um sobressalente num determinado elemento da equipa, o armazém central é utilizado para a devolução do mesmo para que entre de imediato no fluxo de distribuição, sendo na primeira oportunidade encaminhado para outro elemento da equipa técnica que necessite do sobressalente.

Na Figura 3 está representado o fluxo de distribuição dos materiais desde a fábrica, ao armazém central e equipa técnica, bem como do armazém central à equipa técnica e clientes externos. A fábrica apenas fornece diretamente o armazém central e a equipa técnica. Contudo, a equipa técnica pode também ser abastecida pelo armazém central. A eventual distribuição de consumíveis e sobressalentes a clientes externos é unicamente assegurada pelo armazém central.

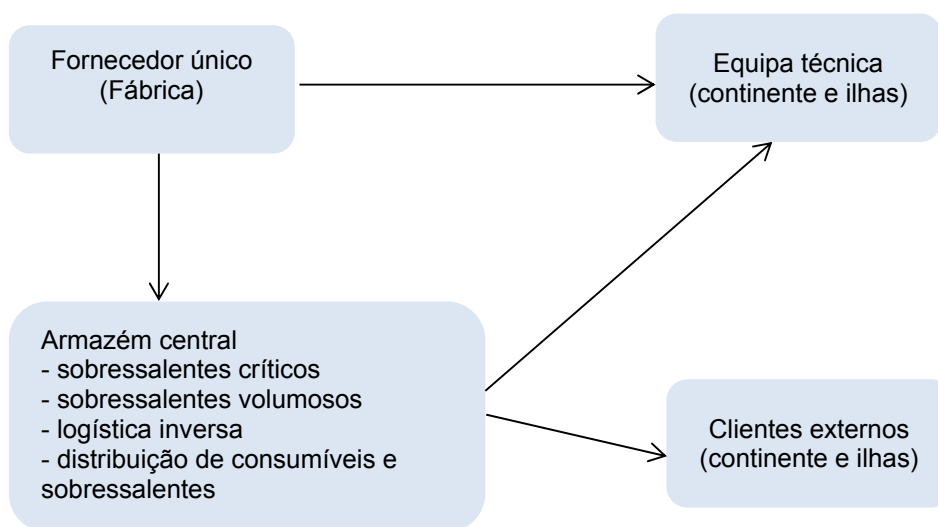


Figura 3 – Fluxo de distribuição dos materiais (consumíveis e sobressalentes)

Na secção seguinte efetua-se o mapeamento da manutenção corretiva de modo a descrever em detalhe o fluxo da informação e atividades desenvolvidas aquando de uma intervenção não planeada.

2.2.3. Mapeamento da manutenção corretiva

No intuito de facilitar a compreensão de todo o fluxo de informação e atividades desencadeadas num processo de manutenção corretiva utiliza-se o *Value Stream Mapping* (VSM) (Rother e Shook, 1999) conforme Figura 4. Não sendo relevante para o problema em estudo, os tempos alocados a cada atividade, estão também identificados no mapeamento. O VSM além de utilizar uma linguagem simples e intuitiva proporciona uma visão global de toda a cadeia de valor, permitindo facilitar a identificação e quantificação das oportunidades de melhoria de um processo.

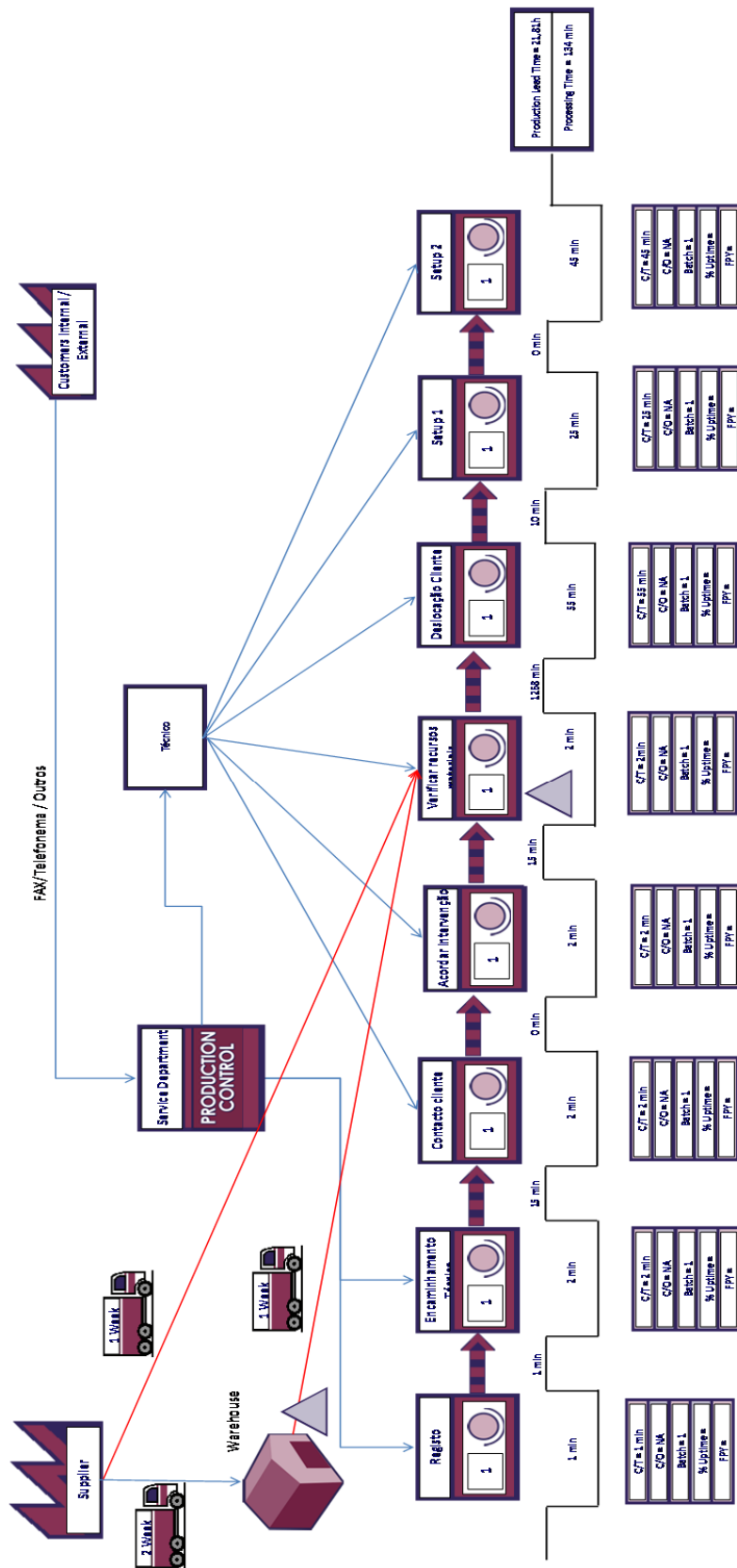


Figura 4 – Value Stream Mapping da manutenção corretiva
 (Fonte: Serviço de assistência técnica da organização em estudo)

Seguindo o mapeamento realizado, verificamos que o processo de manutenção corretiva é ativado através de uma chamada telefónica, envio de um fax ou e-mail por parte de um cliente interno (colaborador da empresa) ou externo (unidades prestadoras de cuidados de saúde) reportando uma anomalia num equipamento para a central telefónica de suporte à assistência técnica.

Este meio de comunicação está em funcionamento durante 24 horas (365 dias por ano) e utiliza uma plataforma informática *online* onde fica registada a data, hora, nome da pessoa que contactou e a anomalia comunicada. O sistema informático identifica ainda de imediato o técnico responsável pelo cliente, o estado contratual do equipamento (em garantia, ao abrigo de contrato ou inexistência de qualquer acordo contratual), bem como o respetivo histórico de intervenções, permitindo dar uma resposta eficaz e eficiente às mais elevadas exigências do mercado.

De seguida, a anomalia comunicada é encaminhada pela central telefónica ao técnico responsável pelo cliente. Num intervalo de tempo previsto de 15 minutos, o técnico responsável estabelece contacto com o cliente para diagnóstico e agendamento da intervenção, bem como procede à verificação da existência dos materiais necessários à realização da intervenção. No caso de inexistência ou ruturas de materiais é enviada uma encomenda para a central de encomendas que em função do tipo de material, este pode ser enviado a partir do armazém central em Portugal ou recorrendo à fábrica para envio direto para o técnico. O processo de encomendas será descrito em pormenor na secção 2.2.5.

Tendo todos os materiais disponíveis para a realização da manutenção corretiva, o técnico desloca-se ao cliente para resolver a anomalia. No relatório técnico a entregar/enviar ao cliente, o técnico regista que o equipamento fica disponível para operação e encerra o pedido de intervenção num intervalo de tempo inferior a 24 horas.

A seguir, apresentam-se outras características que devem ser consideradas na comunicação de intervenções não planeadas.

2.2.4. Comunicação de intervenções não planeadas

As intervenções não planeadas são sempre comunicadas pelos clientes à central de suporte da assistência técnica. A central regista toda a informação essencial à correta passagem dos dados ao técnico responsável pelo cliente.

Conforme representado na Figura 5, através da central telefónica são comunicadas em média 75 avarias por semana ou aproximadamente 11 avarias por dia. É fundamental que seja efetuado um bom diagnóstico da anomalia comunicada pelo cliente logo na chamada, permitindo que aquando da

deslocação do técnico ao cliente, este leve já o sobressalente necessário à intervenção técnica, evitando desperdícios de tempo. É importante salientar que o acesso aos clientes nem sempre é fácil, devido à dimensão ou localização de algumas unidades hospitalares, zonas de estacionamento afastadas e controlos de segurança apertados.

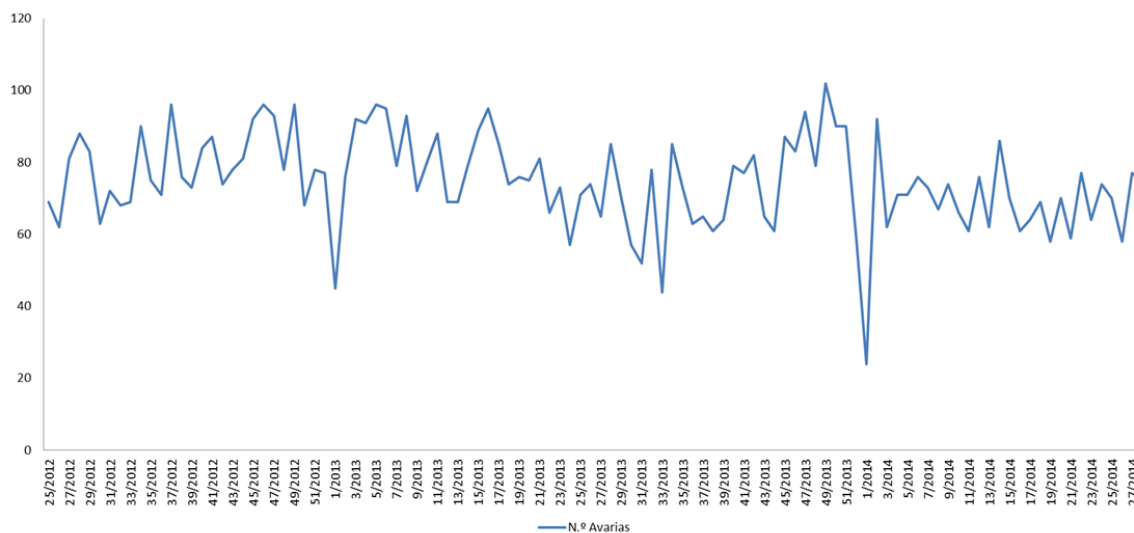


Figura 5 – Distribuição do número de avarias por semana

A secção que se segue efetua uma descrição do processo de encomendas.

2.2.5. Processo de encomendas

As encomendas são efetuadas pela equipa técnica numa plataforma eletrónica em ambiente *web*. Esta plataforma é bastante intuitiva, disponibilizando toda a informação necessária, bem como imagens de todos os sobressalentes disponíveis por modelo de equipamento, facilitando a rápida e correta encomenda dos sobressalentes.

Está formalmente acordado com o fornecedor que todas as quartas-feiras, até às 12:00, é colocada sempre que necessário, uma encomenda de material pela equipa técnica. O fornecedor compromete-se a efetuar a entrega do material num intervalo de tempo de 7 dias, sem custos adicionais. As encomendas de materiais são entregues diretamente pelo fornecedor nas moradas dos técnicos ou no armazém central.

Na Figura 6 é apresentado o atual processo de encomendas, identificando as fases da colocação de uma encomenda até à entrega da mesma ao técnico. Após colocação da encomenda na plataforma *online* por parte da equipa técnica, a mesma é inicialmente validada pela central de compras em

Portugal para confirmação da efetiva necessidade dos materiais e quantidades encomendadas, bem como valor da encomenda. Posteriormente, a encomenda é encaminhada para o fornecedor único, a fábrica, que após receção da mesma, emite uma confirmação da encomenda e assegura a entrega direta dos materiais aos técnicos ou quando aplicável ao armazém central dentro de um *lead time* de 7 dias, sem custos adicionais de transporte.

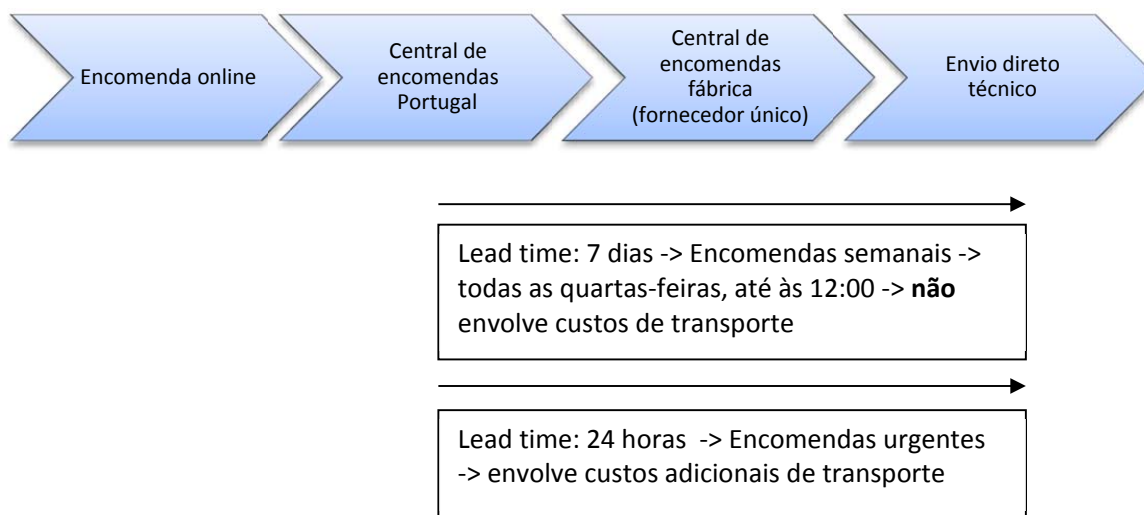


Figura 6 – Atual processo de encomendas

No entanto, além das encomendas semanais, também são pontualmente realizadas encomendas urgentes. O prazo de entrega no caso de urgência é de 24 horas por parte do fornecedor, contudo neste caso além dos custos de colocação de uma encomenda, acrescem ainda os custos de transporte de urgência.

Atendendo ao baixo *lead time* do fornecedor no caso de urgência verifica-se uma diminuta necessidade de existência de stock de segurança no armazém central. Constata-se também que o *lead time* e custos de transporte do armazém central em Portugal para o técnico ou do fornecedor diretamente para o técnico são idênticos ou até mesmo inferiores aos praticados pelos transitários locais com os quais temos acordo contratual. Este facto tem levado a que apenas os sobressalentes de maior criticidade fiquem localizados no armazém central em Portugal. Esta situação aplica-se em especial aos sobressalentes críticos dos dispositivos médicos das unidades de cuidados intensivos que requerem uma resposta imediata.

2.2.6. Caracterização da atual gestão de stocks

Globalmente, existiam em junho de 2014, 667 referências de materiais em stock, correspondentes a um total de 1561 unidades, que se distribuem pela equipa técnica, bem como pelo armazém central. Cada elemento da equipa técnica tem em média 77 referências em stock, estando as restantes localizadas no armazém central.

A atual gestão do stock assenta numa análise trimestral da quantidade, valor, número de referências em stock, bem como da taxa de cobertura e taxa de rotação do stock de cada elemento da equipa técnica e do armazém central. Estes relatórios de análise do stock são distribuídos através de uma plataforma interna de comunicação e distribuição de informação aos elementos da equipa técnica. Na Tabela 1 estão listados os relatórios de dados e indicadores atualmente disponibilizados a toda a equipa técnica, bem como a periodicidade da distribuição:

Tipo de informação	Periodicidade
Análise ABC cruzada	Semestral
Taxa de cobertura	Semestral
Relação de materiais sem movimento	Semestral
Gráfico radar	Semestral
Valor e quantidade de materiais em stock	Trimestral
Número de referências em stock	Trimestral
Taxa de rotação	Trimestral

Tabela 1 – Resumo da informação sobre stocks disponibilizada à equipa técnica

De seguida descreve-se como a equipa técnica utiliza a informação disponibilizada para apoiar na decisão de aprovisionamento de materiais.

- **Análise ABC cruzada**

Semestralmente, é efetuada uma análise ABC cruzada do stock da equipa técnica incluindo o armazém central. Esta análise consiste em classificar em primeiro lugar os materiais em termos de quantidade e valor de consumo global anual, colocando em evidência os materiais que na globalidade detêm maior relevância na manutenção. Posteriormente, é realizada a mesma classificação em

termos individuais para cada elemento da equipa técnica. Estas análises são relevantes para a avaliação qualitativa do stock quer a nível global quer ao nível individual de cada técnico, uma vez que ao cruzar os dados das existências de materiais em stock, com a classe ABC atribuída a cada material, é obtida informação do stock existente, isto é, se o stock não possui movimento ou se pelo contrário tem muito ou pouco movimento. Estas análises suportam a equipa técnica nas decisões a tomar de forma a melhorar a gestão do stock. Cada elemento da equipa técnica com base nos resultados obtidos realiza uma análise crítica do seu stock e suporta as suas necessidades futuras de materiais, por exemplo, propondo a devolução de sobressalentes ou consumíveis sem movimento ao armazém central.

Tal como a seguir se descreve, a informação relativa à classificação ABC sustenta o técnico na decisão de encomendar ou não determinado sobressalente. Na comparação dos resultados obtidos na avaliação do consumo individual versus consumo global, em alguns sobressalentes é possível identificar que apesar de estes serem classificados no stock individual como um sobressalente de baixo consumo, por exemplo, um material da classe C, os mesmos sobressalentes podem em termos de avaliação global pertencer à classe A. Esta análise permite identificar que apesar de determinado sobressalente apresentar pouca utilização na área de atuação de um técnico, o mesmo sobressalente pode ter elevada procura noutras áreas geográficas. Neste caso, é esperado que o técnico questione a necessidade de possuir o sobressalente em stock, bem como a respetiva quantidade.

Para apoiar a decisão dos técnicos foram definidas linhas de orientação sobre a metodologia a utilizar em função da classificação obtida para cada material. A Figura 7 apresenta as 9 classes possíveis, que resultam da combinação dos 3 níveis de quantidade utilizada por ano com os 3 níveis de valor de consumo (consumo anual x custo unitário).

Qtd. utilizada					
A	AA	AB	AC	AA - Muita utilização e elevado valor AB - Muita utilização e médio valor AC - Muita utilização e baixo valor	
	BA	BB	BC		BA - Média utilização e alto valor BB - Média utilização e médio valor BC - Média utilização e baixo valor
	CA	CB	CC		CA - Baixa utilização e alto valor CB - Baixa utilização e médio valor CC - Baixa utilização e baixo valor
		A	B	C	
		Valor de consumo			

Figura 7 – Combinações possíveis resultante da análise ABC cruzada

Tendo como referência a Tabela 2 foram estabelecidos os critérios a seguir que devem ser aplicados na gestão do stock para cada classe de material:

Classes	Critérios a aplicar pela equipa técnica na gestão do stock
AA / AB / AC	Ter em stock.
BA / BB / BC	Ter em stock.
CA / CB	O stock a existir deve preferencialmente estar armazenado no armazém central.
CC	O stock a existir deve ser armazenado no carro do técnico, mas em baixa quantidade.

Tabela 2 – Critérios a aplicar para cada classe de material

A título exemplificativo a Figura 8 ilustra o relatório da análise ABC cruzada na avaliação do stock de um elemento da equipa técnica. Conforme representado, esta análise identifica o código do material, a quantidade total existente em stock à data da análise (este exemplo reporta a 31/12/2013), o consumo anual de cada material, a classificação ABC obtida em função da quantidade e valor de consumo, quer em termos de análise do stock individual do técnico quer em termos globais (consumo de toda a equipa incluindo o armazém central). A análise inclui também uma coluna que identifica a taxa de cobertura de cada material. Com base nesta informação, cada elemento da equipa técnica avalia a necessidade de manter, reduzir a quantidade ou devolver determinado material ao armazém central.

Código do material	Qtd. stock dezembro 2013	Consumo anual qtd. 2013	Análise consumo individual		Análise consumo todos armazéns		Taxa Cobertura (Meses)	Equipamento
			Classe qtd. consumo	Classe valor consumo	Classe geral qtd. consumo	Classe geral valor consumo		
A280720	1	1	A	A	A	A	12	Equipamento A
A283520	0	1	A	B	A	A	0	Equipamento A
A320720	1	1	A	B	A	B	12	Equipamento A
A280230	0	1	B	C	C	C	0	Equipamento A
A284030	1	1	A	C	A	C	12	Equipamento A
A303240	0	39	A	C	A	B	0	Equipamento B
A500270	0	21	A	C	B	C	0	Equipamento B
A331330	0	18	A	A	A	A	0	Equipamento B
A310840	0	73	A	A	A	A	0	Equipamento B
A324800	0	2	B	A	C	B	0	Equipamento B
A331880	0	12	A	B	B	B	0	Equipamento B

Figura 8 – Exemplo da análise ABC cruzada distribuída à equipa técnica

- **Relação de materiais sem movimento**

Anexo ao relatório acima descrito, é distribuída uma análise ABC cruzada com todos os materiais que não possuem registo de consumo num período de 12 meses, conforme apresentado na Figura 9. Neste caso, o consumo anual de cada sobressalente ou consumível é sempre igual a zero unidades, a classificação ABC obtida em função da quantidade e valor de consumo em termos de análise do stock individual do técnico corresponde sempre à classe C, contudo em termos globais verificamos que alguns sobressalentes ou consumíveis têm classificação diferente. O resultado da taxa de cobertura não está definido, dado estarmos a efetuar uma divisão da quantidade em stock pelo consumo anual, que é igual a 0. Cada técnico tem de justificar para os sobressalentes e consumíveis constantes nesta lista a necessidade de manter um destes sobressalentes e consumíveis em stock.

Código do material	Qtd. stock dezembro 2013	Consumo anual qtd. 2013	Análise consumo individual		Análise consumo todos armazéns		Taxa Cobertura (Meses)	Equipamento
			Classe qtd. consumo	Classe valor consumo	Classe geral qtd. consumo	Classe geral valor consumo		
5002300	1	0	C	C	B	C	#DIV/0!	Equipamento A
5002320	2	0	C	C	C	C	#DIV/0!	Equipamento A
A280450	1	0	C	C	B	B	#DIV/0!	Equipamento A
A280430	1	0	C	C	C	C	#DIV/0!	Equipamento B
A280540	2	0	C	C	C	C	#DIV/0!	Equipamento B
A283220	2	0	C	C	C	C	#DIV/0!	Equipamento B
A284300	1	0	C	C	B	C	#DIV/0!	Equipamento B
A380140	1	0	C	C	B	A	#DIV/0!	Equipamento B

Figura 9 – Exemplo de lista de materiais sem consumo num período de 12 meses distribuída à equipa técnica

- **Gráfico radar**

Anexo à informação descrita, é ainda incluído um gráfico radar, conforme exemplo da Figura 10, que permite visualizar de forma rápida a qualidade do stock de cada elemento da equipa técnica. Esta representação gráfica funciona como uma “radiografia” do inventário, permitindo quantificar o stock existente em cada uma das 9 classes. Assim, ao relacionar as existências em stock quer em termos de quantidade, quer em termos de valor, com as classes previamente determinadas, obtemos uma avaliação da qualidade do stock. É importante que o valor existente em stock esteja essencialmente distribuído pelas classes AA, AB, AC, BA, BB e BC, conforme critérios previamente descritos.

O gráfico de radar representado reporta a 31/12/2013, sendo bem visível que a área das classes CB e CC estão bastante preenchidas. Observando os valores que estas classes representam, verifica-se que os sobressalentes destas classes correspondem a 33% do valor total em stock. Atendendo aos critérios a aplicar na gestão do stock apresentados na Tabela 2, tratam-se de sobressalentes que devem preferencialmente ficar armazenados no armazém central ou que devem existir em baixa quantidade no carro do técnico. Neste caso, cada técnico deverá reduzir a quantidade das existências em stock ou não manter em stock os sobressalentes que se encontram nestas classes.

Classe geral qtd. Consumo	Classe geral valor consumo	Sum of Valor stock dezembro 2013 (€)
A	A	2.279,43 €
	B	295,46 €
	C	57,70 €
B	A	2.691,92 €
	B	602,52 €
	C	39,90 €
C	A	0,00 €
	B	1.226,03 €
	C	1.719,16 €
Grand Total		8.912,12 €

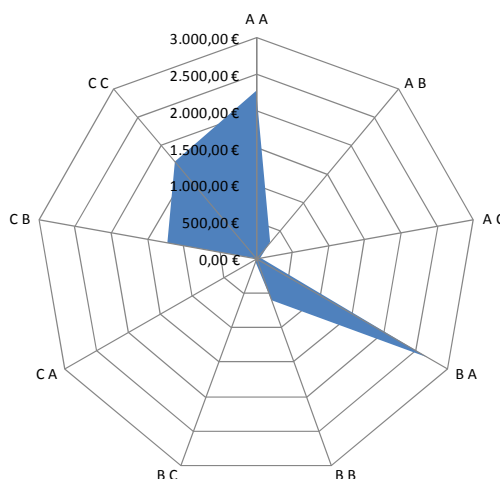


Figura 10 – Gráfico radar da análise ABC cruzada relativo ao consumo individual do técnico

2.2.7. Processo de atualização do stock

Todas as intervenções técnicas realizadas são sempre suportadas por um relatório técnico em papel. Os relatórios técnicos são elaborados numa base de dados *online*, desenvolvida pela organização, onde são descritos todos os trabalhos realizados nos equipamentos e materiais aplicados nas intervenções. Os materiais aplicados são identificados com recurso a um leitor de código de barras. A utilização do leitor de código de barras reduz a probabilidade de falha na digitação do código do material. Todos os materiais são identificados com o código de material, designação e quantidade aplicada.

O facto de os relatórios técnicos serem produzidos na base de dados acima referida, permite que após fecho do relatório técnico, o stock dos materiais aplicados seja automaticamente e imediatamente atualizado. Assim, em cada intervenção técnica, a informação relativa às existências em stock está sempre atualizada.

Na elaboração do relatório técnico, ao seleccionar os materiais aplicados na intervenção técnica, o técnico tem a possibilidade de identificar quais dos materiais aplicados devem ser considerados para a encomenda semanal. Esta opção facilita a gestão de stock, uma vez que coloca numa lista, os materiais que vão sendo consumidos ao longo da semana e que devem ser encomendados. No entanto, esta função é pouco explorada pela equipa técnica, uma vez que requer a definição de um stock mínimo ou ponto de encomenda para cada material. Note-se que estes parâmetros não estão definidos pelo sistema.

2.3. Identificação dos problemas na atual gestão de stocks

Atualmente, 63% do valor de stock de materiais está armazenado nos carros da equipa de 14 técnicos distribuídos pelo continente e ilhas. Todos os sobressalentes necessários à atividade técnica são fornecidos pela fábrica (fornecedor único), num intervalo de tempo de 7 dias. As encomendas de materiais são colocadas semanalmente, num dia fixo da semana, conforme processo de encomendas descrito na secção 2.2.5. No entanto, apesar do curto intervalo de tempo para a colocação da encomenda, correspondente a 5 dias úteis, a falta de uma efetiva avaliação da necessidade dos materiais e quantidades a ter em stock, pode resultar em custos de stocks elevados.

Por um lado, podem estar a ser realizadas desnecessariamente encomendas frequentes, o que significa elevados custos de encomenda e posse. Por outro lado, podem não estar a ser encomendados os materiais efetivamente necessários e nas quantidades necessárias, levando a ruturas de stock, prejudicando o nível de serviço e a taxa de disponibilidade dos equipamentos. Verifica-se também que os dados e indicadores atualmente disponibilizados à equipa técnica fornecem uma avaliação global do stock, mas não definem o que encomendar, quanto e quando encomendar.

Existem ainda dificuldades associadas ao irregular e intermitente consumo dos sobressalentes utilizados na área da manutenção, bem como à obrigatoriedade em satisfazer todos os pedidos de intervenção num período de tempo até 24 horas. É de notar que a conclusão do serviço na primeira intervenção é considerada na avaliação de desempenho do técnico, pelo que existe uma enorme preocupação em cumprir este indicador, o que fomenta a tendência de haver grandes variedades e quantidades de sobressalentes em stock.

Pretende-se com este trabalho determinar uma metodologia que suporte a equipa técnica na decisão de aprovisionamento de sobressalentes, aplicados nas intervenções não planeadas, garantindo o cumprimento do nível de serviço ao cliente e minimizando, simultaneamente, os custos globais de gestão de stocks.

Na análise do problema da atual gestão de stocks é importante considerar outros fatores que caracterizam a gestão dos sobressalentes, sendo estes fatores descritos na secção a seguir.

2.3.1. Gestão de sobressalentes

O facto do consumo dos sobressalentes ser caracterizado por uma procura irregular e difícil de prever, constitui uma das principais razões para que o planeamento do consumo dos sobressalentes ainda não tenha sido integrado no módulo MRP (*Materials Resources Planning*) do sistema SAP, atualmente em utilização na empresa. O modelo de gestão de materiais MRP é utilizado na empresa, no planeamento das necessidades e controlo do inventário dos consumíveis médico-hospitalares, como por exemplo dos consumíveis utilizados no tratamento de pacientes, dada a relativa estabilidade e previsibilidade da procura.

A falta de visibilidade da cadeia de abastecimento na área da manutenção origina dificuldades na antecipação da procura, bem como no estabelecimento de prioridades. Com relativa frequência são solicitadas pelo fabricante alterações aos equipamentos provocando em alguns casos a descontinuação no fornecimento de determinados sobressalentes e introdução de novos. É o fabricante que define as características e composição dos sobressalentes, efetua a escolha dos fornecedores dos sobressalentes, bem como a análise da taxa de falhas. Note-se que a organização em estudo não detém poder de decisão relativamente a esta variável.

As alterações devem-se essencialmente à necessidade de atualização, implementação de melhorias nos equipamentos ou identificação de problemas de fabrico nos sobressalentes. A modificação ou descontinuação de sobressalentes é comunicada sem aviso prévio causando no imediato ou num curto intervalo de tempo, stock obsoleto e do lado do fornecedor elevados picos na procura, com potencial dificuldade na capacidade de fornecimento dos novos sobressalentes. Além, de afetar o nível de serviço ao cliente, este tipo de situações agrava o nível de inventário, em resultado do número de sobressalentes tornados obsoletos, por terem sido substituídos por outros ou encontrarem-se desatualizados.

No próximo capítulo apresenta-se a revisão da literatura sobre o problema em estudo.

3. Enquadramento teórico

O presente capítulo tem como principal objetivo apresentar uma revisão teórica aos temas que foram pesquisados, estudados e que serviram de base ao desenvolvimento deste trabalho. Efetua-se uma abordagem à gestão de stocks na manutenção, apresentam-se as ferramentas de gestão de stocks que têm maior relevância para este estudo e que servem de base para a definição da metodologia de gestão de stocks. Descrevem-se ainda os modelos de gestão de stocks de revisão contínua e periódica, bem como outros modelos com aplicabilidade na manutenção.

3.1. Gestão de stocks em manutenção

Segundo a norma portuguesa 13306:2007 que define a Terminologia da Manutenção, a gestão da manutenção diz respeito a todas as atividades de gestão que determinam os objetivos, a estratégia e as responsabilidades respeitantes à manutenção e que os implementam por diversos meios, tais como, o planeamento, o controlo e supervisão da manutenção e a melhoria de métodos na organização, incluindo os aspetos económicos.

De facto, a gestão da manutenção consiste numa série de atividades integradas entre si, que devem ser vistas como um todo e não individualmente, já que são impossíveis de se desagregar. Na manutenção, o planeamento dos trabalhos e a gestão dos materiais estão intimamente ligados, o que significa que para termos um ótimo serviço de manutenção é importante assegurar uma boa gestão dos stocks. O sistema de gestão de stocks a aplicar deve permitir fornecer o nível de serviço acordado e disponibilidade ao mais baixo custo, tendo em conta os custos de rutura, bem como os custos de excesso de inventário.

De acordo com Cabral (2004), o montante investido em stocks utilizados em manutenção pode representar para algumas empresas, valores na ordem dos 50% dos custos diretos de manutenção. Tratando-se de um valor bastante significativo, justifica grande atenção na sua gestão (Pinto, 2013).

Na organização em estudo, os montantes investidos em stocks de sobressalentes reduziram significativamente nos últimos 9 anos, passando de um valor de investimento em stock correspondente a 40% para um valor correspondente a 10%, o que demonstra a preocupação e atenção atribuída à gestão de materiais. Esta redução foi obtida através de um profundo empenho de toda a equipa técnica e com base na regular avaliação quantitativa e qualitativa do stock de cada elemento da equipa técnica e armazém central.

A gestão de stocks em manutenção é uma atividade complexa que requer técnicas e abordagens diversas. Consiste acima de tudo em estabelecer equilíbrios entre o ter e o não ter. Este equilíbrio

nem sempre se deve basear em aspetos económicos, porque a manutenção vai além disso, preocupando-se com a qualidade, segurança e proteção do meio ambiente (Pinto, 2013).

A logística de sobressalentes difere em vários aspetos dos restantes materiais, tais como, os níveis de serviço por regra são mais elevados, devido aos efeitos causados por uma rutura de stock, a procura de sobressalentes pode ser bastante esporádica e difícil de prever e os custos de aquisição podem ser muito elevados (Huiskonen, 2001).

Neste ponto é importante evidenciar que uma eficiente gestão do stock traduz-se em encontrar o equilíbrio entre o capital investido em stock e a qualidade do serviço prestado ao cliente.

3.2. Tipos e estratégias de manutenção

A norma 13306:2007 define os diferentes tipos e estratégias de manutenção conforme ilustrado na Figura 11. Em função do tipo de manutenção são determinados os objetivos e as políticas de gestão de stocks da manutenção. De seguida, exploram-se os conceitos de manutenção planeada e manutenção não planeada.

3.2.1. Manutenção planeada

Na manutenção planeada, a manutenção é organizada e definida com antecedência, utilizando por regra planos de manutenção que delinham previamente as ações a colocar em prática num determinado período de tempo ou de acordo com determinados critérios.

Celebi (2008) refere que devem ser implementadas práticas de controlo de stock em função do tipo de manutenção, nomeadamente na manutenção preventiva e manutenção corretiva. Salienta, que no caso da manutenção preventiva, a necessidade de sobressalentes é previsível e planeada, não sendo necessário efetuar stock dos mesmos.

Segundo Assis (2010), nas intervenções de manutenção planeada, os sobressalentes a substituir encontram-se previamente definidos, pelo que só devem ser encomendados quando necessários.

Na manutenção planeada estão incluídas as intervenções de:

- a) Manutenção preventiva** é a manutenção efetuada a intervalos de tempo predeterminados ou de acordo com critérios prescritos, com a finalidade de reduzir a probabilidade de avaria ou de degradação do funcionamento de um bem.

- b) **Manutenção sistemática** é a manutenção preventiva efetuada a intervalos de tempo preestabelecidos ou segundo um número definido de unidades de utilização mas sem controlo prévio do estado do bem.
- c) **Manutenção condicionada** é a manutenção preventiva baseada na vigilância do funcionamento do bem e/ou dos parâmetros significativos de funcionamento integrando as ações aí decorrentes.
- d) **Manutenção preditiva** é a manutenção condicionada efetuada de acordo com as previsões extrapoladas da análise e da avaliação de parâmetros significativos da degradação do bem.

3.2.2. Manutenção não planeada

A manutenção não planeada refere-se aos casos em que as avarias surgem de forma súbita e imprevisível. A manutenção não planeada integra a manutenção corretiva.

A **manutenção corretiva** é efetuada depois da deteção de uma avaria e destina-se a repor o equipamento num estado em que possa realizar a função requerida.

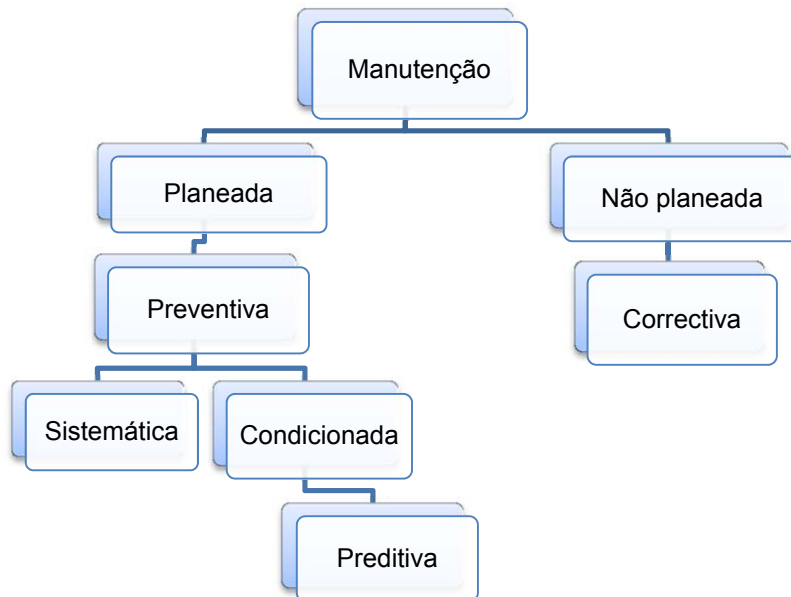


Figura 11 – Tipos de manutenção (adaptado da norma 13306:2007)

Em resumo, a manutenção planeada é aquela que é efetuada *à priori*, antes da ocorrência da avaria. Já a manutenção não planeada refere-se às ações efetuadas *à posteriori*, isto é, depois de detetadas as avarias.

De acordo com Assis (2010), nas intervenções de manutenção não planeada, os sobressalentes que apresentam modos de falhas de natureza casual e que põem em causa a operação do equipamento, devem ser substituídos com a máxima brevidade, devendo existir várias unidades permanentemente em stock, de modo a minimizar a indisponibilidade do equipamento. Refere ainda que relativamente à gestão dos sobressalentes, muitas vezes quando o prazo de entrega de um certo material é muito reduzido, não vale a pena mantermos stock desse material. Salienta que os sobressalentes que se degradam regularmente e que vão ser substituídos em resultado de intervenções planeadas de manutenção preventiva ou curativa devem ser adquiridos o mais tarde possível, seguindo o princípio de *just-in-time*, não precisando sequer de passar pelo armazém. Neste caso, passa-se para o fornecedor a responsabilidade de dispor dos sobressalentes quando e sempre que necessário.

3.3. Materiais, sobressalentes e peças de reserva

No âmbito deste trabalho é importante definir a utilização dos termos: materiais, sobressalentes e peças de reserva.

O termo material tem um significado muito amplo, que alcança vários tipos de bens no contexto da manutenção, englobando os sobressalentes, peças de reserva ou também, denominadas peças de substituição e outros materiais de consumo corrente.

A norma portuguesa 13306:2007 define o termo sobressalente como sendo um bem destinado a substituir um bem correspondente, de forma a restabelecer a função requerida de origem.

De acordo com Assis (2010) designam-se por sobressalentes, os componentes de maior complexidade os quais podem ser reparados, enquanto as peças de reserva ou de substituição são componentes de menor complexidade e frequentemente não reparáveis. Quer os sobressalentes quer as peças de reserva caracterizam-se por terem uma procura bastante irregular.

Segundo Cabral (2009), os sobressalentes ou peças de reserva são normalmente peças ou órgãos destinados a ser incorporados em substituição de outros idênticos que perderam a capacidade de cumprir a sua função.

Neste trabalho, utiliza-se o termo sobressalente em conformidade com a norma da Terminologia da Manutenção, bem como o termo material quando é pretendido fazer referência a consumíveis e sobressalentes. Refira-se ainda que na empresa em estudo os sobressalentes com anomalia são sempre substituídos por sobressalentes novos. Note-se que os sobressalentes representam 97% da extensa lista de materiais utilizados na manutenção.

3.4. Ferramentas de gestão de stocks

3.4.1. Análise ABC

A elevada variedade de materiais e número de unidades existentes em stock requerem a adoção de uma atitude mais cuidada e seletiva na gestão dos materiais que revelam maior importância tanto em frequência de saídas como em valor financeiro investido. A análise ABC constitui assim uma importante ferramenta na gestão, no planeamento e no controlo dos volumes de materiais em stock (Heizer, Render, 1999).

O princípio da análise ABC ou também designada curva ABC é atribuído a Vilfredo Pareto, um economista italiano do séc. XIX que realizou um estudo sobre a distribuição da riqueza em Itália. Através deste estudo, o autor percebeu que a distribuição da riqueza não se dava de maneira uniforme. Assim, numa determinada sociedade, verificou que 20% das pessoas detêm 80% da riqueza, enquanto as restantes 80% só detêm 20% da riqueza (Cabral, 2007). Este princípio é observado em vários fenómenos, entre os quais, na gestão de stocks e ocorrência de avarias.

Como não é possível nem aconselhável tratar todos os materiais da mesma forma, a análise ABC é uma ferramenta de gestão muito simples, mas de grande eficácia na correta classificação dos stocks. A análise ABC classifica os materiais em três grandes grupos A, B ou C, de acordo com a percentagem que cada grupo representa no valor do consumo global. A análise ABC permite definir três níveis de prioridade e controlo distintos na gestão dos materiais.

A principal vantagem deste método prende-se com a focalização do estudo nos materiais mais importantes. Deste modo, os stocks de materiais serão tanto mais controlados, quanto maior for o seu valor de consumo. Inúmeros materiais podem ser mantidos em stock para operações de manutenção mas apenas uma pequena proporção merece uma análise detalhada e um controlo apertado por parte da gestão de materiais. Verifica-se que a classificação ABC em função do valor anual de consumo é aquela que merece maior destaque na literatura (Heizer, Render, 1999, Huiskenon, 2001), sendo em inúmeros casos o único critério utilizado, uma vez que a grande preocupação das organizações assenta essencialmente na minimização de custos. Contudo, quando se estuda um sistema maioritariamente composto por sobressalentes, a análise tradicional do valor de consumo torna-se insuficiente.

Esta classificação ABC é eficaz quando se analisam materiais homogéneos, mas quando o tipo de stock é muito heterogéneo, isto é, existe uma grande diversidade quanto à natureza dos sobressalentes, é necessário encontrar critérios complementares para os classificar (Celebi, 2008).

3.4.2. Análise ABC cruzada

Uma outra extrapolação que é feita à análise ABC simples é a análise ABC cruzada. Este é o método aplicado no caso em estudo que consiste na realização de duas análises ABC: uma relativa ao valor anual de saída de stock e outra relativa à quantidade anual de consumo, cruzando posteriormente os resultados das classificações obtidas. A análise ABC simples é assim complementada com um segundo critério quantitativo referente à quantidade de consumo.

Desta forma, gera-se uma matriz com 9 possíveis classificações (AA, AB, AC, BA, BB, BC, CA, CB, CC) para as quais estão definidas orientações sobre modo de reaprovisionamento.

A análise ABC cruzada permite maior eficácia na gestão dos stocks contribuindo para uma melhor análise e identificação dos sobressalentes que apresentam maior valor e volume de consumo, constituindo uma mais-valia na avaliação qualitativa das existências em stock.

No entanto, a segmentação de sobressalentes pode ter por base múltiplos critérios qualitativos, os quais podem ser o *lead time*, a criticidade, a uniformização, a obsolescência, a substituibilidade (Celebi, 2008), restrições de inventário, custos de rutura, objetivos ambientais e de segurança, estratégia de manutenção adotada (Bošnjakovic, 2010). As soluções apresentadas na literatura passam por dividir os materiais em grupos de forma a possibilitar a adoção de políticas de gestão de stocks adaptadas a cada grupo.

3.4.3. Análise da criticidade (VED)

Uma das formas de classificação mais recorrente na literatura (Celebi, 2008, Bošnjakovic, 2010, Assis, 2010) sobre sobressalentes é a criticidade. A análise da criticidade dos sobressalentes pode ser efetuada de diferentes formas. A mais comum assenta na avaliação do custo de rutura provocado por cada sobressalente, contudo na prática isso torna-se inviável. É assim considerado suficiente determinar os níveis de criticidade em função do tempo em que a falha tem de ser corrigida (Celebi, 2008). Assis (2010) menciona por exemplo que o grau de criticidade também serve de suporte à tomada de decisão quanto à proximidade da localização dos sobressalentes.

O modelo mais aceite é a classificação VED, sendo os materiais catalogados como Vitais, Essenciais ou Desejáveis. Os materiais Vitais são aqueles cuja falha provoca elevados custos de paragem, graves danos na eficiência de todo o processo produtivo e na qualidade dos produtos. Os materiais Essenciais conduzem a uma perda significativa da produção, contudo não obrigam à paragem de todo

o processo produtivo. Os materiais Desejáveis são aqueles cuja falta não tem impacto significativo na quantidade ou qualidade dos produtos (Bošnjakovic 2010).

Embora uma matriz ABC versus VED seja essencial na definição das políticas de gestão de stocks, a mesma não determina por si só quais os modelos de gestão de stocks que melhor se aplicam à gestão dos materiais. É assim, necessário analisar os dados da procura de modo a identificar quais os tipos de movimentos e dificuldades que existem.

3.5. Custos relevantes com stocks

A gestão de stocks é fortemente influenciada pelos seguintes fatores: procura, custos e prazos. Este conjunto de variáveis interage entre si, determinando a eficiência e eficácia do sistema de aprovisionamento, sendo importante dimensionar e balancear de forma sustentável estes fatores.

A procura está relacionada com a origem das necessidades de materiais e os prazos correspondem aos prazos de entrega ou de disponibilização do material. A procura pode ser tipificada em função da natureza dos materiais. Na perspetiva de Assis (2010), no caso dos sobressalentes de elevado valor, de procura reduzida, irregular e imprevisível, deve ser aplicado o modelo de revisão contínua (Q, PE).

Considerando a vertente financeira, a existência de stock acarreta os custos de três níveis distintos: custos associados à posse de stocks, custos de aprovisionamento e custos associados à rutura de stocks. Para determinar e comparar os custos associados a cada modelo de gestão de stocks, é necessário analisar os custos envolvidos no funcionamento do sistema de gestão de stocks (Carvalho, 2010).

O custo com stocks decompõe-se em custo de posse, custo de aprovisionamento e custo de rutura de stocks.

O custo de posse corresponde ao custo de manutenção dos materiais em stock que engloba:

- despesas financeiras associadas ao custo de oportunidade do capital imobilizado em stock, prémios de seguros e impostos;
- despesas de armazenagem, isto é, custo de instalações, equipamentos, pessoal, energia, custo de amortizações;
- perdas por obsolescência, deterioração dos materiais, roubo.

O custo de aprovisionamento corresponde ao valor que tem que ser pago ao fornecedor por cada encomenda de material, bem como o custo associado ao processamento das encomendas, isto é,

preparar, enviar, rececionar, controlar a conformidade, arrumar, registar no sistema, controlar a faturação e pagamento.

O custo de rutura ocorre quando determinado material é procurado e não está disponível. No caso do estudo para satisfazer a procura é feita uma encomenda extraordinária, sendo o custo adicional desta encomenda, o custo de rutura. No caso em que a procura não é satisfeita ou é satisfeita mais tarde, o custo de rutura corresponde aos custos de degradação da imagem da empresa, o que pode ser difícil de avaliar e quantificar, dado que várias situações podem ocorrer (penalizações por incumprimento do acordado, insatisfação ou perda de clientes entre outros).

Assim, o custo total de aprovisionamento (CT) é decomposto em:

$$CT = \text{Custo de aquisição} + \text{Custo de aprovisionamento} + \text{Custo de posse} + \text{Custo de rutura}$$

Sendo calculado, com base na seguinte expressão:

$$CT = d \cdot c + F_0 \cdot \frac{\bar{d}}{Q} + F_1 \cdot c \left(\frac{Q}{2} + SS \right) + F_2 \cdot n_r \quad (1)$$

CT	Custo total de aprovisionamento
\bar{d}	Procura média anual do artigo
c	Custo unitário de compra do artigo
F_0	Custo de encomenda
Q	Quantidade a encomendar do artigo
F_1	Taxa de posse anual
SS	Stock de segurança do artigo
F_2	Custo por rutura
n_r	Número de ciclos com rutura por ano

Nesta expressão, o primeiro membro ($d \cdot c$) corresponde ao custo de aquisição, o segundo membro ($F_0 \cdot \frac{\bar{d}}{Q}$) ao custo de aprovisionamento anual, o terceiro membro ($F_1 \cdot c \left(\frac{Q}{2} + SS \right)$) ao custo de posse e o último membro ($F_2 \cdot n_r$) ao custo de rutura.

Na Figura 12 é possível visualizar o comportamento das funções que compõem o custo total de aprovisionamento em função da quantidade a encomendar.

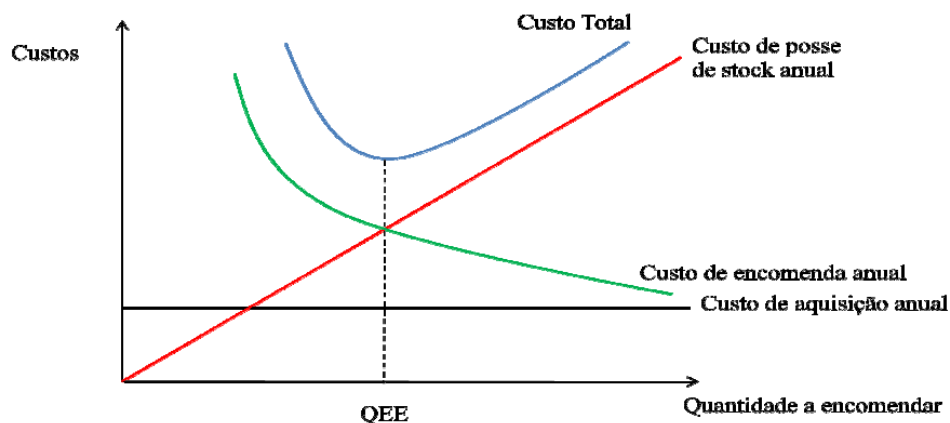


Figura 12 – Custo total anual (adaptado de Heizer, J.; Render, B.; Operations Management, 5.^a Edição, Prentice Hall, 1999, pág. 448

Pode-se concluir que o custo total de aprovisionamento mínimo corresponde a igualar o custo de posse de stock ao custo de encomenda. Esse ponto é designado por quantidade económica de encomenda Q_{ec} ou Q_w e é calculada a partir da expressão abaixo:

$$Q_w = \sqrt{\frac{2 \cdot F_0 \cdot \bar{d}}{F_1 \cdot c}} \quad (2)$$

3.6. Modelos de gestão de stocks

Os modelos de gestão de stocks são essenciais no controlo do nível de stock de forma a prevenir ruturas, definir encomendas, garantir a manutenção dos materiais em stock para assegurar o serviço acordado ao cliente, com o intuito de minimização de custos e riscos para as empresas. Para isso, é necessária uma grande coordenação entre as compras e a procura, que pode ser prevista com base em modelos de previsão, tais como método das médias móveis ou amortecimento exponencial.

Segundo Assis (2010), existem diversos modelos de gestão aplicáveis na prática de manutenção de equipamentos e instalações. Contudo, o autor refere dois modelos básicos dos quais outros modelos podem derivar no sentido de se incorporar ajustamentos a objetivos específicos. De seguida, são descritos resumidamente os quatro modelos mais usuais:

- Modelo de revisão contínua ou modelo (Q, PE). Encomenda-se a quantidade fixa Q, logo que o stock atinge um determinado nível, o ponto de encomenda (PE);
- Modelo de revisão contínua ou modelo (PE, NO). Igual ao anterior, mas encomenda-se de cada vez que o ponto de encomenda PE é atingido, não uma quantidade fixa Q, mas uma quantidade variável de forma repor o stock num determinado nível objetivo (NO);
- Modelo de revisão periódica ou modelo (P, NO). Encomenda-se uma quantidade variável com uma periodicidade fixa P, de forma a repor o stock num determinado nível objetivo (NO);
- Modelo de revisão periódica ajustado. Igual ao anterior, mas encomenda-se apenas se o stock tiver atingido um nível mínimo.

Observe-se que o nível de stock tomado como referência para fazer encomendas corresponde ao stock físico mais as encomendas ao fornecedor não recebidas, menos as encomendas reservadas para sair. Este stock é também designado por stock nominal.

Existem outras alternativas aos modelos apresentados. De acordo com Cabral (2009), deve-se encomendar as quantidades necessárias para um determinado período, especificando um nível mínimo (Smin) e um nível máximo (SMax). Assim,

- Smin – corresponde na prática à quantidade abaixo da qual se deve desencadear uma encomenda do artigo, i.e. quando o stock nominal < Smin deve-se encomendar. Pode haver artigos com Smin = 0, o que significa que são artigos que não precisam de existir em armazém e que só serão adquiridos quando forem necessários.
- SMax – é o nível máximo que deve existir em stock. Na prática, serve para dimensionar rapidamente e de forma empírica a quantidade a encomendar.

Outra alternativa citada (Assis, 2010) é não manter qualquer stock e encomendar por correio expresso a quantidade estritamente necessária em cada intervenção técnica.

Os modelos de gestão de stocks referenciados em abundância na literatura e utilizados na maioria das empresas são o modelo de revisão contínua e o modelo de revisão periódica. De acordo com Carvalho e Ramos (2009), estes dois modelos respondem de forma diferente às duas questões fundamentais em gestão de stocks:

- Quando encomendar?
- Quanto encomendar?

De seguida, descrevem-se detalhadamente os modelos de revisão contínua e periódica.

3.6.1. Modelo de revisão contínua ou modelo (Q, PE)

Segundo Assis (2010), o princípio do modelo de revisão contínua consiste em encomendar uma quantidade Q (Q_w ou outra), quando o stock atinge o nível de alerta ou ponto de encomenda (PE), a qual chegará após o prazo de entrega estabelecido com o fornecedor (L).

Este modelo tem a designação de revisão contínua, dado que requer uma monitorização constante e contínua dos níveis de stock. Caso não seja lançada uma encomenda no momento em que o nível de stock atinge o ponto de encomenda, existe um aumento do risco de rutura de stock.

O ponto de encomenda depende do prazo de entrega do fornecedor e do consumo que determinado material irá ter no período entre a colocação da encomenda e a receção da mesma (correspondente ao prazo de entrega). O ponto de encomenda PE é calculado da seguinte forma:

$$PE = \bar{d} \cdot L + SS \quad (3)$$

Carvalho e Ramos (2009) referem igualmente que a quantidade a encomendar deve ser tão próxima quanto possível da quantidade económica da encomenda Q_w para que o custo total de aprovisionamento seja mínimo.

3.6.2. Modelo de revisão periódica ou modelo (P, NO)

Assis (2010) define que o princípio deste modelo consiste em encomendar com a periodicidade P a quantidade consumida Q_n durante o último período. Esta quantidade variável é, assim, igual à diferença entre o nível objetivo NO (ou nível máximo que alguma vez poderá ser atingido) e o nível de stock nominal no momento da revisão.

O nível objetivo NO é calculado da seguinte forma:

$$NO = \bar{d} (L + P) + SS \quad (4)$$

A Tabela 3 resume as condições em que os dois modelos de gestão de stocks devem ser aplicados:

Modelo (Q, PE)	Modelo (P, NO)
<ul style="list-style-type: none"> • Variação grande da procura • Preço de custo elevado • Importância considerável • Disponibilidade permanente de stock no fornecedor 	<ul style="list-style-type: none"> • Variação pequena da procura • Variação pequena do prazo de entrega • Preço de custo reduzido • Interesse em encomendar em grupo de um mesmo fornecedor

Tabela 3 – Condições de opção entre o modelo (Q, PE) e modelo (P, NO)

(adaptado de Assis, Rui, Apoio à Decisão em Manutenção na Gestão de Activos Físicos, Lidel, 2010)

4. Análise do problema e metodologia proposta

Neste capítulo analisa-se o problema em estudo, recorrendo ao diagrama de causa e efeito de modo a identificar as causas que afetam o incumprimento do nível de serviço. Caracteriza-se a problemática da gestão de stocks diferenciada para a manutenção preventiva e manutenção corretiva. Apresenta-se a metodologia proposta para resolver o problema em estudo. Efetua-se a classificação dos sobressalentes e estima-se os vários componentes dos custos que compõem o custo total com stocks. Finalmente, aplica-se o modelo de gestão de stocks proposto e avaliam-se os resultados obtidos.

Na Figura 13 apresenta-se a metodologia proposta para a análise da gestão dos stocks. Inicialmente, analisou-se o problema em estudo, através do diagrama de causa e efeito. De seguida, consultou-se literatura sobre a problemática da gestão de stocks de sobressalentes e manutenção. Para avaliação do custo anual do stock efetuou-se o cálculo das várias componentes do custo total com stocks. Posteriormente, procedeu-se à extração de dados do sistema SAP relativos aos materiais aplicados em intervenções não planeadas nos últimos 2 anos. Recorreu-se à análise ABC cruzada e análise da criticidade (VED) para classificação dos materiais. Para os materiais de maior criticidade, determinou-se o modelo de gestão de stocks mais ajustado, tendo por base os custos com stocks e o nível de serviço prestado ao cliente. Por fim, para uma seleção de sobressalentes, compararam-se os resultados obtidos com o método de gestão de stocks proposto e o método utilizado atualmente.

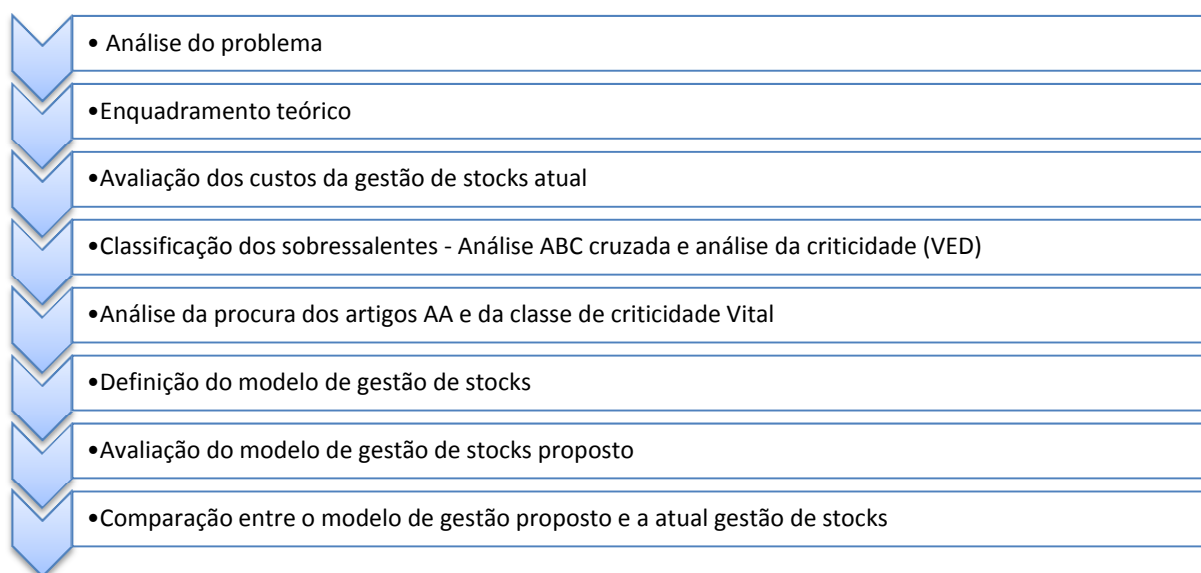


Figura 13 - Metodologia utilizada para avaliação da gestão de stocks

4.1.1. Análise das causas do problema em estudo

Neste estudo, recorreu-se ao diagrama de causa e efeito para deteção e identificação das possíveis causas na origem do incumprimento do nível de serviço por rutura ou inexistência de sobressalentes em stock. O diagrama de causa e efeito, também conhecido como diagrama de Ishikawa ou em espinha-de-peixe, representado na Figura 14, procura relacionar de uma forma mais visual, através de um gráfico, as causas com os efeitos (problemas) que estas produzem. O diagrama começa a ser construído definindo-se o problema a eliminar e colocando-o na cabeça do “peixe”. As várias causas são agrupadas em classes e dispostas nas “espinhas” laterais do diagrama. O diagrama de Ishikawa faz parte das ferramentas clássicas da qualidade, uma vez que a sua aplicação prática mostrou ser altamente produtiva e eficaz na maioria das empresas (Pinto, 2013).

As causas identificadas reportam-se à análise das encomendas extraordinárias de sobressalentes efetuadas por parte da equipa técnica, isto é, todas as encomendas de sobressalentes realizadas fora do prazo normal de encomendas. A aplicação desta ferramenta permitiu expor e enumerar as possíveis causas do incumprimento do nível de serviço por rutura ou inexistência de sobressalentes em stock que conduzem ao aumento dos custos de funcionamento do atual sistema de gestão de stocks, entre os quais estão o processamento administrativo de encomenda extraordinária, validação da mesma, colocação de encomenda urgente ao fornecedor, confirmação da receção dos materiais e custos extra de transporte.

As causas primárias foram agrupadas nas 6 categorias: Pessoas, Máquinas, Medição, Materiais, Métodos e Ambiente, uma vez que para o problema em análise, estas categorias detêm maior relevância e importância no dimensionamento do efeito. Atualmente, não é possível determinar de uma forma quantitativa as 20% das causas responsáveis por 80% do problema do incumprimento do nível de serviço, uma vez que não é efetuado um registo da frequência da ocorrência de cada causa para o problema em estudo. É contudo, notório através das causas enunciadas que há categorias que aparentam demonstrar maior relevância na ocorrência do problema, nomeadamente as categorias pessoas, métodos e materiais.

De seguida, é feita uma breve descrição das possíveis causas associadas a cada categoria, de modo a que seja perceptível a sua influência no incumprimento do nível de serviço.

a) Pessoas

- **Sentimentos e impressões:** A falta de motivação e rigor condicionam o eficiente desempenho da equipa técnica.
- **Falta de formação:** Existe na equipa técnica dificuldade na utilização das ferramentas de qualidade e melhoria contínua, bem como na interpretação dos dados fornecidos de suporte à análise da qualidade do stock e aplicabilidade prática dos mesmos.
- **Falta de experiência:** Dificulta a decisão do técnico em ter ou não determinado material, bem como na interpretação dos dados e na análise da qualidade do stock.
- **Ausências:** Nos períodos de férias ou ausências de um colega de equipa, o alargamento da área geográfica de atuação do técnico, implica um maior número de equipamentos à sua responsabilidade, isto significa que no caso de ser necessária a aplicação de materiais pode existir dificuldade no cumprimento do nível de serviço. O técnico de apoio pode não possuir stock suficiente ou adequado para assegurar todos os pedidos de intervenção. Por regra, não é efetuada transferência do stock de um técnico para o outro, salvo em situações de ausências de longa duração.

b) Máquinas

- **Aumento da taxa de falhas:** Manifesta-se na forma de desgaste crescente dos sobressalentes, quando o técnico não atua de forma preventiva. Pode ainda estar associada à idade do equipamento e número de horas de funcionamento, bem como à deteção de existência de alguma anomalia em determinados sobressalentes.
- **Alterações ao equipamento:** Coexistência de equipamentos com versões diferentes com componentes não comuns aos mesmos modelos.

c) Medição

- **Método de controlo inadequado:** O não cumprimento dos critérios definidos para a gestão do stock pode conduzir a ruturas ou inexistência de determinados materiais em stock.

d) Materiais

- **Problemas no transporte:** A entrega no local errado, nas quantidades erradas ou eventuais atrasos originados por greves, acidentes, entre outros podem conduzir a situações de impossibilidade de cumprimento do nível de serviço.

- **Dependência do fornecedor:** Na eventualidade de falta de capacidade de resposta na entrega de materiais por parte do fornecedor não é possível recorrer a outro. Existe total dependência de um único fornecedor que corresponde também ao fabricante dos equipamentos.
- **Problemas no fornecimento:** A alteração de sobressalentes por exemplo por identificação de anomalia na produção pode afetar o prazo normal de fornecimento, dado haver lugar a um aumento da procura ou falta de fornecimento do sobressalente encomendado. A entrega parcial de encomendas pode igualmente condicionar o tempo de resposta ao cliente.

e) Métodos

- **Colocação tardia da encomenda:** O não cumprimento do prazo de elaboração da encomenda condiciona o prazo de entrega por parte do fornecedor.
- **Falta de organização e arrumação:** Uma má gestão das localizações dos materiais, a não aplicação do critério FIFO ou a falta de codificação dos materiais, podem induzir o técnico em erro.
- **Validação dos materiais pendentes:** A não verificação dos materiais em falta referente à última encomenda colocada contribui para uma decisão errada no planeamento das atividades.
- **Planeamento deficiente:** Se a pessoa certa no momento certo não possuir a informação correta pode produzir um planeamento errado. A entrada de novos dados aquando da libertação do planeamento semanal de atividades pode levar a que um elemento da equipa não esteja preparado para responder às intervenções não planeadas e que lhe foram entretanto atribuídas.

f) Ambiente

- **Alteração da estratégia:** Uma mudança da estratégia ou diferente abordagem ao cliente pode influenciar o nível de serviço, caso a mesma não seja corretamente comunicada e planeada. Neste caso, o nível de serviço pode por exemplo ser afetado pela definição estratégica de novos tempos de resposta ou entrada de novo equipamento no mercado.

Estando identificadas as principais causas do incumprimento do nível de serviço é necessário identificar uma metodologia de gestão de stocks robusta e funcional que permita assegurar o nível de serviço, eliminando em simultâneo o impacto das causas enumeradas.

Na secção seguinte identifica-se o motivo da necessidade de separar as intervenções planeadas das intervenções não planeadas.

4.1.2. Intervenções planeadas versus não planeadas

Por razões práticas, económicas e financeiras interessa na gestão da manutenção separar as intervenções técnicas planeadas, das não planeadas (Pinto, 2013), pelo que na análise dos consumos devem ser retirados todos os materiais aplicados em intervenções planeadas, nomeadamente, em

instalações, reinstalações, manutenções preventivas, verificações técnicas de segurança, modificações, retirada de operação. Desta forma, o estudo deverá incidir com maior clareza e rigor nos materiais necessários às intervenções não planeadas.

No caso em estudo, as intervenções não planeadas, que correspondem às manutenções corretivas, representam 64% do total de intervenções efetuadas, conforme ilustrado na Figura 15. Apenas 36 % das intervenções são intervenções planeadas. Estes dados resultam da análise da totalidade de intervenções realizadas nos 2 anos em estudo, correspondente ao período de julho 2012 a junho 2014.

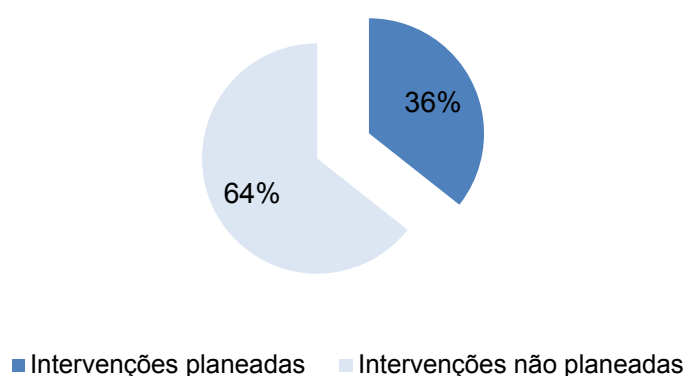


Figura 15 – Gráfico das intervenções planeadas versus não planeadas

Nas atividades planeadas e programadas, mais concretamente, no caso das manutenções preventivas e verificações técnicas de segurança, as operações técnicas a realizar nos equipamentos estão devidamente definidas pelo fabricante e descritas na lista das verificações a efetuar nos diferentes equipamentos. Esta lista contém uma descrição pormenorizada dos procedimentos e verificações a efetuar, bem como das substituições obrigatórias e prováveis de sobressalentes. Aquando da libertação do plano anual de manutenções preventivas, cada elemento da equipa técnica coloca a encomenda das necessidades de materiais para cada equipamento na sua responsabilidade. É indicada ao fornecedor a semana e o local de entrega direta dos sobressalentes destinados às atividades de manutenção preventiva a realizar. Os materiais para este tipo de intervenções planeadas são apenas encomendados em função das necessidades.

Veja-se, no entanto, que por exemplo as instalações ou reinstalações de equipamentos em clientes é por regra uma atividade planeada e programada, pelo que eventuais materiais necessários às instalações são incluídos nas encomendas semanais dos técnicos, sendo as mesmas entregues num intervalo de 7 dias úteis. Contudo, de forma atípica existem pontualmente pedidos de clientes a solicitar a instalação urgente de um equipamento num intervalo máximo de 48 horas, pelo que alguns

sobressalentes podem ser considerados essenciais. A não existência dos mesmos coloca em causa a instalação de um equipamento e conseqüentemente a não satisfação do cliente. No caso de sobressalentes considerados estratégicos, é importante que a gestão da manutenção determine a quantidade a manter em reserva, de modo a poder responder em casos de urgência.

É de salientar que a análise ABC cruzada referida na secção 2.2.6, inclui 667 referências de materiais, não faz distinção entre os materiais aplicados em intervenções planeadas e não planeadas, pelo que aquando da classificação podemos estar a correr o risco de alguns materiais estarem a ser sobrevalorizados e outros menosprezados. Existe ainda a possibilidade de estarmos a incluir materiais que foram utilizados para situações muito específicas, como por exemplo no caso de modificações ou melhorias de equipamentos, cuja aplicação não voltará a ocorrer.

Na metodologia proposta são retirados da análise todos os materiais aplicados em intervenções planeadas, restando para análise apenas os materiais aplicados em intervenções não planeadas. A extração de dados do sistema SAP e o tratamento dos materiais aplicados exclusivamente em intervenções não planeadas, apenas foi possível, porque os diferentes tipos de intervenções técnicas estão codificados. A utilização de codificação na identificação do tipo de intervenções é decisiva para efetuar a gestão dos materiais aplicados por tipo de intervenção.

4.2. Avaliação dos custos da gestão de stocks atual

O custo total de aprovisionamento anual referente ao período de 01/07/2013 a 30/06/2014 foi calculado com base nos quatro tipos de custos que o compõem: custo de aquisição, custo de encomenda, custo de posse de stock e custo de rutura. De seguida detalham-se os custos calculados.

4.2.1. Custo de aquisição

No período de 01/07/2013 a 30/06/2014 foram adquiridas para a manutenção corretiva 2994 unidades, a que corresponde um valor de compras de 277 248,01 €.

4.2.2. Custo de encomenda

Para o cálculo deste custo foi necessário apurar os custos que estão direta e indiretamente ligados ao custo de encomenda, tais como:

- 1) os encargos salariais dos recursos humanos;
- 2) os encargos com a eletricidade;
- 3) os consumíveis utilizados na realização de encomendas
- 4) as despesas com comunicações.

No caso dos recursos humanos foi necessário determinar o tempo despendido (os tempos considerados estão detalhados na Tabela 4), por cada funcionário no processamento da encomenda, tendo sido considerados os tempos dedicados pelos seguintes funcionários:

- o técnico na elaboração da encomenda, confirmação da receção da encomenda e arrumação do material no seu carro.
- o administrativo no encaminhamento da encomenda para o fornecedor e posteriormente entrada do material no módulo de stocks do sistema SAP.
- o administrativo da direção financeira/tesouraria na contabilização da fatura e pagamento.

No cálculo do custo anual de cada funcionário foram consideradas 40 horas de trabalho por semana, remuneração, bónus, subsídio de alimentação e seguro de saúde.

No custo com a eletricidade foi tido em conta o consumo nos serviços de apoio, bem como a iluminação, aquecimento ou ar condicionado. O encargo médio mensal com a eletricidade é de 363,84€, pelo que representando a área de trabalho aproximadamente 10% da área total, o custo mensal médio correspondente à área de trabalho é de 36,38€. Neste seguimento foi apurado um custo de 0,04€ para 25 minutos de trabalho, considerando 22 dias úteis.

Relativamente ao custo com consumíveis foi assumido um custo por encomenda de 0,08€ para o material de escritório, como o papel, tinteiro para impressão, fotocópia, caneta entre outros.

Quanto aos custos de comunicações via mail, fax e correio foi assumido um custo por encomenda de 0,05€ para utilizar a internet e aceder à plataforma de encomendas *online*. A empresa possui um contrato com uma operadora de telecomunicações em que as chamadas efetuadas entre quaisquer números telefónicos da empresa são gratuitas.

Da soma dos custos mencionados obteve-se o custo total com a realização de uma encomenda igual a 15,96€, conforme resumo dos cálculos efetuados apresentados na Tabela 4:

Descrição		Custo anual	Tempo despendido	% tempo total despendido	Custo anual por encomenda	Custo por encomenda
Custo com recursos humanos	1 técnico	28.412,46 €	1h/enc.	2,50%	710,31 €	13,66 €
	1 administrativo área técnica	24.699,96 €	5 min/enc.	0,21%	82,33 €	0,99 €
	1 administrativo contabilidade / tesouraria	28.412,46 €	5 min/enc.	0,21%	59,19 €	1,14 €

Custo com eletricidade		0,04 €
Custo com consumíveis		0,08 €
Custo com comunicações		0,05 €
Custo total com uma encomenda		15,96 €

Tabela 4 - Custo total de encomenda

4.2.2.1. Custo de encomenda por referência

Uma vez que uma encomenda envolve vários materiais, foi determinado o custo de encomenda por referência. Para isso, foi necessário apurar o número médio de materiais encomendados em cada encomenda.

A Tabela 5 resume os cálculos realizados para obter o custo de encomenda por referência.

Descrição	Total
N.º encomendas realizadas por ano	636
N.º referências encomendadas por ano	2994
Média do número de referências por encomenda	$\frac{2994}{636} = 5$
Custo de encomenda	15,96 €
Custo de encomenda por referência	$\frac{15,96 \text{ €}}{5} = 3,39 \text{ €}$

Tabela 5 - Custo de encomenda por cada referência de material

A realização das encomendas semanais tem um custo de 3,39 € por cada referência material.

4.2.3. Custo de posse

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

4.2.3.1. Custo de armazenagem

Neste custo foram consideradas as rubricas constantes na Tabela 6 a seguir descritas em pormenor.

Uma vez que o técnico utiliza a viatura para o armazenamento e transporte dos materiais necessários à sua atividade, foi considerado que cada viatura transporta um peso adicional médio de 55 Kg em materiais. Estando provado que por cada 50Kg de peso adicional¹ o consumo de combustível pode aumentar entre 1% e 3%, foi necessário determinar qual o custo extra suportado relativo ao armazenamento e transporte dos materiais. Recorreu-se aos litros de combustível consumidos e quilómetros totais percorridos num ano pela equipa de técnicos, correspondentes a 33 805 litros/ano e 512 200 Km/ano para obter o consumo médio das viaturas que é de 6,6 l/100Km. Calculou-se o custo médio do combustível no período de um ano que é igual a 1,42 €/litro, obtendo assim o valor total gasto em combustível que é de 48 003,10 €. Assim sendo, considerando que o consumo de combustível pode aumentar em 1% por cada 50 Kg, os custos com as viaturas é de 480,03€.

Nos custos com recursos humanos foi considerada a remuneração anual correspondente a 14 ordenados, incluindo bónus, valor pago à segurança social, subsídio de alimentação e seguros, perfazendo um custo total de toda a equipa de 340 949,52 €. De modo a calcular o custo correspondente ao tempo despendido no processamento de encomendas, foi considerado um tempo de 1:10 horas/semana. Tendo em conta que a carga horária é de 40 horas/semana, a percentagem do tempo despendido no processamento de encomendas corresponde a 2,9% do tempo total de trabalho. Neste caso o custo anual com recursos humanos é de 9944,36 €.

Nos outros custos foram considerados os encargos com o computador, comunicações e eletricidade, no valor total anual de 3708,12 €.

Somando, as parcelas referente aos custos com as viaturas, recursos humanos e outros custos, obtemos um custo total de armazenagem de 14 132,51 €.

Considerando que o valor médio anual dos materiais em stock na equipa é de 60 862,00€, o que significa que o custo de armazenagem é igual a 23,22% do valor em stock.

¹ <http://www.eficiencia-energetica.com/>

#	Descrição	Cálculo	Valor
a)	Custos com viaturas:	- 33 805 l/ano de combustível; - 512 200Km/ano percorridos; - Consumo médio das viaturas: 6,6 l/100 Km; - Custo médio combustível: 1,42 €/l > 50 Kg carga adicional aumenta consumo em 1%	480,03 €
b)	Custos com recursos humanos:	- 48 semanas de trabalho - Carga horária: 40 horas/semana Tempo despendido nas encomendas: 1:10 h = 2,9% do tempo total - Custo total anual: 340 949,52 €	9 944,36 €
c)	Outros custos:	- Computador portátil/comunicações/eletricidade	3 708,12 €
d)	Custo total com armazém:		14 132,51 €
e)	Valor do stock médio da equipa:		60 862,00 €
f)	Rácio (d)/(e)		23,22%

Tabela 6 – Cálculo do custo de armazenagem

4.2.3.2. Custo de oportunidade

A taxa de posse de stock inclui também o custo em que se incorre por investir o capital em stock e não numa outra aplicação financeira. Atendendo às atuais baixas taxas de juros dos depósitos foi considerada uma taxa de juro de 1,25 %.

4.2.3.3. Custo do risco de obsolescência

A parcela custo refere-se à desvalorização dos materiais em stock e ao risco dos materiais se tornarem obsoletos. Quando um equipamento é descontinuado, o fabricante assegura a produção de stock de sobressalentes para um período de 10 anos, decorrido este período são apenas fornecidos sobressalentes até os mesmos esgotarem.

Assim, para o cálculo da taxa de obsolescência foi considerado o número médio de anos em que os equipamentos estão operacionais, equivalente a 12 anos, de modo a determinar quantos anos é que os sobressalentes estão ativos. Neste caso, o risco de obsolescência dos sobressalentes associados aos equipamentos é de 8,33%.

A taxa de posse de stock inclui as três parcelas dos custos acima calculados e é igual a 32,80% (23,22%+1,25%+8,33%) por unidade e por ano.

Na Tabela 7 apresenta-se um exemplo do cálculo do custo posse de stock anual para três referências escolhidas aleatoriamente.

Referência	Stock médio anual	Custo de aquisição unitário	Taxa de posse	Custo de posse stock anual
A354440	17	16,10 €	32,80%	89,77 €
2750420	18	41,42 €	32,80%	244,54 €
A310200	19	145,11 €	32,80%	904,33 €

Tabela 7 – Custo de posse de stock anual

O custo de posse de stock corresponde ao produto da taxa de posse, stock médio anual do material e custo unitário do material. Assim, o custo de posse do stock médio anual para as 667 referências em stock na equipa técnica é de 19 962,74 €.

4.2.4. Custo de rutura

Os custos de rutura são os custos associados à falta de material que ocorrem quando um material é necessário e não está disponível. Para satisfazer a procura de um determinado material é realizada uma encomenda extraordinária à fábrica (ver Tabela 8). Todos os custos dos portes adicionais para despacho desta encomenda são considerados na estimativa do custo de rutura.

Descrição	Custo médio
Custo de encomenda extraordinária ao fornecedor (fábrica):	19,94 €

Tabela 8 – Custo de rutura de encomenda extraordinária ao fornecedor

Ao custo de encomenda extraordinária deverá ser adicionado o custo de encomenda no valor de 15,96 €, perfazendo neste caso um custo total de encomenda de 35,90 €.

Outra possibilidade no caso de rutura de material, é o técnico ter de recorrer ao stock de um colega. Neste caso, é necessária autorização prévia para proceder ao levantamento do material em falta junto

desse colega, uma vez que em função da criticidade do sobressalente em falta, podemos estar a colmatar uma falha de material num técnico e, conseqüentemente, ter falha de material no técnico que cedeu o sobressalente. Os custos de rutura para esta situação foram igualmente calculados permitindo uma avaliação da situação mais rigorosa para a organização. Neste caso, para efeitos de cálculo foi considerado um tempo de 1:30 h para elaboração da encomenda, pedido de autorização, tempo de viagem ida e volta, estacionamento, conversa entre colegas e arrumação do material no carro. Como encargos adicionais foram considerados o combustível e as portagens, como se resume na Tabela 9. Os custos com as comunicações não foram considerados, uma vez que as chamadas entre números da empresa são gratuitas.

Descrição	Cálculo	Custo de rutura
Custo de deslocação de um técnico para recolha de material junto de outro colega:	- Tempo despendido: 1:30 h = 20,18 € - Combustível: 9,37 € - Portagens: 7,90 €	37,45 €

Tabela 9 – Custo de rutura no caso de recolha de material junto de outro colega

Para ambas as soluções alternativas, os custos são muitos aproximados, pelo que em função da urgência na obtenção do material ambas as situações são aceitáveis e podem ser consideradas.

Apesar da dificuldade em estimar o custo de rutura foram também apurados os custos diretos de rutura na perspetiva do cliente, conforme apresentado na Tabela 10. Dado o cliente permanecer com o equipamento inoperacional até à chegada dos sobressalentes, ele também incorre em custos. Os custos considerados no caso do cliente são referente ao tempo por ele despendido na preparação de dois equipamentos, um primeiro onde após a realização da desinfeção deteta uma anomalia no equipamento, não podendo ser utilizado e um segundo que após a desinfeção está pronto a trabalhar. Na preparação dos equipamentos para iniciar um tratamento, o equipamento consome água, luz e consumíveis pelo que estes custos também foram tidos em consideração.

Descrição	Cálculo	Custo
Custos diretos suportados pelo cliente:	- Tempo despendido na preparação do equipamento: 20 min + 20 min = 9,10 € - Água/Luz: 6,00 € - Consumíveis: 9,00 €	24,10 €

Tabela 10 – Custo de rutura suportados pelo cliente

Podemos assim, estimar o custo total de rutura para as duas situações acima previstas. A soma dos custos de rutura suportados pela empresa e pelo cliente são apresentadas na Tabela 11. Constatase que os custos totais de rutura para ambas as situações apresentadas estão muito próximos. Assim, no caso de urgência, o recurso a qualquer uma das duas situações pode ser considerada uma opção válida. Estima-se que o custo médio de rutura é igual a 60,78 €.

Descrição	Cálculo	Custo total
Custo de encomenda extraordinária à fábrica + Custo de encomenda + Custo direto suportado pelo cliente	19,94 € + 15,96 € + 24,10 €	60,00 €
Custo de deslocação de um técnico para recolha de material junto de outro colega + Custo direto suportado pelo cliente	37,45 € + 24,10 €	61,55 €
Custo médio de rutura		60,78 €

Tabela 11 – Custos globais de rutura

Existindo dados sobre o número de ruturas ocorridas no último ano calcula-se o custo médio de rutura por ano. A Tabela 12 apresenta o número de ruturas verificadas no período de um ano e o respetivo cálculo:

Descrição	Qtd.	Custo de rutura anual
Número de ruturas verificadas por ano	55	3342,90 €

Tabela 12 – Custo de rutura anual

4.2.5. Custo total de aprovisionamento

Após o cálculo de todas as parcelas que compõem o custo total de aprovisionamento, é possível determinar o valor do custo total com stocks, conforme apresentado na Tabela 13:

Custos	Valor
Custo de aquisição anual	277 248,01 €
Custo de encomenda anual	10 149,12 €
Custo de posse de stock anual	19 962,74 €
Custo de rutura anual	3 342,90 €
Custo total com stocks	310 702,77 €

Tabela 13 – Custo total com stocks

Para que o custo total com stocks seja o mínimo possível é necessário que o custo de encomenda anual seja igual ao custo de posse de stock anual, conforme representado na Figura 12. No entanto, esta situação não se verifica atualmente, dado existir uma diferença entre o custo de encomenda e o custo de posse de stock.

4.3. Classificação dos materiais

Nesta secção aplica-se a análise ABC cruzada em quantidade e valor de consumo, bem como a análise da criticidade VED para classificar os materiais utilizados na manutenção corretiva.

4.3.1. Análise ABC cruzada versus análise da criticidade (VED)

No capítulo 2.2.6 é referido que, atualmente, a análise ABC cruzada é aplicada na gestão de stocks permitindo fazer a distinção da importância dos materiais quer em termos de quantidade consumida quer em termos de valor consumido. É igualmente mencionado que a atual análise ABC engloba todos os materiais aplicados independentemente do tipo de intervenção preventiva e corretiva. Nesta análise estão a ser incluídos todos os materiais planeados para modificações ou atualizações pontuais de equipamentos, bem como para as manutenções preventivas.

Os materiais destinados às manutenções preventivas têm um tratamento distinto dos materiais das manutenções corretivas, uma vez que é colocada anualmente uma encomenda com as necessidades de materiais indicando a semana e local de entrega. Estes materiais são fornecidos em *just-in-time*. No caso dos materiais de utilização pontual e específica, relacionados com modificações ou atualizações dos equipamentos, devem apenas ser encomendados quando existe identificação da necessidade, pelo que não devem integrar a análise ABC cruzada.

Deste modo, foi feita uma análise ABC cruzada unicamente dos materiais aplicados nas manutenções corretivas do equipamento que representa a principal unidade de negócio da organização. A abordagem seguida para a classificação dos materiais é descrita na Figura 16.

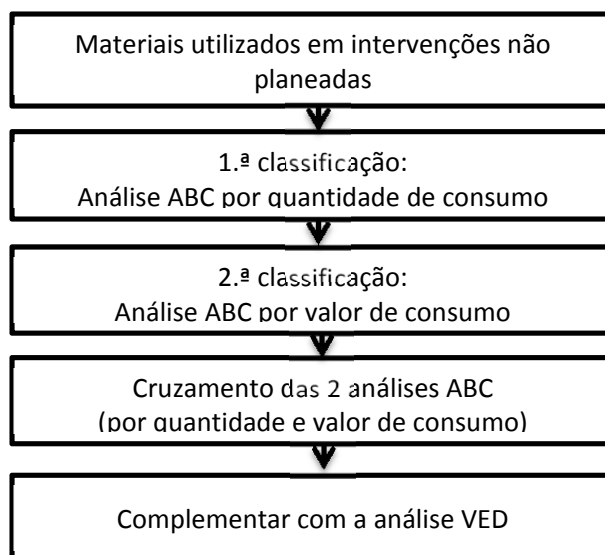


Figura 16 – Metodologia aplicada para a classificação dos materiais

De modo a avaliar a criticidade de cada material é objetivo deste estudo complementar a análise ABC cruzada com uma análise VED. Esta análise consiste em diferenciar os materiais segundo três categorias, dependendo do seu nível de criticidade no funcionamento do equipamento. Esta classificação é mais vezes referenciada na literatura, o que fortalece os resultados obtidos. Na Tabela 14 estão descritas as condições a ter em conta na determinação do grau de criticidade de um material:

Graus de criticidade	Descrição
Vital	A falta de material causa grande impacto, o equipamento não pode funcionar sem o sobressalente e/ou não permite efetuar diagnóstico.
Essencial	A falta de material causa alguma perda afetando a qualidade do serviço, mas o equipamento pode aguardar por um período limitado de tempo. Por exemplo, a ausência do sobressalente não impede o funcionamento do equipamento, este continua operacional, mas sem algumas das suas funções.
Desejável	A falta do material não tem grande influência, não impede ou interfere com o funcionamento do equipamento, podendo aguardar.

Tabela 14 – Descrição dos graus de criticidade

A combinação da análise ABC cruzada com a análise VED permite definir uma matriz que diferencia ainda mais os materiais, permitindo determinar quais os principais materiais que causam problemas críticos na prestação de serviço em caso de rutura. Esta análise é um excelente complemento à análise ABC, uma vez que a análise dos três parâmetros permite avaliar, simultaneamente, os materiais pelo seu valor de consumo, quantidade consumida e criticidade no sistema. A importância deste cruzamento está associada à definição de níveis de serviço diferenciados para cada um dos materiais. Assim, o nível de serviço deverá aumentar em função da importância atribuída a cada material.

A combinação das três vertentes da análise conduz a um número total de 27 grupos, podendo esta combinação ser representada no modelo tridimensional, conforme ilustrado na Figura 17.

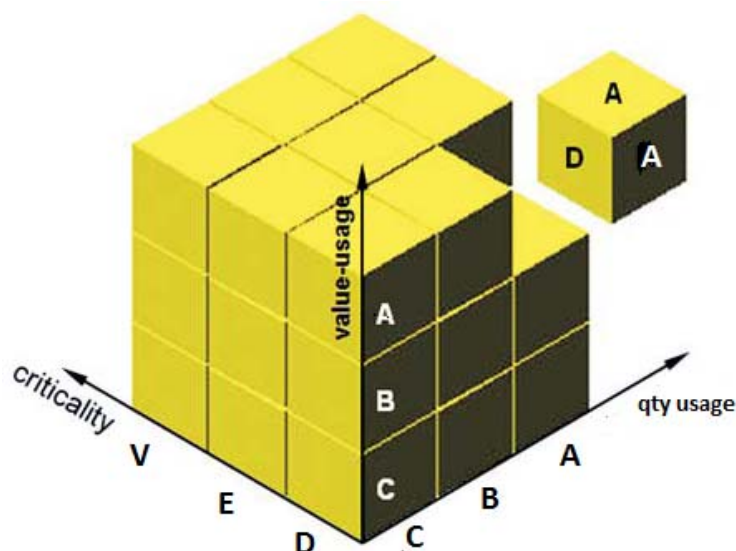


Figura 17 – Representação 3D da análise ABC cruzada e análise VED
(adaptado de Bošnjaković, Multicriteria classification for spare parts inventory, 2008)

De seguida, descreve-se o procedimento para classificar os 1060 materiais nos 27 grupos. O primeiro passo para se determinar a criticidade de cada material foi obter as listas dos materiais existentes em cada armazém e classificar os materiais de acordo com a descrição dos critérios estabelecidos para cada grau de criticidade. Das listas extraídas do sistema SAP obteve-se um total de 1060 materiais que foram classificados nas classes V, E e D de acordo com a distribuição apresentada na Tabela 15.

Classe	N.º materiais
V	444
E	134
D	482
Total	1060

Tabela 15 – Constituição de cada classe de criticidade

Uma vez que cada material é classificado de acordo com o valor de consumo, quantidade de consumo e criticidade, obtém-se agora os materiais classificados nos 27 grupos. A composição de cada grupo é apresentada na Tabela 16. Em termos de notação da designação de cada grupo, a primeira letra refere-se à quantidade consumida, a segunda letra ao valor de consumo e a terceira letra ao grau de criticidade.

Grupo	N.º de materiais	Grupo	N.º de materiais	Grupo	N.º de materiais
AAV	110	ABV	48	ACV	51
BAV	22	BBV	46	BCV	64
CAV	10	CBV	46	CCV	47
AAE	15	ABE	7	ACE	33
BAE	11	BBE	10	BCE	27
CAE	4	CBE	9	CCE	18
AAD	28	ABD	22	ACD	73
BAD	17	BBD	38	BCD	127
CAD	14	CBD	23	CCD	140

Tabela 16 – Distribuição dos materiais pelos 27 grupos

A utilidade desta classificação é a possibilidade de se definir para cada grupo de material, um nível de serviço e políticas de gestão de stocks diferenciadas que reflitam a sua importância no armazém, como de seguida se descreve.

Nos grupos de materiais com criticidade V, a tendência será ter um nível de serviço elevado, uma vez que a falta destes materiais provoca a paragem do equipamento. Ao invés, nos grupos de materiais cuja criticidade é mais baixa, a tendência será apontar para um nível de serviço menor, de modo a reduzir os custos.

A análise ABC cruzada contribui também para a definição do nível de serviço, uma vez que os materiais com baixa quantidade de consumo e valor económico unitário de consumo elevados, a tendência será baixar o nível de serviço. No caso dos materiais com valor económico unitário de consumo mais reduzido, o nível de serviço até poderá ser elevado, uma vez que isso não influencia tanto os custos totais do armazém.

De forma, a clarificar a política de gestão de stocks a aplicar a cada grupo identificado no modelo tridimensional, a Tabela 17 identifica quais as políticas de gestão de stocks a aplicar a cada grupo, bem como o nível de serviço a assegurar.

Grupo	Nível de serviço	Grupo	Nível de serviço	Grupo	Nível de serviço	Política de gestão de stocks a aplicar:
AAV	99%	ABV	99%	ACV	99%	Revisão contínua ajustada (Q_w , PE, T)
BAV	99%	BBV	99%	BCV	99%	
CAV	95%	CBV	99%	CCV	99%	
AAE	95%	ABE	95%	ACE	95%	
BAE	95%	BBE	95%	BCE	95%	
CAE	90%	CBE	90%	CCE	90%	
AAD	90%	ABD	90%	ACD	90%	
BAD	0%	BBD	0%	BCD	0%	Encomendar quando necessário
CAD	0%	CBD	0%	CCD	0%	

Tabela 17 – Políticas de gestão de stocks e níveis de serviço dos 27 grupos

Na definição dos níveis de serviço de cada grupo foi tida em consideração o contexto organizacional da empresa e os critérios de classificação apresentados por Bošnjaković (2008) e F. de Felice (2014).

Nos grupos de materiais com criticidade V, excetuando os materiais do grupo CAV, foram definidos níveis de serviço de 99%, atendendo ao facto de a falta de material não permitir a libertação do equipamento para operação, bem como a impossibilidade de concluir a intervenção à primeira deslocação ao cliente. No caso dos materiais do grupo CAV, foi atribuído um nível de serviço de 95% por tratarem-se de materiais de baixa procura e elevado valor económico unitário. Os materiais CAV constituem um elevado investimento e tendo em conta que o tempo de resposta da fábrica em caso de urgência é de 24 horas, é aceitável baixar o nível de serviço.

Nos grupos de materiais com criticidade E, aos materiais do grupo AAE, ABE, ACE, BAE, BBE e BCE foram atribuídos níveis de serviço de 95%, assumindo assim um risco de rutura de 5%, tendo em

conta que a falta dos materiais deste grupo não impede o funcionamento do equipamento. Relativamente aos materiais do grupo CAE, CBE e CCE, atendendo à baixa procura destes materiais, foi definido um nível de serviço de 90%, permitindo reduzir os custos totais de aprovisionamento.

Nos grupos de materiais com criticidade D foram atribuídos níveis de serviço de 90%, apenas para os materiais dos grupos AAD, ABD e ACD, uma vez que estes materiais caracterizam-se por uma elevada quantidade de consumo e a existência em stock contribuir para um melhor desempenho do técnico. Evita a necessidade do técnico ter de aguardar pela próxima encomenda para regularizar uma intervenção que apesar de não ser crítica requer pronta resolução.

Ao nível da política de gestão de stocks a aplicar adotou-se o modelo de revisão contínua com um pequeno ajuste: as encomendas apenas podem ser colocadas à quarta-feira de cada semana, o que equivale ao modelo de revisão contínua (Qw, PE, T), sendo designado por modelo de revisão contínua ajustado.

Por último, os grupos de materiais BAD, BBD, BCD, CAD, CBD e CCD correspondentes a uma média e baixa quantidade de consumo de materiais de criticidade desejável, deverão ser encomendados apenas quando necessários, podendo estes materiais ser geridos através da implementação de um sistema *kanban*. Através da gestão visual, os *kanbans* fornecem de forma simples e intuitiva indicações relativas à situação do stock, desencadeando ordens de encomenda quando o stock atinge um determinado nível ou quantidade, correspondente ao ponto de encomenda (Heizer, Render, 1999).

4.4. Definição do modelo de gestão de stocks

Embora a matriz ABC cruzada versus VED seja importante na definição de políticas de gestão de stocks diferenciadas, é necessário analisar os dados da procura para definir quais os modelos de gestão de stocks que melhor se aplicam a cada grupo de material. A análise da procura permitirá perceber melhor que tipo de movimentos existem e quais as dificuldades existentes na gestão do stock.

Para estudar a procura foi necessário avaliar os dados do histórico, os quais foram extraídos do sistema SAP. Foram analisados os dados da procura dos 444 materiais da classe de criticidade Vital referente a um período de 2 anos, desde julho 2012 a junho 2014.

Para o efeito, recorreu-se ao SPSS (*Statistical Package for Social Sciences*) para validar o tipo de distribuição da procura dos materiais. A Figura 18 apresenta a procura de 8 materiais selecionados aleatoriamente do grupo dos VED. Como seria de esperar a procura é intermitente e os consumos

espaçados, o que caracteriza os sobressalentes. Os resultados do teste de hipóteses K-S confirmam que a procura semanal da generalidade dos materiais segue uma distribuição de Poisson.

Hypothesis Test Summary

	Null Hypothesis	Test	Sig.	Decision
1	The distribution of A310840 is Poisson with mean 0,245.	One-Sample Kolmogorov-Smirnov Test	,397	Retain the null hypothesis.
2	The distribution of A401080 is Poisson with mean 0,264.	One-Sample Kolmogorov-Smirnov Test	1,000	Retain the null hypothesis.
3	The distribution of A324200 is Poisson with mean 0,264.	One-Sample Kolmogorov-Smirnov Test	1,000	Retain the null hypothesis.
4	The distribution of A380850 is Poisson with mean 0,226.	One-Sample Kolmogorov-Smirnov Test	1,000	Retain the null hypothesis.
5	The distribution of A354440 is Poisson with mean 0,377.	One-Sample Kolmogorov-Smirnov Test	,373	Retain the null hypothesis.
6	The distribution of A382030 is Poisson with mean 0,283.	One-Sample Kolmogorov-Smirnov Test	,678	Retain the null hypothesis.
7	The distribution of A401080 is Poisson with mean 0,264.	One-Sample Kolmogorov-Smirnov Test	1,000	Retain the null hypothesis.
8	The distribution of A324200 is Poisson with mean 0,283.	One-Sample Kolmogorov-Smirnov Test	1,000	Retain the null hypothesis.

Asymptotic significances are displayed. The significance level is ,05.

Figura 18 – Resultado do teste de hipótese K-S

Estando validada a distribuição da procura será aplicado um modelo de gestão de stocks estocástico ou probabilístico, dado que a procura é variável. Com aplicação deste modelo pretende-se definir uma política adequada de reaprovisionamento de forma a minimizar os custos com a gestão de stocks, assegurando o nível de prestação de serviço acordado com os clientes.

As políticas de reaprovisionamento disponibilizam informação ao nível das decisões a tomar, como por exemplo, quantidade e quando encomendar. Face a estas decisões será possível calcular os custos de gestão de stocks e o nível de serviço efetivamente prestado aos clientes, e escolher a solução que corresponde a um custo mínimo.

4.4.1. Avaliação do modelo de gestão de stocks proposto

A política de reaprovisionamento proposta é a do modelo de revisão contínua ajustado. Este modelo será a título exemplificativo aplicado a três sobressalentes pertencentes ao grupo AAV. A opção pela aplicação do modelo no grupo de materiais AAV deve-se ao facto de tratar-se de sobressalentes que envolvem maior quantidade e valor de consumo, isto é, maior relevância.

Na Tabela 18 apresenta-se um exemplo do cálculo da quantidade a encomendar (Q_w) e ponto de encomenda (PE) para três materiais selecionados aleatoriamente. É necessário ter em conta que a taxa de serviço destes materiais é de 99%, o prazo de entrega corresponde a 1 semana, o custo de encomenda determinado é de 15,96 € e a taxa de posse é igual a 32,80%. Estimou-se a média semanal através da média da procura das últimas 52 semanas.

Taxa de serviço	0,99
Prazo de entrega (L)	1 semana
Custo de encomenda (Fo)	15,96 €
Taxa de posse (F1)	0,328

Código de material	Custo Unitário	Procura média semanal	Procura anual	Valor Consumido	Q_w	PE
A310840	28,18 €	0,2	13	366,34 €	7	2
A401080	95,15 €	0,3	14	1.332,10 €	4	2
A354440	16,10 €	0,4	20	322,00 €	11	2

Tabela 18 – Cálculo da quantidade económica de encomenda (Q_w)

A quantidade económica de encomenda dos materiais A310840, A401080 e A354440, é igual a 7, 4 e 11, respetivamente. Determinou-se o ponto de encomenda que corresponde ao momento a partir do qual deve ser colocada uma nova encomenda. O ponto de encomenda é definido de acordo com o nível de serviço atribuído a este grupo de material, o que corresponde a 99%. O ponto de encomenda (PE) é fixado da seguinte forma: a probabilidade da procura no prazo de entrega ser inferior ou igual ao PE é de 99%, isto é, $P(X \leq PE) = 99\%$. O PE é obtido pela inversa da função acumulada de probabilidade de distribuição da Poisson, obtida por recurso à aplicação em Excel disponibilizada por Assis (2010). Estimou-se a média da procura por semana com base na procura real observada nos últimos 12 meses.

De modo a avaliar o desempenho do modelo de revisão contínua ajustado proposto, adaptou-se a aplicação em Excel disponibilizada por Assis (2010) para avaliar a performance do sistema de gestão de stocks. Pretende-se investigar se existe uma redução efetiva de ruturas de materiais em stock comparando o desempenho do modelo de revisão contínua ajustado proposto com a gestão de stocks efetuada com base na sensibilidade do técnico, ocorrida entre julho 2013 e junho 2014.

Para avaliar a eficácia e eficiência do modelo proposto foram inseridos na coluna “Pedidos” os dados relativos à procura real das últimas 52 semanas e os dados necessários à simulação do sistema de gestão de encomendas, tais como o ponto de encomenda, a quantidade a encomendar, a procura média, o prazo de aprovisionamento, o preço unitário, a taxa de posse, o período, o custo de

encomenda e o custo de rutura. Fixou-se a opção do modelo de revisão contínua ajustado, isto é, encomenda-se a quantidade Q_w sempre que o ponto de encomenda é atingido e à quarta-feira de cada semana. Este modelo mostrou ser a opção mais económica ao nível da gestão de stocks e do serviço prestado. Não se verificaram ruturas nos casos dos materiais A310840, A401080 e apenas uma rutura por ano no material A354440. Estes resultados podem ser observados nas Tabelas 19, 20 e 21.

No caso do material A310840 foi apurado um custo de posse de stock no valor de 49,96 € e custo de encomenda no valor de 31,92 €, bem como um cumprimento do nível de serviço de 100%.

Material A310840										
Modelo de Revisão Contínua Ajustado										
Regras de gestão	PE = 2 unidades	Prazo aprovis. = 1 semana	Taxa posse = 32,80% ano	N.º rutura 0						
	Q = 7 unidades	Preço unitário = 28,18 €	Regime = 52 semanas/ano	C.encomenda 31,92						
	Não necessário		Custo de encomendar = 15,96 €/encomenda	C.rutura 0,00						
	Procura média = 0,2 unid./semana		Custo de rutura = 60,78	C.posse stock 49,96						
				C.total 81,88						
Modelo:	Semanas	Stock inicial fisico (inicio da semana)	Pedidos	Aviamentos	Stock final (fim da semana) fisico	Encomendas pendentes (fim da semana)	Nivel de stock (fim da semana)	Quant. encomendada (4.ª feira)	Quant. recebida (inicio da semana)	Ruturas
Quant.fixa: x	1	7	5,00	5	2	0	2	7	0	0
Quant.variável:	2	2	0,00	0	2	7	9	0	0	0
	3	9	4,00	4	5	0	5	0	7	0
	4	5	0,00	0	5	0	5	0	0	0
	5	5	0,00	0	5	0	5	0	0	0
	6	5	0,00	0	5	0	5	0	0	0
	7	5	0,00	0	5	0	5	0	0	0
	8	5	0,00	0	5	0	5	0	0	0
	9	5	0,00	0	5	0	5	0	0	0
	10	5	0,00	0	5	0	5	0	0	0
	11	5	1,00	1	4	0	4	0	0	0
	12	4	0,00	0	4	0	4	0	0	0
	13	4	0,00	0	4	0	4	0	0	0
	14	4	0,00	0	4	0	4	0	0	0
	15	4	0,00	0	4	0	4	0	0	0
	16	4	0,00	0	4	0	4	0	0	0
	17	4	1,00	1	3	0	3	0	0	0
	18	3	0,00	0	3	0	3	0	0	0
	19	3	0,00	0	3	0	3	0	0	0
	20	3	0,00	0	3	0	3	0	0	0
	21	3	0,00	0	3	0	3	0	0	0
	22	3	0,00	0	3	0	3	0	0	0
	23	3	0,00	0	3	0	3	0	0	0
	24	3	0,00	0	3	0	3	0	0	0
	25	3	0,00	0	3	0	3	0	0	0
	26	3	0,00	0	3	0	3	0	0	0
	27	3	0,00	0	3	0	3	0	0	0
	28	3	0,00	0	3	0	3	0	0	0
	29	3	0,00	0	3	0	3	0	0	0
	30	3	0,00	0	3	0	3	0	0	0
	31	3	2,00	2	1	0	1	7	0	0
	32	1	0,00	0	1	7	8	0	0	0
	33	8	0,00	0	8	0	8	0	7	0
	34	8	0,00	0	8	0	8	0	0	0
	35	8	0,00	0	8	0	8	0	0	0
	36	8	0,00	0	8	0	8	0	0	0
	37	8	0,00	0	8	0	8	0	0	0
	38	8	0,00	0	8	0	8	0	0	0
	39	8	0,00	0	8	0	8	0	0	0
	40	8	0,00	0	8	0	8	0	0	0
	41	8	0,00	0	8	0	8	0	0	0
	42	8	0,00	0	8	0	8	0	0	0
	43	8	0,00	0	8	0	8	0	0	0
	44	8	0,00	0	8	0	8	0	0	0
	45	8	0,00	0	8	0	8	0	0	0
	46	8	0,00	0	8	0	8	0	0	0
	47	8	0,00	0	8	0	8	0	0	0
	48	8	0,00	0	8	0	8	0	0	0
	49	8	0,00	0	8	0	8	0	0	0
	50	8	0,00	0	8	0	8	0	0	0
	51	8	0,00	0	8	0	8	0	0	0
	52	8	0,00	0	8	0	8	0	0	0
	53	8	0,00	0	8	0	8	0	0	0
	Totais =	13	13	13						
	Stock médio =	5,41	unidades	Cobertura =	22,04	dias	Nivel serviço =	100,00%	(em quantidade	

Tabela 19 – Gestão de stock com o modelo de revisão contínua ajustado para o material A310840

No caso do material A401080, exemplificado na Tabela 20, não se verificam igualmente ruturas de material, garantindo o nível de serviço proposto. No entanto, nesta simulação foi apurado um custo de posse de stock no valor de 121,89 € e custo de encomenda no valor de 63,84 € revelando uma diferença entre ambos os custos.

Regras de gestão		PE = 2	unidades	Prazo aprovis. = 1	semana	Taxa posse = 32,80%	ano	N.º rutura	0
		Q = 4	unidades	Preço unitário = 95,15	€	Regime = 52	semanas/ano	C.encomenda	63,84
		Procura média = 0,3	unidades			Custo de encomendar = 15,96	€/encomenda	C.rutura	0,00
			unidades			Custo de rutura = 60,78		C.posse stock	121,89
			unidades					C.total	185,73

Material A401080										
Modelo de Revisão Contínua Ajustado										
Regras de gestão		PE = 2	unidades	Prazo aprovis. = 1	semana	Taxa posse = 32,80%	ano	N.º rutura	0	
		Q = 4	unidades	Preço unitário = 95,15	€	Regime = 52	semanas/ano	C.encomenda	63,84	
		Procura média = 0,3	unidades			Custo de encomendar = 15,96	€/encomenda	C.rutura	0,00	
			unidades			Custo de rutura = 60,78		C.posse stock	121,89	
			unidades					C.total	185,73	

Modelo:	Semanas	Stock inicial físico (início da semana)	Pedidos	Aviamentos	Stock final (fim da semana) físico	Encomendas pendentes (fim da semana)	Nível de stock (fim da semana)	Quant. encomendada (4.ª feira)	Quant. recebida (início da semana)	Ruturas
Quant.fixa: x	1	4	0,00	0	4	0	4	0	0	0
Quant.variável:	2	4	0,00	0	4	0	4	0	0	0
	3	4	0,00	0	4	0	4	0	0	0
	4	4	0,00	0	4	0	4	0	0	0
	5	4	0,00	0	4	0	4	0	0	0
	6	4	1,00	1	3	0	3	0	0	0
	7	3	0,00	0	3	0	3	0	0	0
	8	3	0,00	0	3	0	3	0	0	0
	9	3	0,00	0	3	0	3	0	0	0
	10	3	0,00	0	3	0	3	0	0	0
	11	3	0,00	0	3	0	3	0	0	0
	12	3	1,00	1	2	0	2	4	0	0
	13	2	0,00	0	2	4	6	0	0	0
	14	6	0,00	0	6	0	6	0	4	0
	15	6	0,00	0	6	0	6	0	0	0
	16	6	1,00	1	5	0	5	0	0	0
	17	5	0,00	0	5	0	5	0	0	0
	18	5	0,00	0	5	0	5	0	0	0
	19	5	0,00	0	5	0	5	0	0	0
	20	5	0,00	0	5	0	5	0	0	0
	21	5	0,00	0	5	0	5	0	0	0
	22	5	1,00	1	4	0	4	0	0	0
	23	4	0,00	0	4	0	4	0	0	0
	24	4	0,00	0	4	0	4	0	0	0
	25	4	0,00	0	4	0	4	0	0	0
	26	4	1,00	1	3	0	3	0	0	0
	27	3	0,00	0	3	0	3	0	0	0
	28	3	0,00	0	3	0	3	0	0	0
	29	3	0,00	0	3	0	3	0	0	0
	30	3	0,00	0	3	0	3	0	0	0
	31	3	0,00	0	3	0	3	0	0	0
	32	3	1,00	1	2	0	2	4	0	0
	33	2	0,00	0	2	4	6	0	0	0
	34	6	0,00	0	6	0	6	0	4	0
	35	6	0,00	0	6	0	6	0	0	0
	36	6	1,00	1	5	0	5	0	0	0
	37	5	0,00	0	5	0	5	0	0	0
	38	5	1,00	1	4	0	4	0	0	0
	39	4	0,00	0	4	0	4	0	0	0
	40	4	0,00	0	4	0	4	0	0	0
	41	4	2,00	2	2	0	2	4	0	0
	42	2	0,00	0	2	4	6	0	0	0
	43	6	0,00	0	6	0	6	0	4	0
	44	6	2,00	2	4	0	4	0	0	0
	45	4	0,00	0	4	0	4	0	0	0
	46	4	0,00	0	4	0	4	0	0	0
	47	4	1,00	1	3	0	3	0	0	0
	48	3	0,00	0	3	0	3	0	0	0
	49	3	0,00	0	3	0	3	0	0	0
	50	3	0,00	0	3	0	3	0	0	0
	51	3	1,00	1	2	0	2	4	0	0
	52	2	0,00	0	2	4	6	0	0	0
	53	6	0,00	0	6	0	6	0	4	0
	Totais =		14	14						

Stock médio =	3,91	unidades	Cobertura =	14,79	dias	Nível serviço =	100,00%	(em quantidade)
---------------	------	----------	-------------	-------	------	-----------------	---------	-----------------

Tabela 20 – Gestão de stock com o modelo de revisão contínua ajustado para o material A401080

No caso do material A354440, conforme Tabela 21, verifica-se uma única rutura de stock de 1 unidade na semana 36, dado ocorrer um consumo fora do normal deste material, não conseguindo o sistema responder a esta situação atípica, pontual e irregular. Nesta situação, o custo de posse de stock no valor de 40,30 € e custo de encomenda no valor de 47,88 € estão relativamente próximos. Contudo, o

custo total de aprovisionamento sofre um agravamento devido ao custo de rutura de 60,78 €. O nível de serviço assegurado é de 95 %.

Regras de gestão		PE = 2	unidades	Prazo aprovis. = 1	semana	Taxa posse = 32,80%	ano	N.º rutura 1
		Q = 11	unidades	Preço unitário = 16,1	€	Regime = 52	semanas/ano	C. encomenda 47,88
		Não necessário	unidades			Custo de encomendar = 15,96	€/encomenda	C. rutura 60,78
		Procura média = 0,4	unidades/semana			Custo de rutura = 60,78		C. posse stock 40,30
								C. total 148,96

Material A354440										
Modelo de Revisão Contínua Ajustado										
Modelo:	Semanas	Stock inicial físico (início da semana)	Pedidos	Aviamentos	Stock final (fim da semana) físico	Encomendas pendentes (fim da semana)	Nível de stock (fim da semana)	Quant. encomendada (4.ª feira)	Quant. recebida (início da semana)	Ruturas
Quant. fixa: x	1	11	0,00	0	11	0	11	0	0	0
Quant. variável:	2	11	0,00	0	11	0	11	0	0	0
	3	11	0,00	0	11	0	11	0	0	0
	4	11	0,00	0	11	0	11	0	0	0
	5	11	0,00	0	11	0	11	0	0	0
	6	11	0,00	0	11	0	11	0	0	0
	7	11	0,00	0	11	0	11	0	0	0
	8	11	0,00	0	11	0	11	0	0	0
	9	11	0,00	0	11	0	11	0	0	0
	10	11	0,00	0	11	0	11	0	0	0
	11	11	0,00	0	11	0	11	0	0	0
	12	11	0,00	0	11	0	11	0	0	0
	13	11	0,00	0	11	0	11	0	0	0
	14	11	0,00	0	11	0	11	0	0	0
	15	11	1,00	1	10	0	10	0	0	0
	16	10	1,00	1	9	0	9	0	0	0
	17	9	0,00	0	9	0	9	0	0	0
	18	9	0,00	0	9	0	9	0	0	0
	19	9	0,00	0	9	0	9	0	0	0
	20	9	0,00	0	9	0	9	0	0	0
	21	9	0,00	0	9	0	9	0	0	0
	22	9	0,00	0	9	0	9	0	0	0
	23	9	2,00	2	7	0	7	0	0	0
	24	7	0,00	0	7	0	7	0	0	0
	25	7	2,00	2	5	0	5	0	0	0
	26	5	0,00	0	5	0	5	0	0	0
	27	5	0,00	0	5	0	5	0	0	0
	28	5	0,00	0	5	0	5	0	0	0
	29	5	0,00	0	5	0	5	0	0	0
	30	5	0,00	0	5	0	5	0	0	0
	31	5	0,00	0	5	0	5	0	0	0
	32	5	0,00	0	5	0	5	0	0	0
	33	5	0,00	0	5	0	5	0	0	0
	34	5	0,00	0	5	0	5	0	0	0
	35	5	0,00	0	5	0	5	0	0	0
	36	5	6,00	5	-1	0	-1	11	0	1
	37	-1	0,00	0	-1	11	10	0	0	0
	38	10	2,00	3	8	0	8	0	11	0
	39	8	2,00	2	6	0	6	0	0	0
	40	6	0,00	0	6	0	6	0	0	0
	41	6	1,00	1	5	0	5	0	0	0
	42	5	0,00	0	5	0	5	0	0	0
	43	5	0,00	0	5	0	5	0	0	0
	44	5	0,00	0	5	0	5	0	0	0
	45	5	0,00	0	5	0	5	0	0	0
	46	5	0,00	0	5	0	5	0	0	0
	47	5	2,00	2	3	0	3	0	0	0
	48	3	0,00	0	3	0	3	0	0	0
	49	3	1,00	1	2	0	2	11	0	0
	50	2	0,00	0	2	11	13	0	0	0
	51	13	0,00	0	13	0	13	0	11	0
	52	13	0,00	0	13	0	13	0	0	0
	53	13	0,00	0	13	0	13	0	0	0
	Totais =		20	20						

Stock médio =	7,6	unidades	Cobertura =	20,23	dias	Nível serviço =	95,00%	(em quantidade)
---------------	-----	----------	-------------	-------	------	-----------------	--------	-----------------

Tabela 21 – Gestão de stock com o modelo de revisão contínua ajustado para o material A354440

Admitindo-se 1% de falhas para um nível de serviço de 99%, constata-se que em 2 dos 3 exemplos analisados, o nível de serviço foi assegurado. A incerteza quanto à procura dos materiais faz com que exista possibilidades de ocorrência de ruturas de stock, contudo o modelo de revisão contínua ajustado respondeu eficazmente à procura real.

4.4.2. Comparação entre o modelo de gestão proposto e a atual gestão de stocks

Seguidamente, analisaremos a taxa de serviço efetiva e os custos de stock incorridos com os mesmos três materiais no mesmo período, em que a quantidade a encomendar se baseou essencialmente na experiência e sensibilidade do técnico. Analisando o material A310840, verifica-se a existência de duas ruturas de stock nas semanas 27 e 29, conforme pode ser visualizado na Tabela 22, tendo sido processadas duas encomendas extraordinárias para satisfazer a procura. Neste caso, temos um custo de rutura de 121,56 €. Relativamente, ao custo de encomenda foram processadas 5 encomendas semanais para reposição das existências em stock e 2 encomendas extraordinárias perfazendo um custo total de 111,72 €. O nível de serviço prestado ao cliente é de 69 %, o que é manifestamente abaixo do contratualizado.

Material	Semanas	Stock inicial físico	Pedidos	Stock final	Encomenda extra	Qtd. Encomendada	Ruturas	Notas
A310840	27	2	5	0	3	0	1	Encomenda adicional
	28	0	0	0	0	3	0	
	29	3	4	0	1	2	1	Encomenda adicional
	30	2	0	2	0	0	0	
	...							
	37	2	1	1	0	2	0	
	38	2	0	2	0	0	0	
	...							
	43	2	1	1	0	2	0	
	...							
4	3	2	2	0	2	0		
Total			13		4		2	

Tabela 22 – Extrato do modelo de gestão de stock atual observado para o material A310840

No material A401080, conforme Tabela 23, verifica-se a ocorrência de 1 rutura de stock, na semana 14, o que implica um custo de rutura de 60,78 €. Neste caso, foram processadas 12 encomendas semanais para reposição das existências em stock e 1 encomenda extraordinária perfazendo um custo total 207,48€. O nível de serviço apurado é de 93%.

Material	Semanas	Stock inicial físico	Pedidos	Stock final	Encomenda extra	Qtd. Encomendada	Ruturas	Notas
A401080	32	1	1	0		1		
	...							
	38	1	1	0		1		
	...							
	42	1	1	0		1		
	...							
	48	1	1	0		1		
	...							
	52	1	1	0		1		
	...							
	5	1	1	0		1		
	...							
	9	1	1	0		1		
	...							
	11	1	1	0		1		
	...							
	14	1	2	0	1	2	1	Encomenda adicional
...								
17	2	2	0		2			
...								
20	2	1	1		1			
...								
24	2	1	1		1			
	Total		14		1		1	

Tabela 23 – Extrato do modelo de gestão de stock atual observado para o material A401080

No caso do material A354440, conforme Tabela 24, verificam-se 3 ruturas de stock, tendo sido processadas 3 encomendas extraordinárias com um custo de rutura 182,34€. Foram ainda, processadas 8 encomendas semanais para reposição das existências em stock e 3 encomendas extraordinárias perfazendo um custo total de 175,56 €. O nível de serviço prestado ao cliente é de 70%.

Material	Semanas	Stock inicial físico	Pedidos	Stock final	Encomenda extra	Qtd. Encomendada	Ruturas	Notas
A354440	41	1	1	0	0	1		
	42	1	1	0	0	1		
	...							
	49	1	2	0	1	1	1	Encomenda adicional
	...							
	51	1	2	0	2	0	1	Encomenda adicional
	...							
	9	2	6	0	6	0	1	Encomenda adicional
	...							
	11	2	2	0	0	2		
	12	2	2	0	0	2		
	...							
	14	2	1	1	0	1		
	...							
	20	2	2	0	0	2		
...								
22	2	1	1	0	1			
	Total		20		9		3	

Tabela 24 – Extrato do modelo de gestão de stock atual observado para o material A354440

Por fim, efetuou-se um resumo comparativo dos custos resultantes dos dois métodos de gestão de stocks, a solução proposta do modelo de revisão contínua ajustado e gestão do stock atual com base na sensibilidade do técnico. Fica claro ao analisarmos a Tabela 25, que na abordagem atual os custos de posse dos 3 materiais são bastante inferiores aos custos de posse da solução proposta. No entanto, no caso dos custos de encomenda e custos de rutura a solução proposta é claramente mais eficiente.

No global, o custo total de aprovisionamento de cada um dos materiais analisados, é sempre inferior à abordagem atual. Obtém-se nos 3 materiais propostos através da aplicação do modelo de revisão contínua ajustado, uma redução de custos no valor total de 422,74 €, o que corresponde a uma diminuição de custos de 14%. Ao aplicar a solução proposta aos grupos de materiais geridos pelo modelo revisão contínua ajustado será expectável que custo total com stocks diminua e ocorra um aumento significativo do nível de serviço.

Material	Descrição	Contexto Atual			Solução proposta		
		Qtd.	Total	Custo Total Aprov.	Qtd.	Total	Custo Total Aprov.
A310840	Custo de aquisição	15	422,70 €	672,62 €	14	394,52 €	476,41 €
	Custo de rutura	2	121,56 €		0	- €	
	Custo de encomenda	7	111,72 €		2	31,92 €	
	Custo de posse		16,64 €			49,97 €	
A401080	Custo de aquisição	15	1.427,25 €	1.751,69 €	16	1.522,40 €	1.708,13 €
	Custo de rutura	1	60,78 €		0	- €	
	Custo de encomenda	13	207,48 €		2	63,84 €	
	Custo de posse		56,18 €			121,89 €	
A354440	Custo de aquisição	20	322,00 €	686,13 €	22	354,20 €	503,16 €
	Custo de rutura	3	182,34 €		1	60,78 €	
	Custo de encomenda	11	175,56 €		2	47,88 €	
	Custo de posse		6,23 €			40,30 €	
Custo total de aprovisionamento dos 3 materiais			3.110,44 €			2.687,70 €	
Diferença CTA (solução proposta - contexto atual)			-422,74				
%			14%				

Tabela 25 – Custo total de aprovisionamento na abordagem atual versus solução proposta

4.5. Introdução de um painel de controlo

Pretende-se implementar um painel de controlo para cada técnico, que consiste num sistema de indicadores para medir o desempenho e monitorizar a eficácia e eficiência da gestão do stock de cada elemento da equipa técnica. Este painel permite apoiar e orientar o técnico na gestão dos materiais de forma que esta seja compatível com a estratégia definida, permitindo validar se atingiu os objetivos. Fazendo referência à norma NP EN 15341:2009, os indicadores de desempenho da manutenção servem para a avaliação e melhoria da eficiência e eficácia de modo a se atingir a excelência da manutenção dos bens imobilizados.

De acordo com Pinto (2013), os indicadores devem traduzir de modo significativo a atividade que se procura avaliar e no seu conjunto, conter informações significativas e de interesse geral. Assim, o painel de controlo deverá incluir o conjunto de indicadores económicos e operacionais que constam nas Tabela 26 e Tabela 27, respetivamente. Estes indicadores serão determinados e distribuídos à equipa conforme periodicidade indicada. Contudo, a periodicidade pode vir a ser alterada em função da estabilidade do resultado dos indicadores. A eficiência será essencialmente medida pela gestão económica e a eficácia pela gestão operacional.

Indicadores económicos	Fórmula	Periodicidade
Valor médio do inventário dos materiais	$\frac{\text{Valor mensal das existências em stock}}{12 \text{ meses}}$	Trimestral
Taxa de rotação	$\frac{\text{Valor anual do consumo de stocks}}{\text{Valor médio das existências}} \times 100$	Trimestral

Tabela 26 – Tabela de indicadores económicos

Indicadores operacionais	Fórmula	Periodicidade
Nível de serviço	$\frac{\text{N.º de pedidos satisfeitos em conformidade}}{\text{Total de pedidos}} \times 100$	Trimestral
Taxa de rutura	$\frac{\text{Procura} - \text{Quantidade entregue}}{\text{Procura}} \times 100$	Trimestral
Taxa de cobertura (em semanas)	$\frac{\text{Stock médio}}{\text{Procura anual}} \times 52 \text{ semanas}$	Trimestral

Tabela 27 – Tabela de indicadores operacionais

Os indicadores que integram o painel de bordo fornecem informação global e sintética, para o desenvolvimento, implementação da estratégia de melhoria dos stocks e monitorização da sua evolução. Caso se verifiquem desvios à política de stocks delineada, é necessário tomar de imediato medidas corretivas.

Na Figura 19 está representado a título exemplificativo o painel de controlo da gestão de stocks que resume os indicadores mais importantes para a avaliação do stock. Este será distribuído a cada elemento da equipa técnica, de forma a facilitar a identificação do desempenho na gestão do stock. Para cada indicador foi determinado o objetivo pretendido e o intervalo de aceitação.

Painel de controlo da gestão de stocks					
Armazém: _____					
Período em análise: _____					
#	Indicador	Objetivo	Atual	Desvio	Intervalo de aceitação (%)
I1	Valor médio do inventário	6.500,00 €	7.000,00 €	7,1%	+/- 10 %
I2	Taxa de rotação	4	6	33,3%	> -10 %
I3	Nível de serviço	98%	92%	-6,5%	> - 3 %
I4	Taxa de rutura	2	3	50,0%	0,0%
I5	Taxa de cobertura (em semanas)	12	16	33,3%	+/- 15 %

Figura 19 – Painel de controlo dos indicadores de gestão de stocks

No caso exemplificado, verifica-se a necessidade de analisar os desvios acima dos intervalos de aceitação definidos, como é o caso do nível de serviço, taxa de rutura, bem como da taxa de cobertura e tomar medidas corretivas para aproximar os resultados aos objetivos fixados.

Apesar da taxa de rotação encontrar-se acima do objetivo definido, o que aparentemente é positivo, é importante validar se o aumento da taxa de rotação está relacionado com uma efetiva movimentação de materiais em stocks ou se pelo contrário, se deve por exemplo ao facto de o técnico recorrer ao stock de outro colega, por exemplo no caso de trabalhos conjuntos.

5. Conclusão

O objetivo principal deste trabalho foi efetuar uma avaliação da atual gestão dos stocks do serviço de assistência técnica em estudo e propor uma metodologia de gestão de stocks que permita assegurar o nível de serviço acordado com os clientes, concretamente no caso das intervenções não planeadas, uma vez que as mesmas ocorrem de forma imprevisível.

De modo a manter um posicionamento agressivo no mercado quer através do custo, da qualidade do serviço e do tempo de reposta, é de extrema importância que à primeira deslocação ao cliente, o técnico tenha o material necessário para concluir a intervenção. Sendo assim, é fundamental a existência de uma correta e rigorosa avaliação da qualidade do stock em toda a cadeia.

Face às características do problema em estudo, propôs-se uma metodologia para gerir os materiais utilizados na manutenção corretiva. A utilização do diagrama de causa e efeito permitiu identificar as possíveis causas na origem do problema de incumprimento do nível de serviço. Contudo, para otimizar a utilização desta ferramenta é necessário quantificar as causas que contribuem com maior relevância para o incumprimento do nível de serviço.

De acordo com o resultado obtido no cálculo do custo total com stocks foi possível identificar a existência de uma diferença significativa entre o custo de encomenda anual e o custo de posse de stock anual, estando subjacente a existência de uma clara possibilidade de minimizar os custos de stock.

A combinação da análise ABC cruzada por quantidade e valor de consumo com a análise da criticidade (VED), permitiu implementar uma política de gestão de stocks nunca antes utilizada na organização, sendo introduzidas taxas de serviço em função do grau de criticidade atribuído a cada material, bem como políticas diferenciadas de gestão do stock em função do grupo de materiais. Através da classificação dos materiais nas 3 vertentes quantidade, valor e criticidade, definiu-se um modelo de gestão mais ajustado à realidade da manutenção. Foram ainda identificados os materiais críticos cuja rutura põe em causa o desempenho da equipa técnica e consequentemente o nível de serviço. No caso dos materiais de baixa rotação foi recomendado que os mesmos só devem ser encomendados quando necessários, podendo ser geridos através da implementação de um sistema *kanban*.

Através da caracterização da procura, confirmou-se que os materiais têm procura intermitente e irregular, pelo que seguem na sua generalidade uma distribuição de Poisson, o que levou a implementar um modelo estocástico ou probabilístico de gestão de stocks. O modelo selecionado foi o

modelo de gestão de stocks de revisão contínua ajustado, uma vez que as encomendas só podem ser colocadas ao fornecedor uma vez por semana.

Os 3 materiais analisados apresentam incumprimento do nível de serviço com a metodologia atual, variando o nível de serviço entre 69% e 93%, muito abaixo da taxa de serviço determinada no modelo de gestão proposto. Com a aplicação do método de revisão contínua ajustado, apenas um dos materiais apresenta um nível de serviço de 95%, os restantes cumprem com um nível de serviço de 100%. Em termos de apreciação global, a solução proposta apresentou uma redução de 14% nos custos totais de stock, devido à diminuição do custo de rutura e encomenda.

Ao confrontar os resultados obtidos com o modelo de gestão de stocks proposto e o método utilizado atualmente pela equipa técnica, constata-se que há diferenças significativas em termos de nível de serviço e custos com stocks. Constata-se que a implementação do modelo de gestão de stocks proposto no atual processo de encomendas pode contribuir para a redução dos custos totais de stocks.

Prevê-se nas próximas semanas implementar a metodologia proposta gradualmente a toda a equipa técnica, utilizando para previsão da procura, a procura média semanal que apresentou resultados muito positivos na amostra de materiais analisados. Neste caso, será necessário calcular os parâmetros ponto de encomenda (PE) e quantidade económica da encomenda (Q_w) para cada sobressalente e introduzir no sistema.

Ao nível operacional, para monitorizar o desempenho da equipa técnica na gestão do stock, introduziu-se um painel de controlo que resume um conjunto de indicadores económicos e operacionais essenciais à avaliação do stock. Estes vão permitir caracterizar o comportamento da gestão de stocks de cada técnico e, no caso de se detetar algum desvio, relativamente aos objetivos propostos, tomar medidas corretivas. Comparativamente, aos indicadores utilizados na atual gestão de stocks foi proposta a inclusão de indicadores relativos ao nível de serviço e taxa de rutura, importantes para a avaliação da qualidade do serviço prestado. Pretende-se ainda disponibilizar por via digital o painel de controlo da gestão de stock a cada técnico.

Embora os resultados da implementação da metodologia proposta só venham a ser conhecidos mais tarde, é expectável que com a implementação da nova política de gestão do stock, o atual nível de serviço seja claramente melhorado, bem como ocorra uma redução de custos decorrentes das políticas de gestão de stocks.

Futuros desenvolvimentos

Em elaboração encontra-se o plano de implementação do novo modelo de gestão de stocks proposto, cuja implementação obriga a uma monitorização apertada dos efeitos das alterações que serão efetuadas, de modo a evitar um aumento excessivo do stock nesta fase inicial, motivado pela subida dos níveis de stock de alguns materiais críticos. Contudo, pretende-se balancear este efeito com a descida progressiva do stock de outros materiais classificados como essenciais ou desejáveis. Este plano prevê a integração gradual de cada elemento da equipa técnica na aplicação do novo modelo de gestão de stocks. A implementação do plano deverá ser monitorizada através do cálculo dos custos de gestão de stocks e do nível de serviço assegurado.

Ao longo deste trabalho foi identificada a necessidade de quantificar as causas responsáveis pelo incumprimento do nível de serviço, pelo que será proposta a criação de uma codificação para cada tipo de causa, permitindo quantificar a frequência de ocorrência de cada causa. Só, deste modo, será possível desenvolver medidas corretivas adequadas à resolução do problema e estabelecer prioridades na eliminação futura das causas.

Referências bibliográficas

- Assis, Rui, Apoio à Decisão em Manutenção na Gestão de Activos Físicos, Lisboa, LIDEL, 2010
- Bošnjaković, Mladen, Multicriteria inventory model for spare parts, Tehnicki vjesnik / Technical Gazette 17 (4):499-504, 2010
- Cabral, João Paulo Saraiva, Guia prático de gestão da manutenção de edifícios, LIDEL, 2007
- Cabral, João Paulo Saraiva, Organização e Gestão da Manutenção dos conceitos à prática, LIDEL, 2006
- Carvalho, José Crespo de, Logística e Gestão da Cadeia de Abastecimento, Edições Sílabo, 2010
- Carvalho, José Crespo de, Ramos, T., Logística na Saúde, Edições Sílabo, 2009
- Celebi, D., Multicriteria classification for spare parts inventory. Proceedings of the 38th International Conference on Computers and Industrial Engineering, 2008
- De Felice, F., Falcone, D., Forcina, A., Petrillo, A., & Silvestri, A., Inventory management using both quantitative and qualitative criteria in manufacturing system. Paper presented at the 19th World Congress The International Federation of Automatic Control, 2014.
- Dennis, Pascal, Lean Production Simplified, 2nd Edition, Productivity Press, 2007
- Heizer, J., Render, B.; Operations Management, 5.^a Edição, Prentice Hall, 1999
- Huiskonen, Janne, Maintenance spare parts logistics. Special characteristics and strategic choices, International Journal of Production Economics 71, 125-133, 2001
- Juran, J. M. & Godfrey, A. Blanton, Juran's quality handbook", 5th Ed: McGraw-Hill, 1999
- Kupanhy Lumbidi, JIT/LEAN Methods and japanese management, iUniverse, 2007
- Norma portuguesa 13306:2007, Terminologia da Manutenção, IPQ
- Norma portuguesa 15341:2009, Manutenção – Indicadores de desempenho da manutenção (KPI), IPQ
- Monahan, George E., Management Decision Making, Cambridge University Press, 2000
- Pinder, Aly, Field Service Scheduling and Routing: A Guide to Service Delivery Excellence – Aberdeen Group – 2008
- Pinto, João Paulo, Gestão de Operações na Indústria e nos Serviços, LIDEL, 2006
- Pinto, João Paulo, Pensamento Lean, LIDEL, 2009

Pinto, João Paulo, Manutenção Lean, LIDEL, 2013

Porter, Michael E., Competitive advantage: creating and sustaining superior performance: with a new introduction, The Free Press, 1985, Nova Iorque

Rother, Mike, Shook, John, Learning to see - Value stream mapping to add value and eliminate muda, The Lean Enterprise Institute, 1999