

Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro



Otimização do abastecimento interno do Centro Hospitalar de Trás-os-Montes e Alto Douro, EPE

-Versão Final-

Dissertação de Mestrado em Engenharia Mecânica

Javier Alvarez Rocha

Orientado por: **Caroline Dominguez**

Coorientado por: **Adelaide Cerveira**

Vila Real, Junho de 2017

Agradecimentos

A todos os que me acompanharam neste processo um enorme obrigado! Destaco ainda a colaboração e abertura de todas as pessoas com quem tive o privilégio de privar da instituição do Centro Hospitalar de Trás os Montes e Alto Douro.

Às minha orientadoras devo agradecer por o serem em todo o sentido da palavra e pela paciência e motivação extra que sempre me deram ao longo desta caminhada.

Por último a minha mãe pelo apoio, motivação e exemplo de nunca baixar os braços!

A palavra é simples, um sincero e sentido, obrigado!

Sumário

Esta dissertação tem como objetivo contribuir para a reflexão sobre a filosofia *Lean* nos serviços de saúde. Será alvo de estudo um serviço de saúde do Centro Hospitalar de Trás os Montes e Alto Douro (CHTMAD) no qual se pretende otimizar o processo de reposição diária, mais especificamente ajustar as quantidades de produtos que são repostas atualmente nos serviços. Para além do problema anterior será analisada a viabilidade de este sistema de reposição ser alargado a um maior leque de produtos. Para dar resposta a estes problemas serão estudados os processos envolventes e analisadas novas hipóteses para o mesmo fim, entre elas será posto em causa o pressuposto da reposição diária ser a melhor forma de distribuição de material.

De modo a dar resposta aos desafios levantados anteriormente conta-se com o contributo das ferramentas que o *Lean Thinking* possui, estas serão auxiliadas por princípios da gestão de stocks e pela otimização de problemas através de modelação.

Os resultados deste estudo demonstram a utilidade do *Lean Thinking* no que diz respeito a qualidade do serviço prestado uma vez que as tarefas passam a ser realizadas por quem é mais indicado para tal, ainda a nível económico podemos denotar vantagens pois permite comparar algumas hipóteses de reposição de material, hipóteses essas sustentadas pela teoria de gestão de stocks e auxiliadas por modelos de previsão e otimização.

Palavras chave: *Lean Thinking*, gestão de stock, modelos de previsão, otimização, serviço de saúde, reposição diária.

Abstract

The main goal of this dissertation project is to give an innovative insight on the Lean philosophy, used in healthcare systems. Its tools, associated with stock managing principles as well as modulation and optimization systems will be studied to access their efficiency.

A ward of Centro Hospitalar de Trás-Os-Montes e Alto Douro (CHAMTAD) was chosen to take part for the optimization of the products distribution system, as well as to study the viability of its application on other sets of products.

Furthermore, we studied the range of processes involving not only these systems, considering the possibility of the creation of new means for the achievement of the same purpose.

Results show that the Lean Thinking approach presents great value regarding the improvement of the quality of the services. The new proposals show economic benefits, due to the possibility of comparison between the various options presented for stock distribution systems and due to the fact that these systems work together with prediction and optimization models.

Keywords: Lean Thinking, Stock management, prediction models, optimization, healthcare systems, daily restitution.

Índice

Índice de figuras.....	IX
Índice de Tabelas	XI
Índice de gráficos	XIII
Abreviaturas	XV
Capítulo 1 - Introdução.....	1
1.1. Contexto.....	1
1.2. Motivação	2
1.3. Objetivo	2
1.4. Estrutura da dissertação.....	3
Capítulo 2 - O <i>Lean Thinking</i> e os serviços.....	5
2.1. Valor e desperdício.....	6
2.2. Princípios do pensamento Lean	9
2.3. Técnicas e ferramentas <i>Lean</i>	11
2.3.1. Os cinco S (5S).....	11
2.3.2. Value Stream Map	12
2.3.3. Diagrama Ishikawa (6M)	14
2.3.4. Diagrama de pareto	15
2.3.5. Gestão Visual	15
2.3.6. Ciclo PDCA.....	16
2.4. <i>Lean Thinking</i> nos serviços e nos hospitais	17
2.5. Gestão de stocks.....	20
2.5.1 Custos associados aos stocks	22
2.5.2. Modelos determinísticos.....	23
2.5.3. Modelos estocásticos	24
2.5.4. Previsão de procura.....	27
2.5.5. Análise ABC.....	30
Capítulo 3 - Apresentação do estudo de caso	33
3.1. Reposição diária	35
3.2. Reposição programada.....	36
Capítulo 4 - Metodologia e resultados	39
4.1. Modelação de plano de entrega semanal	61
Capítulo 5 - Síntese de resultados, limitações e conclusões	69
Capítulo 6 – Trabalho futuro	73
Capítulo 7 Bibliografia	75
Anexo	77

Índice de figuras

Figura 2-1-5 Princípios Lean(“Lean principles,” n.d.)	10
Figura 2-2-Princípios do Lean Thinking revistos (Adaptado de Pinto 2009)	11
Figura 2-3-Os cinco S (5S) (Fonte: elaborado pelo autor)	12
Figura 2-4- Exemplo de VSM (Fonte: Wikimédia)	13
Figura 2-5-Diagrama de Ishikawa (6M's)(Fonte: Portal admistração).....	14
Figura 2-6- Exemplo de diagrama de Pareto (Fonte: Principais ferramentas da qualidade)	15
Figura 2-7-Técnicas de gestão visual adaptado de https://s-media-cache-ak0.pinimg.com/originals/	16
Figura 2-8-Ciclo PDCA.....	17
Figura 2-9-Representação gráfica do sistema de revisão contínua (adaptado de Logística na Saúde 2016).....	26
Figura 2-10-Representação gráfica do sistema de revisão periódica (adaptado de Logística na Saúde 2016).....	26
Figura 3-1-Tipos de reposição de material do CHTMAD.	34
Figura 4-1-Diagrama de Ishikawa (Fase Plan) (Fonte: Elaborada pelo autor).....	39

Índice de Tabelas

Tabela 4-1-Quantidades distribuídas atualmente vs. Ajuste proposto	43
Tabela 4-2-Roturas de stock.....	47
Tabela 4-3-Valores previstos e α ótimo	51
Tabela 4-4-Quantidades intervalo de confiança vs previsão	52
Tabela 4-5-Quantidades distribuídas considerando a previsão mais stock de segurança	52
Tabela 4-6-Análise do histórico de um dos produtos alvo de estudo.....	54
Tabela 4-7 -Análise estatística de um dos produtos alvo de estudo	55
Tabela 4-8-Previsão de consumos de produtos da RP.....	56
Tabela 4-9-Distribuição diária para o alargamento dos produtos A (previsão + SS)	57
Tabela 4-10-Distribuição bissemanal para o alargamento dos produtos A (previsão + SS)	58
Tabela 4-11-Distribuição semanal para o alargamento dos produtos A (previsão + SS)	58
Tabela 4-12-Custos e capacidade das várias hipóteses de alargamento da reposição de material sem intervenção dos serviços a abastecer.....	60
Tabela 4-13-Plano semanal apenas considerando custos dos produtos	65
Tabela 4-14-Plano semanal considerando custo dos produtos, de picking e de transição.	67

Índice de gráficos

Gráfico 4-1 -Consumo vs distribuição de esponjas	41
Gráfico 4-2-Consumo vs distribuição de luvas S	41
Gráfico 4-3-Consumo vs distribuição de luvas M.....	41
Gráfico 4-4-Consumo vs distribuição de luvas L	42
Gráfico 4-5-Consumo vs distribuição de fraldas	42
Gráfico 4-6-Consumo vs distribuição de resguardos	42
Gráfico 4-7-Monitorização do ajuste para o produto A.....	44
Gráfico 4-8-Monitorização do ajuste do produto B	44
Gráfico 4-9-Monitorização do ajuste do produto C	45
Gráfico 4-10-Monitorização do ajuste do produto D.....	45
Gráfico 4-11-Monitorização do ajuste do produto E	46
Gráfico 4-12-Monitorização do ajuste do produto F	46
Gráfico 4-13-Roturas de stock sem ajustar quantidades distribuídas	48
Gráfico 4-14-Roturas de stock depois de ajustar quantidades distribuídas	48

Abreviaturas

AES – Amortecimento Exponencial Simples

CPU- Custo Por Unidade

EPE – Entidade Pública Empresarial

EQM- Erro Quadrático Médio

HLS – *Hospital Logistics System*

PDA- Personal Digital Assitant

PDCA – *Plan, Do, Check, Act*

PLI – Programação Linear Inteira

RD- Reposição Diária

RP- Reposição Programada

S.A – Serviço de Aprovisionamento

SMED- *Single Minute Exchange Die*

TPS – Toyota Production System

VSD – *Value Stream Design*

VSM – *Value Stream Map*

Capítulo 1 - Introdução

1.1. Contexto

O Centro Hospitalar de Trás-os-Montes e Alto Douro, EPE – Entidade Pública Empresarial, destaca-se como um centro de referência na região do interior Norte cuja área direta de influência abrange cerca de 300.000 habitantes. Absorve utentes não só de todo o distrito de Vila Real mas também utentes dos distritos vizinhos como Bragança e Viseu e, ainda, da região leste do distrito do Porto em determinadas valências. É constituído por 5 unidades hospitalares: o Hospital de S. Pedro, em Vila Real, o Hospital D. Luiz I, em Peso da Régua, o Hospital Distrital de Chaves, em Chaves, o Hospital de Proximidade de Lamego, em Lamego, e a Unidade de Cuidados Paliativos em Vila Pouca de Aguiar (“CHTMAD,” n.d.). No entanto, este estudo irá incidir apenas sobre o hospital de S. Pedro.

Como missão principal, o CHTMAD visa prestar serviços e cuidados de saúde de elevada qualidade e profissionalismo, de modo a garantir a satisfação dos utentes, sem nunca esquecer a valorização pessoal de todos os profissionais que nele colaboram para atingir o patamar de excelência pretendido. Nesta missão o CHTMAD define como valores cruciais: a orientação para o utente, a qualidade, a ética, a organização e, ainda, uma responsabilidade ambiental. Em todos os pontos referidos o utente é sempre a peça central. Neste caso concreto tentar-se-á dar respostas a problemas existentes no sistema de aprovisionamento, o qual tem como principal função assegurar o fluxo de material clínico e hoteleiro desde o fornecedor até ao utente.

1.2. Motivação

A procura pela melhoria por parte de instituições é uma preocupação constante (implícita ou explícita), quer no âmbito industrial ou na prestação de serviços, pois a concorrência é feroz e os clientes são cada vez mais exigentes. Esta procura pela melhoria torna-se mais intensa em épocas socioeconómicas severas, tal como a situação que se vive atualmente (Snee, 2010).

Tendo ações de melhoria segundo a filosofia *Lean*, ou *pensamento magro*, sido iniciadas na indústria automóvel na marca japonesa Toyota, com o seu plano “*Toyota Production System*” e destacando--se o seu sucesso, outras empresas começaram a utilizar alguns dos seus instrumentos obtendo assim também melhorias relevantes.

Assim a filosofia *Lean* “chegou” ao ramo dos serviços devido à necessidade de aumentar a eficiência destes de modo a serem competitivos e, ao mesmo tempo, aumentar a satisfação dos seus consumidores (Asnan, Nordin, & Othman, 2011).

Aplicar a filosofia *Lean* no sector hospitalar é também um desafio, pela especificidade do setor e pelo objetivo principal que consiste em tratar de vidas, o que não se compadece sempre e meramente com a procura de lucros. Deste modo, podemos definir como grande motivação desta dissertação contribuir para a reflexão sobre a aplicação da filosofia *Lean* e melhoria contínua na gestão hospitalar.

1.3. Objetivo

O sucesso da aplicação da filosofia *Lean* no sector industrial conduziu a uma tentativa de replicar o processo no sector dos serviços. Embora a aplicação de tais metodologias suscitarem algumas dúvidas, vários autores focaram-se em provar a aplicabilidade desses métodos no sector dos serviços com a mesma eficiência e resultados (Asnan et al., 2011).

Verificando-se a sustentabilidade da filosofia *Lean* no sector dos serviços (Asnan et al., 2011), não tardou até surgir um desafio ainda maior, aplicar estas técnicas aos serviços de cuidados de saúde, cuja especificidade é elevada.

Esta dissertação pretende discutir e analisar a aplicação da filosofia *Lean* no serviço de aprovisionamento do CHTMAD, de modo a otimizar o processo de distribuição de material hospitalar e hoteleiro, tendo em consideração:

- A qualidade do serviço prestado;
- A vertente económica;
- O desgaste dos funcionários;

Assim, e tendo como base a perspetiva *Lean Management*, procurar-se-á analisar os desperdícios associados à reposição de material nos armazéns avançados, utilizando o serviço de medicina interna como *trigger* (*desencadeador/acionador*). Verificar-se-á a possibilidade de ajustar as quantidades dos artigos que são distribuídos atualmente e analisar-se-á a viabilidade de um alargamento a outros produtos a serem distribuídos diretamente pelo serviço de aprovisionamento sem o envolvimento de mais intervenientes, otimizando assim o processo de entrega de material.

1.4. Estrutura da dissertação

No capítulo de introdução, onde se insere este subcapítulo, pretende-se enquadrar o leitor no âmbito de estudo da dissertação auxiliando-se para tal de uma breve contextualização do local onde decorrerá o estudo, bem como da motivação e objetivo do mesmo.

De seguida, no capítulo 2 é apresentada uma revisão da abordagem teórica que sustenta o estudo. Consta ao longo deste capítulo uma breve introdução ao *Lean Thinking* e como este pode ser aplicado nos serviços. Apresentam-se também algumas das ferramentas usadas por esta abordagem. É, ainda, apresentada informação relativa à gestão de stocks, assim como conteúdo relativo a métodos de previsão da procura.

Ao longo do capítulo 3 é apresentada a situação decorrente do caso de estudo, onde se descreve a forma como a equipa do sistema de aprovisionamento do CHTMAD realiza a entrega de material hoteleiro e hospitalar. Para tal são descritos os dois processos que a caracterizam: a reposição diária e a reposição programada.

Depois de descrito o sistema de entrega de material, é apresentada, no capítulo 4, a metodologia usada nesta dissertação para a resolução do problema em causa.

No capítulo 5 são apresentados os resultados em síntese, apresentando também as limitações e conclusões do estudo.

Como consequência da análise de resultados, gera-se a oportunidade de abrir mais um ciclo para um dos grandes paradigmas desta dissertação, o da melhoria contínua. “Nasce” então o capítulo 6 “Trabalho futuro” onde se apresentam possíveis oportunidades de melhoria.

De forma a finalizar a dissertação são apresentadas as conclusões deste caso de estudo, seguindo-se a bibliografia e anexos onde constam documentos de suporte para elaboração da tese.

Capítulo 2 - O *Lean Thinking* e os serviços

Ao longo deste capítulo irá ser abordada a filosofia *Lean* de uma forma geral bem como algumas ferramentas usualmente utilizadas. Adicionalmente, será ainda abordada a questão da aplicação desta metodologia nos serviços de saúde, mais especificamente nos processos de gestão de stocks hospitalares.

O conceito *Lean Thinking* como noção de liderança e gestão surgiu pela primeira vez em 1996 por James Womack e Daniel Jones (Paulo Pinto, 2009), sendo desde esse momento o termo “*Lean Thinking*” utilizado, de forma global, para se referir à filosofia que tem como base a eliminação do desperdício e a criação de valor (Paulo Pinto, 2009).

No entanto, as bases para esta nova filosofia remontam aos anos 40 no sistema de produção da marca de automóveis Toyota, criada por Taichii Ohno, a qual ficou conhecida por *Toyota Production System*, mais usualmente referido como TPS (Paulo Pinto, 2009).

Quais são as diferenças entre o *Lean Thinking* e o TPS? O *Lean Thinking* tem como principais objetivos a otimização de: material, investimento, stocks, espaço e pessoas para realizar determinada atividade (Wilson, 2010). Por sua vez, os objetivos do TPS são muito similares, como confirma o próprio criador do sistema na obra “*The Toyota Production System, Beyond Large-Scale Production*” em que afirma que a base do TPS é a total eliminação do desperdício, com objetivos principais de reduzir custos e, ao mesmo tempo, garantir uma melhor qualidade dos produtos apenas e só nas quantidades estritamente necessárias (Wilson, 2010).

De uma forma geral pode-se definir *Lean* de uma forma muito simples e ilustrativa “*lean means using less to do more*” (IHI, 2005), ou de uma forma mais detalhada, como um sistema de produção, o qual em simultâneo é um sistema de controlo de quantidade, baseado na qualidade, e, no qual a eliminação do desperdício é o objetivo final, o que consequentemente se reflete numa redução de custos (Wilson, 2010).

Pensado no *Lean Thinking* ou no TPS como se da mesma casa se tratasse, podemos identificar claramente o objetivo principal como sendo o telhado, o qual consiste em oferecer o máximo valor aos *stakeholders*, e os seus pilares: o *Just-in-time* que consiste em entregar a quantidade estritamente necessária no momento e no local exato, funcionando assim como um auto sistema de controlo de quantidade; e o *Jidoka* que consiste na aplicação de um conjunto de ferramentas que garantem a qualidade do produto (são exemplo dessas ferramentas os *poka-yoke*, *andons* e a inspeção a 100 % das máquinas (Wilson, 2010)).

Desta forma fica claro que para o pensamento *Lean* é fulcral a criação de valor através da eliminação do desperdício. No subcapítulo que se segue iremos abordar essas duas vertentes de forma mais detalhada.

2.1. Valor e desperdício

Como podemos verificar no capítulo anterior no âmbito do *Lean Thinking* os conceitos de valor e desperdício são complementares uma vez que a adição de valor se realiza com a eliminação do desperdício. Contudo a designação de valor neste caso não se prende apenas com a quantidade monetária que se despende para adquirir determinado produto ou serviço, mas sim tudo aquilo que requer a atenção e comprometimento de algum dos intervenientes no processo. E é neste preciso ponto que o *Lean Thinking* também usa uma abordagem diferente: enquanto o senso comum nos levaria a apontar como destino final da criação do valor o consumidor final, a filosofia *Lean* incentiva a que a criação de valor se verifique ao longo do processo, envolvendo todos os intervenientes, os chamados *Stakeholders* (Paulo Pinto, 2009) com vista à satisfação do cliente final.

Mas afinal o que é criar valor? Ohno, o criador do TPS, abordou essa pergunta de uma forma diferente “*I know what my plant needs from my perspective, but what does my plant need from my customer’s perspective?*” acabando desta forma por definir valor como algo pelo que o cliente está disposto a pagar (Wilson, 2010).

No entanto, como já foi referido anteriormente para a criação de valor é necessário eliminar o desperdício. Desta forma é importante identificar bem o que é o desperdício e quais os tipos de desperdício que podemos encontrar. Assim sendo podemos distinguir

dois tipos de desperdícios: o **desperdício puro** e o **desperdício necessário**. No primeiro caso estamos perante atividades totalmente dispensáveis, as quais as entidades têm a obrigação de eliminar. Já no segundo caso estamos perante atividades que apesar de não acrescentarem valor têm de ser realizadas. Contudo deve ser também obrigação da empresa identificar formas de diminuir este tipo de desperdício e implementá-las (Paulo Pinto, 2009).

Analisando os vários desperdícios existentes nas empresas Taichii Ohno e Shigeo Shingo classificaram-nos em sete categorias (Wilson, 2010) :

- 1- **Excesso de produção** – Ao contrário de uma das bases do Lean Thinking, o Just-in-time, o excesso de produção caracteriza-se por produzir mais do que é necessário (Paulo Pinto, 2009). Este tipo de desperdício é considerado o mais penalizante dos sete uma vez que ele por si só faz com que os restantes desperdícios aumentem pois todo o material em excesso irá repercutir-se no fluxo do material necessário acabando por ocupar recursos desnecessariamente.
- 2- **Esperas** – Refere-se ao tempo em que as pessoas ou equipamentos não se encontram a trabalhar. O tipo de espera pode ser classificado de duas formas: curtas ou longas, sendo exemplo das primeiras qualquer produção em linha, cujas operações por postos estejam mal balanceadas^a, ou no caso de esperas longas devido a avarias nos equipamentos ou a ruturas de stocks.
- 3- **Transporte** – Este tipo de desperdício encontra-se presente em qualquer movimentação de produtos e pode ser verificado em qualquer parte do processo produtivo.
- 4- **Desperdício do próprio processo** – É o desperdício associado ao processamento do produto para além do que o cliente está disposto a pagar.
- 5- **Stocks** – São vistos como um desperdício clássico uma vez que existem em todas as empresas. No entanto devido à sua importância para o decorrer da atividade de qualquer instituição produtiva e sendo matéria da nossa dissertação, estes serão abordados mais detalhadamente ao longo desta dissertação;

^a Balanceamento de operações-Distribuir de um modo equilibrado a carga de trabalho por todos os postos de trabalho.

- 6- **Defeitos** – Usualmente classificados como “*scrap*”, são peças que não respeitam os critérios de qualidade estabelecidos pelo processo. No entanto, para Ohno o desperdício presente nestes casos não é apenas o material que é sucata mas todo o trabalho necessário para produzir a peça até ao estado em que foi detetado o defeito.
- 7- **Trabalho desnecessário** – Diz respeito a qualquer movimento de pessoas que não seja necessário, por exemplo o tempo que um operador eventualmente possa despendar para procurar as ferramentas necessárias ao seu trabalho. Esta atividade pode dar a ilusão de que o operador está a trabalhar, no entanto este trabalho não esta a acrescentar valor.

Além destas formas de desperdício definiram-se mais seis formas de desperdício com aplicação também nos serviços (Paulo Pinto, 2009):

- i) **Desperdício de potencial humano** – Ohno, o criador do TPS afirmou que um dos principais objetivos deste sistema de produção era “criar pessoas pensantes” (Paulo Pinto, 2009), colocando as pessoas no centro dos processos e como principal recurso de qualquer empresa.
- ii) **Utilização de sistemas inadequados** – O uso de tecnologias e sistemas não apropriados às verdadeiras necessidades das instituições é uma das grandes fontes de desperdício das mesmas.
- iii) **Desperdício de energia** – A energia enquanto fonte de potência é, maioritariamente, proveniente de recursos finitos, muitos dos quais têm visto o seu preço a aumentar constantemente. Para além da vertente económica, a questão ambiental também tem sido alvo de grande preocupação pela indústria. Assim, fica clara a necessidade de ser *Lean* na escolha e racionalização das fontes de energia, desenvolvendo-se práticas *Lean energy*.
- iv) **Desperdício de materiais**- De forma a reduzir gastos associados ao desperdício de materiais é necessário olhar para todo o fluxo destes de modo a otimizar todas as fases do processo sem que estes se deterioreem.

- v) **Desperdícios nos serviços e escritórios**- Este tipo de desperdícios podem ser facilmente identificados se olharmos com atenção, por exemplo, para um escritório e para a quantidade de cópias impressas desnecessariamente.

Desperdício do tempo do cliente- Quando o cliente tem de esperar de modo a obter os produtos/serviços que pretende para além do expectável.

2.2. Princípios do pensamento Lean

Inicialmente Womack e Jones (1996) identificaram como princípios da filosofia *Lean Thinking*, **a criação de valor, a definição da cadeia de valor, a otimização do fluxo, o sistema pull, e por fim, a perfeição** (Paulo Pinto, 2009). Mas, o que devemos entender por estes conceitos?

Criação de valor – criar valor é a razão da existência de qualquer organização e valor é definido, exclusivamente, pelo cliente final, o conceito de valor foi clarificado anteriormente no subcapítulo 2.1.

Cadeia (as) de valor – Esta pode ser definida pelo conjunto de processos que, interligados, geram valor para o cliente.

Otimização do fluxo – Prende-se com o objetivo de criar um fluxo contínuo quer de materiais, pessoas, informação ou capital, através da produção de pequenos lotes que por sua vez tornaram o processo mais flexível.

Sistema Pull – É definido por um sistema em que cada etapa puxa os materiais da etapa anterior, isto é, a ação seguinte só ocorre por um “pedido” do posto anterior, sendo este pedido o término da ação anterior.

Procura pela perfeição – Associada a uma filosofia de melhoria contínua, este valor prende-se na vontade e na procura de otimizar processos, com intuito de satisfazer o cliente final.



Figura 2-1-5 Princípios Lean("Lean principles," n.d.)

Contundo, nos princípios apresentados inicialmente existem algumas lacunas, pois estes consideram unicamente a cadeia de valor do cliente, esquecendo assim as restantes partes que intervêm no processo (*stakeholders*). Outra lacuna apresentada é a tendência das entidades em apenas se focarem na redução de desperdícios esquecendo a essência do *Lean Thinking*, a qual consiste na criação de valor através da constante inovação, quer seja através de processos, produtos ou pessoas.

De modo a colmatar essas falhas foram adicionados dois novos princípios aos cinco já existentes(Paulo Pinto, 2009), um no início da cadeia que se refere à importância de **conhecer os stakeholders**. O foco de quem produz ou serve não pode ser apenas o seu cliente mas todos os intervenientes no processo. Para além da satisfação de todas as entidades envolvidas no processo, este novo princípio visa também a importância de focar energias na satisfação do cliente final e não apenas no próximo cliente da cadeia de valor, que pode ser o processo posterior O segundo princípio adicionado remete-nos para o fim da cadeia e tem como objetivo evitar que a procura pela redução de desperdícios conduza a despedimentos, em vez da procura pela criação de valor. Para ter em conta este aspeto, propôs-se então o sétimo princípio: **Inovar sempre** (Paulo Pinto, 2009).

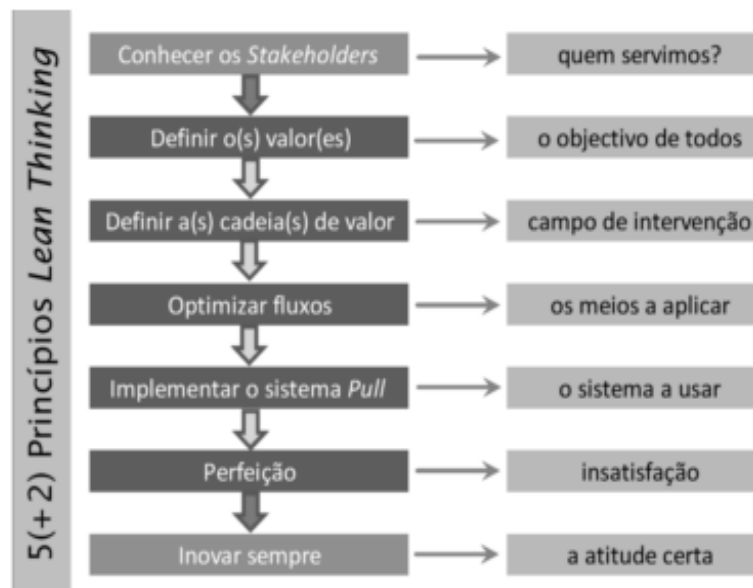


Figura 2-2-Princípios do Lean Thinking revistos (Adaptado de Pinto 2009)

2.3. Técnicas e ferramentas *Lean*

Ao longo deste subcapítulo irão ser apresentadas algumas ferramentas que a abordagem *Lean* utiliza frequentemente (e que a nossa investigação usou também à medida que o estudo de caso foi sendo desenvolvido).

2.3.1. Os cinco S (5S)

Trata-se de uma ferramenta muito simples, a qual deriva da aplicação sistemática dos princípios de ordem e limpeza do posto de trabalho em que cada “S” corresponde as iniciais das palavras japonesas *Seiri*, *Seiton*, *Seiso*, *Seiketsu* e *Shitsuke* que traduzidas significam: Organizar, Arrumar, Limpar, Normalizar, Manter (Hernández & Vizán, 2013).



Figura 2-3-Os cinco S (5S) (Fonte: elaborado pelo autor)

No entanto, mesmo com toda a sua simplicidade associada, esta ferramenta não faz parte do cotidiano de grande parte das instituições. Contudo, quando se trabalha com a abordagem *Lean*, esta é das primeiras ferramentas a ser utilizada, pois além da sua simplicidade permite verificar resultados com grande impacto visual a curto prazo devido a sua eficiência (Hernández & Vizán, 2013) (o que de forma indireta faz com que os colaboradores de uma instituição percebam a importância de pequenas coisas).

2.3.2. Value Stream Map

Antes de falar da ferramenta “*Value Stream Map*” é necessário perceber ou relembrar o que é uma cadeia de valor para tal pode-se recorrer ao subcapítulo 2.2. No entanto o *Lean Thinking* ambiciona que esta cadeia de valor tenha um fluxo contínuo e balanceado. Para tal, é necessário fazer uma divisão dos tipos de atividades/ações que podem existir num processo: as que criam valor, as que apesar de não acrescentarem valor são inevitáveis na conjuntura atual da análise e, por fim, as que não acrescentam qualquer tipo de valor (Paulo Pinto, 2009).

A partir deste momento temos a cadeia de valor definida, é hora de mapeá-la de forma a serem claramente visíveis todos os processos e fluxos, obtendo-se assim o *Value Stream Map*.

O *Value Stream Map* foi desenvolvido por Mike Rother e é uma ferramenta de grande importância na maioria das aplicações do *Lean Thinking*, quer a nível industrial ou serviços, devido à sua simplicidade e eficácia. Esta ferramenta caracteriza o estado atual das operações, podendo-se depois desenhar o estado que se pretende no futuro, o designado *Value Stream Design* (VSD). Durante esta caracterização considera-se não só o fluxo de materiais, mas também o fluxo de informação, tendo sempre como grande foco a redução de tempos, ou seja, o *lead time* de determinados processos (Paulo Pinto, 2009).

De forma a auxiliar a percepção desta ferramenta a figura 2.4 demonstra o mapeamento de um processo desde o fornecedor até ao cliente, podendo observar no “Lead time ladder” o lead time da cadeia de valor e o tempo de processamento, verificando uma grande discrepância entre valores.

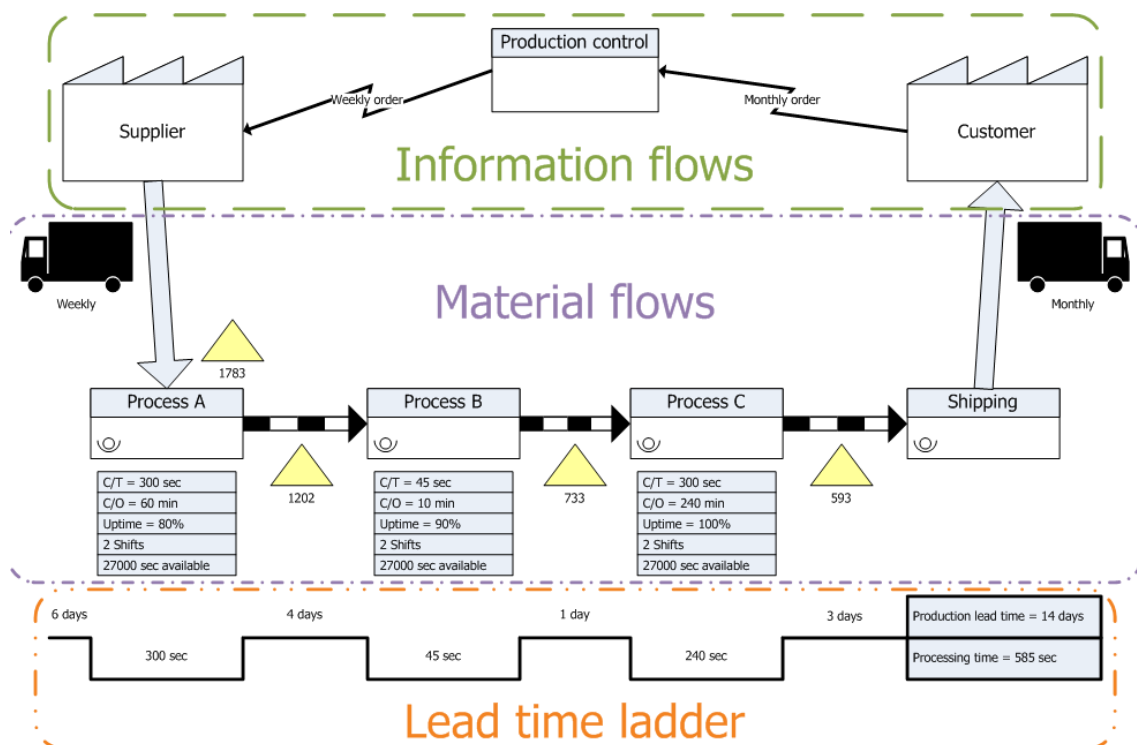


Figura 2-4- Exemplo de VSM (Fonte: Wikimédia^b)

^b - Disponível em: <https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/9/99/ValueStreamMapParts.png>, acesso em 13-06-2017

2.3.3. Diagrama Ishikawa (6M)

Possivelmente umas das ferramentas mais poderosas do pensamento *Lean*, a qual consiste em identificar um efeito e indagar as suas causas. Esta ferramenta está normalmente associada a processos de *brainstorming*, devendo-se concentrar nas causas e não nos sintomas. Foca-se essencialmente em seis vertentes: *Man* (mão de obra), *Measurement* (medir), *Method* (método), *Mother-nature* (meio ambiente), *Machine* (Máquina), *Material* (material). Estas seis causas são também usualmente designadas por 6M.



Figura 2-5-Diagrama de Ishikawa (6M's)(Fonte: Portal administração^c)

^c Disponível em: <http://www.portal-administracao.com/2014/08/diagrama-de-ishikawa-causa-e-efeito.html> , acesso em 13-06-2017)

2.3.4. Diagrama de Pareto

Este tipo de análise rege-se pelo princípio, que para uma grande quantidade de fenómenos, 80% das consequências advêm de 20% das causas, permitindo assim às instituições focar as suas energias no que realmente importa (Sales, n.d.). Na figura 2.6 pode-se observar um exemplo meramente ilustrativo de um diagrama de Pareto em que facilmente se percebe quais as causas que impactam mais determinado problema.

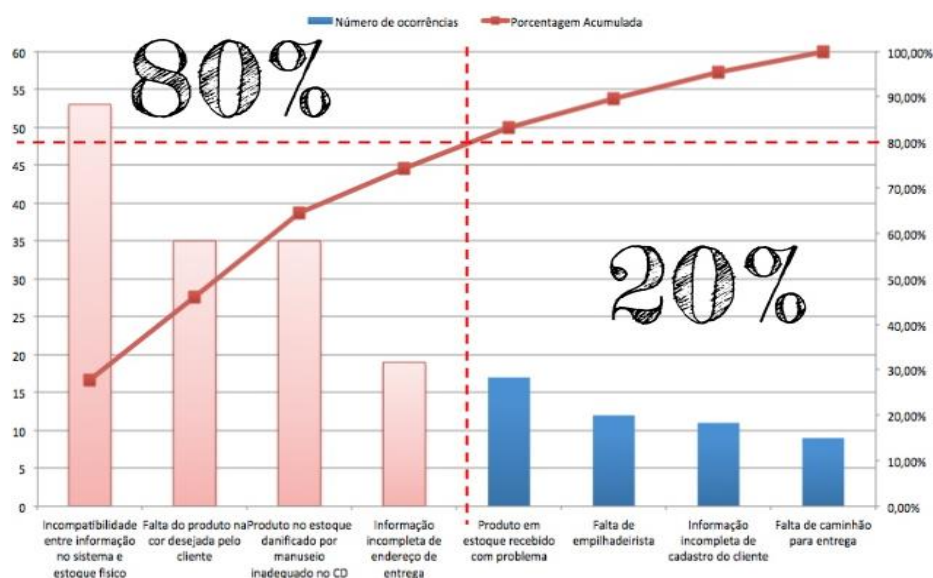


Figura 2-6- Exemplo de diagrama de Pareto (Fonte: Principais ferramentas da qualidade ^d)

2.3.5. Gestão Visual

Enquanto seres humanos somos caracterizados por 5 sentidos: visão, audição, olfato, tato e paladar. Contudo, é através da visão que recebemos a maior parte da informação no nosso quotidiano (Paulo Pinto, 2009), daí a importância da informação visual para a realização de determinada tarefa.

Dr. Thoralf Sundt of Mayo Clinic disse "*If I can see it, I can fix it*". (Shook, 2012) . Através desta afirmação percebe-se a importância da gestão visual. Mas, o que é então a gestão visual? A gestão visual é um processo para apoiar o aumento da eficiência e eficácia das

^d Disponível em: <http://www.portal-administracao.com/2014/08/diagrama-de-ishikawa-causa-e-efeito.html>, acesso em 13-06-2017

operações, tornando as coisas visíveis, lógicas e intuitivas (Paulo Pinto, 2009), desta forma pretende:

- Disponibilizar informações simples com o intuito de facilitar o trabalho diário, proporcionando assim melhor condições para o efetuar;
- Partilhar informação pela fábrica, de modo a envolver todos os colaboradores nos objetivos e metodologias da empresa;
- Proporcionar aos operadores ferramentas para estes serem pró-ativos;

A gestão visual aparece nas empresas de determinada formas: através de cartões kanban, caixa heinjunka, sombras de ferramentas, zoonings no chão ou paredes, semáforos, etc (Paulo Pinto, 2009). A figura 2.7 representa algumas dessas formas de gestão visual, entre elas: sombras (*shadowing*); marcação com etiquetas (*labeling*), zoonings no chão (*Foot-printing / striping*), códigos de cores (*color schemes*) e quadros heijunka (*production control boards*).



Figura 2-7-Técnicas de gestão visual adaptado de <https://s-media-cache-ak0.pinimg.com/originals/>

2.3.6. Ciclo PDCA

É uma ferramenta imprescindível à melhoria contínua, à realização de mudanças ou mesmo à análise de situações (Paulo Pinto, 2009).

O ciclo PDCA, como podemos verificar na Figura 2-8 divide-se em quatro partes: **Plan**, **Do**, **Check** e **Act**.

- **Plan**- Deve-se definir claramente o problema, isto é, analisar o contexto do problema e identificar a causa raiz do mesmo, para um *brainstorming* do qual resultarão medidas para combater a causa do problema.
- **Do**- Nesta fase aplicam-se as medidas resultantes do *brainstorming* da fase anterior. Deve-se prestar atenção ao processo, de modo a reunir dados resultantes das medidas testadas.
- **Check**- Comparam-se os resultados obtidos com os esperados, com intuito de averiguar se as medidas aplicadas foram eficientes ou, se pelo contrário, não foram ao encontro dos resultados expectáveis analisando assim o que correu bem e mal.
- **Act**- Este processo é resultante do anterior. Caso as medidas tenham sido eficazes deve criar-se um padrão de forma a estas serem cumpridas e auditadas. Por outro lado, se as medidas não surtiram os efeitos esperados, deve iniciar-se um outro ciclo, tendo em consideração as lições que foram aprendidas com o ciclo atual.



Figura 2-8-Ciclo PDCA

2.4. *Lean Thinking* nos serviços e nos hospitais

Quando se fala em *Lean Thinking*, surge como potencial campo de ação o sector da indústria ao invés dos sectores de serviços, e ainda menos quando estes são serviços de saúde. No entanto, esta abordagem faz todo o sentido em qualquer uma das áreas referidas anteriormente, uma vez que também geram desperdícios. Relembra-se que o

Lean thinking não é uma estratégia industrial ou um programa de redução de custos, mas sim, uma diferente abordagem de gestão (IHI, 2005), a qual é transversal a todas as organizações que pretendem otimizar os seus processos.

Segundo Chalice o *Lean Healthcare* traz vantagens inegáveis aos serviços de prestação de cuidados médicos, apontando como principais vantagens: a redução de custos sem retirar qualidade ao serviço prestado (muitas vezes vemos empresas que para atingir determinado preço de forma a serem competitivas abdicam da qualidade, no entanto o *Lean Thinking* é contra esse princípio, pois retirar qualidade é retirar valor ao consumidor final)(Pinto, 2013).

No caso do CHTMAD essa vantagem sobre a concorrência não é relevante uma vez que se trata de um hospital público, não querendo isto dizer que a vertente económica não seja importante. No entanto, essa vantagem económica pode e deve servir para aumentar e melhorar os serviços disponíveis para os utentes desta instituição, seguindo assim um dos derradeiros princípios do Lean Thinking: “*do more, spend less*”.

Irão ser apresentados, a título de exemplo de sucesso, dois hospitais onde a aplicação de técnicas Lean teve um impacto significativo no seu funcionamento e resultados económicos. Começamos por um caso internacional, o Virginia Mason Medical Center nos Estados Unidos da América que em 2002 iniciou a sua abordagem Lean através do seu programa Virginia Mason Production System (VMPS). O programa tinha como objetivo encorajar ações de melhoria contínua de forma a reduzir o número de defeitos, bem como eliminar os desperdícios inerentes aos processos, fomentando assim uma maior qualidade ao serviço prestado ao utente. Com a aplicação do VMPS os resultados tornaram-se evidentes destacando-se alguns como:

- Poupança de 11 milhões de dólares em investimento que estava planeado, devido à utilização mais eficiente do espaço existente. Esse investimento deixou de ser necessário. Libertaram-se aproximadamente 25 000 metros quadrados.
- O tempo de emissão de resultados por parte do laboratório teve um decréscimo de 85%.
- Poupança de 2 milhões de dólares associados a custos com stocks, devido a otimização da cadeia de abastecimento e à normalização do processo.

- Diminuição da distância percorrida pelos enfermeiros diariamente em 1200Km, sendo o tempo dessas deslocações equivalente a 250 horas de trabalho, as quais são neste momento empregues a cuidar dos doentes.
- Diminuição de encargos com trabalho suplementar em meio milhão de dólares.
- Aumento da produtividade. Em algumas áreas esse aumento foi cerca de 93%.

E por fim, um conhecido dos portugueses, o Hospital de Santo António que iniciou os seus trabalhos no âmbito do *Lean Thinking* em 2005 através do seu programa *Hospital Logistics System* (HLS), o qual tinha como primordial objetivo eliminar desperdício nos processos operacionais e logísticos. Tal como no caso anterior, a aplicação, neste caso, do HLS originou resultados positivos como:

- Diminuição do tempo despendido no processo de abastecimento em 57%, o que permitiu passar de 2 para 8 o número de serviços a serem abastecidos.
- Diminuição do valor e da quantidade média de stock nos serviços de 31 a 34% e 39 a 42%, respetivamente.
- Taxa de rutura reduzida para zero nos 3 primeiros meses. Sendo o máximo medido anteriormente de 115 roturas de stock por mês.
- Diminuição de cerca de 8 milhões de euros em stock no armazém central;
- Aumento dos níveis de satisfação dos colaboradores graças as ações 5S's e de gestão visual implementadas, as quais tornaram o trabalho mais padronizado.
- Libertação do enfermeiro chefe da tarefa de gestão de stocks, ficando disponível para outras atividades relacionadas com a prestação de cuidados de saúde.

O sucesso na implementação do HLS, criou interesse na gestão do Hospital de Santo António para que este continuasse a investir na implementação de metodologias *Lean* no seu quotidiano. Assim, em 2010, iniciou-se o projeto *Lean Bloco Operatório (LeanOR)* com intuito de aumentar a eficiência operacional. Da implementação desse projeto obtiveram-se alguns resultados como:

- Criação do *Kanban LeanOR*, para materiais que ainda não estavam abrangidos por essa sistemática. Implementação de ações 5S's e gestão visual. Estas ações em conjunto diminuíram entre 20 a 50 % o nível médio de stock, e entre 60 a 80% o tempo despendido na gestão do mesmo.

- Aplicação da ferramenta *Single Minute Exchange of Die* (SMED^e), a qual proporcionou uma redução de 17% no tempo de mudança doente no bloco operatório.
- Revisão de 83% dos kits cirúrgicos. Como resultado dessa revisão, foram eliminados 23 dos 175 kits existentes e criados 6 novos kits para dar uma resposta mais eficaz às necessidades do dia-a-dia.

Analisando os dois casos de sucesso referidos acima, ficam evidentes as vantagens e aplicabilidade de técnicas *Lean* aos serviços de saúde.

2.5. Gestão de stocks

Como já vimos anteriormente os stocks são uma das sete formas de desperdícios visadas pelo *Lean Thinking*. No entanto, na impossibilidade de os eliminar por completo é importante geri-los da melhor forma possível. Ao longo deste capítulo iremos abordar algumas questões essenciais para a gestão destes.

Podemos dizer que os stocks são uma reserva de materiais ou produtos que tem como objetivo facilitar a produção ou venda de produtos conseguindo assim satisfazer a procura dos clientes (Miguel & Rodrigues, 2010). No caso dos serviços de cuidados hospitalares o objetivo principal dos stocks prende-se em satisfazer a procura necessária para garantir um atendimento de qualidade ao utente. Como qualquer indústria ou serviço, as unidades de prestação de cuidados de saúde necessitam de recursos materiais, os quais neste caso podem ser divididos em cinco categorias: fármacos, material de consumo clínico, material hoteleiro, material administrativo e material de manutenção e conservação (Carvalho, José Crespo de ; Ramos, 2016).

Em que medida os stocks fazem parte dos sete desperdícios do *Lean*? A partida stocks são sinónimo de dinheiro parado. Adicionalmente são necessários recursos (pessoas e

^e SMED- Também designado por *quick changeover* tem como objetivo realizar a mudança de produto/serviço em menos de 10 minutos, aumentando assim a flexibilidade das operações/equipamentos.

máquinas e espaço) para armazenar e controlar esses stocks (através de programas que por sua vez geram bastantes erros de inventário, o que cria a necessidade de ações corretivas nas quais também são usados inúmeros recursos).

Devido a todos estes problemas associados aos stocks, muitas empresas afirmam que o custo com stocks ultrapassa os 25% do valor de produção durante um ano (Wilson, 2010), o que demonstra a importância de uma boa gestão destes de modo a maximizar o rendimento da empresa.

Mas os stocks têm o objetivo principal o de garantir as vendas de determinado produto (Wilson, 2010) no momento adequado. No caso hospitalar, como já foi referido anteriormente o objetivo com a criação de stock é garantir um nível de serviço elevado de modo a satisfazer a procura por parte dos utentes quando solicitada.

A literatura destaca três causas para a origem de criação e acumulação de stocks: o stock necessário para satisfazer a encomenda do cliente/utente, uma vez que o processo desde que o produto está terminado e o momento em que este é entregue ao cliente/utente não é imediato; os stocks devidos a fatores externos, isto é, acumular stocks de modo a garantir que caso alguma matéria-prima proveniente do elemento anterior da cadeia de valor não seja entregue, o próximo cliente da cadeia de valor não seja afetado por isso; por último de igual forma que as variações externas, as variações internas também podem ter o mesmo impacto sobre a cadeia de valor, sendo normalmente as variações internas causadas por avarias. De forma a minimizar o impacto destas variações foram criadas ferramentas como o **buffer** e o **stock de segurança**, sendo que o primeiro é uma certa quantidade acima do volume de vendas/consumos que permita atenuar o impacto de falhas externas, enquanto o segundo é uma quantidade de material que se encontra acima do valor do volume de vendas/consumos, mais o **buffer**, que pretende atenuar falhas internas (Wilson, 2010).

A acumulação de stocks também pode ter algumas vantagens como por exemplo: a obtenção de descontos de quantidade, ou a possibilidade de efetuar a compra económica, isto é, garantir a melhor relação entre quantidade e preço (Carvalho, José Crespo de ; Ramos, 2016). É neste preciso momento em que a gestão de stocks se torna fulcral. Oferece-nos ferramentas que nos permitem saber, de acordo com a procura,

qual a quantidade de stock que devemos ter em armazém. Porém é importante perceber que neste caso em concreto os stocks são produtos para cuidados de saúde, os quais devido a algumas das suas especificidades tornam a sua gestão mais complicada. São exemplo dessas especificidades, a enorme variedade de produtos que existem por serviço clínico, o perfil de consumo ser aleatório, a criticidade^f de alguns produtos, prazos de validade e ciclos de vida (Carvalho, José Crespo de ; Ramos, 2016).

2.5.1 Custos associados aos stocks

Como já foi perceptível nos capítulos anteriores os stocks acarretam custos, mas de que custos falamos? Podemos então dividir os custos associados com stocks em quatro grupos:

Custo de aquisição – Usualmente é a parcela com maior peso no custo do stock final e ao mesmo tempo a mais fácil de calcular uma vez que a obtenção deste custo é dada pela multiplicação do custo unitário do produto pela quantidade requerida. De salvaguardar que o custo unitário do produto pode ser fixo ou variável, dependendo da existência ou não de descontos de quantidade (Pinto, 2013).

Custo de encomenda – É um custo independente da quantidade de artigos a encomendar. Inclui todos os custos associados ao lançamento e receção de cada encomenda (Carvalho & et al, 2010).

Custo de posse – É o custo associado a manter o produto em determinado local sob certas condições (Miguel & Rodrigues, 2010). Este inclui despesas associadas a armazenagem, o custo de oportunidade de capital, como também o custo de obsolescência (Carvalho & et al, 2010).

Usualmente o custo de armazenagem é apresentado como uma percentagem do investimento realizado pela empresa para aquisição desse stock (Carvalho & et al, 2010) cujo valor é obtido através da razão entre o custo total com o armazém e o valor médio

^f Criticidade – é o nível de importância que determinado produto apresenta para determinado processo/serviço.

dos stocks em armazém. Por sua vez o custo de oportunidade de capital é o custo implícito que a empresa tem por investir o seu dinheiro em stocks em vez de investir numa outra aplicação financeira. O custo de obsolescência corresponde ao custo da perda que a empresa tem quando um produto se torna obsoleto.

Custo de rotura - É o custo associado a uma rotura de stock, ou seja, quando o stock de determinado produto não é suficiente para cobrir as necessidades do utente (Miguel & Rodrigues, 2010). Quantificar este valor não é fácil, principalmente nos serviços de saúde, uma vez que a rotura de stock pode gerar um défice nos níveis de qualidade que a instituição se propõe ou, na pior das hipóteses, pode mesmo custar a vida do utente. Por isso, e apesar da dificuldade de quantificar este parâmetro do custo de stocks, é muito relevante.

A importância da análise de todos os custos referidos anteriormente deve-se à existência de uma relação entre eles, que permite definir a quantidade económica ou quantidade ótima a encomendar, minimizando assim os encargos com stocks. Para isso existem vários modelos que dependendo da natureza do problema no que ao tipo de procura diz respeito, podem ser divididos em dois grupos: modelos determinísticos, cuja procura é fixa e conhecida; e modelos estocásticos, cuja procura é variável (Miguel & Rodrigues, 2010).

2.5.2. Modelos determinísticos

São condições essenciais para a aplicação de modelos determinísticos a procura e a oferta serem constantes conhecidas. Conhecendo esses valores deve-se então procurar responder a duas questões: “Quanto encomendar?” e “Quando encomendar?”.

Depois de familiarizados com os custos associados aos stocks percebe-se que caso a quantidade a encomendar aumente, o custo de posse também aumenta e por sua vez o custo de encomenda diminui, uma vez que se encomenda menos vezes e vice-versa. Assim sendo, é de grande interesse para quem gere os stocks encontrar um equilíbrio ótimo entre estas duas vertentes. Para calcular a quantidade ótima a encomendar podemos utilizar a fórmula:

$$Q = \sqrt{\frac{2DS}{H}} \quad (2.1)$$

Em que Q -Quantidade a encomendar; D- consumo; S- custo de encomenda unitário;
H- custo de posse unitário.

Por outro lado, e sabendo que a taxa de procura é constante, a encomenda depende apenas do prazo de entrega do fornecedor, o qual também deve ser previamente conhecido. Tem-se:

$$R = d \times L \quad (2.2)$$

Onde R- Ponto de encomenda; L- prazo de entrega/lead time; d – taxa de procura. Sendo o ponto de encomenda um valor pelo qual é regido o processo de encomenda (isto é, uma vez que o stock atinga esse valor de imediato surge um aviso de modo a encomendar a quantidade estabelecida através da formula da quantidade ótima).

2.5.3. Modelos estocásticos

Como foi referido anteriormente, os modelos estocásticos têm como principal característica a procura e/ou a oferta serem desconhecidas e aleatórias, o que incrementa a dificuldade da gestão de stocks uma vez que existe a possibilidade de rotura de stocks (Carvalho & et al, 2010).

Uma das formas de minimizar a rotura de stocks são os stocks de segurança, no entanto estes nem sempre garantem que a procura seja satisfeita devido a variabilidade da mesma. Então como saber qual o stock de segurança a definir? Para responder a essa

pergunta deve-se introduzir o conceito de nível de serviço, o qual corresponde à percentagem de produto que a empresa ter em determinado momento para satisfazer a procura de determinado artigo (Carvalho & et al, 2010). Uma das formas de avaliar o nível de serviço é através da seguinte equação (Miguel & Rodrigues, 2010):

$$\text{Nível de serviço} = 1 - \frac{\text{Procura não satisfeita}}{\text{Procura}}$$

Assim sendo, o stock de segurança vai depender diretamente do nível de serviço que a empresa pretender, sendo que quanto maior o nível de serviço pretendido maior será o stock de segurança. Para além do nível de serviço, a variabilidade da procura e /ou oferta também podem influenciar o stock de segurança a adotar uma vez que existindo grande variabilidade este terá de ser maior, no entanto se a variabilidade não for muito elevada o stock de segurança será menor (Carvalho & et al, 2010). Desta forma o stock de segurança é dado pela expressão:

$$\text{stock de segurança} = z \times \sigma \quad (2.3)$$

em que:

z - Valor da distribuição normal de acordo com o nível de serviço pretendido (por exemplo, para um nível de serviço de 95%, tem-se $z=1.645$);

σ - Desvio padrão da procura;

Contudo a forma de obter o stock de segurança adequado depende do modelo de gestão de stocks implementado. No caso dos modelos estocásticos destacam-se os modelos de revisão contínua e revisão periódica. Qualquer um dos modelos deve responder a duas perguntas chave, são elas: quando encomendar? e quanto encomendar?

Os modelos de revisão contínua caracterizam-se pelo facto do seu ponto de encomenda, ou seja, o nível de stock que faz despoletar a realização de uma nova encomenda, ser dado pela soma da procura média durante o prazo de entrega com o stock de segurança associado. As quantidades a encomendar mantêm-se constantes, no entanto o prazo entre encomendas é variável dependendo, assim, da procura/consumo (Carvalho, José Crespo de ; Ramos, 2016), ver Figura 2-7.

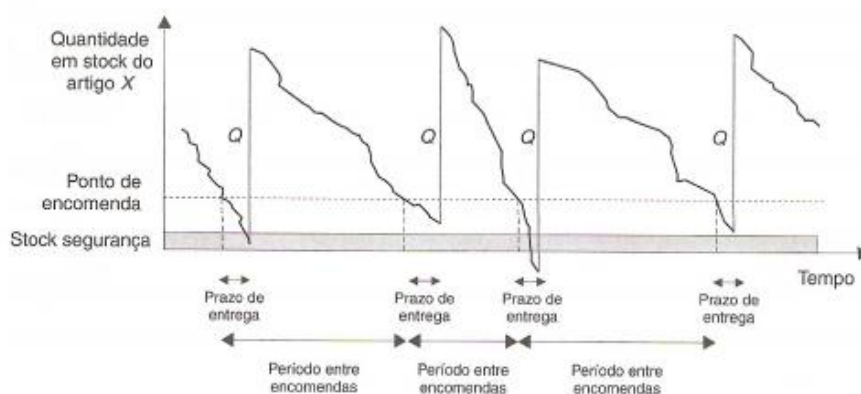


Figura 2-9-Representação gráfica do sistema de revisão contínua (adaptado de Logística na Saúde 2016)

Por sua vez os modelos de revisão periódica caracterizam-se pelo momento da encomenda ser fixo, ou seja, não depende da variabilidade da procura. No entanto, a quantidade a encomendar pode variar de encomenda para encomenda, é dada pela soma da procura média durante a exposição a roturas com o stock de segurança (Carvalho, José Crespo de ; Ramos, 2016), ver Figura 2-8.

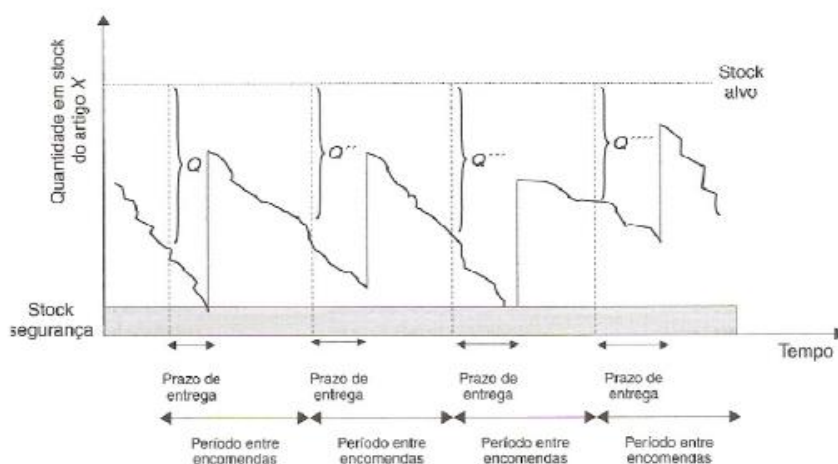


Figura 2-10-Representação gráfica do sistema de revisão periódica (adaptado de Logística na Saúde 2016)

2.5.4. Previsão de procura

Ao longo deste capítulo serão apresentados métodos de previsão da procura que permitam o dimensionamento de stocks. No entanto, como o próprio nome indica uma previsão contém o risco de falhar - “é sempre preferível prever com algum grau de incerteza do que não o fazer”.

Desta forma uma das técnicas para dimensionar stocks é recorrer aos valores da procura/consumo de anos transatos, isto é, verificar o histórico de consumo, sobre o qual serão feitas análises estatísticas e previsões de consumo (Carvalho, José Crespo de ; Ramos, 2016).

Existem inúmeros modelos de previsão, os quais podem ser divididos em dois grupos: modelos qualitativos e modelos quantitativos. Os primeiros têm por base estudos de mercado, opiniões de peritos e ainda o método de Delphi(Rossetto et al., n.d.). Este tipo de modelos são essencialmente usados na introdução de novos produtos, uma vez que não existe um histórico criado do produto, ou para um produto já existente cuja previsão, por força de um outro motivo conhecido, seja completamente distinta da procura atual. Os modelos quantitativos têm por base dados quantitativos. Estes modelos podem ser subdivididos em dois grupos: modelos causais, os quais estabelecem uma relação causal/matemática entre a procura e algum indicador, e modelos de séries temporais os quais baseiam as suas previsões em dados históricos. Estes últimos, podem incluir um conjunto de componentes, como por exemplo: sazonalidade, tendência, influências cíclicas ou comportamento aleatório.

A existência de um vasto leque de modelos de previsão suscita, em quem gere, a dúvida de qual o modelo de previsão que deve utilizar para a obtenção de resultados satisfatórios. Existem cinco fatores que definem um modelo: horizonte temporal da previsão; disponibilidade de dados; precisão necessária e disponibilidade financeira e de pessoal qualificado para a previsão (Pinto, 2013). Para além destes cinco fatores, existem autores que consideram que o fator tempo disponível para obtenção das previsões também deve ser considerado (Bonnetfous, 2007).

Tendo em consideração os fatores descritos anteriormente, para situações de dimensionamento e gestão de stocks a nível hospitalar, os modelos de previsão mais

adequados são: média móvel; amortecimento exponencial simples e regressão linear (Carvalho, José Crespo de ; Ramos, 2016). Contudo, devido a aplicabilidade mais geral que os restantes métodos apresentados, o amortecimento exponencial simples surge como o modelo de previsão mais usado para auxiliar a gestão de stocks no âmbito hospitalar (Pinto, 2013).

O método de amortecimento exponencial simples (AES) utiliza médias móveis ponderadas exponencialmente (Samohyl, n.d.). Este método é caracterizado por apresentar algumas vantagens como apenas depender, diretamente, do valor observado e do valor previsto no período t , imediatamente anterior ao período $t+1$ o qual é objeto de previsão. Para além disso, é uma técnica bastante exata de previsão ao mesmo tempo que também é de simples aplicação. Por outro lado este método também tem algumas limitações, como apenas conseguir obter a previsão para um único período e reagir de forma lenta à mudança, contudo, este método apresenta-se como um dos mais utilizados em programas computacionais de previsão (Pinto, 2013).

O valor previsto para o instante $t + 1$, F_{t+1} -é obtido usando as observações e valores previstos até ao instante t do seguinte modo:

$$F_{t+1} = \alpha (Y_t) + (1 - \alpha)(F_t) \quad (2.4)$$

em que :

Y_t - É o valor observado no instante t .

F_t - É o valor previsto para o instante t usando as observações e valores previstos até ao instante $t-1$.

α - É a constante de amortecimento

Para além das características refletidas anteriormente, esta técnica permite que as observações mais antigas tenham uma contribuição menor do que as observações mais recentes, sendo esta importância definida por uma constante de amortecimento denotada por α , a qual pode variar entre zero e um. Uma vez que α assuma o valor de 0 então o valor previsto no instante t+1 coincide com o previsto anterior que, por sua vez coincide com o previsto anterior, caso o valor de α seja igual a 1 então a observação mais recente, do período t, é considerada como valor previsto no instante t+1.

Então qual será a constante de amortecimento mais adequada para a previsão? A resposta a esta questão pode ser obtida através da análise do erro de previsão, que é uma medida de qualidade, permitindo definir qual o método de previsão a escolher (Pinto, 2013).

Mas o que é o erro de previsão? Não é nada mais que a diferença, em cada período dos dados históricos, entre a procura real observada e a procura prevista, obtida usando o modelo em causa. Os erros são caracterizados segundo duas vertentes: a magnitude e o sentido, ou seja, o tamanho do erro e se este é por excesso ou por defeito. No entanto, como em muitos outros casos, existem várias formas de avaliar todos os erros, entre elas: o erro médio, o desvio médio absoluto e ainda o erro quadrático médio. Este último, denotado por EQM, será o foco deste caso de estudo. Tem-se:

$$EQM = \frac{\sum_{t=1}^n (Y_t - F_t)^2}{n} \quad (2.5)$$

em que : n – é o número de instantes considerados (em que há registos); Y_t - é o valor observado no instante t; F_t - é o valor previsto para o instante t .

O EQM apresenta como principal vantagem a potenciação dos erros com maior peso, sejam eles positivos ou negativos, os que por sua vez são os que podem vir a ter mais impacto na previsão (Pinto, 2013).

2.5.5. Análise ABC

Os stocks referentes aos serviços de saúde como já foi descrito anteriormente possuem algumas especificidades, sendo uma delas a sua grande diversidade. Este facto cria um desafio ao gestor: como gerir tantos produtos diferentes? Talvez a expressão “dividir para reinar” faça sentido neste caso, uma vez que nem todos os produtos têm a mesma importância, logo será sensato criar formas diferentes de os gerir (Carvalho, José Crespo de ; Ramos, 2016). Uma vez que os artigos em stock possuem características pelas quais podem ser divididos, falamos por exemplo: do valor de utilização, criticidade, forma de disponibilização, facilidade de aquisição, periculosidade, toxicidade e perecibilidade (Barbieri & Machline, 2009). Surgem então algumas técnicas para classificar estes produtos mediante as características anteriormente referidas entre elas a análise ABC (Pinto, 2013).

A análise ABC, como o próprio nome indica, permite classificar artigos, por exemplo de uma instituição de cuidados médicos, segundo três classes: Classe A, B e C em que a classe A diz respeito aos artigos mais relevantes, a classe B diz respeito aos artigos de relevância intermédia, e a classe C diz respeito a produtos com um grau de relevância baixo. No entanto, o critério para determinar se certo artigo é mais ou menos relevante varia de acordo com o setor de atividade em que é realizada a análise ABC (Miguel & Rodrigues, 2010), (Carvalho, José Crespo de ; Ramos, 2016).

Os artigos classe A, os quais representam aproximadamente cerca de 20% do número de artigos e correspondem a 80% do valor de consumo (Carvalho, José Crespo de ; Ramos, 2016) (classificar os artigos pelo método ABC é utilizar a fórmula de Pareto (vista anteriormente). Este fator torna-os, consequentemente, alvo de uma maior atenção por parte de quem gere de modo a evitar roturas de stock (Miguel & Rodrigues, 2010). No entanto, existem produtos que devido ao seu valor estratégico, cuja rotura de stock teria graves consequências na unidade de saúde em causa, devem fazer parte da lista de produtos de classe A, mesmo que a análise ABC não os identifique como sendo produtos dessa classe. São exemplo desses produtos todos os *Life-Saving*, isto é, produtos essenciais à vida do utente (Carvalho, José Crespo de ; Ramos, 2016).

No caso concreto da gestão de *stocks* o objetivo é minimizar os custos de provisionamento respeitando o nível de serviço previamente estabelecido. Desta forma, o critério diferenciador a ser usado para definir qual a política de gestão de stocks a utilizar deve ser o valor consumido, o qual é obtido através da quantidade consumida a multiplicar pelo preço unitário do artigo (Carvalho, José Crespo de ; Ramos, 2016).

Um estudo nos EUA refere que 69,1 % das instituições de saúde usam a análise ABC para auxiliar a gestão de stocks nas suas unidades (“TENDÊNCIAS DA GESTÃO DE ESTOQUES EM ORGANIZAÇÕES DE SAÚDE - ILOS - Especialistas em Logística e Supply Chain,” n.d.).

Capítulo 3 - Apresentação do estudo de caso

Este caso de estudo enquadra-se no âmbito do sistema de aprovisionamento do CHTMAD cujo objetivo é, através da aplicação dos princípios *Lean*, otimizar o processo das entregas de material hoteleiro e hospitalar do armazém central aos armazéns avançados e, ainda, aumentar o número de produtos que são distribuídos por um esquema de entrega diária. Ao mesmo tempo, pretende-se libertar pessoas especializadas, neste caso enfermeiros chefes, da tarefa de realizar inventários e pedidos de material, assim como facilitar o trabalho dos operadores do serviço de aprovisionamento.

Para a realização deste estudo contou-se com o apoio dos responsáveis da gestão do sistema de aprovisionamento, bem como de todos os colaboradores que deste departamento fazem parte. Para além destes, a cooperação e abertura pela equipa do serviço de medicina interna (onde se centrou o nosso estudo) para a realização dos ensaios de reposição também foi essencial.

Neste momento a reposição do material hoteleiro e hospitalar no CHTMAD é realizada através de dois sistemas: a distribuição de material de forma diária e de forma programada (Fig. 3-1).

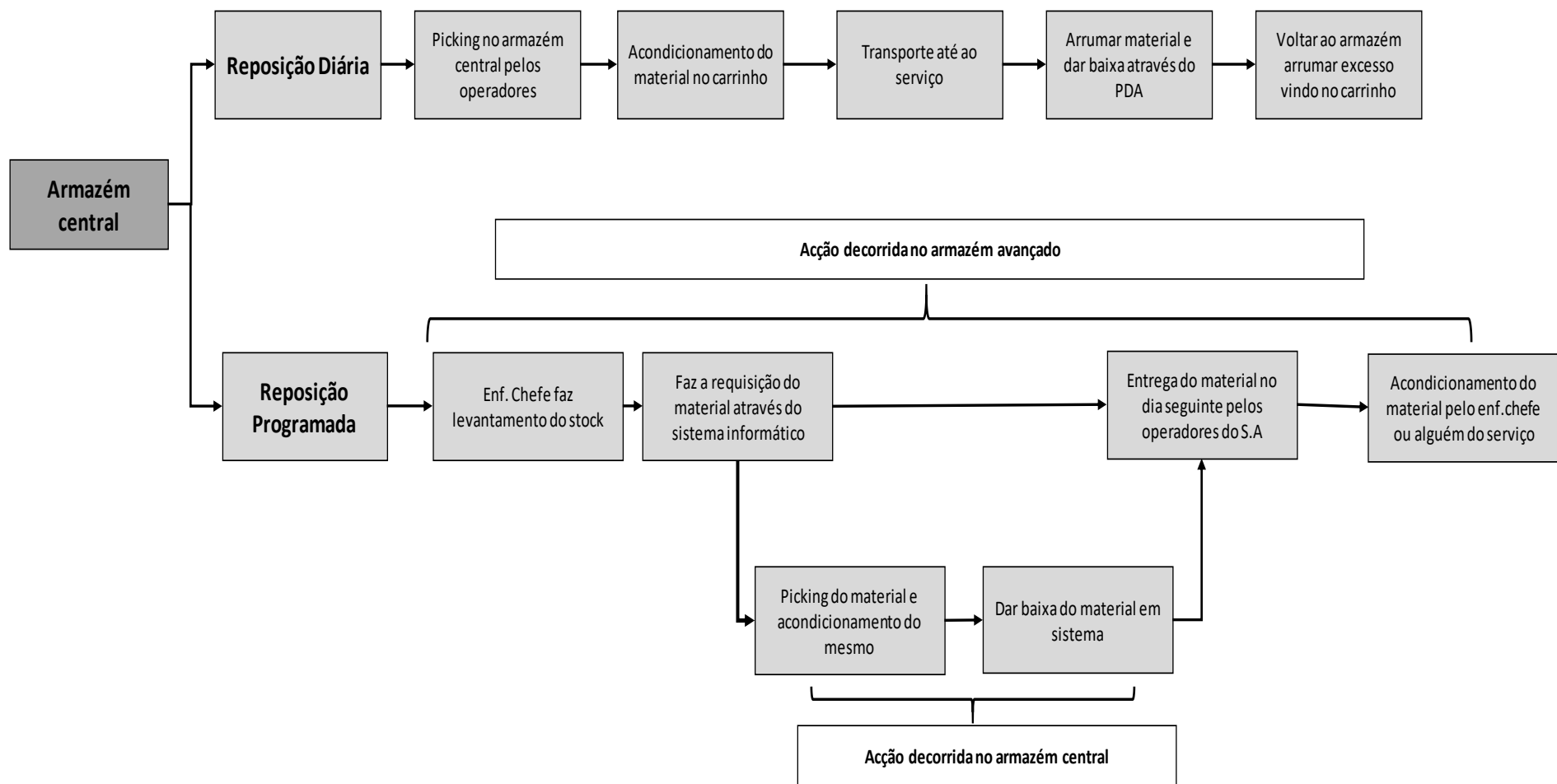


Figura 3-1-Tipos de reposição de material do CHTMAD.

Mas como funciona cada um dos sistemas? De seguida, explica-se cada um dos sistemas de entrega de material adotados pelo departamento de aprovisionamento do CHTMAD.

3.1. Reposição diária

O método de reposição diária é uma das formas que o sistema de aprovisionamento do CHTMAD tem de satisfazer as necessidades dos funcionários e utentes em relação ao consumo de materiais hoteleiros e hospitalares.

Este processo consiste em fazer chegar diariamente alguns produtos de elevado consumo aos vários serviços do hospital. Atualmente são distribuídos diariamente 14 produtos, no entanto apenas 6 desses produtos são considerados produtos do tipo A, são eles:

- Esponjas para higiene (Produto 1);
- Luvas de exame em nitrilo S (Produto 2);
- Luvas de exame em nitrilo M (Produto 3);
- Luvas de exame em nitrilo L (Produto 4);
- Fraldas para adultos (Produto 5);
- Resguardos para incontinentes (Produto 6);

Mas, como se processa esta forma de distribuição de material? Tudo começa no armazém central com dois funcionários do CHTMAD que realizam o *picking* e acondicionamento de todo o material, pré-estabelecido a ser deixado nos serviços, nos meios de transporte disponíveis, neste caso um porta paletes elétrico e um carrinho de compras. De seguida esses mesmos funcionários percorrem os serviços abrangidos pelo sistema de reposição diária, os quais abastecem com as quantidades de material pré estabelecidas. Muitas vezes essas quantidades necessitam de ajustes porque ainda existe uma quantidade considerável de alguns materiais nos armazéns avançados, acabando por não se entregar toda a quantidade transportada. Uma vez terminada a entrega de material em todos os serviços, estes voltam ao armazém central para arrumar o carrinho e o material restante. Este processo está representado na Fig. 3-1.

Depois de acompanhar este processo várias vezes, empiricamente é possível verificar algumas falhas no que diz respeito ao dimensionamento das quantidades a deixar nos serviços, notando-se claramente que existem, maioritariamente, serviços em que a quantidade pré-estabelecida de alguns materiais a serem distribuídos é maior do que a necessidade real destes. Contudo, também existem casos onde se verifica rotura de stocks.

Além disso, é de realçar a falta de sinalética visual para a distribuição de material diário, o que dificulta o trabalho de quem o efetua.

3.2. Reposição programada

A reposição programada caracteriza-se pelo processo no qual as encomendas são realizadas com uma periodicidade semanal ou bissemanal dependendo dos serviços em questão. Neste tipo de reposição é entregue todo o material hospitalar e hoteleiro necessário no serviço em causa e que não é abrangido pela metodologia de distribuição diária. Uma outra característica deste tipo de reposição é o envolvimento de vários intervenientes, nomeadamente enfermeiros chefe do serviço e equipa do sistema de aprovisionamento do armazém central.

De seguida é descrito o procedimento da reposição programada passo a passo (processo que apesar de mais complexo já se encontra bem enraizado nas rotinas do sistema de aprovisionamento do CHTMAD) e que está apresentado na Fig. 3-1. Todas as semanas é feito, uma ou duas vezes mediante o serviço em causa, um inventário do material em stock no armazém(ns) avançado(s) do serviço pelo enfermeiro chefe. Da análise do stock inventariado surge uma requisição com o pedido de material em falta para atingir os níveis pré-estabelecidos de material. Depois da requisição estar completa, o enfermeiro chefe informa o armazém central, através do sistema informático, acerca de quais os produtos e as respetivas quantidades a repor. De seguida a requisição é recebida pelo armazém central através do sistema informático, a qual é impressa e deixada num local específico para mais tarde ser feito o *picking* do material; essa mesma requisição é, usualmente, satisfeita (reposta) no dia posterior à chegada desta ao armazém central, ou seja, se a requisição chegar na segunda-feira está será entregue ao serviço na terça-

feira. Ocasionalmente o dia de chegada da requisição e o da entrega do material ao respetivo serviço podem coincidir. Já no armazém central é realizado o *picking* do material requisitado por um funcionário do sistema de aprovisionamento, uma vez que o *picking* está completo a encomenda é deixada para outra equipa fazer a distribuição no serviço. Paralelamente no armazém central é dada baixa do material que vai ser entregue ao serviço no sistema informático do sistema de aprovisionamento. A equipa de distribuição sai do armazém central e desloca-se ao serviço em causa, onde deixa o material, para posteriormente ser arrumado normalmente por um auxiliar ou ocasionalmente por um enfermeiro, terminada a entrega de material a equipa volta ao armazém central.

Esta metodologia requer, como se pode ver, a intervenção de vários intervenientes para fazer chegar o material ao serviço em causa. Intervenientes esses que podem não ser os mais indicados para a função, como por exemplo o enfermeiro chefe que está a despende tempo numa função de inventário em vez de prestar cuidados de saúde aos seus doentes.

Capítulo 4 - Metodologia e resultados

Depois de contextualizado o problema fica claro que existem duas vertentes distintas neste caso de estudo:

1. Ajustar as quantidades dos produtos A que atualmente são distribuídos na reposição diária.
2. Analisar a viabilidade do alargamento aos restantes produtos A ao método de reposição diária.

Assim sendo, e aplicando os conhecimentos adquiridos sobre ferramentas *Lean* e gestão de *stocks* iniciou-se o estudo do caso prático com o auxílio do ciclo PDCA.

Começou-se na fase **“Plan”** por realizar um *brainstorming* com objetivo de averiguar qual seria a melhor forma de abordar o problema, para tal recorreu-se a ferramenta diagrama de Ishikawa (Fig.4.1) de modo a averiguar as causas e definir um objetivo. Nesta fase decidiu-se começar a acompanhar o processo de reposição diária de modo a mapear o processo e identificar os maiores pontos de desperdício. Ao longo dessas *gemba walks* ficou evidente uma das 7 formas de desperdícios: o sobre processamento uma vez que são levadas quantidades superiores ao necessário, despendendo assim mais tempo na ação de *picking*, no acomodamento do material, exigindo mais esforço aos funcionários e ainda um maior desgaste dos equipamentos (carrinhos).

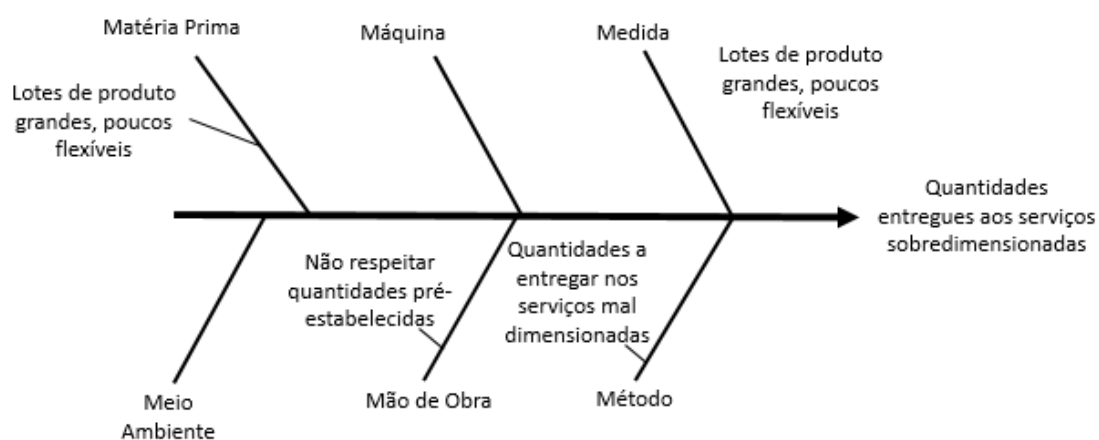


Figura 4-1-Diagrama de Ishikawa (Fase Plan) (Fonte: Elaborada pelo autor)

Ainda na fase “**Plan**” do ciclo PDCA começou-se a analisar os consumos dos seis produtos A distribuídos diariamente entre o período de Janeiro a Outubro de 2015, de forma a poder verificar se as quantidades entregues atualmente nos serviços estavam bem ajustadas à procura real. Da análise realizada surgem os gráficos que a seguir se apresentam, Gráfico 4.1 a 4.6, nos quais para além de ser possível visualizar as quantidades distribuídas dos produtos em causa, pode ainda verificar-se a quantidade de material distribuída no serviço, assim como a proposta de ajuste que mais tarde viria a ser testado, sendo este ajuste o objectivo final da fase “**Plan**”. Inicia-se a segunda fase do ciclo PDCA, a fase “**Do**”, *na qual se determina um valor para a procura através da construção de um intervalo de confiança a 98 % para a procura média*. Esse intervalo contém com alguma garantia o parâmetro procura média e é dado por:

$$\left[\bar{x} - \frac{2.326 \times s}{\sqrt{n}}; \bar{x} + \frac{2.326 \times s}{\sqrt{n}} \right]$$

em que $\bar{x}$ é a procura média observada na amostra, s é o desvio padrão da amostra, e n é a dimensão da amostra.

Para tentar que não haja roturas, fez-se a opção mais cautelosa dentro dessa gama de valores, propondo-se o limite superior do intervalo de confiança obtido, que é apresentado na coluna “ajuste proposto” da Tabela 4.1. Esta abordagem tem algumas limitações uma vez que não considera o comportamento da procura ao longo do tempo.

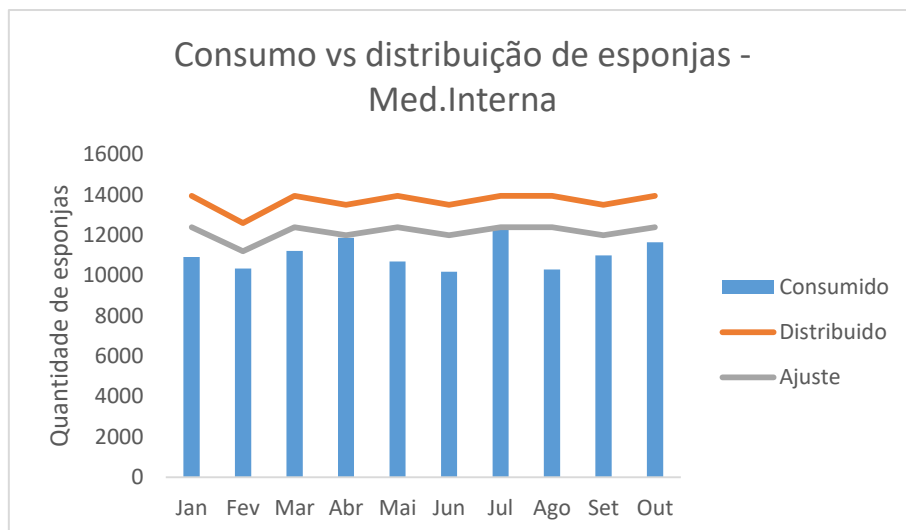


Gráfico 4-1 -Consumo vs distribuição de esponjas

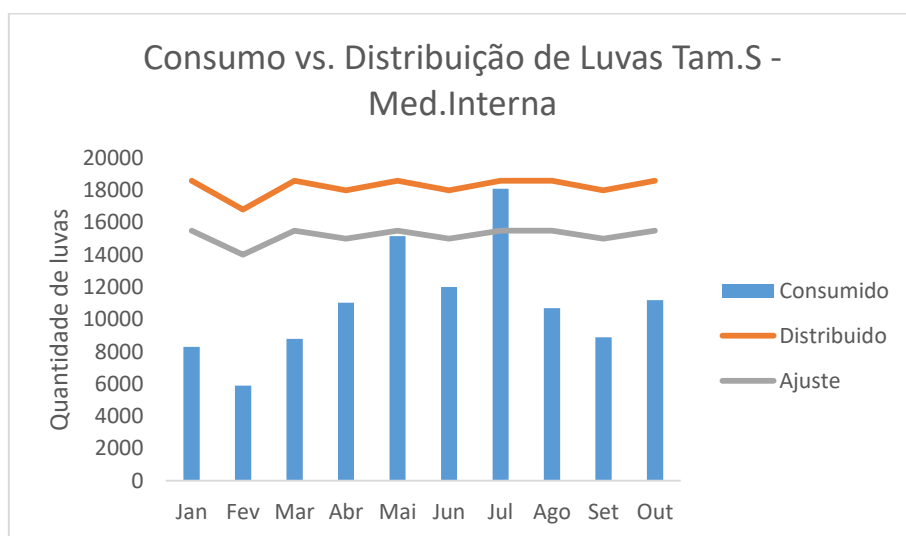


Gráfico 4-2-Consumo vs distribuição de luvas S

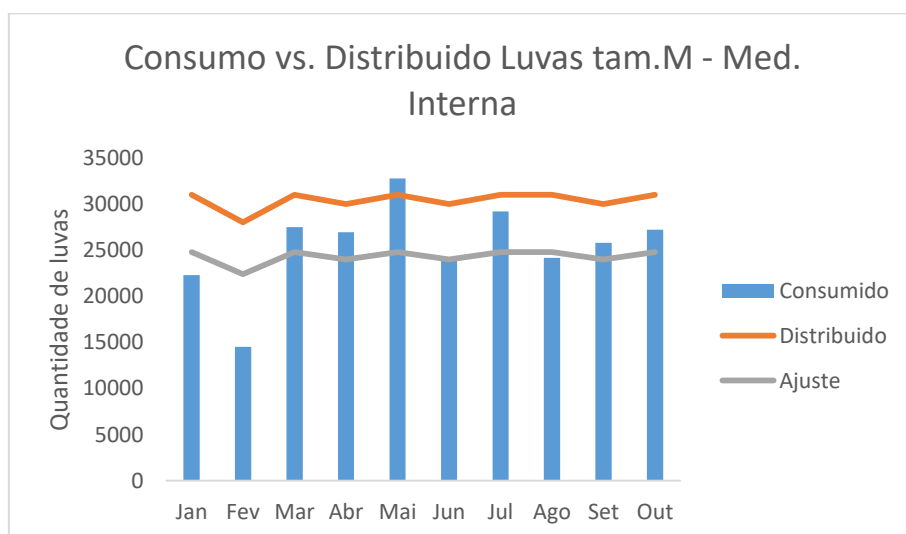


Gráfico 4-3-Consumo vs distribuição de luvas M

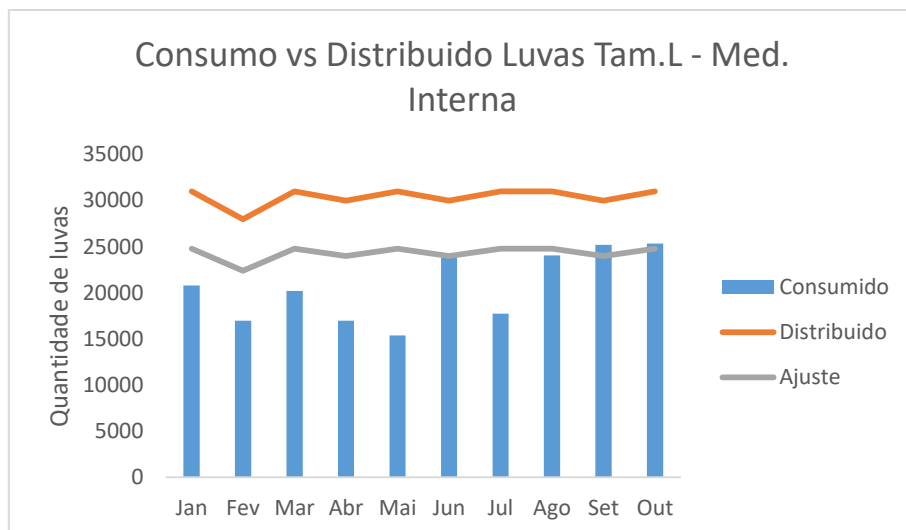


Gráfico 4-4-Consumo vs distribuição de luvas L

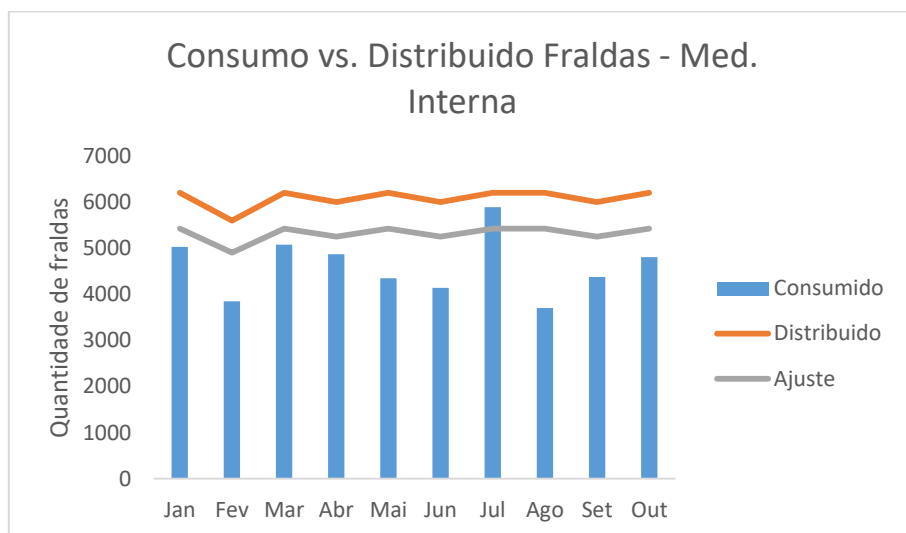


Gráfico 4-5-Consumo vs distribuição de fraldas

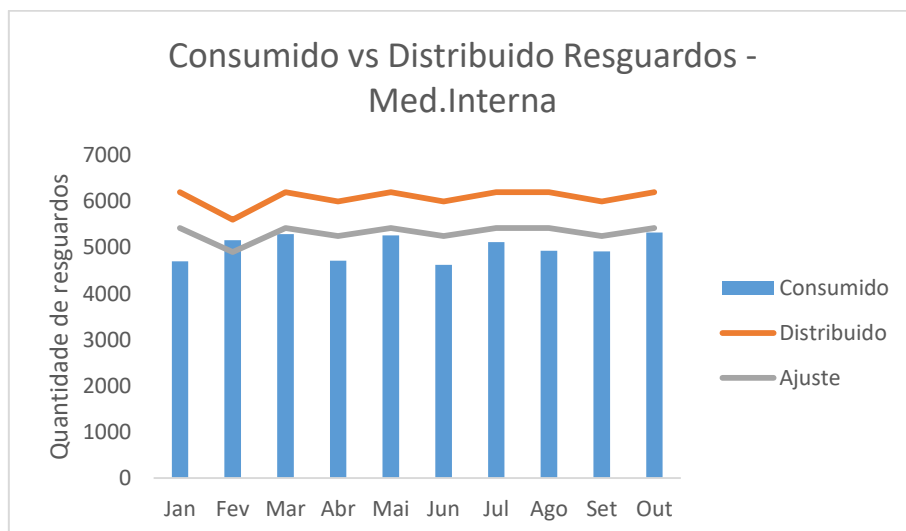


Gráfico 4-6-Consumo vs distribuição de resguardos

Através da análise dos dados anteriormente apresentados, gráficos 4-1 a 4-6, conclui-se que é possível ajustar as quantidades a serem distribuídas no serviço de medicina interna de pelo menos 5 produtos, sendo as luvas tamanho M (produto 3) as que levantam mais dúvidas sobre essa possibilidade. Na tabela que se segue apresenta-se a informação resumida dos valores observados e das propostas de ajuste (Tab.4.1).

Tabela 4-1-Quantidades distribuídas atualmente vs. Ajuste proposto

Produto	Entrega diária	Ajuste proposto
Produto 1	450	400
Produto 2	600	500
Produto 3	1000	800
Produto 4	1000	800
Produto 5	200	175
Produto 6	200	175

Obtidos os valores das quantidades que serão propostas como possíveis ajustes, chega então a altura de testar os valores obtidos através da análise estatística. Para isso foi essencial a colaboração da equipa de aprovisionamento do CHTMAD que durante um período de 21 dias deixou de distribuir as quantidades estabelecidas e passaram a distribuir o ajuste proposto. Terminado o período de teste, das novas quantidades a ser repostas no serviço de medicina interna, chega o momento de analisar os resultados ao longo desse mesmo período, inicia-se assim a terceira fase do ciclo PDCA, a fase “**Check**”. De seguida, apresentam-se os resultados da monitorização do novo plano de entregas (Gráfico 4-7 a 4-12).

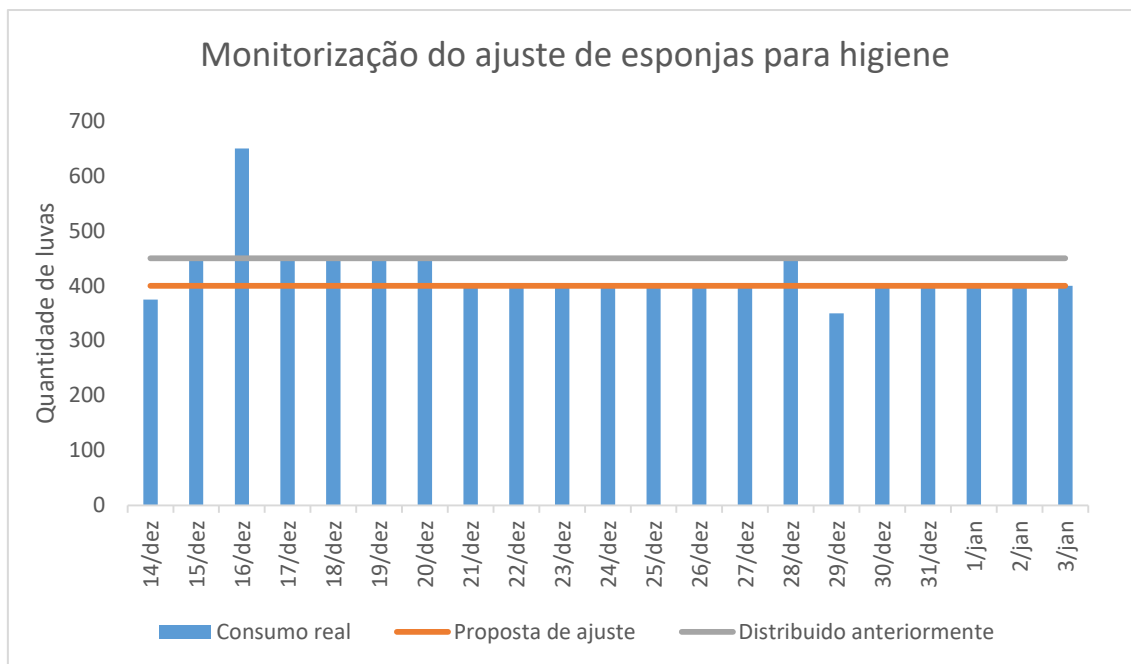


Gráfico 4-7-Monitorização do ajuste para o produto A

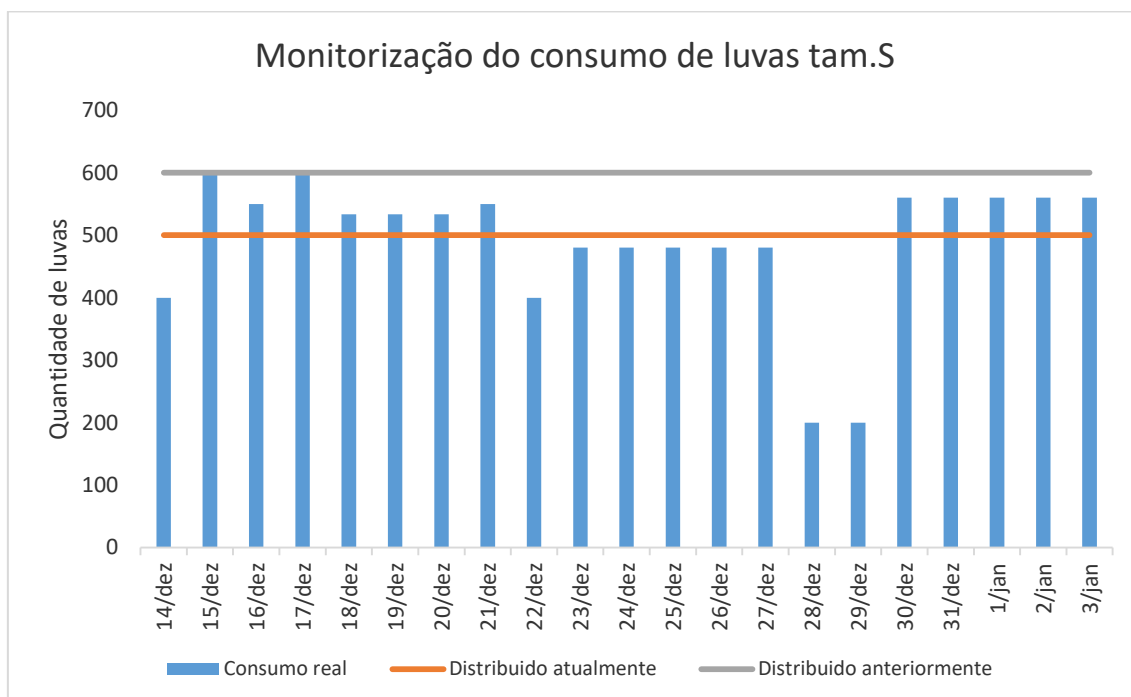


Gráfico 4-8-Monitorização do ajuste do produto B

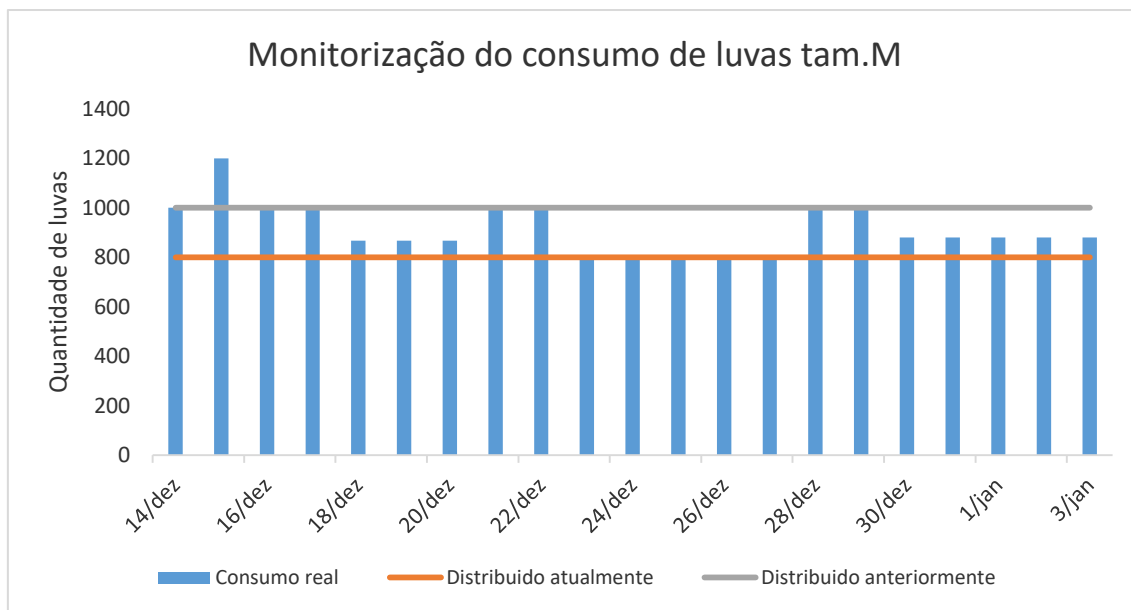


Gráfico 4-9-Monitorização do ajuste do produto C

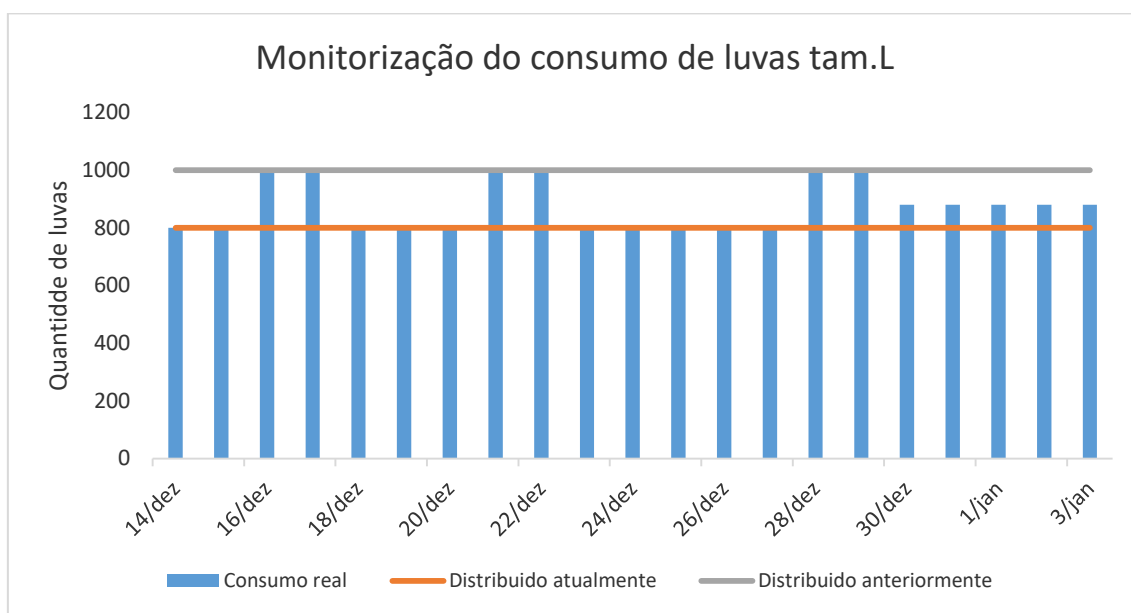


Gráfico 4-10-Monitorização do ajuste do produto D

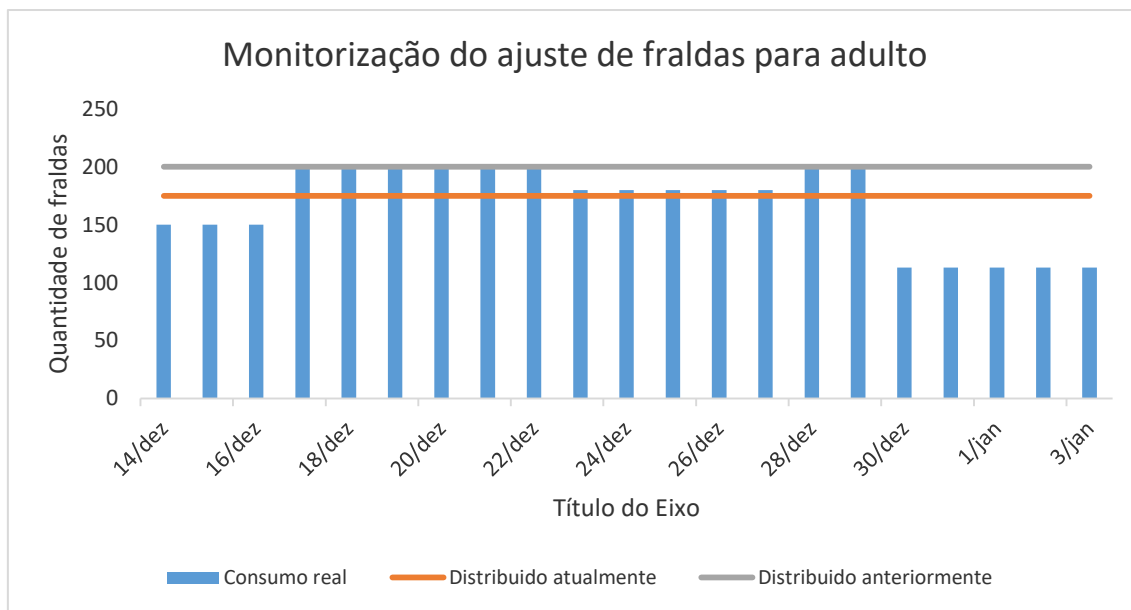


Gráfico 4-11-Monitorização do ajuste do produto E

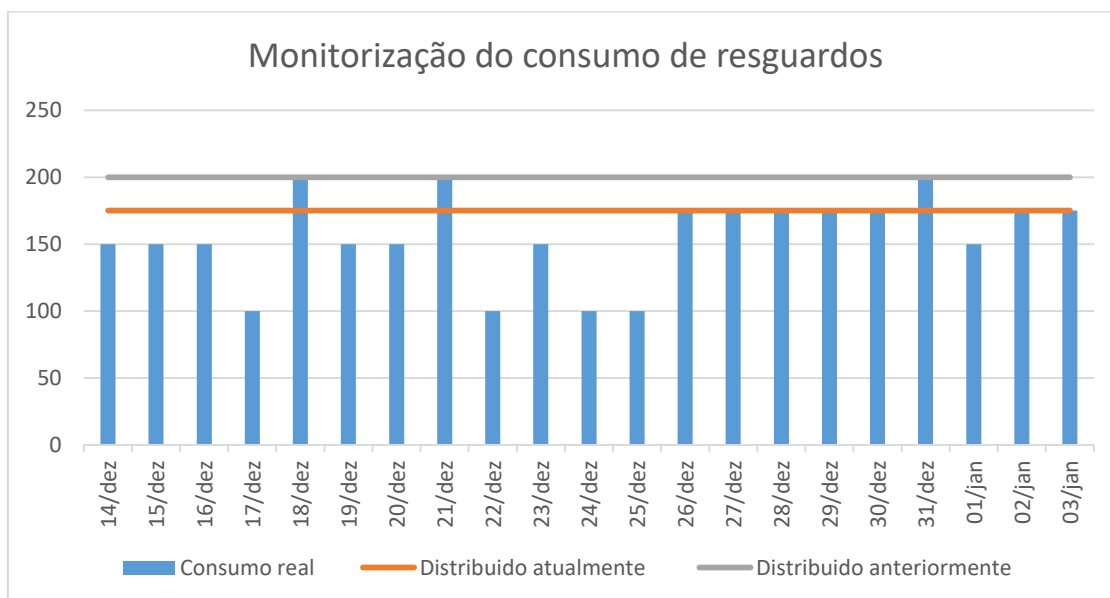


Gráfico 4-12-Monitorização do ajuste do produto F

Os resultados visíveis nos gráficos anteriores foram obtidos através do registo das quantidades deixadas nos serviços. Nos casos em que as quantidades deixadas nos serviços não foram suficientes, ou seja, existiu rotura de stock, o acréscimo de material foi solicitado por algum elemento do serviço de medicina interna ao armazém central. Este acréscimo da quantidade solicitada pelo serviço era registado no momento do pedido e respetiva entrega, no próprio armazém central.

Através da análise dos resultados obtidos no serviço de medicina interna, deparamo-nos com resultados muito contrários aqueles que esperaríamos inicialmente, uma vez que ocorreram várias roturas de *stocks* várias vezes ao longo da experiência, tal como é apresentado na Tabela 4.2.

Tabela 4-2-Roturas de stock

Produtos	Frequência de rotura c/reposição atual^g (dias)	Frequência de rotura c/reposição atual (%)	Frequência de rotura c/ajuste proposto (dias)	Frequência de rotura c/ajuste proposto (%)
1- Resguardo para incontinentes	0	0,0	3	14,3
2- Fralda (tamanho grande- Adulto)	0	0,0	8	38,1
3- Luvas de exame tamanho S	0	0,0	1	4,8
4- Luvas de exame tamanho M	1	4,8	8	38,1
5- Luvas de exame tamanho L	0	0,0	11	52,4
6- Esponjas para higiene	1	4,8	7	33,3

^g Reposição atual – Neste caso a reposição atual refere-se às quantidades que eram repostas nos serviços antes da realização do ajuste de quantidades.

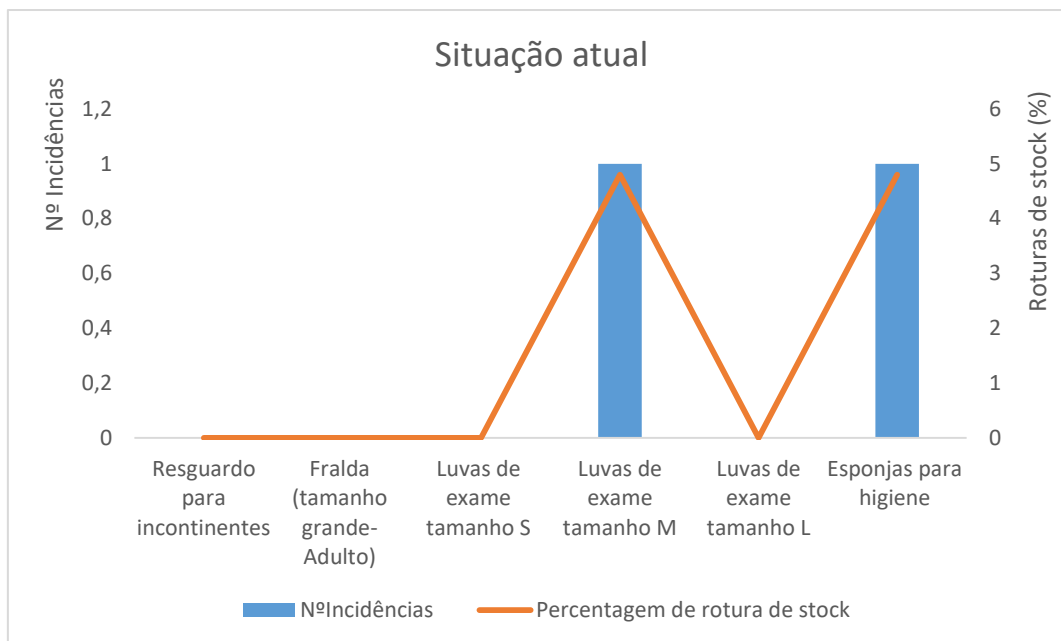


Gráfico 4-13-Roturas de stock sem ajustar quantidades distribuídas

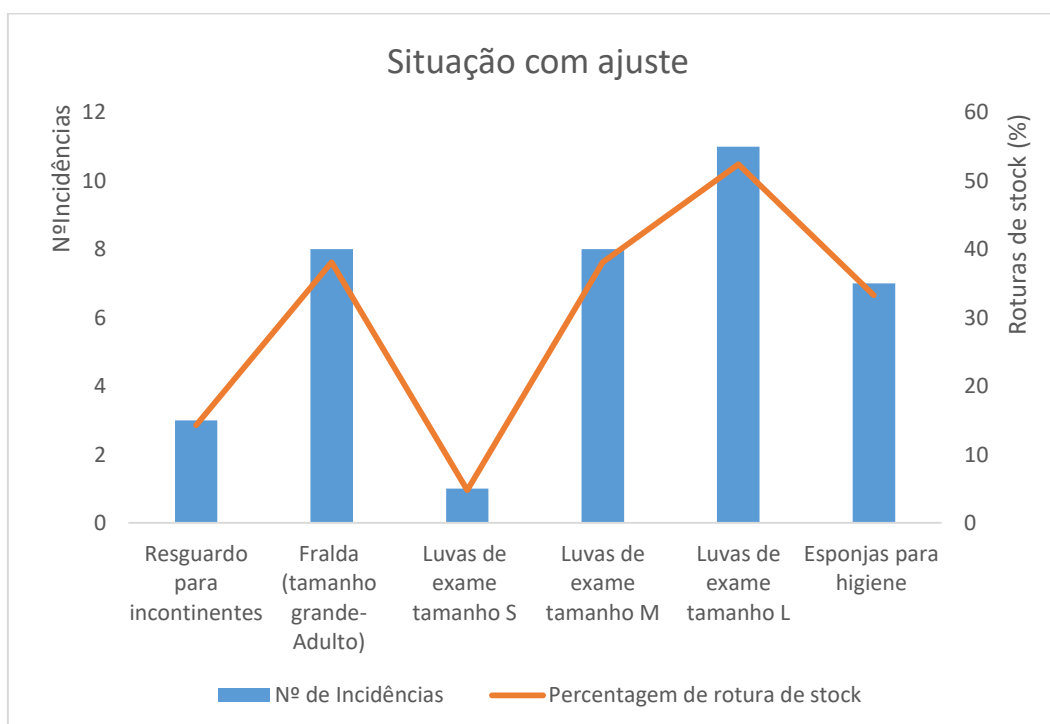


Gráfico 4-14-Roturas de stock depois de ajustar quantidades distribuídas

Já no final desta fase **“Check”** e confrontando os resultados obtidos com as expectativas, a existência de roturas para vários artigos sugerem-se várias hipóteses para justificar o sucedido:

- Nos dados referentes às entregas de material no ano de 2015 Não existirem dados referentes aos meses de Novembro e Dezembro, que coincide com o mês do teste realizado;
- Um aumento da procura, ou seja, uma maior afluência de utentes aos cuidados de saúde, em relação aos registos anteriores notada pelos enfermeiros chefes;
- Um curto período de experiência;
- Falhas nos registos, tanto nos que foram previamente analisados para definir a quantidade a ser utilizada na nova proposta, como nos dados retirados na fase de monitorização, uma vez que o processo de registo não alterou possibilitando assim os mesmo erros de registo que anteriormente.
- Os registos dos dados disponíveis pelo serviço de aprovisionamento tratem-se de registo de entregas e não de consumos reais.
- Limitação da análise estatística aplicada (intervalo de confiança para a entrega média).

A constatação de limitações ou possíveis erros de análise na primeira abordagem aos problemas desencadeou a última fase do ciclo PDCA, a fase **“Act”**. Nesta fase de forma a responder aos pontos levantados anteriormente surge, como ação corretiva a utilização de um novo ciclo PDCA.

Este segundo ciclo PDCA inicia-se através de um brainstorming, cujo objetivo é dar resposta aos potenciais erros cometidos anteriormente. Começou-se então por analisar o caso mais flagrante, o qual consiste em analisar os dados referentes aos meses do estudo, ou seja, Novembro e Dezembro. Para tal recorreu-se aos registos de entregas do ano anterior (2014) para o período homólogo. Depois de obtidos os dados referentes às entregas de material desencadeia-se a segunda fase do ciclo PDCA, a fase **“Do”**, na qual se realiza o tratamento dos dados de forma a conseguir retirar ilações dos mesmos. É já durante a terceira fase do ciclo que através dos resultados obtidos se constata que a tendência de consumo apesar de um pouco superior é semelhante a dos meses anteriores. Esta informação pode ser consultada no Anexo.

Em paralelo, durante a segunda fase do ciclo PDCA, foi testada uma nova abordagem ao problema a qual consiste em ajustar a análise estatística, utilizando os métodos de previsão para prever a procura dos artigos em causa. Recorreu-se ao método de previsão amortecimento exponencial simples, o qual já foi previamente explicado ao longo do Capítulo 2.

Na aplicação do método de amortecimento exponencial simples (AES), recorreu-se à técnica da minimização do erro quadrático médio, EQM (4.4), para a obtenção da constante de amortecimento ótima, $\alpha_{\text{ótimo}}$. Nesta abordagem foi usado o histórico de entregas referentes ao período de início de Janeiro a final de Outubro de 2015 inicializando-se o valor previsto inicial com o primeiro valor observado. Considera-se:

$$\hat{x}_1 = x_1 \quad (4.1)$$

$$\hat{x}_{i+1} = \alpha x_i + (1 - \alpha) \hat{x}_i, \quad i = 1, \dots, n - 1 \quad (4.2)$$

Em que n é o número de instantes do horizonte temporal para os quais há dados sendo x_i o valor observado no instante i e o valor $\hat{x}_i$ é o valor estimado para o instante i , em que o parâmetro de alisamento exponencial, α , é obtido resolvendo um problema de otimização onde se minimiza o Erro Quadrático Médio, EQM, considerando como restrições:

$$0 \leq \alpha \leq 1 \quad (4.3)$$

Em que a fórmula do erro quadrático médio é a seguinte:

$$EQM = \frac{\sum_{i=2}^n (x_i - \hat{x}_i)^2}{n - 1} \quad (4.4)$$

O problema de otimização foi resolvido usando o “solver” do Excel, o qual considera uma amostra de tamanho 301 (n) em que cada entrada da amostra corresponde aos dias em que foi entregue o produto em questão no período de Janeiro a Outubro de

2015. Os valores ótimos das constantes de amortecimento bem como os valores de previstos de consumo são apresentados na Tabela 4-3.

Tabela 4-3-Valores previstos e α ótimo

Produto	Previsão de consumo	α ótimo
Produto 1	368	0.033
Produto 2	388	0.174
Produto 3	955	0.141
Produto 4	888	0.163
Produto 5	163	0.113
Produto 6	185	0.096

Confrontando os valores obtidos através deste método de previsão com os valores do ajuste que tinha sido proposto usando o limite superior do intervalo de confiança para o consumo médio, podemos constatar que existem diferenças significativas nos valores. Analisando essas diferenças constata-se que as quantidades sugeridas pelo método AES para 3 artigos são maiores, contudo para outros 3 artigos verifica-se o oposto, a previsão indica uma quantidade menor do que a proposta no ajuste. Ou seja, se já com os valores propostos no ajuste existiu rotura de stocks, com quantidades menores o problema iria agravar-se (Tabela 4.4).

Tabela 4-4-Quantidades intervalo de confiança vs previsão

Produto	Entrega diária	Ajuste proposto pelo intervalo de confiança à média	Previsão de consumo pelo método de previsão AES
Produto 1	450	400	368
Produto 2	600	500	388
Produto 3	1000	800	955
Produto 4	1000	800	888
Produto 5	200	175	163
Produto 6	200	175	185

De acordo com os princípios de uma “boa” gestão de stocks e de forma a solucionar este problema optou-se por adotar stocks de segurança que garantissem um nível de serviço de 98% para estes produtos. Para calcular o stock de segurança recorreu-se à fórmula:

$$SS = z * \sigma \quad (4.5)$$

Onde z é o percentil de probabilidade da distribuição Normal que assegura um nível de serviço de 98% e σ é o desvio padrão dos valores previstos.

Assim sendo, os valores obtidos para as quantidades a serem deixadas nos serviços foram os seguintes:

Tabela 4-5-Quantidades distribuídas considerando a previsão mais stock de segurança

Produto	Desvio padrão	Stock de segurança (SS)	Previsão + SS	Entrega diária atual observada
Produto 1	16	30	397	450
Produto 2	84	164	551	600
Produto 3	128	253	1208	1000
Produto 4	190	373	1260	1000
Produto 5	23	44	207	200
Produto 6	16	30	205	200

Pode-se verificar que adotando uma estratégia em que se considere o stock de segurança para as previsões obtidas, os valores são muito próximos dos valores que são distribuídos atualmente, o que nos leva a acreditar que existem erros nas recolhas dos dados obtidos. Pois, se existe uma tendência claramente de sobredimensionamento visível no estudo realizado aos consumos mensais, seria de prever que existisse possibilidade de diminuir as quantidades diárias a serem deixadas nos serviços.

Para além disso, por este método vemos que existem 2 produtos que verão as suas quantidades a ser deixadas nos serviços aumentadas (Luvas M (Produto 4) e Luvas L (Produto 5)), que por sua vez, eram, dos produtos em estudo, aqueles em que mais rapidamente ocorria rotura de stocks segundo a percepção dos funcionários do sistema de aprovisionamento, e de alguns enfermeiros, percepção corroborada pela Tabela 4-2 respetiva à rotura de stocks.

Devido à impossibilidade de testar estes novos valores de quantidades a serem distribuídas nos serviços, não foi possível finalizar o ciclo PDCA.

Pode-se então dar por concluído o primeiro caso de estudo referido no início do capítulo, e iniciar-se o estudo da viabilidade do alargamento da reposição diária a todos os produtos classe A, que neste momento estão a ser distribuídos através do sistema de reposição programada. A classificação ABC dos produtos da reposição programada teve como base dois parâmetros, o custo unitário e os consumos. Resultantes desta análise foram-nos indicados 20 produtos (apresentados no Anexo) que irão ser alvo do caso de estudo.

Usamos novamente a metodologia do PDCA mas, tal como no segundo ciclo do caso anterior, não poderá aplicar-se a fase de Do and Check.

Assim e depois de realizado um *brainstorming* durante a fase “**Plan**”, onde foi de novo usada a ferramenta diagrama de Ishikawa para analisar as causas do problema e definição do objetivo, o qual consiste em estudar a viabilidade do alargamento dos produtos A ao sistema de reposição diária, resultou assim a necessidade de analisar os dados referentes ao histórico de entregas de três anos (2013, 2014, 2015) dos artigos selecionados, começou-se então a fase “**Do**”.

Ao invés da metodologia de reposição diária, neste tipo de entrega não existe nenhum registo diário das entregas pelo que houve necessidade de fazer uma estimativa diária das quantidades consumidas de cada artigo para os meses em análise, a partir das entregas. A quantidade correspondente às entregas mensais de cada um dos artigos foi dividida pelo número de dias do mês em questão, obtendo assim uma aproximação do consumo diário. Esta abordagem supõe que o consumo foi igual em todos os dias de cada um dos meses, o que não corresponde à realidade. Mas, a falta de registos do consumo obrigou a efetuar algumas simplificações. Esta metodologia foi aplicada para os 36 meses dos 3 anos em análise (Tab. 4.6).

Tabela 4-6-Análise do histórico de um dos produtos alvo de estudo

COMPRESA N/TECIDO, N/ESTERIL (Ref: 211009007)						
	2013		2014		2015	
	MENSAL	"DIARIO"	MENSAL	"DIARIO"	MENSAL	"DIARIO"
JAN	24000	774,194	18600	600	25000	806,452
FEV	23000	821,429	18600	664,286	25000	892,857
MAR	23600	761,29	17000	548,387	26400	851,613
ABR	26400	880	26200	873,333	24000	800
MAI	21000	677,419	9400	303,226	24000	774,194
JUN	23000	766,667	13000	433,333	21600	720
JUL	26000	838,71	25000	806,452	26000	838,71
AGO	22400	722,581	21000	677,419	28000	903,226
SET	27000	900	24000	800	24000	800
OUT	23000	741,935	23200	748,387	29000	935,484
NOV	20000	666,667	21000	700	28000	933,333
DEZ	26000	838,71	25000	806,452	26000	838,71

Depois de obter uma aproximação dos consumos diários para cada produto através da média de consumos do mês (e paralelamente à realização da experiência de ajuste das quantidades da reposição diária), foi realizado um estudo estatístico baseado nos limites superiores dos intervalos de confiança de 98% e 99%, para tal foi considerada a média do consumo diário e desvio padrão da amostra de dimensão 36 correspondente aos meses em análise (Tab. 4.7).

Tabela 4-7 -Análise estatística de um dos produtos alvo de estudo

COMPRESA N/TECIDO, N/ESTERIL (Ref: 211009007)								
	2013		2014		2015		2016	
	MENSAL	"DIARIO"	MENSAL	"DIARIO"	MENSAL	"DIARIO"	MENSAL	"DIARIO"
JAN	24000	774,194	18600	600	25000	806,452	24000	774,194
FEV	23000	821,429	18600	664,286	25000	892,857	13000	464,286
MAR	23600	761,29	17000	548,387	26400	851,613	12000	387,097
ABR	26400	880	26200	873,333	24000	800	0	0
MAI	21000	677,419	9400	303,226	24000	774,194	0	0
JUN	23000	766,667	13000	433,333	21600	720	0	0
JUL	26000	838,71	25000	806,452	26000	838,71	0	0
AGO	22400	722,581	21000	677,419	28000	903,226	0	0
SET	27000	900	24000	800	24000	800	0	0
OUT	23000	741,935	23200	748,387	29000	935,484	0	0
NOV	20000	666,667	21000	700	28000	933,333	0	0
DEZ	26000	838,71	25000	806,452	26000	838,71	0	0
ANUAL	285400	782,467	242000	663,44	307000	841,215	49000	619,24
98%	Média		813,192		99%	Média	762,374	818,654
	Diária	762,374				Diária		
	Desvio					Desvio		
	Padrão	131,087				Padrão	131,087	

Depois de obtidos os resultados para a experiência relativa ao nivelamento das quantidades para os produtos que são repostos diariamente, os quais desacreditaram a análise estatística efetuada, decidiu-se optar por analisar o problema através da previsão da procura usando o método AES aliada ao stock de segurança. Apesar dessa técnica não ter sido validada experimentalmente, acredita-se que as roturas de stock iriam ser muito reduzidas, uma vez que o sistema atualmente parece sobredimensionado e os valores obtidos foram ou ligeiramente inferiores ou até mesmo superiores ao distribuído atualmente.

Assim, tal como anteriormente, recorreu-se á técnica do amortecimento exponencial simples (4.2) e ao EQM (4.4) de modo a obter a previsão da procura e o parâmetro de alisamento exponencial, α , ótimo (Tabela 4.8). Para tal foram usados os valores de consumo diários obtidos através da técnica descrita anteriormente.

Tabela 4-8-Previsão de consumos de produtos da RP.

Artigo	Previsão	α ótimo
COMPRESA N/TECIDO, N/ESTERIL (Ref: 211009007)	860,8964	0,257529
COMPRESA N/TECIDO, ESTERIL (Ref:211009026)	131,4527	0,484656
COMPRESA N/TECIDO, ESTERIL (Ref:211009027)	235,036	0,05175
COMPRESA N/TECIDO, ESTERIL (Ref:211009028)	131,4354	0,169123
AGULHA HIPODÉRMICA, ESTERIL (Ref: 230001102)	65,5682	0,313645
AGULHA HIPODÉRMICA, ESTERIL C/BIS (Ref: 230001104)	124,0845	0,32229
SERINGA IRECUPERAVEL, 2PE (Ref: 230002901)	114,2094	0,205831
SERINGA IRECUPERAVEL, 2PE (Ref: 230002902)	90,26978	0,171561
SERINGA IRECUPERAVEL, 2PE (Ref: 230002904)	77,41935	0
SERINGA IRECUPERAVEL, 2PE (Ref: 230002903)	90,75958	0,227684
SISTEMA INFUSÃO C/AREJADOR (Ref: 230003300)	103,1084	0,046875
VÁLVULA BI-DIRECIONAL (Ref: 230007403)	22,71558	0,182626
PROTETOR AURICULAR PARA T (Ref:230009602)	180,6452	0,00
ELECTRODO COM ESPUMA HIDR (Ref:240001100)	6,451613	0,000
ADAPTORES COM TERMINAL L (250004010)	13,13135	0,11778
LANCETA ESTERELIZADA P/PICAD (Ref:250007000)	135,2332	0,14914
SISTEMA FECHADO COLHEITA (V (Ref:250050016)	31,85206	0,10150
SISTEMA FECHADO COLHEITA (Ref: 250050020)	37,13526	0,58728
AVENTAL EM PLASTICO (Ref: 290005035)	123,9708	0,25662
BABETE IRECUPERAVEL (Ref:291031010)	111,4056	0,42772

Estão reunidas as condições para aplicar a metodologia que conjuga o valor de previsão mais um stock de segurança para os produtos em questão. Os valores obtidos estão patentes na tabela 4.9.

Tabela 4-9-Distribuição diária para o alargamento dos produtos A (previsão + SS)

Para distribuição diária										
Artigo	Previsão	Desvio padrão	SS	Previsão+ SS	Qtd/ caixa	Cxs neces sárias	Excesso (unds)	CPU	Custo Excesso (€)	Custo total (€)
COMPRESA N/TECIDO, N/ESTERIL (Ref: 211009007)	861	131,1	256,9	1117,9	200	6	83	0,0021	0,1743	2,52
COMPRESA N/TECIDO, ESTERIL (Ref:211009026)	132	86,4	169,3	301,3	200	2	99	0,0034	0,3366	1,36
COMPRESA N/TECIDO, ESTERIL (Ref:211009027)	236	64,0	125,4	361,4	1000	1	639	0,0103	6,5817	10,3
COMPRESA N/TECIDO, ESTERIL (Ref:211009028)	132	34,1	66,8	198,8	100	2	2	0,0270	0,054	5,4
AGULHA HIPODÉRMICA, ESTERIL (Ref: 230001102)	66	27,7	54,2	120,2	100	2	80	0,0089	0,71248	1,7812
AGULHA HIPODÉRMICA, ESTERIL C/BIS (Ref: 230001104)	125	35,5	69,6	194,6	100	2	6	0,0085	0,051	1,7
SERINGA IRECUPERAVEL, 2PE (Ref: 230002901)	115	19,5	38,3	153,3	100	2	47	0,0161	0,7567	3,22
SERINGA IRECUPERAVEL, 2PE (Ref: 230002902)	91	15,7	30,8	121,8	100	2	79	0,0194	1,5326	3,88
SERINGA IRECUPERAVEL, 2PE (Ref: 230002904)	78	11,6	22,8	100,8	100	2	100	0,0294	2,9401	5,8802
SERINGA IRECUPERAVEL, 2PE (Ref: 230002903)	91	13,8	27,1	118,1	80	2	42	0,0460	1,932	7,36
SISTEMA INFUSÃO C/AREJADOR (Ref: 230003300)	104	10,3	20,1	124,1	200	1	76	0,1486	11,29527	29,7244
VÁLVULA BI-DIRECIONAL (Ref: 230007403)	23	4,0	7,9	30,9	50	1	20	0,3598	7,19654	17,99135
PROTETOR AURICULAR PARA T (Ref:230009602)	181	26,7	52,3	233,3	800	1	567	0,0405	22,9635	32,4
ELECTRODO COM ESPUMA HIDR (Ref:240001100)	7	2,5	4,9	11,9	50	1	39	0,0381	1,485744	1,9048
ADAPTORES COM TERMINAL L (250004010)	14	4,6	9,0	23,0	100	1	78	0,1300	10,14156	13,002
LANCETA ESTERELIZADA P/PICAD (Ref:250007000)	136	22,4	44,0	180,0	200	1	21	0,0486	1,019571	9,7102
SISTEMA FECHADO COLHEITA (V (Ref:250050016)	32	4,7	9,2	41,2	100	1	59	0,0540	3,187652	5,4028
SISTEMA FECHADO COLHEITA (Ref: 250050020)	38	7,7	15,0	53,0	100	1	47	0,0950	4,465	9,5
AVENTAL EM PLASTICO (Ref: 290005035)	124	21,2	41,5	165,5	100	2	35	0,0219	0,7665	4,38
BABETE IRECUPERAVEL (Ref:291031010)	112	26,0	51,0	163,0	100	2	38	0,0220	0,836	4,4
					Total	35	15099	7,907557	549,0017	1202,719

Contudo, achou-se por bem averiguar se esta seria a solução mais viável a optar, uma vez que não havia nenhum termo de comparação. Consequentemente iniciou-se um estudo para perceber se a distribuição diária deste tipo de produtos era realmente a melhor opção comparando com as seguintes hipóteses: distribuir os produtos bissemanalmente; ou fazer apenas uma entrega semanal. A informação referente aestes estudos encontra-se nas tabelas que se seguem, Tabela 4.10 e Tabela 4.11, respetivamente.

Tabela 4-10-Distribuição bissemanal para o alargamento dos produtos A (previsão + SS)

Para distribuição bissemanal										
Artigo	Previsão	Desvio padrão	SS	Previsão+ SS	Qtd/ caixa	Cxs neces sárias	Excesso (unds)	CPU	Custo Excesso (€)	Custo total
COMPRESA N/TECIDO, N/ESTERIL (Ref: 211009007)	3014	131,1	480,7	3494,2	200	18	106	0,0021	0,2226	7,56
COMPRESA N/TECIDO, ESTERIL (Ref:211009026)	462	86,4	316,8	778,8	200	4	22	0,0034	0,0748	2,72
COMPRESA N/TECIDO, ESTERIL (Ref:211009027)	826	64,0	234,6	1060,6	1000	2	940	0,0103	9,682	20,6
COMPRESA N/TECIDO, ESTERIL (Ref:211009028)	462	34,1	124,9	586,9	100	6	14	0,027	0,378	16,2
AGULHA HIPODÉRMICA, ESTERIL (Ref: 230001102)	231	27,7	101,5	332,5	100	4	68	0,008906	0,605608	3,5624
AGULHA HIPODÉRMICA, ESTERIL C/BIS (Ref: 230001104)	438	35,5	130,3	567,8	100	6	33	0,0085	0,2805	5,1
SERINGA IRECUPERAVEL, 2PE (Ref: 230002901)	403	19,5	71,6	474,1	100	5	26	0,0161	0,4186	8,05
SERINGA IRECUPERAVEL, 2PE (Ref: 230002902)	319	15,7	57,7	376,2	100	4	24	0,0194	0,4656	7,76
SERINGA IRECUPERAVEL, 2PE (Ref: 230002904)	273	11,6	42,6	315,6	100	4	85	0,029401	2,499085	11,7604
SERINGA IRECUPERAVEL, 2PE (Ref: 230002903)	319	13,8	50,7	369,2	80	5	31	0,046	1,426	18,4
SISTEMA INFUSÃO C/AREJADOR (Ref: 230003300)	364	10,3	37,6	401,6	200	3	199	0,148622	29,57578	89,1732
VÁLVULA BI-DIRECIONAL (Ref: 230007403)	81	4,0	14,8	95,3	50	2	5	0,359827	1,799135	35,9827
PROTETOR AURICULAR PARA T (Ref:230009602)	634	26,7	97,9	731,4	800	1	69	0,0405	2,7945	32,4
ELECTRODO COM ESPUMA HIDR (Ref:240001100)	25	2,5	9,2	33,7	50	1	17	0,038096	0,647632	1,9048
ADAPTORES COM TERMINAL L (250004010)	49	4,6	16,8	65,8	100	1	35	0,13002	4,5507	13,002
LANCETA ESTERELIZADA P/PICAD (Ref:250007000)	476	22,4	82,3	558,3	200	3	42	0,048551	2,039142	29,1306
SISTEMA FECHADO COLHEITA (V (Ref:250050016)	112	4,7	17,2	129,2	100	2	71	0,054028	3,835988	10,8056
SISTEMA FECHADO COLHEITA (Ref: 250050020)	133	7,7	28,1	161,1	100	2	39	0,095	3,705	19
AVENTAL EM PLASTICO (Ref: 290005035)	434	21,2	77,7	511,7	100	6	89	0,0219	1,9491	13,14
BABETE IRRECUPERAVEL (Ref:291031010)	392	26,0	95,3	487,3	100	5	13	0,022	0,286	11
Total						84	3856	2,259302	134,4715	714,5034

Tabela 4-11-Distribuição semanal para o alargamento dos produtos A (previsão + SS)

Para distribuição semanal										
Artigo	Previsão	Desvio padrão	SS	Previsão+ SS	Qtd/ caixa	Cxs neces sárias	Excesso (unds)	CPU	Custo Excesso (€)	Custo total
COMPRESA N/TECIDO, N/ESTERIL (Ref: 211009007)	6027	131,1	679,8	6706,8	200	34	94	0,0021	0,1974	14,28
COMPRESA N/TECIDO, ESTERIL (Ref:211009026)	924	86,4	448,0	1372,0	200	7	28	0,0034	0,0952	4,76
COMPRESA N/TECIDO, ESTERIL (Ref:211009027)	1652	64,0	331,8	1983,8	1000	2	17	0,0103	0,1751	20,6
COMPRESA N/TECIDO, ESTERIL (Ref:211009028)	924	34,1	176,7	1100,7	100	12	100	0,027	2,7	32,4
AGULHA HIPODÉRMICA, ESTERIL (Ref: 230001102)	462	27,7	143,5	605,5	100	7	95	0,008906	0,84607	6,2342
AGULHA HIPODÉRMICA, ESTERIL C/BIS (Ref: 230001104)	875	35,5	184,2	1059,2	100	11	41	0,0085	0,3485	9,35
SERINGA IRECUPERAVEL, 2PE (Ref: 230002901)	805	19,5	101,3	906,3	100	10	94	0,0161	1,5134	16,1
SERINGA IRECUPERAVEL, 2PE (Ref: 230002902)	637	15,7	81,6	718,6	100	8	82	0,0194	1,5908	15,52
SERINGA IRECUPERAVEL, 2PE (Ref: 230002904)	546	11,6	60,3	606,3	100	7	94	0,029401	2,763694	20,5807
SERINGA IRECUPERAVEL, 2PE (Ref: 230002903)	637	13,8	71,7	708,7	80	9	12	0,046	0,552	33,12
SISTEMA INFUSÃO C/AREJADOR (Ref: 230003300)	728	10,3	53,2	781,2	200	4	19	0,148622	2,823818	118,8976
VÁLVULA BI-DIRECIONAL (Ref: 230007403)	161	4,0	20,9	181,9	50	4	19	0,359827	6,836713	71,9654
PROTETOR AURICULAR PARA T (Ref:230009602)	1267	26,7	138,4	1405,4	800	2	195	0,0405	7,8975	64,8
ELECTRODO COM ESPUMA HIDR (Ref:240001100)	49	2,5	12,9	61,9	50	2	39	0,038096	1,485744	3,8096
ADAPTORES COM TERMINAL L (250004010)	98	4,6	23,7	121,7	100	2	79	0,13002	10,27158	26,004
LANCETA ESTERELIZADA P/PICAD (Ref:250007000)	952	22,4	116,4	1068,4	200	6	132	0,048551	6,408732	58,2612
SISTEMA FECHADO COLHEITA (V (Ref:250050016)	224	4,7	24,4	248,4	100	3	52	0,054028	2,809456	16,2084
SISTEMA FECHADO COLHEITA (Ref: 250050020)	266	7,7	39,8	305,8	100	4	95	0,095	9,025	38
AVENTAL EM PLASTICO (Ref: 290005035)	868	21,2	109,9	977,9	100	10	23	0,0219	0,5037	21,9
BABETE IRRECUPERAVEL (Ref:291031010)	784	26,0	134,8	918,8	100	10	82	0,022	1,804	22
Total						154	1392	1,129651	60,64841	614,7911

Através da análise das tabelas acima (tabelas 4.9, 4.10 e 4.11) podemos concluir que os gastos com excesso de produtos no serviço, isto é, quantidades que não são

estritamente necessárias deixadas no serviço, diminuem à medida que o intervalo entre entregas de material é maior (Tab.4.12).

Os custos designados como “excesso” são obtidos através do produto da diferença entre o que realmente é deixado no serviço com as verdadeiras necessidades, pelo preço unitário do artigo em causa. Vejamos um exemplo da tabela 4.11, o primeiro artigo (compressa n/tecido, n/estéril) tem uma procura/necessidade de 6707 unidades por semana, no entanto este artigo vem acondicionado em caixas cuja quantidade é de 200 unidades. Para satisfazer a procura temos então de distribuir 34 caixas (procura a dividir pela quantidade da caixa) o que é equivalente a 6800 unidades do artigo em causa, ficando assim no serviço mais 93 unidades do que seria necessário. Chega-se, por fim, ao custo do excesso o qual é dado pelo produto das 93 unidades a multiplicar pelo custo por unidade (CPU).

No entanto para aplicar qualquer uma destas metodologias para a entrega de material aos serviços, é necessário perceber se a capacidade dos meios de transportes e armazéns avançados atuais são capazes de dar resposta a este tipo de entregas. Desse modo, foi-se averiguar a capacidade do carrinho e do armazém avançado da medicina interna, tendo os carrinhos usados para a distribuição diária uma capacidade de 1.86m^3 e o volume de carga médio diário para a reposição é de 1.27 m^3 , restam então cerca de 32 % do espaço do carrinho disponível para outros artigos. A informação relativa ao espaço necessário para cada uma das hipóteses de entrega de material apresentadas anteriormente encontra-se na tabela 4.12. Para determinar os valores da capacidade necessária para garantir as entregas diárias, procedeu-se a medição das embalagens de cada artigo em causa registando-se assim o volume que cada artigo ocuparia. Ao valor de volume obtido multiplica-se pelo número de embalagens necessárias para satisfazer a procura.

Assim sendo a opção de aproveitar uma ida ao serviço para repor estes materiais (reposição semanal) fica excluída, uma vez que era necessário 45% da capacidade dos meios usados para o transporte dos artigos, o que é superior aos 32% de volume restantes depois destes estarem carregados com o material da reposição diária atual. Por outro lado a opção de duas entregas durante a semana torna-se viável tendo em consideração a capacidade do carrinho, falta saber se a capacidade do armazém

avançado é suficiente, no entanto fica claro ao visitar o armazém avançado que existe capacidade para este tipo de entrega, uma vez que já são entregues bissemanalmente estes produtos.

Tabela 4-12-Custos e capacidade das várias hipóteses de alargamento da reposição de material sem intervenção dos serviços a abastecer.

Tipo de reposição	Excesso /semana (unid)	Excesso/ semana(€)	Ocupação do carrinho (%)	Custo total/semana (€)
Diária – 7 entregas por semana	15099	549.00	11%	1202,72
Bi-Semanal – 2 entregas / semana	3856	134.47	28%	714,50
Semanal – Entrega por semana	1392	60.65	45%	614.79

Em qualquer uma das hipóteses apresentadas verifica-se um ganho direto no processo, devido ao enfermeiro chefe deixar de despende tempo do seu horário de trabalho a realizar a requisição do material, que neste caso serão aproximadamente 10 min por semana. Para obtenção deste valor foi analisada a média do tempo gasto para a realização de uma requisição, o qual foi dividido pelo número médio de produtos requisitados.

Para além destas abordagens e ainda durante a fase **“Do”** recorreu-se a um análise de otimização de modo a elaborar um plano de entregas semanais, identificando as entregas a fazer dentro de cada semana, em que as entregas não tem de ser fixas. Abordar-se-á esta modelação na secção seguinte.

4.1. Modelação de plano de entrega semanal

Por fim, optou-se por uma abordagem inovadora para a distribuição de material no serviço de medicina interna, a qual consiste na construção de um modelo matemático que permita determinar o plano de entrega semanal.

Um modelo matemático é uma representação simplificada de uma situação da vida real, formalizado através de símbolos e expressões matemáticas. Permite estabelecer o melhor plano tendo em conta a otimização do critério pretendido, atendendo às restrições inerentes ao problema. O modelo obtido neste trabalho enquadra-se nos modelos de Programação Linear Inteira (PLI) que consistem na otimização, maximização (max.) ou minimização (min.), de uma função linear em que os valores das suas variáveis têm que ser inteiros e terão que satisfazer ainda um conjunto restrições traduzidas por equações e/ou inequações igualmente lineares.

O plano de entrega semanal, tem por base os valores de procura obtidos usando o modelo de previsão, e consiste em criar uma estrutura de entregas que optimize as quantidades em stock no momento de repor mais material. Ou seja, se nesse momento, por exemplo, uma embalagem de fraldas estiver aberta, o funcionário do sistema de aprovisionamento deixará a quantidade previamente estabelecida. Qualquer outro ajuste de quantidades deve ser apenas realizado no primeiro dia útil da semana. Com este método pretende-se que a quantidade nessa embalagem de fraldas (a última embalagem de fraldas no armazém avançado) seja a mínima possível, para isso o modelo de otimização rege-se pelas seguintes restrições:

- As entregas de material não necessitam de ser diárias, ou seja, hoje podemos entregar uma determinada quantidade de esponjas para higiene, e nos períodos posteriores pode não ser entregue, ou ser entregue uma quantidade diferente.
- Assegurar uma certa regularidade nas entregas, para que não haja picos de trabalho. Isso é garantido, exigindo que a quantidade de material entregue no período $t+1$, tem de estar entre 80% e 120% da quantidade total de entregas no período t . Ou seja, se, por exemplo, na segunda-feira a entrega for de 1000 artigos, no dia seguinte a quantidade de artigos terá de estar dentro do intervalo de 800 a 1200 artigos, deste modo garante-se o nivelamento das entregas.

- A capacidade do armazém avançado e do carrinho, em volume, também é considerada, de modo a não existirem entregas que obriguem os funcionários a irem duas vezes ao armazém central.

De seguida apresentam-se as considerações para a formulação do modelo que irá dar o plano de entregas semanal. Foi considerado o período de planeamento $T=\{1,...,5\}$ que corresponde a uma semana, em que 1 corresponde a segunda-feira e 5 corresponde a sexta-feira. Seja $P=\{1,...,26\}$ o conjunto de artigos a entregar. Relativamente a cada um dos artigos $i \in P$ é conhecida a procura diária, $d(i)$, assim como o número de unidades por embalagem /caixa, $k(i)$, e o custo de cada caixa, $c(i)$. Considerou-se que o custo de mão-de-obra de um funcionário por minuto é $cm=0.08$ euros e o tempo de picking por caixa/artigo é de $tp=0.067$ minutos e o tempo de transição no *picking* por caixa/artigo é $tt=0.3$ minutos.

Considerem-se as seguintes variáveis de decisão: z_i^t variável binária que assume o valor 1 se o artigo i é entregue no período t e 0 caso contrário; y_i^t variável inteira que indica o número de caixas do artigo i entregues no período t , com $i \in P$ e $t \in T$.

Foram consideradas várias funções objetivo de modo a obter várias soluções ótimas e, assim, permitir à gestão do sistema de aprovisionamento a escolha da solução que se ajusta mais ao pretendido.

Função objetivo 1 : minimização do número de entregas efetuadas durante o horizonte temporal, uma semana,

$$\text{minimizar } Z_1 = \sum_{t=1}^5 z_i^t \quad (4.6)$$

Função objetivo 2 : minimização do custo total, Z_2 , que envolve

- o custo do material, $\sum_{t=1}^5 \sum_{i \in P} c_i \cdot y_i^t$,
- o custo correspondente ao tempo *picking* no armazém (tempo de pegar no artigo e colocar no carro e tempo de transição de artigo/estante), $\sum_{t=1}^5 \sum_{i \in P} (tp \cdot y_i^t + tt \cdot z_i^t) \cdot cm$

- o custo correspondente ao tempo de entregar na enfermaria que consideramos ser igual ao tempo de *picking*, $\sum_{t=1}^5 \sum_{i \in P} (tp \cdot y_i^t + tt \cdot z_i^t) \cdot cm$
- a taxa de armazenagem, que se assume ser 20% do preço do artigo, $\sum_{t=1}^5 \sum_{i \in P} 0,2 \cdot c_i \cdot y_i^t$,

obtendo-se

$$\text{minimizar } Z_2 = \sum_{t=1}^5 \sum_{i \in P} (1,2 \cdot c(i) + 2 \cdot tp \cdot cm) \cdot y_i^t + \sum_{t=1}^5 \sum_{i \in P} 2 \cdot tt \cdot cm \cdot z_i^t \quad (4.7)$$

Função objetivo 3 : minimização do material entregue em excesso

$$\text{minimizar } Z_3 = \sum_{t=1}^5 \sum_{i \in P} k(i) \cdot y_i^t - \sum_{i \in P} 7 \cdot d(i) \quad (4.8)$$

No conjunto de restrições a considerar tem-se:

- Ligação entre as variáveis z_i^t e y_i^t ,

Garantem que a variável z_i^t é 1 no caso de haver entregas desse artigo no período t correspondente. Além disso, se a variável é zero, então não se entrega esse artigo nesse período.

$$z_i^t \leq y_i^t \leq (7 \cdot \frac{d(i)}{k(i)} + 1) \cdot z_i^t, \quad \forall i \in P, t \in T \quad (4.9)$$

- A procura na enfermaria deve ser satisfeita

A quantidade total entregue até cada um dos dias tem que ser suficiente para satisfazer a procura até esse dia.

$$\sum_{l=1}^t k(i) y_i^l \geq t \cdot d(i), \quad \forall i \in P, t \in \{1,2,3,4\} \quad (4.10)$$

$$\sum_{l=1}^5 k(i) y_i^l \geq 7 \cdot d(i), \quad \forall i \in P \quad (4.11)$$

- Regularidade nas entregas ao longo da semana, em termos de quantidade, ou seja, a quantidade entregue no período $t+1$ deve ser estar sempre compreendida entre 80 a 120% da quantidade entregue no período t .

$$0,8 \cdot \sum_{i \in P} y_i^t \leq \sum_{i \in P} y_i^{t+1} \leq 1,2 \cdot \sum_{i \in P} y_i^t, \quad \forall t \in \{1,2,3\} \quad (4.12)$$

No caso particular de sexta-feira, em que a distribuição de material é para 3 dias (sexta-feira, sábado e domingo) tem-se

$$3 \cdot 0,8 \cdot \sum_{i \in P} y_i^4 \leq \sum_{i \in P} y_i^5 \leq 3 \cdot 1,2 \cdot \sum_{i \in P} y_i^4 \quad (4.13)$$

- Restrições nos valores das variáveis

$$y_i^t \in Z_0^+, z_i^t \in \{0,1\}, \quad \forall i \in P, t \in T \quad (4.14)$$

- Se se pretender restringir o nº de vezes que cada artigo é entregue, por exemplo, impor que cada artigo é entregue k vezes durante a semana, inclui-se a restrição seguinte,

$$\sum_{t=1}^5 y_i^t = k, \quad \forall i \in P \quad (4.15)$$

- Garantir que de uma semana para a outra não fica mais do que uma caixa em stock

$$\sum_{t=1}^5 k(i) y_i^t \leq 7 \cdot d(i) + K(i) - 0,1 \quad \forall i \in P \quad (4.16)$$

O modelo matemático foi implementado e resolvido no sistema de otimização comercial *Xpress MP* (disponível em <http://www.fico.com/Xpress>).

Através do modelo chegou-se a um plano semanal cujos resultados constam nas tabelas que se seguem (Tabela 4.13 e Tabela 4.14). A primeira tabela representa o plano semanal onde apenas são considerados os custos unitários dos produtos, o que significa que os restantes custos associados à entrega de material serão desprezados. Por sua vez a Tabela 4.14 refere-se ao plano a adotar caso sejam contabilizados custos associados à ação de *picking* de material e das deslocações necessárias para recolher artigos

diferentes no armazém central, função objetivo 2. Em ambas as tabelas será utilizada uma denominação genérica dos produtos (Produto 1, Produto 2, etc.), a respectiva correspondência encontra-se em anexo.

Tabela 4-13-Plano semanal apenas considerando custos dos produtos

Produto	Segunda-feira	Terça-feira	Quarta-feira	Quinta-feira	Sexta-feira	Excesso (unidades)	Custo do excesso (€)	Custo das entregas (€)
Produto 1	16	0	8	8	24	0	0	32,76
Produto 2	5	5	5	6	14	0	0	368,9
Produto 3	16	0	1	5	17	50	1.210	94,38
Produto 4	12	54	0	0	18	0	0	203,28
Produto 5	12	12	15	15	30	0	0	203,28
Produto 6	1	1	1	4	0	0	0	389,2
Produto 7	6	6	5	6	17	174	0.3654	16,8
Produto 8	4	0	7	0	0	86	0.2924	7,48
Produto 9	2	0	0	1	0	466	4.7998	30,9
Produto 10	2	6	0	0	6	7	0.1890	37,8
Produto 11	2	1	6	0	0	53	0.4702	8,0154
Produto 12	4	0	2	2	6	35	0.2924	11,9
Produto 13	2	2	7	0	0	22	0.3542	17,71
Produto 14	2	1	2	0	4	46	0.8924	17,46
Produto 15	2	1	5	0	0	93	2.7343	23,5208
Produto 16	2	1	8	0	0	47	2.1620	40,48
Produto 17	1	1	1	0	2	125	18.5778	148,622
Produto 18	2	0	0	3	0	33	11.8743	89,95675
Produto 19	1	0	0	2	0	762	30.8610	97,2
Produto 20	1	0	1	0	0	16	0.609536	3,8096
Produto 21	1	0	0	0	1	39	5.0708	26,004
Produto 22	1	1	1	4	0	140	6.7971	67,9714
Produto 23	1	0	2	0	0	6	0.3242	16,2084

Produto 24	1	1	0	2	0	22	2.090	38
Produto 25	2	3	0	2	5	38	0.8322	26,28
Produto 26	5	0	0	2	5	59	1.2980	26,4
TOTAL	106	96	77	62	149		92.10	2044,32

Analisando a tabela 4.13 podem ser retiradas várias ilações: desde já a percepção que existem produtos que para otimizar o fluxo de material não devem ser entregues todos os dias, é o caso, por exemplo, do produto 1. Para além disso, fica visível a necessidade de sexta-feira o volume de entregas ser ligeiramente superior aos restantes dias da semana. Fica também de fácil identificação quais os produtos onde o excesso devido as quantidades por embalagem se tornam maiores, este ponto também vai de encontro a filosofia *Lean* que defende o tamanho de lotes pequenos aumentando assim a flexibilidade do processo. Para além de todos os pontos anteriores verifica-se ainda o balanceamento das entregas por dia conforme a restrição descrita acima onde se verifica que a entrega do período t está compreendida entre 80% a 120% do período $t-1$.

Nesta modelação são apenas considerados os custos associados com o custo do produto e o excesso associado às entregas. No final verifica-se que o custo desta solução é de apenas 2044.32 €.

Tabela 4-14-Plano semanal considerando custo dos produtos, de picking e de transição.

Produto	Segunda-feira	Terça-feira	Quarta-feira	Quinta-feira	Sexta-feira	Excesso (unidades)	Custo do excesso (€)	Custo das entregas (€)
Produto 1	8	8	8	8	24	0	0	32,76
Produto 2	5	15	0	0	15	0	0	368,9
Produto 3	6	16	0	0	17	50	1.210	94,38
Produto 4	12	13	23	0	36	0	0	203,28
Produto 5	12	24	0	14	34	0	0	203,28
Produto 6	1	1	1	4	0	0	0	389,2
Produto 7	6	17	0	0	17	174	0.3654	16,8
Produto 8	5	0	0	6	0	86	0.2924	7,48
Produto 9	3	0	0	0	0	466	4.7998	30,9
Produto 10	4	0	7	0	3	7	0.1890	37,8
Produto 11	3	0	6	0	0	53	0.4702	8,0154
Produto 12	4	0	10	0	0	35	0.2924	11,9
Produto 13	5	0	0	6	0	22	0.3542	17,71
Produto 14	4	0	0	5	0	46	0.8924	17,46
Produto 15	3	0	5	0	0	93	2.7343	23,5208
Produto 16	3	0	8	0	0	47	2.1620	40,48
Produto 17	2	0	0	3	0	125	18.5778	148,622
Produto 18	2	0	0	3	0	33	11.8743	89,95675
Produto 19	3	0	0	0	0	762	30.8610	97,2
Produto 20	2	0	0	0	0	16	0.609536	3,8096
Produto 21	2	0	0	0	0	39	5.0708	26,004
Produto 22	3	0	0	4	0	140	6.7971	67,9714
Produto 23	3	0	0	0	0	6	0.3242	16,2084
Produto 24	4	0	0	0	0	22	2.090	38
Produto 25	5	0	0	7	0	38	0.8322	26,28
Produtos 26	4	0	8	0	0	59	1.2980	26,4
TOTAL	116	93	75	60	146		92.10	2044,32

Para além dos custos com as entregas em excesso apresentados na tabela 4.14, existem ainda mais três custos considerados nesta hipótese, são eles: o custo de *picking*, o custo de deslocação entre o *picking* de um produto e outro (transição), que corresponde à função objetivo 2 e o custo de posse. O custo de picking é o custo associado ao tempo que o funcionário do sistema de aprovisionamento demora a realizar a ação de *picking*. Para o modelo de otimização foi considerado que esse custo é o custo do funcionário por minuto multiplicado pelo tempo que demora a ação de *picking* de cada artigo. O tempo de *picking* é o tempo que o funcionário do sistema de aprovisionamento demora desde que começa a recolher o material até que o acondiciona. A ação termina quando este está disponível para fazer o *picking* de outro produto.

Depois de familiarizados com a abordagem seguida para otimização do problema com o aumento do número de restrições, através da análise da tabela 4.14 podem-se retirar algumas conclusões: desde já nota-se claramente que o plano de distribuição de material evita que o funcionário do sistema de aprovisionamento que faz a acção de picking troque muitas vezes de produto, optando por levar mais quantidades do mesmo produto ao longo da semana, sem que isso aumente a sua carga de trabalho. Minimizam-se assim os desperdícios gastos em deslocações. Para além disso, todos os pontos referidos para a tabela 4.11 também são visíveis neste caso, bem como a percepção que apesar da forma de distribuição ser diferente os custos associados à entrega e aos excessos de material mantêm-se iguais à hipótese anterior.

Assim, o custo desta possibilidade (a qual considera todos os custos associados a entrega de matéria) como forma de distribuição de material no serviço de medicina interna, já considerando todos os custos descritos anteriormente (produtos, excessos, *pickings* e transições, custo de posse) é de 2462.37€.

Capítulo 5 - Síntese de resultados, limitações e conclusões

De seguida, e analisando o caso de estudo em duas partes: a primeira que se prende em ajustar as quantidades entregues aos serviços dos produtos no sistema de reposição diária (e mais especificamente no serviço de medicina interna), e a segunda que pretende analisar a viabilidade de aumentar o número de artigos distribuídos nessa mesma reposição (passando de bi semanal ou semanal para diária). Na primeira fase constata-se que ao contrário do que inicialmente se julgava o ajuste de quantidades pode não ser uma tarefa tão fácil de resolver como o acompanhamento das *gemba walks* anunciava. Pois apesar da análise gráfica das entregas indicar que seria possível diminuir as quantidades a entregar no serviço de medicina interna, essa hipótese rapidamente foi refutada pelo teste realizado no serviço. No entanto, podem ser retiradas algumas ilações: a primordial prende-se com o facto de os dados não corresponderem a consumos mas sim a entregas e ainda as entregas de fim-de-semana serem retiradas por estimativa, ou seja, o material é entregue para o período de sexta a domingo no entanto, não existe perceção de qual é o consumo efetivo desses dias.

Assim as roturas de stock que sucederam durante o período de teste incentivaram uma nova abordagem (previsão e otimização), a qual consistiu em associar um valor previsto de consumo a um stock de segurança, no entanto os resultados desta abordagem indicam um aumento das quantidades a entregar em dois dos produtos, e a diminuição em outros dois, nos restantes mantendo-se com as mesmas quantidades. Confrontando os funcionários do serviço de medicina interna e do serviço de aprovisionamento, apesar de carecer de dados oficiais, ambos afirmam empiricamente que estes valores não seriam descabidos uma vez que os produtos que vêm as suas quantidades a ser aumentadas são os que também falham mais vezes no serviço.

No que diz respeito à segunda fase do problema que diz respeito ao estudo da viabilidade de aumentar o leque de artigos a serem distribuídos diariamente, apesar de não se ter completado o ciclo PDCA, podem-se retirar algumas ilações. Verifica-se que o alargamento dos produtos A para um sistema puro de reposição diária com quantidades fixas não será a opção economicamente mais viável, uma vez que esta solução aumenta os gastos com excessos de material entregues nos serviços.

De todas as hipóteses apresentadas verifica-se que a mais viável economicamente seria optar por um plano de entregas bissemanal com um custo de 2006.3 €. Contudo a opção de realizar a entrega de material através de um plano semanal otimizado, no qual as quantidades e os materiais a entregar variam todos os dias também seja economicamente próxima (2044.32 €) a grande variabilidade de produtos e quantidades a entregar torna o sistema de reposição mais complexo e mais exposto ao erro. Causando assim alguma entropia para os funcionários do sistema de aprovisionamento

Finalmente analisaram-se os resultados económicos referentes às opções de alargar a outros artigos classe A em estudo ao processo de reposição diária. Contudo comparando economicamente as três hipóteses que consistem em entregar esses artigos diariamente, bissemanalmente, ou semanalmente, percebe-se que esta última opção fica inviabilizada devido a capacidade dos meios de transporte atualmente utilizados. Das restantes duas nota-se claramente que a opção de adicionar os artigos em causa bissemanalmente aos artigos que são repostos diariamente é a opção mais vantajosa uma vez que os custos com excesso de material são muito menores.

Ainda ao longo desta análise verifica-se um ganho comum a todas as hipóteses apresentadas, que se prende com a diminuição de tempo despendido pelo enfermeiro em ações de inventário, dispondo assim mais tempo para cuidados médicos. No que diz respeito aos funcionários do sistema de reaprovisionamento e de acordo com os tempos recolhidos podemos verificar que em média aproximadamente 30% do tempo despendido na reposição de material é gasto a perceber quais as quantidades que existem no serviço para ajustar a entrega, deste modo e com ajuda de suporte visual (que irá ser apresentado como oportunidade de melhoria) estima-se que este tempo diminua acentuadamente.

Por fim, pode-se verificar que tal como alguns estudos apontam, as metodologias *Lean* são uma mais-valia na gestão de serviços e serviços hospitalares (Castaldi, Sugano, Kreps, Cassidy, & Kaban, 2016) (Zhao, Rasovska, & Rose, 2016), uma vez que através da redução de desperdício visam acrescentar valor ao consumidor final, neste caso o utente, sem nunca esquecer todos os intervenientes do processo. Também nesse ponto com as sugestões de melhoria julga-se ter um impacto muito positivo nas condições que poderão vir a ser criadas para a realização da tarefa de reposição diária.

Apesar da impossibilidade de concluir dois dos ciclos PDCA, percebe-se a importância de uma medição rigorosa dos indicadores, uma vez que numa primeira análise julgava-se ser um ajuste direto de quantidades verificou-se exatamente o contrário. No entanto essas contrariedades também foram muito úteis para perceber as vulnerabilidades do sistema de reposição e pensar em outras alternativas.

A abordagem de gestão de stocks associada aos modelos de previsão e otimização também se mostraram essenciais uma vez que os resultados obtidos apesar de não terem sido testados empiricamente, teoricamente são favoráveis.

Como ilações futuras percebe-se a utilidade da filosofia *Lean Thinking aplicada* a todos os processos e todas as pessoas de modo a que os resultados sejam ainda mais benéficos. Por fim percebe-se ainda a importância de estar assiduamente no local da acção para entender todos os processos. Assim e na impossibilidade de finalizar os ciclos PDCA realizados ao longo deste caso de estudo, deposita-se grande confiança no método apresentado associado as melhorias sugeridas, melhorias essas que irão dar um grande contributo para estudos futuros na mesma temática, pois como o nome indica a melhoria deve ser contínua.

Capítulo 6 – Trabalho futuro

Ao longo deste estudo, e tendo em conta algumas limitações (nomeadamente a impossibilidade de implementar as últimas propostas (ou seja de passar a fase de *Do* do segundo problema em estudo, a viabilidade do alargamento do leque de produtos a ser distribuídos pela equipa do sistema de aprovisionamento) e voltar a analisar os resultados), encontraram-se no entanto oportunidades de melhoria que poderiam vir a ser testadas. Caso os resultados fossem satisfatórios, deveriam ser integradas no quotidiano do sistema de aprovisionamento. Entre elas apresentam-se as seguintes propostas:

- Uma vez que existe um estudo alargado sobre os consumos dos artigos mencionados ao longo desta dissertação, essa informação poderia ser utilizada para a tentativa da implementação de um sistema kanban (dupla caixa). Nesse sentido este estudo contribui como já referido com a análise dos consumos e ainda com uma simulação de quais as quantidades que cada caixa deveria ter, assumindo que o lead time máximo do armazém central ao armazém avançado é de 3 dias, uma vez que ao fim de semana o sistema de reaprovisionamento do CHTMAD não funciona.
- Aplicação de 5's aos armazéns avançados. Arrumar de acordo com a tipologia de produtos: todos os produtos A devem ser repostos na mesma prateleira de modo a diminuir movimentos desnecessários. Standarizar, fazer o standard e respetivo plano de auditorias. Numa fase inicial seria o próprio responsável da área a fazer essa auditoria. Numa fase posterior em que a implementação seja realizada em todos os armazéns avançados, serem responsáveis de outras áreas os auditores. Ou seja, o responsável da medicina interna audita, por exemplo, a cardiologia e o responsável pela área de cardiologia audita outra qualquer área. Esta distribuição seria planeada e os pontos a auditar seriam de acordo com uma check list.
- Propor uma alteração no sistema informático, que agrupasse os produtos por áreas, A B e C, e dentro dessas áreas por número de artigo. Complementar esta

ação com uma reorganização do armazém central por áreas e, dentro dessas áreas, uma distribuição por referência de artigo de forma ordenada.

Capítulo 7 Bibliografia

- Asnan, R., Nordin, N., & Othman, S. N. (2011). Lean implementation in service organisation. *ICTOM 04 - The 4th International Conference on Technology and Operations Management*, 211, 257–265. <http://doi.org/10.1016/j.sbspro.2015.11.040>
- Barbieri, J. C., & Machline, C. (2009). *Logística hospitalar teoria e prática*. (Saraiva, Ed.) (2ª Edição ed.).
- Bonnefous, A. C. M. P. C. M. (2007). *Gestão da produção*. (LIDEL, Ed.) (5ª Edição).
- Carvalho, J. C. de, & et al. (2010). *Logística e Gestão da Cadeia de Abastecimento*. (E. Sílabo, Ed.) (1ª Edição ed.).
- Carvalho, José Crespo de ; Ramos, T. (2016). *Logística na saúde*. (L. Edições Sílabo, Ed.) (3ª Edição).
- Castaldi, M., Sugano, D., Kreps, K., Cassidy, A., & Kaban, J. (2016). Lean philosophy and the public hospital. *Perioperative Care and Operating Room Management*, 3, 25–28. <http://doi.org/10.1016/j.pcorm.2016.05.006>
- CHTMAD. (n.d.). Retrieved November 15, 2016, from <http://chtmad.com/historia.html>
- Hernández, J., & Vizán, A. (2013). *Lean Manufacturing*. Retrieved from <http://www.eoi.es/savia/documento/\neoi-80094/lean-manufacturing-conceptotecnicas-\ne-implantacion>
- IHI. (2005). Going lean in health care. *Innovation Series*, 1–20.
- Lean principles. (n.d.). Retrieved January 10, 2017, from <https://www.lean.org/images/5stepslean.gif>
- Miguel, B., & Rodrigues, M. (2010). Análise e Simulação de Técnicas de Análise de Stocks.
- Paulo Pinto, J. (2009). *Pensamento Lean - A filosofia das organizações vencedoras*. (LIDEL, Ed.) (2ª Edição).
- Pinto, T. (2013). *Lean Thinking na otimização da gestão de stocks avançados do Internamento de Oncologia do CHTMAD , EPE*.
- Rossetto, M., Moacir, U., Deimling, F., Zanin, A., Márcio, U., Rodrigues, P., & Neto, A. R. (n.d.). Técnicas Qualitativas de Previsão de Demanda: um Estudo Multicasos com Empresas do Ramo de Alimentos. Retrieved from <http://www.aedb.br/seget/arquivos/artigos11/55814697.pdf>
- Sales, P. M. (n.d.). Diagrama de Pareto. Retrieved from http://s3.amazonaws.com/academia.edu.documents/44144377/Diagramde_pareto.pdf?AWSAccessKeyId=AKIAIWOWYYGZ2Y53UL3A&Expires=1495408487&Signature=aiUS8QPpZWxLij3QGXA2u3Os0cl%3D&response-content-disposition=inline%3Bfilename%3DDiagrama_de_Pareto.pdf
- Samohyl, R. W. (n.d.). Técnica De Amortecimento Exponencial Simples Com Taxa De Resposta Adaptativa : Uma Reflexão a Respeito Do Comportamento Do Coeficiente Alfa . *Time*.

- Shook, J. (2012). Visual Management – the Good, the Bad, and the Ugly. Retrieved December 28, 2016, from <http://www.lean.org/shook/DisplayObject.cfm?o=2095>
- Snee, R. D. (2010). Lean Six Sigma – getting better all the time. *International Journal of Lean Six Sigma*. <http://doi.org/10.1108/20401461011033130>
- TENDÊNCIAS DA GESTÃO DE ESTOQUES EM ORGANIZAÇÕES DE SAÚDE - ILOS - Especialistas em Logística e Supply Chain. (n.d.). Retrieved January 2, 2017, from <http://www.ilos.com.br/web/tendencias-da-gestao-de-estoques-em-organizacoes-de-saude/>
- Wilson, L. (2010). *How to Implement Lean Manufacturing*. McGraw-Hill.
- Zhao, P., Rasovska, I., & Rose, B. (2016). Integrating Lean perspectives and Knowledge Management in Services: application to the service department of a CNC manufacturer. *IFAC-PapersOnLine*, 49(12), 77–82. <http://doi.org/10.1016/j.ifacol.2016.07.553>

Anexo

Produtos alvo de estudo para o alargamento da distribuição por parte da equipa de sistema de reaprovisionamento

Produto	ID
COMPRESA N/TECIDO, N/ESTERIL (Ref: 211009007)	Produto 7
COMPRESA N/TECIDO, ESTERIL (Ref:211009026)	Produto 8
COMPRESA N/TECIDO, ESTERIL (Ref:211009027)	Produto 9
COMPRESA N/TECIDO, ESTERIL (Ref:211009028)	Produto 10
AGULHA HIPODÉRMICA, ESTERIL (Ref: 230001102)	Produto 11
AGULHA HIPODÉRMICA, ESTERIL C/BIS (Ref: 230001104)	Produto 12
SERINGA IRECUPERAVEL, 2PE (Ref: 230002901)	Produto 13
SERINGA IRECUPERAVEL, 2PE (Ref: 230002902)	Produto 14
SERINGA IRECUPERAVEL, 2PE (Ref: 230002904)	Produto 15
SERINGA IRECUPERAVEL, 2PE (Ref: 230002903)	Produto 16
SISTEMA INFUSÃO C/AREJADOR (Ref: 230003300)	Produto 17
VÁLVULA BI-DIRECIONAL (Ref: 230007403)	Produto 18
PROTETOR AURICULAR PARA T (Ref:230009602)	Produto 19
ELECTRODO COM ESPUMA HIDR (Ref:240001100)	Produto 20
ADAPTORES COM TERMINAL L (250004010)	Produto 21
LANCETA ESTERELIZADA P/PICAD (Ref:250007000)	Produto 22
SISTEMA FECHADO COLHEITA (V (Ref:250050016)	Produto 23
SISTEMA FECHADO COLHEITA (Ref: 250050020)	Produto 24
AVENTAL EM PLASTICO (Ref: 290005035)	Produto 25
BABETE IRECUPERAVEL (Ref:291031010)	Produto 26

Gráficos do estudo sobre o consumo dos materiais dos meses de Novembro e Dezembro

