



Universidade do Minho
Escola de Engenharia

Renato Alexandre Machado Alves

**Desenvolvimento de um Fluxo de Materiais
Puxado num Sistema Produtivo em *Job Shop***

Dissertação de Mestrado

Mestrado em Engenharia Industrial

Trabalho efetuado sob a orientação do

Professor Rui Manuel de Sá Pereira de Lima

Setembro de 2017

DECLARAÇÃO

Nome: Renato Alexandre Machado Alves

Endereço eletrónico: renatoamalves@gmail.com Telefone: +351 918 897 319

Bilhete de Identidade/Cartão do Cidadão: 14614881

Título da dissertação: Desenvolvimento de um Fluxo de Materiais Puxado num Sistema Produtivo em *Job Shop*.

Orientador: Professor Rui Manuel de Sá Pereira de Lima

Ano de conclusão: 2017

Mestrado em Engenharia Industrial

É AUTORIZADA A REPRODUÇÃO INTEGRAL DESTA DISSERTAÇÃO APENAS PARA EFEITOS DE INVESTIGAÇÃO, MEDIANTE DECLARAÇÃO ESCRITA DO INTERESSADO, QUE A TAL SE COMPROMETE.

Universidade do Minho, ____/____/____

Assinatura:

Dedicado à memória do meu avô

Alberto de Sá Machado

AGRADECIMENTOS

A realização deste projeto seria de todo impossível sem o auxílio de certos intervenientes e entidades que através do seu apoio providenciaram todas as condições para que este trabalho fosse executado da melhor maneira possível. As próximas palavras de agradecimento são para essas pessoas sendo que é impossível transpor para umas simples linhas toda a importância do seu contributo.

Em primeiro lugar, ao meu orientador académico, Professor Rui Manuel de Sá Pereira de Lima, por ter abraçado este projeto e por toda a orientação e conselhos vitais na definição do rumo deste trabalho, assim como a sua total disponibilidade em acompanhar o seu desenvolvimento.

À instituição Leica- Aparelhos óticos de precisão, S.A. pela oportunidade de desenvolver o meu projeto no seu seio e por me ter acolhido muito bem desde o primeiro dia e me ter fornecido sempre as melhores condições e ferramentas para que pudesse desempenhar as minhas funções com a maior qualidade possível.

Ao meu supervisor e chefe de secção, Eng.º Bruno Afonso, que sempre se mostrou disponível e interessado no trabalho que estava a ser realizado, pelo atendimento com a máxima prontidão possível de todos os pedidos e todas as horas despendidas em reuniões de esclarecimento de dúvidas e sugestões relativas ao projeto.

Aos meus colegas do Planeamento e da Engenharia, que sempre se mostraram extremamente disponíveis em esclarecer todas e quaisquer dúvidas, em especial à Ana Costa por todo o tempo despendido no acompanhamento do projeto, sugestões e paciência que sem dúvida foram cruciais em todo o processo.

A todos os colaboradores da Leica, pelo modo como me receberam e pela abertura demonstrada em contribuir no sucesso do projeto.

À Adriana por todo o apoio, paciência e compreensão no decorrer de todo este período.

Por último mas não menos importante, quero agradecer eternamente às pessoas mais importantes da minha vida, os meus pais e os meus avós, pela pessoa que sou hoje e por tudo o que consegui alcançar até agora sabendo com enorme orgulho que as minhas vitórias são as vossas também.

RESUMO

A presente Dissertação surge no âmbito do Mestrado em Engenharia Industrial – ramo gestão industrial da Universidade do Minho e foi desenvolvida em contexto prático industrial na empresa Leica – Aparelhos óticos de precisão, S.A., pertencente ao grupo *Leica Camera AG*.

O desenvolvimento deste projeto emerge da necessidade da secção Mecânica em melhorar a performance de entrega face ao cliente, secção Montagem. Esta melhoria deve explorar as potencialidades de um armazém de saída da secção Mecânica e melhorar o seu processo de gestão produtiva. Nesse sentido, este trabalho teve como principal foco a melhoria da gestão do armazém de saída de produtos e o desenvolvimento de um sistema de produção puxado promovendo-se a normalização e standardização do processo.

Aliando-se uma análise crítica inicial do problema a uma revisão de literatura incidente na temática a desenvolver, foram definidos os principais planos de ação. Tendo este projeto um carácter transversal e integrado a todas as fases do processo da secção Mecânica, desde a sua conceção até à entrega, adotou-se uma estratégia de atuação de jusante para montante do processo onde primeiramente se criou um sistema informático de gestão do armazém de saída de produtos onde se integraram indicadores de desempenho para controlo da performance de entrega tais como o *On time in Full* e a percentagem de referências em atraso. Posteriormente, de forma a abordar a gestão do fluxo produtivo, foi desenvolvido um sistema produtivo puxado adaptado ao processo praticado na Mecânica, onde se integraram conceitos de fracionamento de lotes e se definiram novos métodos de dimensionamento do lote inicial. Os resultados do trabalho desenvolvido ao longo do projeto mostraram essencialmente uma melhoria sobre os indicadores cumprimento de entrega ao cliente (OTIF) de 30% para 70% e de capacidade de criação de stock intermédio sobre a amostra experimentada de 10% para 60%. Com esta nova abordagem não só se criaram métodos de controlo e normalização da produção, anteriormente inexistentes, como se aumentou o nível de desempenho de entrega de produtos ao cliente ao criarem-se *buffers* de entrega e segurança no armazém de produto acabado.

Palavras-Chave: Sistema Puxado, Dimensionamento de lotes, Fluxo produtivo, Fracionamento de lotes, Indicadores de desempenho.

ABSTRACT

The following dissertation comes up as part of the Master's degree in Industrial Engineering – industrial management branch at University of Minho and was developed in a practical industrial environment at Leica – *Aparelhos óticos de precisão, S.A*, which is part of the group Leica Camera AG.

The development of this project arises of the *Mecânica* (Mechanical) section need to improve the delivering performance towards its client, *Montagem* (Assembling) section, exploiting the potentialities of its finished goods warehouse and improving the production management. In this sense, this work had main focus on the improvement of the warehouse management and the development of a pull production system promoting also norms for the standardization of the process.

Allying an initial analytical analysis with a literature review on the subject, action plans were then defined. Having this project such a transversal feature and being integrated in all process stages, since the conception until the delivering of the product, a strategy of procedure from the process downstream to upstream was adopted where firstly was created an information system to manage the finished goods warehouse where it was integrated key performance indicators to control the delivering performance such as On time in Full and delayed parts percentage. Thenceforth, to approach the production flow management was developed a pull production system adapted to the *Mecânica's* process constraints, where lot splitting concepts were applied and new methods of lot sizing were defined.

The results achieved with this work showed essentially an improvement on some indicators such as delivery performance (OTIF) from 30% to 70% and buffers creation capacity from 10% to 60% on the tested sample. With the new approach not only were conceived new methods of production control and normalization erstwhile non-existent but also the delivering performance level towards client was raised with the creation of delivering and safety buffers in the finished product warehouse.

Keywords: Pull Production, Lot sizing, Production Flow, Lot Splitting, Performance Indicators

ÍNDICE

Agradecimentos.....	v
Resumo.....	vii
Abstract.....	ix
Lista de Figuras.....	xv
Lista de Tabelas.....	xvii
Lista de Abreviaturas, Siglas e Acrónimos.....	xviii
1 Introdução.....	1
1.1 Enquadramento.....	1
1.2 Objetivos da Investigação.....	2
1.3 Metodologia de Investigação.....	2
1.4 Estrutura da Dissertação.....	3
2 Revisão de Literatura.....	5
2.1 Planeamento e Controlo de Produção.....	5
2.1.1 Definição de Planeamento e Controlo da Produção (PCP).....	5
2.1.2 Atividades do PCP.....	6
2.2 Dimensionamento e Sequenciamento de Lotes.....	8
2.2.1 Dimensionamento de lotes (<i>Lot Sizing</i>).....	8
2.2.2 Lot Splitting.....	10
2.2.3 Sequenciamento de trabalho.....	12
2.3 Lean Manufacturing.....	14
2.3.1 Conceito e princípios da filosofia Lean.....	14
2.3.2 Just in Time.....	16
2.3.3 Sistema Puxado (<i>Pull</i>).....	17
2.3.4 Kanban.....	18
2.3.5 <i>Standard Work</i> e Melhoria Contínua.....	22
2.4 Sistemas de Informação.....	24
2.5 Indicadores de Desempenho (KPI's).....	26

3	Caracterização do Contexto de Estudo.....	31
3.1	A Empresa: Leica- Aparelhos Óticos de Precisão, S. A.....	31
3.2	Processo Produtivo Geral.....	32
3.3	Secção - Mecânica	34
3.4	Características do Processo Mecânica	37
3.4.1	Nomenclatura de códigos e referências.....	38
3.4.2	Meios de armazenamento e transporte de materiais.....	40
3.4.3	Armazéns	41
3.4.4	Frequência produtiva dos produtos	43
4	Apresentação do Problema e Análise do Estado Inicial.....	45
4.1	Problemática Existente	45
4.2	Gestão de Armazém e Otimização de Entregas	46
4.3	Controlo do Fluxo Produtivo.....	51
5	Desenvolvimento da Ferramenta para Gestão de Armazém.....	55
5.1	Método de gestão utilizado e oportunidades de melhoria.....	55
5.2	Descrição e Estrutura da Base de Dados	57
5.2.1	Diagrama Use Case.....	57
5.2.2	DFD – Diagrama de Fluxo de Dados.....	60
5.3	Definição dos Indicadores de Desempenho.....	63
5.3.1	Indicadores adaptados.....	63
5.3.2	Indicadores desenvolvidos	64
5.3.3	Indicadores de informação.....	65
5.4	Apresentação da Interface	66
6	Desenvolvimento de um Sistema Produtivo Puxado	71
6.1	Indicadores do Estado Inicial	71
6.1.1	On Time in Full.....	72
6.1.2	Percentagem de Referências em Atraso	72
6.2	<i>Lot Splitting</i> (Fracionamento de Lotes) para Agilizar o Processo.....	73

6.2.1	Capacidade de mudança de trabalho dos grupos produtivos.....	74
6.2.2	Definição de classes para fracionamento do lote	76
6.3	Dimensionamento do Sistema Puxado	77
6.3.1	Adaptação ao sistema <i>Kanban</i>	78
6.3.2	Integração com o <i>lot splitting</i> e dimensionamento do sistema.....	83
6.3.3	Stock de segurança e ponto de reaprovisionamento (ROP)	86
6.3.4	Parametrização de lotes e stock de segurança e integração com o sistema SAP	88
6.4	Implementação da Metodologia	89
6.4.1	Definição da amostra de teste.....	89
6.4.2	Características das referências em teste	91
6.4.3	Metodologia de abordagem.....	92
6.4.4	Dificuldades encontradas.....	98
7	Análise de Resultados	99
7.1	Indicadores gerais	99
7.1.1	On time in full.....	99
7.1.2	Criação de <i>buffers</i> de entrega no armazém 0018.....	101
7.2	Análise Individual da Amostra	102
7.2.1	Berlin (421-028.950-005 e 421-028.950-010)	102
7.2.2	M 1.4/35 (421-036.550-003 e 421-036.550-005)	103
7.2.3	Summaron (421-029.605-014).....	104
7.2.4	Geovid II (434-475.212-010 e 434-475.213-010)	105
7.2.5	M10 (420-300.128-010, 420-300.200-040 e 420-300.570-007).....	106
7.3	Considerações Gerais.....	107
8	Conclusões e Orientação Futura.....	109
8.1	Conclusões	109
8.2	Orientação Futura e Melhoria Contínua.....	110
8.2.1	Integração da aquisição de matéria-prima	111
8.2.2	Sequenciamento de trabalhos.....	111

8.2.3	Metodologia SMED	112
9	Referências Bibliográficas	113
	Anexo I – Layout da Secção Mecânica	117
	Anexo II – Exemplo de uma Ordem de Produção.....	118
	Anexo III – Tabela Resumo de Movimentos do Armazém 0018.....	119
	Anexo IV – Imagens do Ficheiro GA18.....	120
	Anexo V – Tabela dos Tempos de Espera Produtivos	124
	Anexo VI – Tabela das Capacidades de cada Centro de Trabalho.....	125
	Anexo VII – Gestão Produtiva (Semana I).....	128
	Anexo VIII – Gestão Produtiva (Semana IX).....	129

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Elementos de Modelação de sistemas PCP - retirado de Wiendahl et al. (2005).....	7
Figura 2 - Custos associados ao tamanho de lote	10
Figura 3 - Job shop sem LS vs. Job Shop com LS – retirado de Chan et al. (2004)	11
Figura 4 - Fluxo de trabalho numa job shop – retirado de Baker & Trietsch (2009)	13
Figura 5 - Os 5 Princípios Lean	16
Figura 6 - Sistema Geral JIT - retirado de Hirano (2009)	16
Figura 7 - Esquematização Sistema Pull.....	18
Figura 8 - Esquematização Fluxo Kanban – retirado de Carmo-Silva (2006)	20
Figura 9 - Ciclos SDCA e PDCA para melhoria contínua do desempenho – retirado de Pinto (2008)...	24
Figura 10 - Sistema de Informação - adaptado de Cashmore & Lyall (1991)	25
Figura 11 - Os 3 Tipos de Medição de Performance – retirado de <i>Parmenter (2007)</i>	28
Figura 12 - Áreas de desempenho de uma organização – adaptado de <i>Gunasekaran et al.(2001)</i>	30
Figura 13 - Instalação Fabril da Leica.....	32
Figura 14 - Processo Produtivo Geral	33
Figura 15 - Secção Mecânica	34
Figura 16 - Linha de Anodização Manual da Galvânica	36
Figura 17 - Grupo de trabalho manual PBR.....	37
Figura 18 - Código de Referência	38
Figura 19 - Exemplo de Códigos numa OP	39
Figura 20 - Tipos de Armazenamento de Material Utilizado.....	41
Figura 21 - Armazém 0018.....	42
Figura 22 - Histórico de Entregas 421-036.550-003.....	47
Figura 23 - Histórico de Entregas 421-028.950-005.....	47
Figura 24 - Gráfico de frequência de movimentos de saída por modelo.....	49
Figura 25 - Rácio S/E dos modelos de objetiva	50
Figura 26 - Rácio entre número de Saídas e número de Entradas das Principais Referências	51
Figura 27 - Fluxo de Movimentos da peça 421-128.950-005.....	53
Figura 28 - Ferramenta original de gestão do armazém 0018.....	56

Figura 29 - Diagrama de Use Case do sistema GA18.....	60
Figura 30 – DFD – Situação original	60
Figura 31 - DFD com a aplicação do GA18.....	61
Figura 32 - GA18- Login	66
Figura 33 - GA18 - Dashboard Inicial.....	67
Figura 34 - GA18 - Registo de Movimentos de Entrada e Saída	68
Figura 35 - GA18 - Gestão de Referências	68
Figura 36 - GA18 - Gestão de Utilizadores	70
Figura 37 - Indicador inicial On Time in Full	72
Figura 38 - Indicador inicial PPRA	73
Figura 39 - Ciclo de reaprovisionamento considerado.....	80
Figura 40 - Percentagem de refugo média por grupo	82
Figura 41 - Sistema produtivo puxado adaptado à produção em classes	85
Figura 42 - Buffer, stock de segurança e ponto de reaprovisionamento.....	86
Figura 43 - Estante nova de entrada da Galvânica	96
Figura 44 - Implementação com sucesso de <i>lot splitting</i> numa referência	97
Figura 45 - Resultado do indicador On Time in Tull.....	100
Figura 46 - OTIF final do GA18.....	101
Figura 47 - Resultado da criação de buffers no armazém 0018	102
Figura 48 - Evolução de stock disponível das referências "Berlin"	103
Figura 49 - Evolução do stock disponível das referências M1.4 /50	104
Figura 50 - Evolução do stock disponível da referência "Summaron"	105
Figura 51 - Resultado da evolução de stock nas referências "Geovid II"	106
Figura 52 - Resultado da evolução de stock nas referências "M10"	106

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Estrutura de desempenho de uma organização - adaptado de <i>Neely et al. (1995)</i>	29
Tabela 2 - Códigos de Grupos e Equipamentos/Operações.....	39
Tabela 3 - Objetivas produzidas na Mecânica	48
Tabela 4 - Comparação da BD entre o ficheiro original e o GA18	58
Tabela 5 - Características de capacidade das paletes	69
Tabela 6 - Capacidade de frequência de produção por grupo.....	75
Tabela 7 - Definição de classes de fracionamento de lotes.....	77
Tabela 8 - Estudo do fator de segurança	83
Tabela 9 - Parametrização de valores para definição SAP	88
Tabela 10 - Referências de estudo	90
Tabela 11 - Características das referências em estudo	91
Tabela 12 - Dados de cálculo Classe C	93
Tabela 13 - Dados de cálculo Classe B.....	94
Tabela 14 - Dados de cálculo Classe A.....	95

LISTA DE ABREVIATURAS, SIGLAS E ACRÓNIMOS

BD – Base de Dados

CNC – Computer Numeric Control

DFD – Diagrama de Fluxo de Dados

EPEI – Every Part Every Interval

ERP – Enterprise Resource Planning

FIFO – First In First Out

JIT – Just-in-Time

KPI – Key Performance Indicator

KTL – Kathodische TauchLackierung

LCW – Leica Camera Wetzlar

MRP – Materials Requirements Planning

OP – Ordem de Produção

OTIF – On time in full

PBR – Pintura Baixo Relevo

PCP – Planeamento e Controlo da Produção

ROP – Reorder Point

SMED – Single Minute Exchange of Die

TPS – Toyota Production System

UML – Unified Modelling Language

VBA – Visual Basic for Applications

1 INTRODUÇÃO

A presente dissertação foi desenvolvida no âmbito da unidade curricular Dissertação, integrado no ciclo de estudos do 2º ano do Mestrado em Engenharia Industrial - ramo gestão industrial.

O projeto de investigação aqui apresentado foi desenvolvido em contexto prático empresarial na Leica-Aparelhos óticos de precisão, S.A., multinacional com sede na Alemanha, que se dedica à produção de materiais óticos de luxo, como máquinas fotográficas, objetivas, binóculos e miras.

Neste capítulo será desenvolvida a introdução do projeto, iniciando-se por um enquadramento contextual da investigação, seguindo-se para a definição dos objetivos do projeto e descrição da metodologia de investigação, terminando com a apresentação da estrutura da dissertação.

1.1 Enquadramento

A produção tradicional em lotes, gerida usualmente com o apoio de sistemas MRP, caracteriza-se por transferir o lote de uma máquina (recurso) para a seguinte apenas quando todos os itens do lote estão finalizados. Assim, um item passa a maior parte do seu tempo no espaço fabril (“shop floor”) à espera para ser produzido, antes de passar à fase seguinte. Esta pausa provoca filas de espera, onde todo o lote tem de aguardar pela sua vez em cada recurso. Estes problemas são agravados quando estamos em presença de lotes de produção de grandes dimensões, embora lotes de grande dimensão possam ser necessários quando os tempos de *setup* das máquinas são grandes (Trietsch & Baker, 1993).

Tomar as decisões certas no tamanho de lote irá afetar diretamente a performance do sistema e a sua produtividade, fatores que são vitais à empresa para conseguir competir no mercado. Posto isto, o desenvolvimento e a melhoria de procedimentos de forma a encontrar a melhor solução para a problemática do tamanho de lote é crucial (Karimi, Fatemi Ghomi, & Wilson, 2003). Recentemente, projetos de investigação têm estado mais focados nos efeitos do dimensionamento de lote no nível de serviço e atrasos de entregas planeadas (Altendorfer, 2015). Neste sentido, pode estudar-se o efeito da separação de lote (Lot Splitting) sobre o desempenho de sistemas produção. No entanto, a maioria da literatura dessas implementações dizem respeito a ambientes *flow shop*, sendo que os sistemas *job shop* não têm recebido tanto foco (Low, Hsu, & Huang, 2004).

1.2 Objetivos da Investigação

O principal objetivo desta Dissertação é a otimização da performance do cumprimento de entregas da secção Mecânica face ao cliente Montagem e a redefinição do dimensionamento dos lotes, através do desenvolvimento de um sistema de produção puxado e da rentabilização do espaço físico do armazém de saída da Mecânica.

Como objetivos específicos ao desenvolvimento deste projeto tem-se:

- Criação de uma ferramenta para a gestão do armazém de saída;
- Desenvolvimento de indicadores de desempenho para análise da performance de entregas;
- Definição de normas para melhorar a standardização do fluxo produtivo;
- Desenvolvimento de um sistema produtivo puxado adaptado às exigências do processo;
- Criação de *buffers* de entrega e segurança no armazém de produto saída;
- Controlo dos fluxos de informação e de materiais;

1.3 Metodologia de Investigação

A maioria dos manuais de investigação apresenta a investigação como um processo de várias fases que deve ser seguido de maneira a que se conclua com sucesso o projeto de investigação. O número preciso de fases varia, mas normalmente estão presentes a formulação do tema, a revisão de literatura, definição da abordagem e estratégias de investigação, recolha e análise de dados e, por fim, a escrita (Saunders, Lewis, & Thornhill, 2009).

A escolha do tema do projeto (tópico de investigação) é crucial para que se possa clarificar qual o objeto em estudo e qual a direção que se pretende orientar o estudo. No caso específico deste projeto, o tema foi proposto pela empresa onde ocorreu o desenvolvimento prático deste trabalho.

A definição do tópico de investigação permite-nos centrar nas temáticas mais relevantes relacionadas com o estudo a desenvolver, criando-se condições para uma análise e crítica à revisão de literatura existente de forma a compreender-se a importância e o propósito para o projeto de investigação. A pesquisa bibliográfica engloba, na sua maioria fontes secundárias, através de análise de artigos de revistas científicas assim como livros. Como fontes primárias analisaram-se dissertações e relatórios e, como fontes terciárias, essencialmente ferramentas de pesquisa para localizar as fontes secundárias e primárias.

A metodologia de investigação que mais se adequa a este projeto de investigação é uma metodologia Investigação-ação (*Action Research*). Esta metodologia difere de outras estratégias de investigação devido ao seu foco explícito na ação, particularmente promovendo alterações/mudanças dentro da organização. Além disso, o indivíduo responsável pela investigação está diretamente envolvido nesta ação de mudança/melhoria e subsequente aplicação prática de um conhecimento adquirido previamente. A vantagem de uma metodologia “Investigação-ação” é o foco na mudança/melhoria; o reconhecimento de que o tempo tem de ser dedicado ao diagnóstico, planeamento, ação e controlo; e o envolvimento de colaboradores (profissionais) ao longo de todo o processo (Saunders et al., 2009).

1.4 Estrutura da Dissertação

A presente Dissertação foi estruturada de forma lógica e sequencial de acordo com o progresso do trabalho desenvolvido no projeto. De uma forma geral encontra-se dividida em nove principais capítulos: (1) Introdução, (2) Revisão de Literatura, (3) Caracterização do ambiente prático, (4) Apresentação do problema e análise do estado inicial, (5) Desenvolvimento da ferramenta informática “GA18”, (6) Desenvolvimento de um sistema produtivo puxado, (7) Análise de Resultados, (8) Orientação futura e melhoria contínua e (9) Conclusões.

No capítulo introdutório é efetuado um enquadramento do projeto, definidos os objetivos e a metodologia de investigação assim como a descrição da estrutura da Dissertação.

No segundo capítulo procede-se à revisão de literatura afeta à temática desenvolvida abordando-se os temas de planeamento e controlo da produção, dimensionamento de lotes, Lean Manufacturing, sistemas de informação e indicadores de desempenho.

A escrita relativa ao desenvolvimento prático do projeto inicia-se no terceiro capítulo onde se caracteriza o ambiente produtivo, nomeadamente a empresa e a secção onde incide o projeto, assim como as características do seu processo produtivo, relevantes ao trabalho realizado.

Posteriormente, no quarto capítulo abordam-se os problemas existentes que levaram à necessidade de um estudo de soluções efetuado neste trabalho, efetuando-se uma análise ao estado encontrado no período inicial do projeto.

A proposta de soluções com vista à resolução dos problemas encontrados encontra-se nos capítulos cinco e seis, onde, respetivamente, se desenvolve uma ferramenta informática para gestão do armazém de saída da Mecânica e um sistema produtivo puxado.

No sétimo capítulo procede-se à análise de resultados do trabalho desenvolvido e da implementação das propostas de modo a retirarem-se conclusões sobre a viabilidade do projeto.

Conclui-se a Dissertação com os capítulos oito e nove, onde são apresentadas as propostas de trabalho futuro e de melhoria contínua respeitante ao âmbito do trabalho realizado assim como as conclusões gerais da dissertação.

2 REVISÃO DE LITERATURA

A aplicação prática do conhecimento só é possível quando existe uma ou mais fontes teóricas do saber que servem de base fundamental para que a execução de uma determinada abordagem a um problema seja a mais orientada e eficiente possível. Face a este princípio, é oportuno em qualquer projeto de investigação, levar a cabo uma análise de literatura completa que sirva de apoio científico às diferentes tomadas de decisão durante o processo de investigação.

Neste capítulo pretende-se abordar os fundamentos teóricos relacionados com o desenvolvimento prático da presente dissertação. Sendo assim, a revisão de literatura irá centrar-se em cinco principais áreas do conhecimento ligadas à gestão da produção: planeamento e controlo da produção, dimensionamento e sequenciamento de lotes, *Lean Manufacturing*, sistemas de informação de apoio à gestão da produção e indicadores de desempenho.

2.1 Planeamento e Controlo de Produção

Em ambiente produtivo, o planeamento de produção baseia-se em decisões críticas como dimensionamento de lote (*lot Sizing*) e o sequenciamento de múltiplos produtos em recursos com capacidade limitada. Estas decisões têm em consideração a determinação de quantidades de produção, os seus *timings* e o lançamento de cada ordem para se conseguir cumprir com as necessidades de entrega planeadas (Mohan, Gopalakrishnan, Marathe, & Rajan, 2012).

2.1.1 Definição de Planeamento e Controlo da Produção (PCP)

O Planeamento e controlo da produção (PCP) é uma atividade que considera o melhor uso dos recursos produtivos de maneira a satisfazer os objetivos de produção (satisfazer necessidades de produção e antecipar oportunidades de vendas) num determinado período denominado horizonte de planeamento (Karimi et al., 2003). Para Wiendahl et al. (2005), o sistema PCP é o mecanismo de controlo central da logística interna da empresa. A sua função é planear, iniciar e controlar a entrega do produto ao cliente, bem como monitorizar e, em caso de desvios inesperados, reajustar e replanear os processos da organização.

Segundo Vollmann et al. (2005), o planeamento de produção normalmente engloba três horizontes temporais diferentes no processo de tomada de decisão: curto, médio e longo prazo:

Planeamento a longo prazo: O foco está em antecipar as necessidades agregadas e envolver decisões estratégicas como a escolha de produtos, equipamentos e processos;

Planeamento a médio prazo: Abrange a tomada de decisão nas necessidades de planeamento de material (MRP) e estabelecer quantidades de produção e de dimensionamento de lote para o período de produção;

Planeamento a curto prazo: Envolve decisões do dia-a-dia relativas à programação de operações tais como sequenciamento de trabalhos ou controlo de operações.

2.1.2 Atividades do PCP

Os sistemas de Gestão da Produção são compostos pela informação, funções e ferramentas que permitem planear e controlar as atividades de produção de forma a satisfazer a procura.

Segundo Lima (2013), estas atividades incluem:

- O planeamento da quantidade disponível de produtos finais por período durante um horizonte de planeamento;
- A determinação de quantidades necessárias de materiais para entregar aqueles produtos;
- A determinação de necessidades de capacidade para processar as operações de produção;
- O lançamento de ordens de produção;
- A definição da utilização detalhada de recursos para satisfazer as necessidades de produção.
- Monitorização de operações de produção e controlo de stocks;
- Avaliação do desempenho do sistema e da eventual necessidade de alterações.

O objetivo do PCP é conseguir assim um planeamento operacional, temporal e quantitativo e controlar todas as operações que são necessárias à produção (Cichos & Aurich, 2016). Cichos & Aurich (2016) propõem a divisão do Planeamento e Controlo da Produção em planeamento da produção, planeamento de recursos e controlo produtivo.

Wiendahl *et al.* (2005) apresenta, ilustrando com a Figura 1, os seguintes elementos como sendo essenciais para a modelação de sistemas PCP: objetivos; processos; atividades (referidas pelos autores com o termo inglês "*function*"); objetos; responsabilidades; ferramentas.

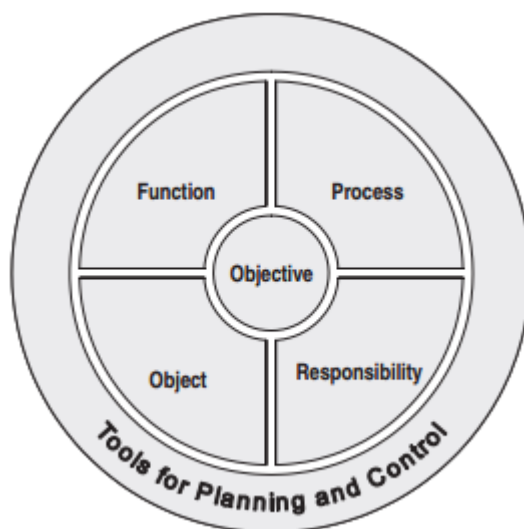


Figura 1 - Elementos de Modelação de sistemas PCP - retirado de Wiendahl et al. (2005).

Os objetivos são essenciais para alinhar com o modelo PCP, as técnicas e as medidas de desempenho a utilizar no sistema. Entre esses objetivos podem referir-se os seguintes: redução de stock; redução de trabalhos em curso de fabrico; redução do tempo de percurso; aumento da utilização dos recursos; aumento da fiabilidade do escalonamento; aumento do nível de cumprimento de prazos de entrega; aumento do nível de serviço ao cliente.

Os processos correspondem a uma ordem lógica e cronológica de processamento das atividades de planeamento e controlo de produção. As atividades (*"function"*) de PCP incluem a definição de objetivos, realização de previsões, tomada de decisões, e acompanhamento do andamento de ordens até à entrega ao cliente.

Os objetos de modelação são os artigos adquiridos, processados e entregues aos clientes; os recursos utilizados para processamento das atividades da empresa; os processos do PCP que indicam a forma lógica de execução das atividades; e as ordens de encomenda dos clientes, de produção da empresa e de compra a fornecedores.

A atribuição de responsabilidades, definindo os elementos da empresa responsáveis por cada atividade, permite obter o comprometimento com o planeamento, execução e sucesso de cada atividade, esclarecendo a forma de obtenção de informação sobre o estado de cada atividade.

As ferramentas são atividades semiautomáticas que aceleram o processamento das atividades PCP, uniformizam a sua execução e contribuem para o aumento do desempenho das mesmas. Entre algumas destas ferramentas podem-se incluir as seguintes: algoritmos de MRP; algoritmos de previsão; avisos automáticos; sistemas apoiados por computador (Lima, 2013) (Wiendahl, Cieminski, & Wiendahl, 2005).

2.2 Dimensionamento e Sequenciamento de Lotes

Sistemas produtivos *job shop* implicam, devido às mudanças de trabalho das máquinas, a produção em lotes e, conseqüentemente, a espera desses lotes até haver vaga à sua operação em determinado centro de trabalho. A necessidade de dimensionamento é real e bem presente no quotidiano da secção. Neste subcapítulo abordar-se-á a temática do dimensionamento de lotes e da fase posterior, onde podem ser usadas técnicas de sequenciamento de trabalhos para priorizar os lotes numa fila de espera.

2.2.1 Dimensionamento de lotes (*Lot Sizing*)

Determinar tamanhos de lote em ambientes de produção é uma das tarefas chave do planeamento e controlo de produção. Tamanhos de lote devem ser determinados sempre que mais do que um produto está para ser produzido num determinado recurso que necessite de um tempo de *setup*. De maneira a evitar constantes *setups*, um certo número de produtos similares são agrupados em algo vulgarmente denominado como “lote”.

Um lote pode assim ser definido como o número de itens produzidos num sistema de produção sem interrupções relacionadas com o processo de outros produtos (Schmidt, Münzberg, & Nyhuis, 2015).

A complexidade de problemas de dimensionamento de lote depende das variáveis a ter em conta. Segundo Karimi et al. (2003), as seguintes condições afetam a classificação, modelação e a dificuldade das decisões relativas ao tamanho de lote:

- Horizonte de Planeamento – Sendo o intervalo de tempo em que o planeamento diretor de produção se estende no futuro, este horizonte caracteriza-se por ter uma implicação temporal na gestão da produção;
- Número de níveis – Sistemas de produção podem ser do nível único ou multinível (árvore de produto). Embora nos sistemas de nível único a produção de cada artigo é independente dos restantes, no caso multinível existem relações de dependência entre os artigos, onde a produção de certo grupo ou subgrupo apenas é possível na presença de componentes para consumo;
- Variedade de Produtos – O número de produtos finais afetos a um sistema produtivo influencia fortemente a complexidade de problemas de dimensionamento de lote, sendo muito maior nos casos onde se produz mais que um produto final diferente;
- Capacidade e Restrições de Recursos – Recursos ou capacidade num sistema produtivo refere-se a mão-de-obra, equipamentos, máquinas, orçamento, etc. Quando existem restrições

explícitas nestes recursos, por norma, o sistema traduz-se numa maior inflexibilidade na gestão do planeamento;

- Deterioração de artigos – Nos casos onde os produtos são perecíveis, acrescenta restrições ao tempo de armazenamento;
- Procura – É considerada como uma variável chave na modelação do problema. A procura pode ser estática, se o seu valor não alterar com o tempo, dinâmica, quando se altera com o tempo, determinística, se for conhecida previamente, e, por fim, se não são conhecidos os seus valores exatos e a procura é influenciada por algumas variáveis aleatórias, é denominada probabilística;
- Estrutura de Setup – Normalmente, a mudança de produção de dois artigos envolve tempo e custo de *setup*. Se o sistema se caracterizar por ter *setups* complexos e dispendiosos, naturalmente será melhor evitar ao máximo o número de *setups* a realizar.

De uma forma geral, o tamanho de lote é dimensionado para minimizar custos. Convencionalmente, estes custos estão focados principalmente no *setup* das máquinas e em inventários (Schmidt et al., 2015).

O custo de *setup* das máquinas, frequentemente referidos como “custos de mudança de trabalho” ou “custos de pré-produção”, surgem quando uma máquina tem que ser restabelecida entre dois lotes. É uma despesa presente em cada mudança de lote e portanto, aumenta quando os tamanhos de lote são reduzidos. Quanto aos custos relacionados com inventários, eles aumentam com o tamanho de lote dado que o número de peças produzidas que não poderão ser imediatamente consumidas ou vendidas também aumenta.

Na Figura 2 estão descritos os custos a considerar nas mudanças de trabalho segundo Schmidt et al. (2015).

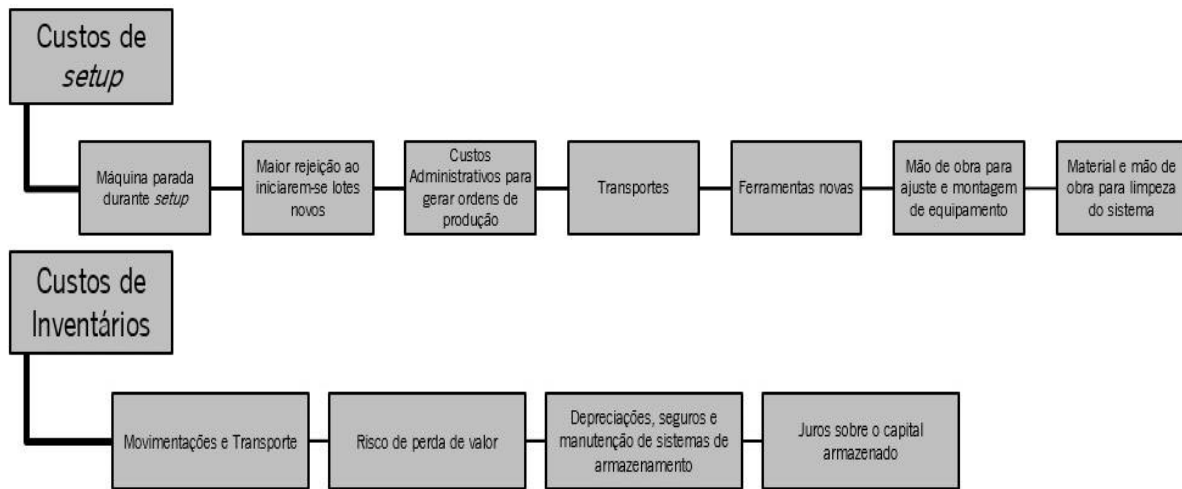


Figura 2 - Custos associados ao tamanho de lote

Além dos custos de inventário e de *setup* previamente referidos, a escolha do tamanho de lote tem impacto em outros fatores como o desempenho logístico da organização. Como se pode comprovar com a Lei de *Little*, a produção em lotes possui uma grande correlação com o tempo de atravessamento do sistema. Com lotes de maior dimensão, mais unidades têm de ser processadas numa ordem de produção o que leva a um maior conteúdo de trabalho. Lotes mais reduzidos, por contraste, proporcionam conteúdos e cargas de trabalho mais reduzidos, diminuindo o valor do *work in progress* (Schmidt et al., 2015).

2.2.2 Lot Splitting

Segundo Low et al. (2004), o fracionamento de lotes (*lot splitting/ lot streaming*) é um conceito onde um grande lote de produção é dividido em lotes de menores dimensões, ou “sublotes”, para que as suas operações nos centros de trabalho possam ser sobrepostas e o progresso acelerado. Segundo este método, os “sublotes” são transportados de uma estação para a outra sem terem que esperar pelo resto do lote inicial. Em outras palavras, duas operações precedentes de um mesmo produto podem ser executadas simultaneamente, o que reduz *lead times* de entrega e o *work in process* de um processo (Low et al., 2004).

Esta metodologia é menos complexa quando aplicada em *flow shops* comparativamente a *job shops*, contudo, a aplicação de *lot splitting* a este tipo de sistemas de produção é extremamente útil em qualquer contexto de produção atual (Chan, Wong, & Chan, 2004). Na Figura 3 está apresentado o esquema apresentado por Chan et al. (2004), que representa em forma de diagrama de *gantt* a melhoria resultante

de uma aplicação hipotética desta metodologia a um contexto produtivo *job shop*. Mais se conclui que se o objetivo é minimizar o tempo de atravessamento, os ganhos são bem significativos.

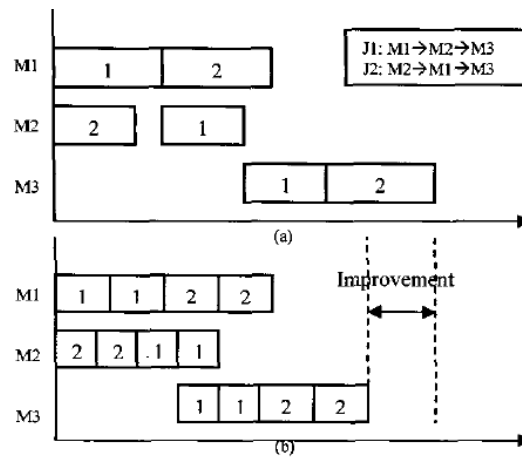


Figura 3 - Job shop sem LS vs. Job Shop com LS – retirado de Chan et al. (2004)

Segundo Chan et al. (2004), a prática de fracionamento de lotes ocorre geralmente numa das seguintes quatro abordagens:

1. Sublotes do mesmo tamanho sem períodos de processamento inativos entre eles na mesma máquina/centro de trabalho;
2. Sublotes do mesmo tamanho com períodos de processamento inativos entre eles na mesma máquina/centro de trabalho;
3. Sublotes de tamanhos variados sem períodos de processamento inativos entre eles na mesma máquina/centro de trabalho;
4. Sublotes de tamanhos variados com períodos de processamento inativos entre eles na mesma máquina/centro de trabalho.

Na área de estudo de fracionamento de lotes são tidos em conta principalmente dois fatores:

1. O quão possível é melhorar o tempo de atravessamento, ou um outro qualquer indicador de atraso, ao se dividir cada lote em vários sublotes;
2. Quantos sublotes são necessários para se conseguir esta melhoria.

Nos casos onde não existe tempos de *setup*, é sempre ótimo considerar o máximo número de sublotes possível. No entanto, o problema do tempo de atravessamento do processo é muito mais complicado de resolver porque cada sublote é um trabalho separado dos restantes (Dauzère-pèrès & Lasserre, 1997).

Num estudo realizado por Low et al. (2004) concluiu-se que o fracionamento em lotes da mesma dimensão garante um maior benefício temporal (menor tempo de atravessamento) do que sublotes de

diferentes dimensões além de que não é adequado ter uma grande diferença de tamanho entre os sublotes.

2.2.3 Sequenciamento de trabalho

Os problemas de dimensionamento de lotes e sequenciamento da produção, embora bastante relacionados, são frequentemente tratados separadamente na literatura. Ao conjugar-se o dimensionamento de lote com técnicas *lot splitting*, surge a necessidade de um sequenciamento dos trabalhos a realizar nas máquinas e centros de trabalho seguintes. Segundo Na & Park (2007), na maioria dos sistemas produtivos *job shop*, o processo de planeamento de produção é otimizado ao separar-se o período inteiro de produção em fases mais pequenas de forma a reduzir o problema a uma dimensão mais “tratável”, definindo-se por grupo de trabalho específico com limitações a nível de capacidade, a sequência de trabalhos a realizar. Este facto potencia uma maior eficiência do sistema produtivo, principalmente no cumprimento das entregas planeadas e do nível de serviço (Na & Park, 2014).

O sequenciamento determina assim, qual o próximo artigo a ser produzido de uma fila de espera. Para isso, atribui-se a cada produto ou conjunto de produtos um nível de prioridade com base num critério previamente definido. O trabalho a ser executado com maior valor índice de prioridade é considerado o mais urgente e, por isso, produzido primeiro (Lödding, 2013).

O maior impacto que advém do sequenciamento de produção é a fiabilidade quanto às entregas programadas. Esta relação funciona no entanto no duplo sentido, ou seja, um sequenciamento aleatório diminui os índices de capacidade de entrega ao cliente enquanto a aplicação de regras pode aumentar o desempenho de entrega final bem como compensar desvios de produção face ao planeado (Baker & Trietsch, 2009). Existem centenas de modelos criados ao longo dos tempos por autores para enfrentar esta problemática, no entanto, foram selecionadas quatro principais regras de sequenciamento a partir do trabalho Lödding (2013) e Baker & Trietsch (2009), que têm como principal objetivo aumentar os índices de performance da fiabilidade de entrega ao cliente e minimizar ao máximo as referências em atraso.

1. FIFO (First in First Out)

Ao aplicar a regra FIFO, os trabalhos são feitos na sequência que chegam à estação de trabalho.

Esta regra evita permuta de trabalhos e é portanto considerada como uma sequência natural.

As principais vantagens do FIFO resumem-se a uma garantia de variância mínima no tempo de

atravessamento dos produtos o que facilita na gestão dos tempos de produção pois assegura uma estimativa mais acertada e, além disso, é o método de sequenciamento mais fácil de gerir e de implementar.

2. EDD (Earliest Due Date)

Na regra EDD a prioridade é dada pela execução das ordens mais urgentes em termos de prazo de entrega.

3. SPT (Short Processing Time)

Nesta regra, o trabalho com maior prioridade é definido pelo menor tempo de processamento total. É classificada em ordem crescente de tempo. A sua utilização visa reduzir o tamanho das filas e o aumento do fluxo.

4. Least Slack

A prioridade é dada pela menor folga entre a data de entrega e o tempo total de processamento entre as tarefas que estão à espera. É classificada por prazo de entrega e visa reduzir atrasos.

O problema clássico de programação de *job shops* difere do problema das linhas de produção num aspeto importante: o fluxo dos materiais não é unidirecional. Cada entidade apresenta uma sequência própria de máquinas a visitar. Apesar que cada entidade possa ter um número qualquer de operações, a formulação mais comum assume que todas as entidades têm m operações, uma em cada máquina. Não é conceptualmente mais difícil lidar com o caso geral em que uma entidade pode requerer mais do que uma vez o processamento na mesma máquina. A Figura 4, proposta por Baker & Trietsch (2009) representa todas as possibilidades que uma máquina numa *job shop* pode ter em termos de fluxo. Cada máquina pode ser a primeira, a última ou ter qualquer outra ordem na sequência de operações requeridas para o processamento de uma entidade (Baker & Trietsch, 2009).

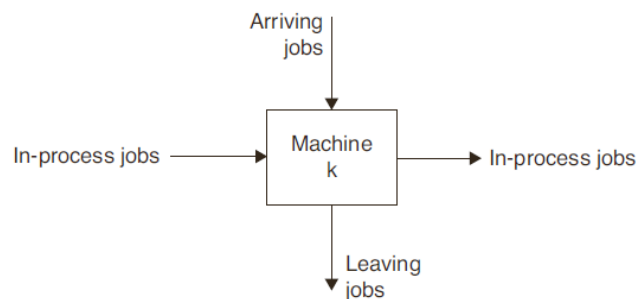


Figura 4 - Fluxo de trabalho numa job shop – retirado de Baker & Trietsch (2009)

2.3 Lean Manufacturing

Quando Henry Ford introduziu as técnicas de produção em massa para o fabrico de automóveis, no início do séc. XX, alterou os paradigmas de fabrico artesanal para o fabrico em série. A ênfase mudou das pequenas oficinas com pessoas altamente especializadas para grandes áreas de trabalho com equipamento especializado e de elevado custo. A avaliação de desempenho passou a concentrar-se na utilização dos recursos, e os processos de organização e *layouts* passaram a orientar-se pelos princípios da produção em massa (ou série). À medida que a complexidade destes processos aumentou, associado a uma maior oferta de produtos, foram desenvolvidos complexos sistemas de gestão. Invariavelmente, estes levaram a acumulação de stocks e ao aumento dos tempos de processo (*lead time*). O tempo para converter materiais em produtos finais aumentou e conseqüentemente o tempo de resposta a pedidos e reclamações dos clientes também aumentou levando ao desenvolvimento de complexos e burocráticos processos de controlo e ao aumento de custos e ineficiência operacional.

Por outro lado, as expectativas dos clientes cresceram rapidamente. Atualmente, o mercado exige entregas rápidas e reduzidos *lead times*, maior personalização dos produtos e serviços, melhor qualidade e a baixos preços. A indústria japonesa, em parte liderada pela Toyota e seus fornecedores, foi redesenhando as regras da gestão industrial para responder às novas expectativas e aos desafios colocados por um mercado em constante mudança (Pinto, 2008; Womack, Jones, & Roos, 1990).

2.3.1 Conceito e princípios da filosofia Lean

Embora a palavra *Lean* seja traduzida à letra como “magro/magra”, em contexto de gestão industrial significa uma produção “ajustada” às necessidades da organização.

O *Lean* possui uma longa história de desenvolvimento e evolução, no entanto, muito do pensamento que deu origem a esta filosofia foi elaborada principalmente pela *Toyota Motor Company* nos primeiros anos pós 2ª guerra mundial no seu *Toyota Production System* (TPS).

O Sistema de produção da Toyota (TPS), ou *Lean*, evoluiu durante largos anos como parte da estratégia da empresa em reformar e melhorar as suas operações face à situação em que o país se encontrava nos anos seguintes à guerra. O foco do TPS é o desenvolvimento de processos capazes de gerar os *outputs* desejados da forma mais suave, flexível e tranquila possível, utilizando a menor quantidade de recursos (Eaton, 2013).

Para Dennis (2007), a produção *Lean* significa fazer mais com menos – menos tempo, menos espaço, menos esforço humano, menos maquinaria, menos materiais – fornecendo aos clientes o que eles desejam.

A Produção *Lean* é uma filosofia orientada à maximização do valor através da contínua redução do desperdício. Esse desperdício denomina-se no vocabulário japonês como *Muda*.

Muda define-se como toda e qualquer atividade realizada dentro da empresa que o cliente não está disposto a pagar, ou seja, são ações que não acrescentam valor ao produto (Dennis, 2007).

De uma forma simplista, a filosofia *Lean* separa todas as atividades em dois tipos: as que são de valor acrescentado e aquelas que não o são, face às expectativas do cliente (Eaton, 2011).

Segundo J. P. Pinto (2008), num processo típico, o desperdício pode representar até 95% do tempo total. Tradicionalmente, as empresas orientam o seu esforço de aumentos de produtividade para a componente que acrescenta valor (5%), ignorando o enorme potencial de ganho que pode ser obtido se atenção for orientada para as atividades que não acrescentam valor.

Taiichi Ohno (1988) afirma que o primeiro passo para a implementação do TPS é a correta identificação do desperdício e categoriza as 7 principais fontes do *Muda*:

- Excesso de Produção
- Esperas
- Transportes
- Movimentações
- Stocks
- Defeitos
- Sobreprocessamento

Eliminando estes desperdícios, é possível melhorar a eficiência operacional em grande escala criando-se muito mais valor ao produto e à organização. Para isso, deve-se fazer apenas a quantidade necessária, libertando assim, recursos extras (Ohno, 1988).

Womack & Jones (2003) definem o *Lean* como um “antídoto” para o desperdício, uma vez que visa a sua eliminação através de cinco princípios básicos, ilustrados na Figura 5.



Figura 5 - Os 5 Princípios Lean

2.3.2 Just in Time

Um dos pilares do sistema de produção da Toyota é o *Just-in-Time* (JIT) (Ohno, 1988) . O JIT é um sistema de produção orientado ao mercado que assenta na base de servir as necessidades do cliente (Hirano, 2009). É uma filosofia de gestão aplicada na produção que envolve assegurar os itens indicados na qualidade e quantidade desejada no sítio e na altura certa (Cheng & Podolsky, 1996).

A APICS (*The Association for Operations Management*) esclarece que o *Just-in-Time* é uma filosofia de produção dado que é uma forma de abordar, entender e conduzir as atividades produtivas numa organização. O objetivo do JIT é eliminar desperdício, melhorar a qualidade, minimizar *lead times*, reduzir custos e aumentar a produtividade (S. P. Singh, 2014). Na Figura 6, proposta por Hirano (1996), está representada a visão geral do sistema produtivo JIT bem como as ferramentas e as filosofias que engloba.

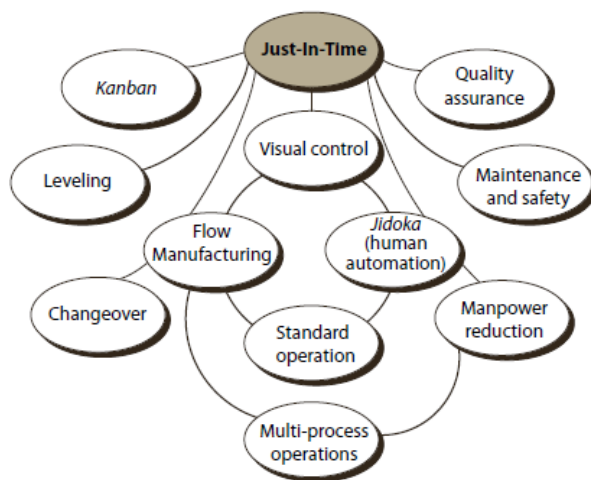


Figura 6 - Sistema Geral JIT - retirado de Hirano (2009)

Pode parecer à primeira vista, que o sistema JIT apresenta-se como algo simples, mas, quando se aprofunda na especificidade do seu trabalho, acaba por se revelar extremamente complicado e cheio de aspetos impossíveis de serem bem percebidos até serem experimentados em ambiente produtivo. Hirano (2009) apresenta 11 tipos de melhorias que devem ser realizadas para que se consiga alcançar a tão desejada produção *Just-in-Time*:

1. Fluxo Contínuo
2. Tratamento Multiprocesso
3. *Kanban* (Sistema Puxado)
4. Redução da Mão-de obra
5. Controlo Visual
6. Nivelamento da Produção
7. Mudanças de Trabalho
8. Garantia de Qualidade
9. Standardização de Operações
10. *Jidoka* (Automação Humana)
11. Manutenção e Segurança

O caminho para se alcançar o JIT, embora demorado e carente de persistência, é alcançado pela correta inter-relação destes 11 fatores, representados na Figura 6, que, percorrendo diversos passos, é uma sequência lógica para a implementação do *Just-in-Time* em qualquer organização.

2.3.3 Sistema Puxado (*Pull*)

Segundo Ohno (1988), para trabalhar em *Just-in-Time*, uma organização tem de laborar segundo o paradigma *Pull*, onde todo o processo inerente à produção é puxado pela procura imposta pelo mercado.

Um processo dentro da organização só é desencadeado se, anteriormente, outro lhe permitir.

Num sistema *Push*, o modelo tradicional, as ordens de fabrico são despoletadas pela organização da empresa, segundo um estudo de mercado ou previsão efetuada. Ou seja, não existem garantias que a produção irá ser escoada pelos consumidores. Este tipo de gestão resulta normalmente no aumento de stocks, custos e tempo.

Por outro lado, a adoção do sistema *Pull*, permite organizar todo o processo de abastecimento, interno ou até mesmo toda a cadeia de abastecimento, e de produção conforme os níveis de produção exigidos. Esses níveis de produção são alavancados pelas encomendas recebidas, deixando desta forma as leis da oferta e da procura definirem quais os níveis de produção a efetuar (Courtois, 2007).

Sistema *Pull* basicamente significa que ninguém a montante na linha de produção deve produzir um bem ou serviço sem que a ordem seja pedida a jusante. Dado que é a linha montagem de final que conhece de forma mais precisa as quantidades e os *timings* necessários, irá então ao processo

precedente retirar a quantidade necessária para realizar determinado trabalho. O trabalho precedente irá por sua vez produzir novamente as peças retiradas do seu stock retirando itens ao centro de trabalho precedente em relação a si (Monden, 2012). Esta relação prolonga-se até à fase mais inicial do processo e está esquematizada na Figura 7.

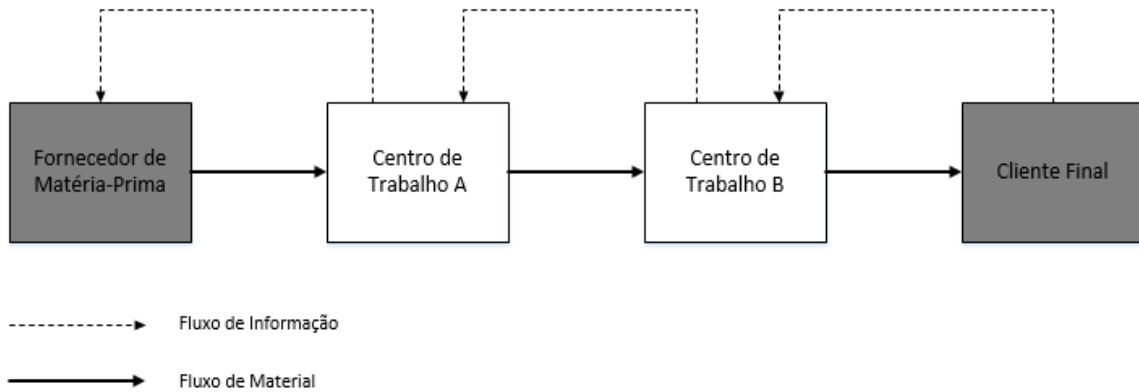


Figura 7 - Esquematização Sistema Pull

A adoção deste paradigma de produção requer condições específicas que nem sempre são encontradas pelas organizações que pretendem adotar esta metodologia. O funcionamento de um sistema de produção puxado exige uma maior responsabilidade de planeamento e controlo das ações produtivas assim como a criação de condições de processo que permitam a sua implementação de forma fluída. Pode-se aumentar esta fluidez recorrendo a métodos que garantam a qualidade dos produtos, manutenção preventiva para reduzir a variância do processo e aumentar a capacidade, tempos de mudança de trabalho nos equipamentos reduzidos e, mais importante que tudo, uma consciência e motivação uniformizada e orientada para os valores *Lean* promovendo-se o trabalho colaborativo e o espírito de equipa.

2.3.4 Kanban

O *Kanban* é um sistema de informação que controla harmoniosamente o funcionamento do sistema puxado. Este sistema consegue solucionar impasses relativos à implementação de um paradigma *Pull* ao fornecer a informação necessária aos intervenientes sobre quando, quanto e o que produzir (Monden, 2012). O *Kanban* é assim utilizado para movimentar e autorizar o fluxo de materiais e informação.

A ideia *Kanban* é inspirada nos supermercados onde os clientes consomem: (1) o que necessitam, (2) no *timing* pretendido, (3) na quantidade necessária. O gestor do supermercado gere assim um

determinado nível de inventário nas prateleiras (Ohno, 1988). Este conceito foi estendido por Taiichi Ohno na Toyota por volta de 1953 para:

- (1) Reduzir inventários e tempos de ciclo;
- (2) Aumentar a velocidade do fluxo de informação;
- (3) Melhorar a produtividade.

No sistema *Kanban*, cartões que contêm informação acerca do trabalho a executar, a quantidade a movimentar e o tipo de *Kanban* revelaram-se cruciais na gestão da produção. Com o movimento dos cartões, a informação torna-se tangível e mais facilmente compreendida (Huang & Kusiak, 1996).

O *Kanban* é uma ferramenta para alcançar o *Just-in-Time*. Para funcionar satisfatoriamente, a fluidez dos processos de produção tem de ser garantida, assim como o nivelamento da produção e o trabalho standardizado (Ohno, 1988).

O objetivo chave do sistema *Kanban* é entregar materiais *Just-in-Time* aos centros de trabalho e passar a informação à fase anterior acerca de quando e quanto produzir (Huang & Kusiak, 1996).

Kanban significa “cartão” em japonês e o sistema tem este nome porque foi originado pelo uso de cartões para regular o padrão de fluxo de material durante o processo. É comandado pelas necessidades a jusante e desencadeia as produções a montante (Singh, Shek, & Meloche, 1990). Essas operações a montante são então iniciadas para reaprovisionar as peças que foram retiradas (Naufal et al., 2012).

O *Kanban* é um sistema de produção de lotes pequenos. Cada lote é armazenado em recipientes uniformizados, contendo um número definido de peças. Para cada lote mínimo, existe um cartão *Kanban* correspondente. As peças dentro do recipiente, acompanhadas pelo seu cartão, são movimentadas através dos centros de trabalho, sofrendo as diversas operações do processo, até chegarem sob a forma de peça acabada à linha de montagem final (Pinto, 2010). A esquematização desta operação, presente na Figura 8, foi apresentada por Carmo-Silva (2016).

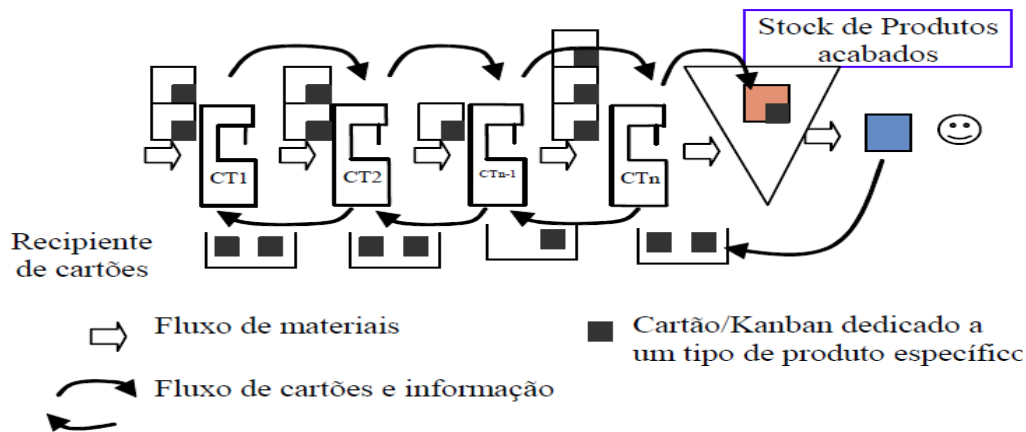


Figura 8 - Esquematização Fluxo Kanban – retirado de Carmo-Silva (2006)

Existem muitos tipos de cartões *Kanban*. Os mais comuns são os “*Kanbans* de produção” e os “*Kanbans* de transporte”. O cartão de produção acompanha os contentores enquanto eles estão a ser produzidos. Quando a produção de um contentor está terminada e acontece a procura dessa quantidade pelo centro de trabalho posterior ocorre (a procura é indicada por outro cartão, o cartão de transporte desse centro de trabalho), o cartão de produção é então retirado e substituído no contentor pelo cartão de transporte (N. Singh et al., 1990).

Yasuhiro Monden (2012) propõe um conjunto 5 regras para tornar o ambiente produtivo ideal à adoção do *Kanban* que fará a empresa muito mais próxima de atingir o JIT na sua organização produtiva:

1. Levantar materiais só com *Kanbans* e nas quantidades autorizadas
2. Acompanhar sempre cada contentor de materiais por um *Kanban*
3. Produzir apenas a quantidade presente no *Kanban* de produção
4. Não fornecer artigos defeituosos
5. Adaptar o número de *Kanbans* às variações da procura

Diferentes formas de *Kanbans*

Após a conceção clássica do modelo onde a informação fluía com base em cartões, o sistema foi ganhando novos contornos e adaptações. Independentemente da forma como se faz chegar a informação aos intervenientes, no *Kanban* o fundamental é que seja transmitida de forma simples e visual, e que as suas regras sejam sempre respeitadas. De seguida são apresentadas diferentes formas que o sistema *kanban* se pode apresentar, propostas por Pinto (2009):

- Cartão

O cartão é a forma mais tradicional e a mais usada de apresentação do *Kanban*, uma vez que é uma maneira simples e barata de controlar a produção.

- Marcas pintadas no chão

Esta forma de *Kanban* consiste em sinais visuais, como marcas pintadas no chão ou sinais visuais que dizem quando um item tem que ser reabastecido. São reservados espaços à armazenagem do produto, quando um produto é retirado o operador tem permissão para produzir. Assim que o local de armazenagem estiver preenchido a produção deve parar.

- Sistema de duas caixas

Também conhecido como *Kanbans* fixos, são colocados pelo menos dois contentores para cada material necessário no bordo da linha, tendo fixado, em cada um deles, um *Kanban* do tipo cartão. O contentor é recolhido quando fica vazio e devolvido ao bordo da linha preenchido com o mesmo material, na quantidade indicada na etiqueta.

- Indicação Luminosa

O operador aciona um comando luminoso no seu posto de trabalho cada vez que consome o produto. O sinal é transmitido até à célula de produção daquele artigo, onde está acesa uma luz para cada unidade a ser produzida. O operário da estação fornecedora, por sua vez, aperta um botão para cada unidade que produz, fazendo com que as luzes se vão apagando.

- Kanban Eletrónico

A rápida mudança e desenvolvimento dos ambientes produtivos além de necessitarem de grandes níveis de adaptabilidade às circunstâncias, requerem também soluções flexíveis no controlo das ordens de materiais. O *Kanban* tradicional tem certas limitações que podem ser resolvidas ao ser implementado um sistema eletrónico onde o sinal é transmitido através de um sistema de informação adotado pela empresa (Maríková, 2008).

- Modelo Gravitacional

Sempre que o stock de um artigo utilizado na submontagem chega ao fim, o operário coloca uma bola colorida numa calha, a qual rola por gravidade até à central de reabastecimento. De acordo com a cor da bola e com a calha usada, o operador do armazém sabe qual o material que deve ser entregue num determinado posto de trabalho

Dimensionamento do número de *Kanbans*

Para determinar o número de Kanbans, existem modelos matemáticos criados para aproximar o número de Kanbans às necessidades da organização.

Desde a formulação da equação original postulada por Yasuhiro Monden (S. P. Singh, 2014) que se têm criado inúmeras variações dessa fórmula mas todas contêm os mesmos elementos fundamentais demonstrados através da Equação 1 por Louis (2006):

Equação 1

$$K = \frac{((Procura\ Diária) \times (Tempo\ de\ Reaprovisionamento)) + Fator\ de\ Segurança}{Tamanho\ Standard\ do\ Contentor}$$

Em que:

- K – Número de *Kanbans* (contentores) a serem produzidos;

A procura diária, independente do tipo de procura existente na organização, é a quantidade que em média que o cliente final irá consumir por dia de produto final.

O tempo de reaprovisionamento e o fator de segurança são normalmente expressos em dias ou em frações de dia. O dimensionamento do lote do *Kanban* é a parte superior da fórmula (Louis, 2006).

Embora existam inúmeras maneiras variadas de se proceder a este cálculo, alguns autores afirmam que a forma de determinar o número de *Kanbans* não é o mais importante. O importante é saber-se como melhorar o sistema de produção de forma a encontrar o número mínimo de *Kanbans*. Para isso, podem ser tidos em conta fatores como: a diminuição dos tempos de produção, a diminuição dos tempos de *setup*, a redução dos stocks de segurança, a redução das avarias das máquinas e a redução do número de peças não conformes. O melhor sistema *Kanban* é aquele que melhor se adapta às circunstâncias do ambiente produtivo.

2.3.5 *Standard Work* e Melhoria Contínua

O pensamento *Lean*, devido à sua ampla constituição de temáticas e teorias, pode-se subdividir em filosofias intrínsecas à sua política. Uma das áreas mais importantes do *Lean* é a constante procura pela melhoria contínua de um processo ou organização. O termo original em japonês é *Kaizen*, que resulta da junção de duas palavras “Kai” que significa mudança e “Zen” que significa melhor, ou seja, “mudar

para melhor”. A filosofia *Kaizen* advoga que na vida, seja pessoal, social ou profissional, deve existir sempre um esforço para realizar melhorias constantes (Imai, 2012).

O desenvolvimento de melhoria contínua numa organização assenta na implementação de algumas práticas e ferramentas. De seguida será abordada uma das principais técnicas *Kaizen*: O *Standard Work*. *Standard Work* é usualmente definido como o desenvolvimento de normas que representam o melhor método de trabalhar num determinado momento. Desenvolver a uniformização de processos significa alcançar um estado de fluidez nos movimentos do trabalhador fazendo com que o trabalho seja concluído no menor período possível e com a qualidade desejada (Coimbra, 2013). Ao uniformizar (processos, materiais e equipamentos), a empresa estará a contribuir para a redução dos desvios (variação ou oscilação dos processos) e a garantir a consistência das operações, produtos e serviços (Pinto, 2008). A *Toyota* afirma que o propósito da uniformização dos processos é a “base para o *Kaizen* (melhoria contínua)”. Se o trabalho não está standardizado e é executado de maneira diferente de cada vez que é feito, não há base para a evolução, ou seja, não existe nenhum ponto de referência que sirva de comparação. Desenvolver melhoria contínua numa organização sem antes uniformizar os processos seria como contruir castelos em areia movediça (Liker & Meier, 2006).

Liker & Meier (2006) enunciam três principais requisitos onde é necessário garantir estabilidade para que se possa avançar para a implementação da uniformização dos processos:

1. As tarefas têm de ser consistentes e não condicionais. Não é possível uniformizar a menos que haja apenas pequenas regras simples;
2. O processo e os equipamentos têm de ser de confiança e as paragens têm de ser mínimas;
3. A qualidade dos produtos tem de ser garantida. Estes têm de ser consistentes nos parâmetros chave e apresentar taxas de defeito praticamente nulas.

De forma a melhor perceber o processo de uniformização, podemos utilizar o ciclo de melhoria contínua PDCA que terá de ser adaptado para a utilização neste processo. Neste caso, o P (*Plan*) dá lugar ao S (*Standardize*) criando o ciclo SDCA. Note-se que de pouco vale o ciclo PDCA sem o apoio do ciclo SDCA. Só através do ciclo SDCA é possível criar o “terreno firme” para que o próximo degrau da melhoria seja alcançado. Este processo está representado na Figura 9.

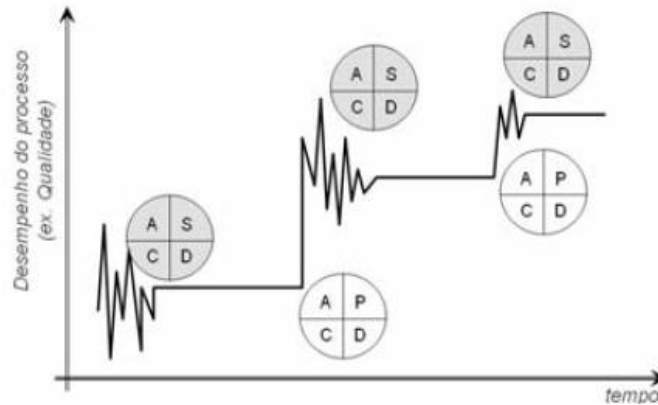


Figura 9 - Ciclos SDCA e PDCA para melhoria contínua do desempenho – retirado de Pinto (2008)

2.4 Sistemas de Informação

A informação é nos tempos que correm um ativo de enorme potencial dentro das organizações. Não existe nenhuma tomada de decisão consciente que não seja baseada em algum tipo de informação. Dessa forma, é crucial obter-se essa informação atempadamente e com valor.

Informação, tecnologias de informação e sistemas de informação são termos utilizados frequentemente e de entendimento universal. Contudo, antes de definir um sistema de informação é importante que o conceito informação esteja claro, pois a sua utilidade é extremamente importante na tomada de ações e decisões.

Segundo Galliers (1987), a informação é um conjunto de dados que, quando fornecido a tempo adequado, melhora o conhecimento da pessoa que o recebe ficando mais apta para tomar decisões e estabelecer qualquer atividade.

Um sistema de informação, para Buckingham, é um sistema que reúne, guarda, processa e facilita informação relevante para a organização, de modo que a informação seja acessível e útil para aqueles que a querem utilizar, incluindo gestores, funcionários e clientes, podendo envolver ou não a utilização de computadores (Buckingham et al., 1987).

Na realidade, são poucas as organizações que não utilizam computadores no seu sistema de informação, pelo que pode definir-se que a combinação destes computadores com os utilizadores gera a transformação dos dados em informação para uma gestão mais eficiente dos recursos, de modo a alcançar os objetivos, como ilustrado na Figura 10 (Mckeown, Patrick, & Leitch, 1992).

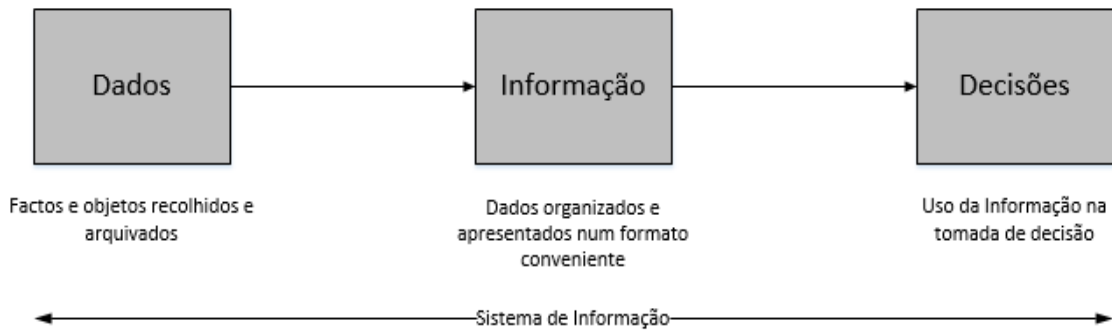


Figura 10 - Sistema de Informação - adaptado de Cashmore & Lyall (1991)

Em contexto empresarial, os sistemas de informação constituem uma importante ferramenta de trabalho para a tomada de decisão. Para a gestão empresarial o sistema de informação proporciona aos gestores a informação sobre a performance passada e presente na organização de uma forma integrada, oportuna e relevante para a tomada de decisão aos vários níveis de gestão, como por exemplo, a performance das vendas, a rotação do stock, os custos de produção, as margens, as necessidades financeiras, os encargos com os recursos humanos e a performance financeira.

Muitos gestores hoje em dia são inundados com informação irrelevante, abundante e dispersa de várias fontes de informação, pelo que muitas vezes possuem uma visão distorcida da realidade, tomando por isso decisões sem a eficácia desejada. A organização também por vezes cria muita informação que é necessário procurá-la, e nem sempre chega às horas desejadas, por isso mesmo a maior parte dos gestores têm dificuldade em reunir a informação necessária que os leve a melhorar a eficiência da organização e deste modo reduzir o insucesso.

Em suma, para a gestão, esta ferramenta constitui uma mais-valia para exercerem as suas funções com eficácia, tratando sempre a informação relevante e oportuna para a sua tomada de decisão (Rascão, 2004).

Nem todos os sistemas de informação usam os computadores e as redes de comunicação como tecnologias de informação, existindo ainda a tecnologia manual do lápis e do papel. As tecnologias de informação apenas agrupam o computador e o *software* para armazenamento da informação, processamento e fornecimento à gestão para a tomada de decisão (Alter, 1992).

Ward et al. (1990) apresenta os seguintes componentes de sistemas de informação:

- *Hardware* – Sistemas de computação, computadores pessoais, estações de trabalho, impressoras, discos, etc;

- *Software* – Sistemas operativos, monitores de teleprocessamento, sistema de gestão de base de dados;
- Produto – Dados e Informações;
- Organização – A forma como as pessoas se agrupam para executarem os procedimentos na recolha, seleção, tratamento, análise e produção de resultados;
- Pessoas – Colaboradores da organização.

Para se ganhar vantagem competitiva com a industrialização da tecnologia, novas formas de organização e métodos modernos de gestão foram desenvolvidos. Sendo cada vez maior a competitividade entre as empresas, a gestão da informação com eficiência torna-se um fator de destaque e sucesso nas organizações. A informação, devido à sua importância, é cada vez mais vista como um recurso extremamente importante nas organizações, tão importante como o capital ou as pessoas, visto que sem informação não podem sobreviver. Muitas organizações públicas e privadas têm sistemas de informação que contribuem para a eficiência da gestão e para mais facilmente atingir os objetivos.

O uso dos sistemas de informação e das tecnologias de informação podem proporcionar à empresa diversas vantagens se forem bem aplicadas. Iniciar projetos com expectativas mais realistas, desenvolver melhores planos, trabalhar com mais eficiência de modo a realizar mais tranquilamente a implementação da estratégia do negócio, visto que a tecnologia permite processar mais rapidamente a informação, fazendo com que os gestores tenham acesso a mais e melhor informação são alguns exemplos da importância que estes dois termos podem trazer à empresa (Rascão, 2004).

Os sistemas de informação são utilizados pela organização como um instrumento de otimização da comunicação e processo de decisão das organizações, sendo estes dois problemas sérios de eficácia e eficiência nas empresas. Podem proporcionar qualidade a baixo custo ou alta qualidade a alto custo e/ou melhor serviço, proporcionando valor acrescentado aos clientes que é o principal objetivo das organizações, visto que sem informação não podem contactar com os clientes, relacionar-se com os fornecedores, saber algo sobre a concorrência, entre outros.

2.5 Indicadores de Desempenho (KPI's)

A medição da performance de um processo é um tópico frequentemente discutido mas raramente definido. O seu conceito assume-se literalmente como o processo de quantificar ações, onde a medida do processo de quantificação e ação leva à melhoria do desempenho (Neely, Gregory, & Platts, 1995).

Segundo Parmenter (2007), Indicadores de Desempenho (KPIs), representam um conjunto de medidas focadas nos aspetos da performance da organização que são considerados críticos ao sucesso presente e futuro desta. A função dos indicadores de desempenho é descobrir se os processos vão no caminho certo e, caso contrário, encontrarem-se os motivos que levaram a esse mau desempenho. Após esta análise são necessárias soluções para a melhoria da performance (Liviu, Ana-Maria, & Emil, 2008).

Muitas empresas falharam em maximizar o seu potencial porque muitas vezes não desenvolveram métricas de desempenho para integrar totalmente o seu processo de forma a aumentar a sua eficácia e eficiência (Gunasekaran, Patel, & McGaughey, 2004). Os termos “eficácia” e “eficiência” são usados de forma pertinente neste contexto. Eficácia refere-se à dimensão dos requisitos do cliente, enquanto a eficiência é a medida de como os recursos da empresa são utilizados tendo em conta o nível de satisfação do cliente (Neely et al., 1995). Consequentemente, o nível de performance atingido por uma organização é uma função da eficiência e da eficácia das suas ações, seguem-se três conceitos definidos por Neely et al. (1995):

- Medição de Desempenho – Processo de quantificar a eficiência e eficácia de uma ação;
- Medida de Desempenho – Métrica usada para quantificar a eficiência ou eficácia de uma ação;
- Sistema de Medição de Desempenho – Conjunto de métricas usadas para quantificar quer a eficiência, quer a eficácia.

Existem três tipos de medição de performance (Parmenter, 2007):

1. Indicadores de Resultado Chave (KRIs – *Key Result Indicators*) fornecem dados de resultados da organização dentro de uma perspectiva;
2. Indicadores de Performance (PIs – *Performance Indicators*) que dão indicações sobre como atuar;
3. Indicadores de Performance Chave (KPIs – *Key Performance Indicators*) que dão orientação à melhoria de desempenho.

Para melhor descrever a relação destas três medidas, pode-se utilizar a analogia da cebola, representada na Figura 11, onde na camada exterior está a parte mais superficial e menos analítica da medição de desempenho (KRIs), nas camadas intermédias surgem os PIs e, por fim, no núcleo do processo, na fase mais madura e rica, os KPIs.

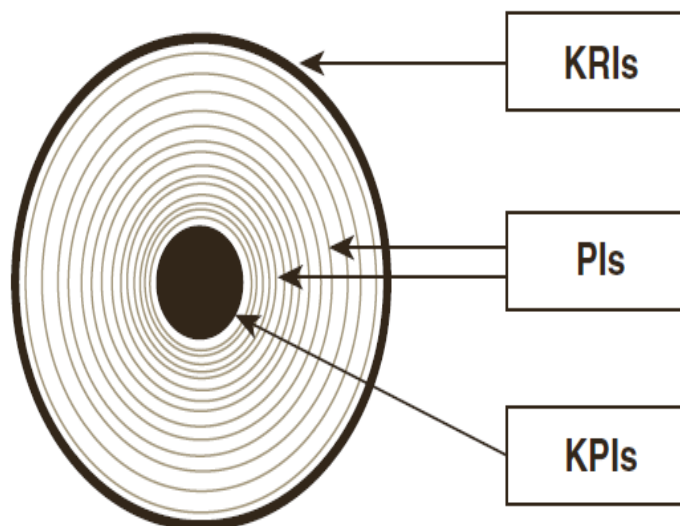


Figura 11 - Os 3 Tipos de Medição de Performance – retirado de *Parmenter (2007)*

Segundo Parmenter (2007) são sete as características que definem os indicadores de desempenho:

1. Medidas não monetárias;
2. Métricas controladas constantemente (diariamente ou em tempo real);
3. Integração dos órgãos de chefia superiores;
4. Correta interpretação dos indicadores e do plano de correção por parte de todo o *staff*;
5. Acarreta responsabilidades individuais ou de grupo;
6. Têm um impacto significativo (Afetam o sucesso crítico da organização);
7. Têm um impacto positivo (Afetam todas as outras medidas de desempenho de uma forma benéfica).

Na literatura existem inúmeros exemplos e desenvolvimentos no que diz respeito a indicadores de desempenho. A variedade é tão grande que se torna complicado definir qual/quais a/as mais importantes ou eficientes a um determinado processo ou organização. Na verdade, o indicador tem de ser adaptado sempre às características do ambiente em que é inserido para que vá ao máximo de encontro à complexidade e às exigências específicas de cada situação.

De seguida será apresentada duas abordagens, uma por Neely et al. (2005) e outra por Gunasekaran et al. (2001), que têm como objetivo categorizar e “arrumar” a grande variedade de indicadores existentes, aplicáveis ao contexto de um negócio.

Através da Tabela 1, Neely et al. (2005) apresenta uma visão direcionada para as componentes de gestão financeira e desempenho logístico de uma organização. É apresentado um conjunto de indicadores que simulam um sistema de medição de performance de uma empresa, onde os indicadores são analisados mensalmente. Com esta abordagem, o autor pretende estabelecer que independentemente do tipo de negócio, deve-se ter um enorme controlo sobre as variações que nele ocorrem de maneira a que a gestão esteja sempre na melhor posição possível para tomar uma decisão

Tabela 1 - Estrutura de desempenho de uma organização - adaptado de *Neely et al. (1995)*

Área de Aplicação	Medidas Utilizadas
Expedição	Desvios em relação ao planeado
	Atrasos
Inventários	Total (tempo ou €)
	Desperdícios
	Excessos
	Material obsoleto
Variações	Preços de compra
	Carga de produção
	Aquisição de materiais
	Utilização de materiais
	Trabalho
Desempenho do Trabalho	Eficiência
	Utilização
	Produtividade
	Sobrecarga
	Absentismo
Capital	Posses
	Gastos
Despesas	Salários e Benefícios
	Despesas controláveis

Gunasekaran et al. (2001) apresenta uma visão ligeiramente diferente da analisada anteriormente dado que separa a cadeia de valor de uma empresa em cinco atividades principais onde apresenta em cada uma focos de análise de desempenho. Através da análise da Figura 12, podemos ver que existem oportunidades de monitorização da performance desde a fase inicial do processo (planeamento) até à pós entrega do produto, refletindo-se no nível de satisfação do cliente.

Convém salientar que nos dois exemplos apresentados, em nenhum o autor apresenta KPIs específicos, apenas oportunidades de análise e controlo. Cabe aos responsáveis de gestão a perspicácia e motivação

de encontrar os focos cruciais de monitorização dos seus processos de modo a influenciar beneficemente toda a organização.

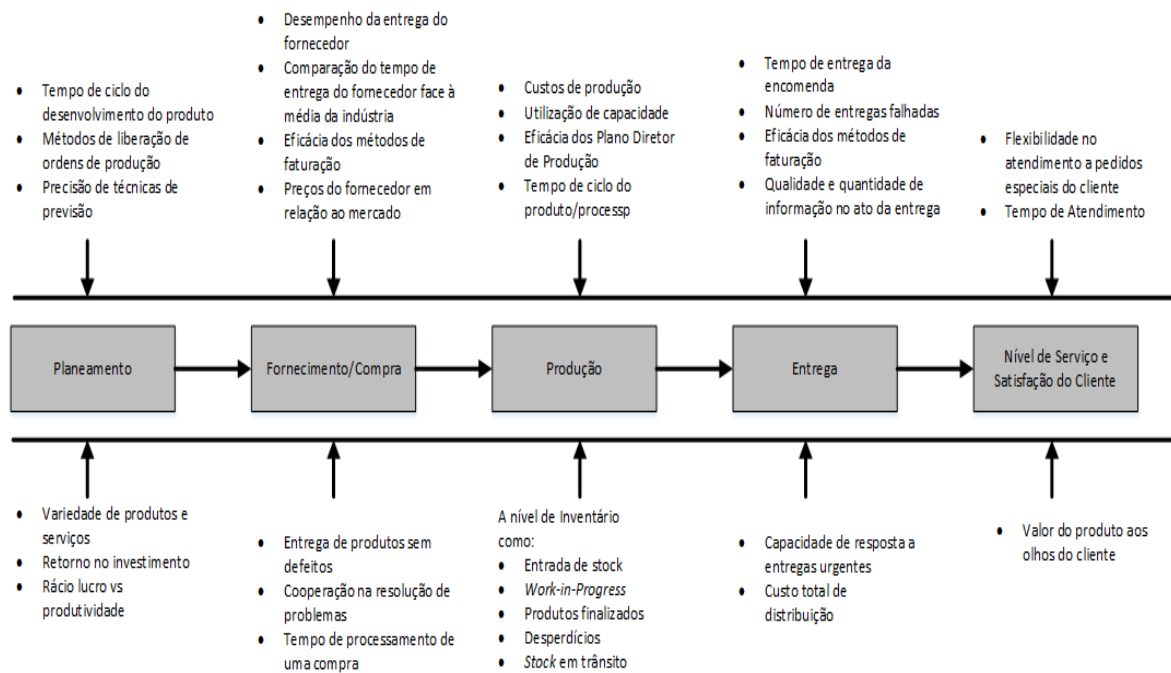


Figura 12 - Áreas de desempenho de uma organização – adaptado de *Gunasekaran et al.(2001)*

3 CARACTERIZAÇÃO DO CONTEXTO DE ESTUDO

O desenvolvimento prático deste estudo tomou lugar em ambiente empresarial numa empresa multinacional produtora de aparelhos óticos de precisão não oftálmicos. Neste capítulo prece-der-se-á à apresentação da organização descrevendo um pouco o seu contexto histórico e evolução e à caracterização do seu processo produtivo.

3.1 A Empresa: Leica- Aparelhos Óticos de Precisão, S. A.

Na pequena cidade de Wetzlar, na Alemanha, é fundada em 1849 a organização que, entregando-se inicialmente à produção de microscópios, veio a ser palco do nascimento da primeira câmara fotográfica de 35 mm, com isso revolucionando o mundo da fotografia. Responsável por inúmeros desenvolvimentos e inovações, deu origem à marca LEICA que se impôs, de maneira incontornável, pela sua qualidade, granjeando um prestígio que a tornou, até aos nossos dias, universalmente reconhecida. A atestar a alta qualidade dos artigos fotográficos e de observação que o grupo Leica produz, contam-se os inúmeros galardões provenientes das mais reputadas entidades.

Em 29-06-1973, por deliberação do Conselho de Administração da empresa alemã, foi fundada em Vila Nova de Famalicão a Leica, S.A., inicialmente designada por Leitz Portugal- Aparelhos Óticos de Precisão, S.A.R.L., que contava com 84 trabalhadores ao fim do seu primeiro ano de laboração. À data da comemoração dos seus 40 anos, em Junho de 2013, o número de colaboradores rondava os 740, instalados já na sua nova fábrica construída na freguesia de Lousado em Vila Nova de Famalicão e inaugurada em Março do mesmo ano.

O crescimento da empresa foi acontecendo na sequência do alargamento programado da gama de produtos: de uma produção inicial de peças mecânicas e óticas, foi-se evoluindo até à montagem de três famílias de produtos distintos: máquinas fotográficas, objetivas e produtos de observação (binóculos e miras) produzidos nos três principais sectores da empresa, a Mecânica a Ótica e a Montagem. Grande parte dos componentes óticos e mecânicos destes produtos são obtidos nas respetivas secções da empresa, a partir de matéria-prima adquirida em fornecedores especializados. As principais matérias-primas utilizadas nos produtos são: alumínio, latão, magnésio e vidro ótico, sendo que para algumas séries especiais (edições limitadas), outros materiais são usados como por exemplo o titânio.

Desde sempre com uma grande preocupação pela Qualidade, a LEICA S.A., é uma empresa certificada desde Março de 1997, cumprindo atualmente os requisitos da Norma NP EN ISSO 9001:2008 e NP EN 14001:2012.



Figura 13 - Instalação Fabril da Leica

3.2 Processo Produtivo Geral

A Leica- Aparelhos Óticos de Precisão, S.A., sendo uma filial da *Leica Camera*, sediada em Wetzlar, na Alemanha, desde os seus tempos primórdios que endereça a totalidade de artigos fabricados à casa mãe. No entanto, nos últimos anos, fruto das modernas infraestruturas e equipamentos e das ótimas condições de trabalho, a empresa conseguiu ter capacidade para se tornar uma organização prestadora de serviços a outras empresas externas ao grupo Leica. Essas organizações, designadas internamente por “Terceiros”, são, regra geral, também eles produtores mundialmente reconhecidos de aparelhos de alta precisão ótica e mecânica, embora de outros mercados e áreas de atuação como a indústria aeronáutica, e confiam à Leica a produção de alguns dos seus artigos de elevado valor acrescentado.

A estrutura produtiva da Leica é composta por três departamentos, designados Secções, que devido às diferentes características do processo presente em cada uma delas, são separadas fisicamente e cada uma é gerida de uma forma praticamente independente em relação às restantes.

É nestas unidades onde acontecem todas as atividades diretas de transformação sobre o produto. Essas secções são:

1. Mecânica – Produção de peças metalomecânicas: trabalha essencialmente com alumínio, magnésio e latão;
2. Ótica – Produção de peças óticas: opera essencialmente lentes de vidro;

3. Montagem – Processo de montagem de peças provenientes, em grande parte, da Mecânica e da Ótica mas também de matérias-primas diretas como componentes eletrónicos.

Além destes três, existem outros setores que têm um papel igualmente relevante no sucesso produtivo da organização. São secções que cooperam diretamente com os departamentos produtivos. Entre eles estão a Logística, que é responsável por elaborar o Plano Diretor de Produção em conjunto com a casa mãe na Alemanha, assim como pela compra de matérias-primas e relacionamento com fornecedores; A Qualidade Entrada/Saída que efetua todo o controlo dos exigentes parâmetros de qualidade quer das matérias-primas como dos produtos finais antes de seguirem para a Alemanha ou Terceiros; e a Ferramentaria, setor também ele de transformação, mas com o objetivo de criar ferramentas necessárias à produção.

Como é natural numa organização desta dimensão, existem outros departamentos que, embora importantes ao funcionamento e sustentabilidade da empresa não estão tão diretamente relacionados com o processo produtivo e, por isso, não é concedida distinção.

A representação do processo geral encontra-se, de uma forma simplista, no diagrama da Figura 14.

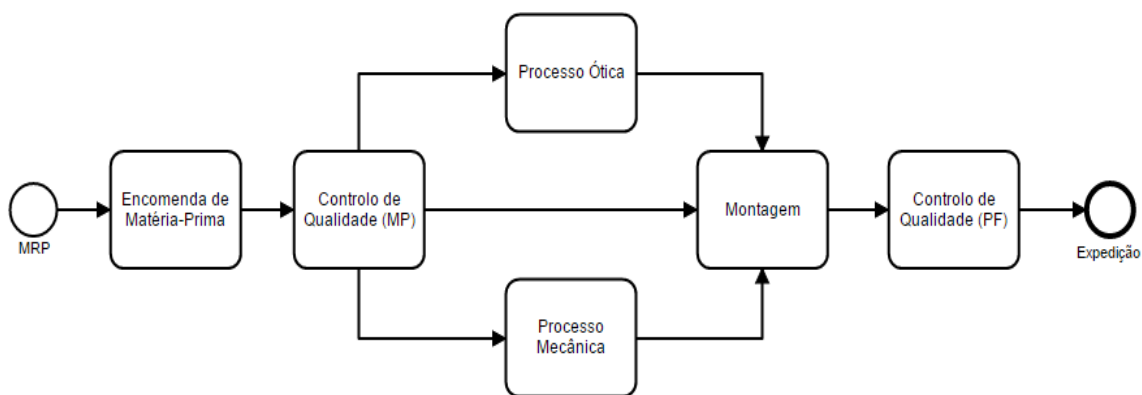


Figura 14 - Processo Produtivo Geral

O MRP, por intermédio do ERP “SAP” utilizado transversalmente na empresa, despoleta as necessidades de compra de materiais por parte da logística que entram diretamente nas três secções produtivas após ser verificada a conformidade dos produtos no controlo de qualidade de entrada às matérias-primas. À medida que se vão concluindo produtos, procede-se ao controlo de qualidade de saída aos produtos finais que serão posteriormente armazenados até ao momento da expedição. Geralmente a exportação ocorre todas as sextas-feiras ao fim do dia.

Embora a interação com elementos de outros setores seja um fator crítico para a homogeneidade da empresa no contexto das suas operações, o desenvolvimento do projeto desta Dissertação teve como foco os procedimentos internos da secção Mecânica.

3.3 Secção - Mecânica

A Mecânica, ilustrada na Figura 15, é a maior secção da empresa. Possui cerca de 300 trabalhadores e tem a seu cargo uma variedade de referências (produtos) muito mais extensa do que a Ótica.



Figura 15 - Secção Mecânica

A sua configuração estrutural é definida com sendo uma *job shop* (*layout* orientado ao tipos de processo de fabrico) onde é possível suportar uma grande variedade de artigos. É o sistema tradicional que dá resposta a uma estratégia definida pela diferenciação do produto. Numa *job shop* cada produto é submetido a uma sequência de operações diferente das restantes. Um produto ou um lote de artigos (ordem de produção) tem um processo de produção específico, movimentando os materiais e componentes entre os grupos de trabalho da sequência definida de trabalho (Heizer & Render, 2011). Este processo de produção é denominado na Leica como “roteiro”.

A secção Mecânica realiza todo o tipo de operações às peças desde a chegada da matéria-prima (bloco, barra ou pré-forma fundida) até peça final, incluindo tratamento superficial e pintura. É composto por dez grupos de trabalho agrupados pela sua especialização de operações. Esses grupos são:

1. Torneamento Automático – Processo de maquinação com auxílio de máquinas (tornos) CNC. Processo de maquinação com auxílio de 11 máquinas (tornos) CNC. Este grupo opera sobre barras cilíndricas de Alumínio ou Latão;
2. Fresagem - Processo de maquinação com auxílio de 17 máquinas (fresas) CNC. Opera sobre blocos paralelepípedos de alumínio ou latão ou também pré-formas fundidas;
3. Torneamento Fino – Processo de torneamento mais cuidado e específico, servindo muitas vezes como fases de acabamento ao Torneamento Automático. São 10 máquinas que elaboram trabalho mais minucioso (e.g. roscas interiores) que não é tão fácil de executar pelas máquinas do Torneamento CNC. Comum às fases de Torneamento Automático, Fresagem e Torneamento Fino, está uma fase (banca) de trabalho manual, onde se corrigem pequenas imperfeições das peças acabadas de maquinar (remoção de rebarba);
4. Gravação – Subgrupo inserido no Torneamento Fino, realiza gravação a laser e a baixo-relevo;
5. Convencional – Para além de continuar a ser um grupo extremamente funcional, representa a história da Leica em Portugal e carrega um enorme peso simbólico e estético na Mecânica. É constituído pelas máquinas originais do sistema produtivo Leica em Portugal e, embora as máquinas sejam operadas manualmente sem qualquer auxílio informático, conseguem ainda efetuar trabalhos de torneamento e fresagem aos níveis de qualidade exigidos;
6. Polimento - Realiza-se polimento manual das peças e esmerilagem dos materiais;
7. Galvânica (Anodização e Cromagem) – Processo de tratamento de superfície que tem o objetivo de conferir uma elevada resistência à corrosão e abrasão da superfície e eliminar imperfeições remanescentes das etapas precedentes de conformação, proporcionando à superfície da peça um maior valor estético. Contém a linha de anodização e de cromagem, ambas funcionam como linhas de banhos sequencial, sendo que a anodização é um processo manual no que toca à troca de tintas e a cromagem é um processo automático. Comum à anodização e cromagem há uma fase denominada “Areamento” onde, através de um jato de partículas de areia de vidro ou Korund atua como decapante;

8. KTL – Tratamento Cataforético (*Kathodische TauchLackierung*) – Baseia-se no revestimento superficial por imersão catódica, sendo que é uma etapa onde apenas se realizam trabalhos sobre peças de magnésio;
9. Pintura – Etapa manual de coloração das peças que essencialmente possui três modalidades distintas: despolimento e polimento manual, pintura a jato e estufa;
10. PBR - Pintura Baixo-relevo – Pintura manual do relevo negativo gravado nas peças.

O *Layout* da secção está representado no Anexo I, onde se pode analisar a disposição dos grupos de trabalho. Essencialmente eles dividem-se em duas categorias: grupos mecânicos e grupos de tratamento de superfície. Os grupos mecânicos são constituídos por Torneamento Automático, Fresagem, Torneamento Fino, Gravação e Convencionais e são os locais onde as peças sofrem as alterações mais significantes à sua estrutura. Os grupos de tratamento de superfície, compostos por Polimento, Galvânica, KTL, Pintura e PBR, são essencialmente trabalhos manuais que têm como função primária oferecer a cada peça a resistência e estética exigidas a produtos de grande valor acrescentado. Na Figura 16 pode ver-se uma imagem da linha de anodização - galvânica.



Figura 16 - Linha de Anodização Manual da Galvânica

Na Figura 17 apresenta-se uma imagem do PBR, processo incluído nos grupos do tratamento de superfície.



Figura 17 - Grupo de trabalho manual PBR

O processo de uma peça nova na Mecânica inicia-se no Gabinete de Engenharia e Planeamento. Primeiro, o membro da Engenharia responsável por prestar apoio técnico a determinado produto tem a responsabilidade de definir as instruções de trabalho de cada peça, denominadas por AU's, diminutivo do termo "instrução de trabalho" (*Arbeitsauftrag*) em alemão. Neste procedimento é definido o roteiro necessário para produzir a peça e são construídos AU's para cada uma das fases de trabalho de cada grupo desse roteiro.

Concluída a etapa da Engenharia, o responsável por esse determinado produto do Planeamento pode a partir desse momento emitir ordens de produção (OP's), como está exemplificado no Anexo II, dessa referência, sendo possível o levantamento da matéria-prima em armazém e o início da transformação física da peça desde que a OP é liberada.

O percurso de produção de uma referência começa, normalmente, na fresagem ou no torneamento, podendo, de seguida, passar pelo torneamento fino e gravação. Segue-se o polimento manual bem como as restantes etapas de tratamento de superfícies. Esta descrição não é, de todo, regra geral, pois existem peças que só possuem fases de maquinação ou só fases de tratamento de superfície. Serve apenas para indicar que como princípio, uma peça tem as suas operações de tratamento de superfície posteriores às etapas de maquinação, salvo casos muito específicos.

3.4 Características do Processo Mecânica

Diferentes organizações podem efetuar o mesmo produto, com a mesma lógica de processo, mas as variáveis que englobam a gestão direta desse mesmo processo podem tomar inúmeras *nuanças*. Sendo

assim, pode afirmar-se que não existem sistemas produtivos iguais. Desde sistemas de informação, meios de movimentação de material, equipamentos ou métodos de armazenamento, a gestão do sistema é exclusivo da organização porque foi evoluindo adaptando-se às características dos recursos, ambiente e necessidades.

O objetivo deste subcapítulo é expor essas especificidades que acompanham o restante desenvolvimento prático desta dissertação.

3.4.1 Nomenclatura de códigos e referências

A terminologia utilizada nas referências das peças e códigos de centros de trabalho e OP's é transversal a toda a empresa e não é anarquicamente decidida por cada uma das secções. Só a Mecânica possui mais de mil peças diferentes no seu reportório, sendo, por isso, necessária uma codificação bem estruturada e intuitiva que permita identificar os produtos de uma forma praticamente instantânea. Todas as referências, centros de trabalho, códigos de operador, etc., são geridas no SAP, ERP utilizado na empresa, e, portanto, tudo tem que ser concordante e a linguagem tem de ser comum para o bom funcionamento das operações.

As referências utilizadas nas peças são criadas segundo um sistema de doze caracteres, separado em quatro partes de três dígitos, como está ilustrado na Figura 18. O lado esquerdo da referência diz respeito ao tipo de produto (i.e. máquina, binóculo, objetiva ou mira) e ao modelo desse produto. Por exemplo, uma referência que comece com “420-300.AAA-BBB”, automaticamente se extrai que é um produto da máquina fotográfica (“420”) do modelo M10 (“300”). O lado direito do código refere-se mais ao campo da árvore do produto onde é indicado o grupo ou subgrupo a que pertence e o número da peça desse subgrupo.



Figura 18 - Código de Referência

Os grupos e os equipamentos possuem uma caracterização alfanumérica. Quando se pretende referir apenas aos grupos da secção utiliza-se um código alfanumérico de seis caracteres onde os três primeiros são o código numérico do grupo e os restantes a designação por letras. Ao referir-se a um equipamento, de um determinado grupo, acrescenta-se um código de dois números após os restantes seis caracteres, sendo essa a identificação de um equipamento. Na Tabela 2, encontram-se descritos os códigos dos

grupos da Mecânica, assim como um exemplo no caso dos equipamentos/operações. Nota para o facto de nos casos dos grupos de trabalho manual, onde os trabalhos não são realizados por equipamentos, os últimos dois dígitos não dizem respeito ao equipamento (máquina) utilizado para o efetuar mas sim ao tipo de operação executada. Isto acontece maioritariamente nos grupos de tratamento de superfície.

Tabela 2 - Códigos de Grupos e Equipamentos/Operações

Centro de Trabalho	Código	Equipamento/Operação
Torneamento Automático	174TOA/ 174MAN	174TOA03
Fresagem	173FRS/ 173MAN	
Tornamento Fino	175TOF/ 175MAN	
Gravação	166GRA	
Convencional	176XXX*	
Polimento	165POL/ 165ESM	
Anodização	168GAL/ 168ARE	
Cromagem	171CRO/ 171ARE	
KTL	179KTL	
Pintura	167PIN	
PBR	178PBR	

*No caso do grupo Convencional, os caracteres da posição quatro a seis altera consoante o tipo de maquinaria do equipamento, fruto da diversidade de operações possível nesse grupo.

Seguidamente será apresentada na Figura 19, um excerto de uma OP onde é possível verificar a utilização desta nomenclatura no contexto prático de ordenação de produção.

```

Ordem de Produção Duplic.  Data : 10.03.2017 11:13  Pag. : 001/001
=====
N° Ordem      : 600106538 *600106538*  Revisão: 04
Centro       : 0070      Leica Famalicão - PORTUGAL
N° de Artigo  : 421-036.550-003 Skalenring
N° Alt. Desenho :      Transporte:      Data:
Tipo Ordem Prod. : LCP1      Ordem de produção Mecânica
Planeador MRP : 753      OBJ/SGG
Controlador Prod.: 721      Ana Costa
Qtd.da Ordem  : 300 PEÇ      Início:17.02.2017 Fim:06.04.2017
Situação da Ordem: LIB IMPR CNPA CAPC CANC DMNV FRNP MOME*
=====
Operação      CentroTrabalho      Cód.Alt.AU  Ch.Contr.
Actividade   TR Uni      TeB1      Uni      Te Uni
=====
0010         *0010*      174TOA02  *174TOA02*  802      ZLP1
Descrição:  Tornear
TCNMOD      90.0      MIN      330.0      MIN      870.0      MIN
-----
0015         *0015*      174MAN00  *174MAN00*      ZLP1
Descrição:  Tirar Rebarba
TCNMOD      5.0      MIN      150.0      MIN      0.0
-----
0020         *0020*      165ESM01  *165ESM01*  800      ZLP1
Descrição:  Esmerilar
PMD        5.0      MIN      150.0      MIN      0.0

```

Legenda:

 Referência da peça
 Grupo e Equip./ Operação

Figura 19 - Exemplo de Códigos numa OP

3.4.2 Meios de armazenamento e transporte de materiais

O sistema de abastecimento interno do fluxo produtivo e os meios de armazenamento de material são aspetos importantes a ter em conta pois têm um papel importantíssimo na eficiência do processo e no modo como ele é gerido.

Devido ao elevado número variado de referências trabalhado na secção, é necessário um conjunto adequado de meios de armazenamento de materiais que possam acondicionar e transportar as peças que se encontram entre processos. O modo de acondicionamento das peças é feito na Mecânica das seguintes formas:

- Blisters – Paletes de plásticos de reduzidas dimensões que possuem diversas quantidades por unidade. É a modalidade de paletes mais utilizada na empresa dado que a grande maioria das referências são de reduzida dimensão;
- Caixa de corpos de Máquina – Caixas de esferovite desenhadas para conter estruturas de corpos de máquinas fotográficas;
- Caixa de chapéus de Máquina – Caixas semelhantes ao exemplo anterior com um *design* também ele específico, desta feita para acondicionar chapéus (componente específico) de máquinas fotográficas;
- Caixas genéricas – Contentores plásticos que servem para acondicionar além de corpos de miras, todos os produtos que tenham uma composição estrutural impossível de armazenar nos restantes modelos.

Na Figura 20, é apresentado um exemplo de cada um destes tipos de armazenamento utilizado, à exceção das caixas de chapéus.



Armazenamento de Blisters Vazios



Blister com Peças em Processo



Caixa de Corpos de Máquina



Caixa Genérica contendo corpos de Mira

Figura 20 - Tipos de Armazenamento de Material Utilizado

O método de abastecimento interno entre grupos é efetuado utilizando um sistema *Mizusumashi*, ou seja, um ou mais trabalhadores especificamente designados para transportar produtos internamente, usando, por regra, um roteiro cíclico pré-determinado (Coimbra, 2013).

As “Mizu’s” como são designadas as duas colaboradoras responsáveis por esta função, utilizam um pequeno carrinho manual onde vão carregando, transportando e entregando as peças entre os grupos. Analisando e comparando o contexto prático encontrando com a Literatura, onde atribuem o sistema *Mizusumashi* a mais um elemento de um sistema produtivo interno puxado (p.e. *Kanban*), no caso da Mecânica isso não acontece porque o fluxo de material entre grupos não é determinado por um sistema *Pull*. Além disso, não existem rotas pré-definidas para as “Mizu’s” sendo que elas são inteiramente independentes e autónomas nesse processo.

3.4.3 Armazéns

A secção possui três armazéns com funções distintas dentro no processo: O Armazém 0010, 0017 e 0018.

O armazém 0010 é um armazém de matéria-prima. As ordens de produção emitidas contêm uma página de autorização de levantamento de matéria-prima, utilizadas pelo responsável do primeiro grupo do

roteiro para levantar o material neste armazém. Embora esteja presente fisicamente na Mecânica, este é gerido pelo departamento da Logística.

Após todo o ciclo produtivo da Mecânica, as peças seguem para a Montagem, onde por vezes acontecem casos de necessidade de reparação a determinadas peças do lote ou do lote completo ou por falha nos parâmetros qualitativos ou por serem necessários reajustes dimensionais face à impossibilidade de montagem final. Nestes casos, onde as referências são devolvidas à Mecânica por outras secções, as peças são depositadas no 0017, que é um armazém criado para efeitos de reparação.

Por fim, o armazém 0018, também denominado por “Cardex's”, representado na Figura 21 e no Anexo I, é o armazém de produto de saída da secção. No contexto geral produtivo da empresa, ele é um armazém de produto intermédio porque na realidade é um armazém de abastecimento à Montagem. Na perspetiva da Mecânica, e visto que é gerida de diferente forma, é um local de armazenamento de produtos acabados prontos para entrega ao cliente (Montagem).

Um facto importante na gestão dos Armazéns é que cada um é gerido por uma pessoa diferente, de diferentes funções dentro da empresa, isto é: o armazém 0010 é totalmente gerido pela Logística sendo que a colaboradora lá presente pertence à secção Logística e não Mecânica; o 0017 é da responsabilidade de um elemento do Planeamento de Produção; e o 0018 tem as suas movimentações de entradas e saídas controladas por uma das “Mizu's”, responsável pelo armazém.



Figura 21 - Armazém 0018

3.4.4 Frequência produtiva dos produtos

As referências que têm de ser produzidas na Mecânica assumem uma de três modalidades possíveis:

1. Produtos de Séries Contínuas
2. Produtos de Séries Especiais
3. Produtos de Terceiros

Os produtos de séries contínuas são os produtos *standard* que a empresa comercializa regularmente. São artigos que embora possam sofrer variações de procura ao longo do ano, a empresa sabe que terá uma produção mais ou menos constante das suas referências.

As séries especiais, também conhecidas como “edições limitadas”, são variações do produto *standard* cujas encomendas são reduzidas. Uma série especial pode ter uma encomenda de vinte, cinquenta ou cem peças, que normalmente são associadas a um projeto com data de início e data fim de conclusão da produção. A tendência no futuro será o aumento deste tipo de produtos o que acarreta grandes desafios na gestão da produção e do processo.

Por fim, os produtos de Terceiros são peças subcontratadas por empresas externas ao grupo Leica, cujo horizonte de produção é definido no contrato, ou seja, é específico a cada caso. Contudo, é característico deste tipo de peças uma cadência de produção e entrega relativamente baixa em relação a outros produtos fabricados na Mecânica.

4 APRESENTAÇÃO DO PROBLEMA E ANÁLISE DO ESTADO INICIAL

A problemática apresentada pela organização no âmbito deste projeto tem a particularidade de carecer de ações que têm um carácter transversal e que estão diretamente relacionados com grande parte das operações realizadas na secção.

Neste capítulo serão expostas e analisadas as dificuldades recorrentes na Mecânica que deram origem aos objetivos propostos neste projeto de forma a encontrarem-se soluções viáveis às perturbações existentes.

4.1 Problemática Existente

Na apresentação do problema como alvo de investigação prática, é importante reconhecer duas visões distintas da secção Mecânica. A primeira, mais geral em termos organizacionais, é uma função de fornecedor-cliente para com a Montagem. A Mecânica como fornecedor torna-se suscetível de ser avaliada quanto à sua eficiência geral, focada no seu desempenho de suprimento ao cliente, nomeadamente em relação à qualidade, rapidez e fiabilidade. A segunda visão a ter em conta é a de uma secção como entidade interessada em melhorar intrinsecamente os seus processos e organização com vista à sua melhoria contínua, o que, posteriormente se irá refletir na sua função dentro da organização como fornecedor.

A exposição destas duas perspetivas funcionais da Mecânica são importantes para se perceber que na verdade, são duas áreas que necessitam de intervenção mas que, se inter-relacionam, o que sustenta o carácter integrado da presente dissertação. É, então, correto afirmar que o sucesso da Mecânica como fornecedora da Montagem será tanto maior quanto o sucesso interno dos seus processos.

Os órgãos de gestão da Mecânica tinham objetivos claros com a realização deste projeto de investigação: melhorar a gestão de entrega à montagem e tornar mais eficiente e organizado o fluxo de peças dentro da secção, entre grupos, ao longo do processo. Embora não existissem à partida indicadores quantitativos substanciais sobre a ineficiência operacional, era claramente reconhecida a necessidade de melhorar o processo de gestão do de todo o fluxo logístico interno.

4.2 Gestão de Armazém e Otimização de Entregas

O primeiro sinal de que era inevitável uma revisão geral do *modus operandi* era exatamente o ponto onde se realizava a transferência de produtos da secção Mecânica para a Montagem: o armazém 0018.

Este sistema de armazenamento, que se encontra representado no capítulo 3.4.3 na Figura 21, é um armazém na verdade pouco usual e muito adaptado ao tipo de paletes utilizadas no processo Leica.

Carvalho (2015) sugere uma classificação de inventário/stocks como a acumulação de matérias-primas, produtos semiacabados ou acabados num sistema produtivo, com a função de ajustamento à procura, cumprimentos de prazos de entrega e reação à incerteza.

A preocupação apresentada pela secção, relativa a este sistema de armazenagem, é que ele não estava a ser rentabilizado, ou seja, não estava a cumprir as funções para os quais tinha sido adquirido.

A importância de um armazém não se deve prender apenas com a sua existência. Quer isto dizer que num local de estágio de produtos semiacabados onde se acumula a função de fornecimento a um cliente interno, o potencial da exploração da sua gestão é muito grande face à informação passível de ser retirada dos seus processos. Numa outra visão, pode também ser uma ferramenta útil na avaliação do fluxo de materiais ao longo do processo através da análise da capacidade de criação de stocks oportunos perante as necessidades do cliente.

Desta forma, um armazém não deve ser visto como um local onde existem materiais fisicamente mas sim como uma ferramenta de análise integrada no processo de gestão produtiva capaz de se produzirem indicadores relevantes à tomada de decisão. Tal não acontecia com o armazém 0018 da secção Mecânica. Além de não possuir a componente analítica de gestão desenvolvida, o cumprimento da função de armazenamento físico estava também comprometida. Na verdade era como se fosse um “armazém virtual” por onde as peças passavam mas não paravam entre o último processo de produção e a entrega à Montagem. No primeiro exemplo apresentado, na Figura 22, estão presentes os movimentos de entrada e saída do armazém 0018 para a referência 421-036.550-003, onde se verifica um stock de peças físicas no armazém virtual na medida em que os movimentos de entrada e saída são realizados ao mesmo tempo, na quantidade de 60 peças.

0018	311	490563751	1	16.11.2016	60-	PEÇ	TR	Transf.Arm.1	pass	
0018	101	490563749	1	16.11.2016	60	PEÇ	EM	para ordem		600100908
0018	311	490523115	1	27.10.2016	60-	PEÇ	TR	Transf.Arm.1	pass	
0018	101	490523113	1	27.10.2016	60	PEÇ	EM	para ordem		600100908
0018	311	490512429	1	21.10.2016	60-	PEÇ	TR	Transf.Arm.1	pass	
0018	101	490512428	1	21.10.2016	60	PEÇ	EM	para ordem		600100908
0018	311	490479084	1	04.10.2016	60-	PEÇ	TR	Transf.Arm.1	pass	
0018	101	490479080	1	04.10.2016	60	PEÇ	EM	para ordem		600100908

Figura 22 - Histórico de Entregas 421-036.550-003

Apresentando ainda com a Figura 23 um outro exemplo similar também para reforçar o facto de não se tratar de situações insólitas mas recorrentes, observa-se desta feita a referência 421-028.950-005, onde em oito entradas de material registadas, se verificam oito saídas instantâneas nas mesmas quantidades.

0018	101	490545562	1	08.11.2016	36	PEÇ	EM	para ordem		600101972
0018	311	490545572	1	08.11.2016	36-	PEÇ	TR	Transf.Arm.1	pass	
0018	101	490528629	1	28.10.2016	24	PEÇ	EM	para ordem		600101972
0018	311	490528631	1	28.10.2016	24-	PEÇ	TR	Transf.Arm.1	pass	
0018	101	490489542	1	10.10.2016	21	PEÇ	EM	para ordem		600100265
0018	311	490489545	1	10.10.2016	21-	PEÇ	TR	Transf.Arm.1	pass	
0018	101	490443301	1	14.09.2016	24	PEÇ	EM	para ordem		600100265
0018	311	490443302	1	14.09.2016	24-	PEÇ	TR	Transf.Arm.1	pass	
0018	101	490424012	1	05.09.2016	24	PEÇ	EM	para ordem		600100265
0018	311	490424022	1	05.09.2016	24-	PEÇ	TR	Transf.Arm.1	pass	
0018	101	490423154	1	02.09.2016	36	PEÇ	EM	para ordem		600100265
0018	311	490423155	1	02.09.2016	36-	PEÇ	TR	Transf.Arm.1	pass	
0018	101	490416207	1	30.08.2016	48	PEÇ	EM	para ordem		600100265
0018	311	490416209	1	30.08.2016	48-	PEÇ	TR	Transf.Arm.1	pass	
0018	311	490292846	1	16.06.2016	65-	PEÇ	TR	Transf.Arm.1	pass	
0018	101	490292845	1	16.06.2016	65	PEÇ	EM	para ordem		600099746

Figura 23 - Histórico de Entregas 421-028.950-005

O objetivo da empresa ao desenvolver-se este projeto tinha como um dos focos a utilização do espaço físico disponível no armazém para criação de *buffers* de entrega de produtos ao seu cliente, Montagem. Os dois exemplos apresentados evidenciam os movimentos de entrada e saída acontecerem exatamente no mesmo momento e em quantidades iguais. Tal facto corrobora a impossibilidade de constituição física de stock no armazém, provando assim a sua inutilidade enquanto espaço físico disponível para a função de armazenamento.

O diagnóstico da situação inicial do Armazém 0018 ficaria incompleto sem um apoio estatístico que servisse de sustentação às problemáticas enunciadas previamente. Nesse sentido, foi efetuado um estudo dos movimentos ocorridos no armazém de modo a tirarem-se ilações quantitativas.

Como pressupostos desta análise, foi escolhida a família de produtos mais representativa dos artigos que, até à data, passavam no armazém, ou seja, as objetivas. O período temporal dos movimentos diz

respeito ao ano fiscal de 2016, que se iniciou a 1 de abril, até à data de levantamento de dados, 21 de Setembro do mesmo ano.

Na Tabela 3 discriminam-se os modelos de objetivas produzidos na Mecânica assim como os seus códigos para uma melhor interpretação dos dados apresentados posteriormente.

Embora se tenha levantando os dados totais dos movimentos efetuados no período de análise mencionado, foi realizado um estudo escrupuloso com vista à investigação de evidências no âmbito da não rentabilização do armazém como espaço físico de acondicionamento e, também, como prova de desajuste de stocks face ao necessário.

Tabela 3 - Objetivas produzidas na Mecânica

Objetivas (421-XXX.YYY-ZZZ)	
Código (XXX)	Modelo
036	M 1.4/35
052	M 1.4/50
053	M 2/50
029	M 2/28
029.YYY	Summaron
090	M 2/90
037	M 2/35
021	“Frankfurt”
028	“Berlin”
050	SW
422-571.YYY-ZZZ	BW57
434-991.YYY-ZZZ	BW62

De forma geral, analisou-se a atividade individual de cada modelo e, posteriormente efetuou-se uma observação geral que permitiu tirar-se as principais conclusões. Para não tornar a exposição dos dados muito sobrecarregada incidir-se-á apenas na visão macro da análise, de onde podemos tirar as principais conclusões.

Passemos então à análise mais macro deste estudo que agrupa todo o trabalho de uma forma sintética. Na Figura 24 estão ordenados por ordem descendente a frequência dos movimentos por modelo, ou seja, o conjunto de referências que constituem determinado artigo, pertencentes à Mecânica. Nele identificam-se quais os modelos com mais saída para a Montagem assim como uma perceção de quais os produtos com mais preponderância.

Recordar apenas o facto de que se está apenas a evidenciar artigos de produção contínua, não incluindo projetos externos ou séries especiais.

Para um total de 130.225 unidades que deram entrada na secção da Montagem, cerca de 40% (mais concretamente 39,5%), pertencem a apenas dois modelos que se destacam na produção de objetivos: a M 2/50 e a M 1.4/35.

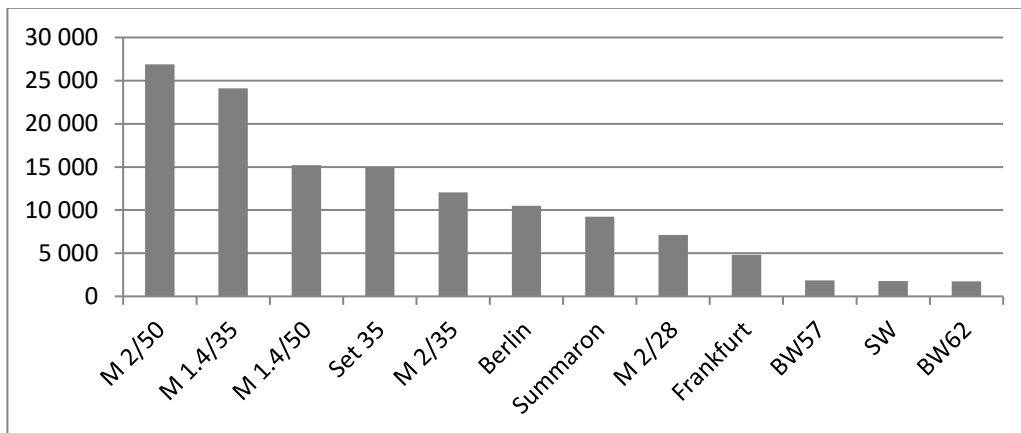


Figura 24 - Gráfico de frequência de movimentos de saída por modelo

No âmbito deste estudo será importante tentar validar (ou não) o pressuposto inicial de desaproveitamento do armazém. Nesse sentido e como forma de tratamento dos dados recolhidos, surgiu um indicador que permite corroborar até que ponto uma referência pára fisicamente no armazém para constituir stock ou não. Esse indicador, denominado Rácio S/E (número de Saídas/número de Entradas), tal como o nome indica, não é mais do que uma razão entre o número de movimentos de saída e o número de movimentos de entrada de uma referência. A lógica por trás desse pensamento é que numa determinada peça, se ela tiver um Rácio S/E de 1, é uma referência virtual no armazém porque por cada entrada existe necessariamente uma saída imediata para o armazém. Quanto maior for a razão entre as saídas e as entradas significa que existiram mais movimentos de saída do que de entrada, ou seja, o movimento de entrada foi de uma quantidade tal que cobriu mais do que uma necessidade de saída, permitindo a existência física dessa referência durante um determinado período de tempo.

A visão pretendida na gestão do fluxo de movimentos passa por uma normalização das entregas quer em quantidade quer em período. Quer isto dizer que as entregas ao cliente se realizarão em quantidade suficiente para satisfazer um período fixo de procura de uma semana.

Na Figura 25 estão apresentados os Rácios S/E divididos pelos modelos, onde, se comparam os valores reais com o valor ideal numa fase inicial do rácio inicial sugerido pela empresa de 3. Isto significa que a Mecânica pretende produzir e fornecer ao armazém quantidades que deverão satisfazer a Montagem durante o período de três levantamentos de produtos semiacabado.

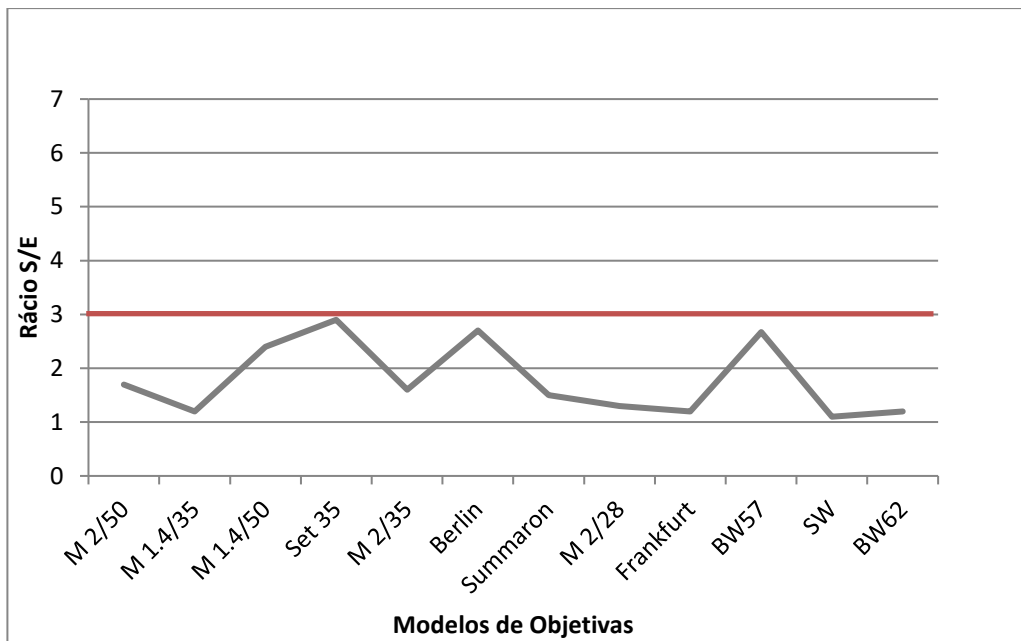


Figura 25 - Rácio S/E dos modelos de objetiva

Atendendo a valor referência de um Rácio S/E de 3 que serve como orientação ao desempenho até então, facilmente se nota que nenhum produto consegue atingir essa marca pelo que todas ficam abaixo desse nível. Além disso, os dois modelos mais relevantes encontram-se num rácio entre 1 e 2, o que é um valor bastante baixo para a cadência de produção e solicitação de resposta de produtos deste tipo. No panorama geral, de todas as referências, a média do Rácio S/E toma o valor de 1,8 o que indica que não há no mínimo duas saídas por cada entrada, em média.

Passando agora à análise mais específica das referências, no Anexo III está presente um quadro síntese das vinte referências mais significativas neste estudo, ou seja, onde existe maior frequência de dados a analisar. Através desse quadro já se possui preciosa informação que se pode utilizar para retirar ilações pertinentes.

Um dado importante prende-se com o stock de cada peça na altura deste levantamento. Sabendo que se trata de peças com um grande fluxo de produção, dado que se está a referir a referências que têm a maior cadência e quantidade de entrega à Montagem, salta à vista o facto de não existir stock em dez dessas vinte referências. Extrapolando a amostra, pode-se afirmar que 50% das peças críticas de entrega à Montagem não possuem um stock de segurança para fazer face a situações anómalas no sistema produtivo. Na Figura 26 encontra-se o gráfico representativo do rácio de saídas vs entradas das vinte principais referências.

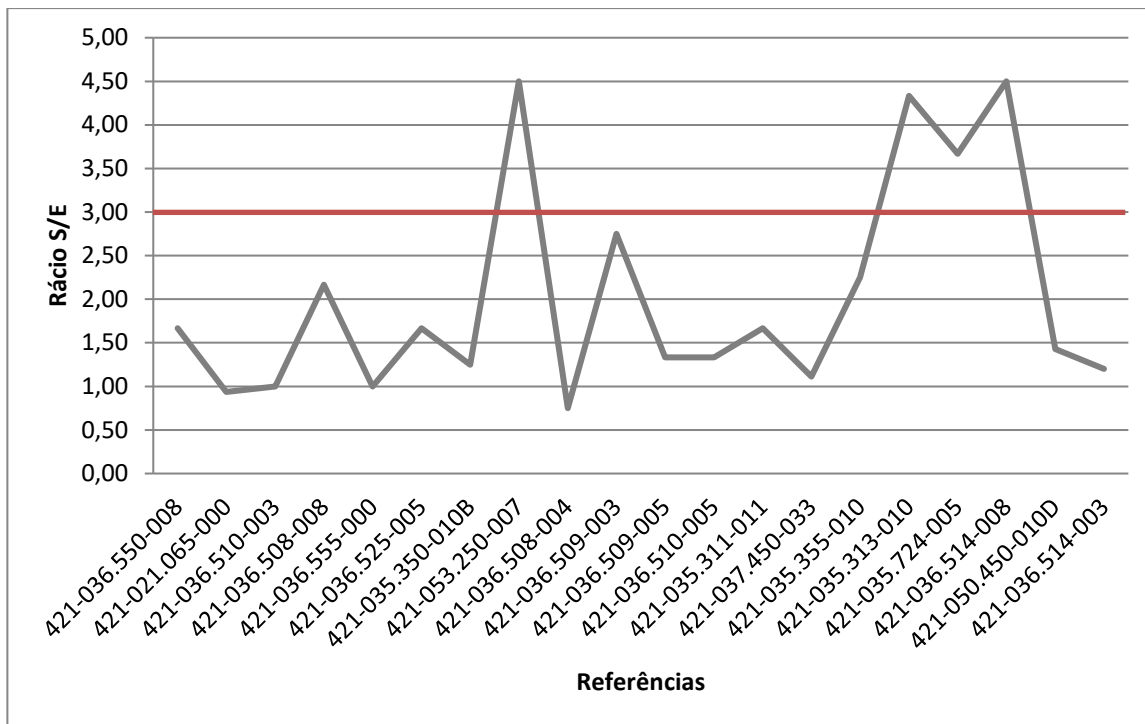


Figura 26 - Rácio entre número de Saídas e número de Entradas das Principais Referências

Considerando um Rácio S/E aceitável maior ou igual a 3, é possível constatar que apenas 20% das peças (quatro em vinte) com maior cadência de saída possui tal rácio.

Estes dados corroboram quantitativamente a problemática existente da fraca rentabilização do armazém. Embora sirvam como juízo crítico à situação atual, são também um motivador ponto de partida para o desenvolvimento do trabalho prático.

4.3 Controlo do Fluxo Produtivo

Desfocando agora um pouco dos movimentos ocorridos entre a Mecânica e a Montagem, é importante perceber a preocupação relativa ao fluxo interno das peças na secção.

O processo de produção de uma qualquer referência, embora se inicie fisicamente no primeiro grupo indicado no roteiro, começa com a emissão da ordem de produção por parte do Planeamento de Produção da Mecânica. Essa ordem, cuja quantidade de lote e início de processo é gerada e sugerida pelo *software* SAP de acordo com o planeamento de necessidades da Montagem, é então entregue ao chefe de grupo no qual se inicia a primeira fase de fabricação da peça.

A partir do momento em que se inicia o trabalho no primeiro grupo do roteiro da peça, o fluxo das mesmas deixa de ser previamente controlado ou planeado, iniciando-se assim a irreverência do processo. Isto significa que, regra geral, é da responsabilidade do chefe de grupo produzirem-se as peças no seu

centro e, depois, serem colocadas na estante de saída para as *Mizu's* as transportarem para a estante de entrada do grupo seguinte. Este procedimento é classificado como um paradigma de produção *Push* (empurrado), onde cada grupo vai “despachando” o trabalho para o grupo seguinte. Esta prática que se desenrola de forma natural desde sempre dita o fluxo de movimentos ao longo de todo o roteiro de cada peça. Acontecem, no entanto, exceções de uma forma um pouco recorrente onde, devido a urgências de entrega ou peças críticas em atraso comunicadas pela Montagem ou Leica Wetzlar (casa mãe), se tenha de produzir um determinado número de peças forçosamente no menor tempo possível para amenizar as consequências de falha de entrega.

Além da nota dos *timings* de produção e entrega dos lotes em cada grupo, é essencial para o desenvolvimento deste projeto ressaltar também que nem as quantidades de peças presentes num movimento entre grupos é expectável, ou seja, numa mesma referência e no mesmo grupo, mas em ordens de produção diferentes, o número de movimentos e a quantidade destes é extremamente variável, como se verifica na Figura 27. Este cenário é explicado pelo facto de não haver um planeamento prévio desses movimentos de acordo com o que é necessário e da incapacidade de certos grupos em trabalhar os lotes na sua totalidade de uma só vez, facto que será aprofundado mais à frente nesta dissertação.

A Figura 27 é apenas um dos inúmeros casos que poderiam ter sido demonstrados como prova de ocorrência desta realidade. Neste caso específico é possível verificar que numa mesma peça (631-00.700-009), no mesmo grupo (movimento de 166GRA04 para 168ARE03), existe uma inconsistência no fluxo de peças em quantidade de movimentos e em quantidade de material em duas ordens de produção idênticas quer no espaço temporal quer em quantidade.

Estes valores sustentam a incapacidade do processo em tratarem-se lotes completos do início ao fim.

As consequências da prática incorrida neste deficiente controlo do fluxo produtivo resultam num sistema não normalizado onde não existe um planeamento da quantidade ideal em cada movimento, noção dos atrasos e, faltas de stocks de segurança e baixo tempo de reação/resposta a anomalias.

Ordem	Material	Texto breve de material	Qtd.ordem	Base do in	Conclusão	Pr			
600099587	631-000.700-009	Schild	500 PEÇ	23.03.2016	30.06.2016				
Operações									
Oper	Qtd.boa conf	Refugo confi	Qtd.operação	CenTrab	Ctrl	Ordem			
0010	581 PEÇ	0 PEÇ	500 PEÇ	174TOA06	ZLP1	600099587			
0020	581 PEÇ	0 PEÇ	500 PEÇ	166GRA04	ZLP1	600099587			
Confirmações operação									
Confirmaçã	Qtd.boa conf	Refugo confi	Caus	Data lçto.	Hora	Criado por	Cód.e	Cód.C	CenTrab
6164569	182 PEÇ	0 PEÇ		20.04.2016	08:42:37	MECANICA-A			166GRA04
6164569	45 PEÇ	0 PEÇ		20.04.2016	14:19:04	MECANICA-B			166GRA04
6164569	64 PEÇ	0 PEÇ		27.05.2016	14:36:12	MECANICA-A			166GRA04
6164569	144 PEÇ	0 PEÇ		30.05.2016	09:07:21	MECANICA-B			166GRA04
6164569	145 PEÇ	0 PEÇ		30.05.2016	09:07:47	MECANICA-B		X	166GRA04
6164569	1 PEÇ	0 PEÇ		20.07.2016	12:05:40	MECANICA-B		X	166GRA04
0030	581 PEÇ	0 PEÇ	500 PEÇ	168ARE03	ZLP1	600099587			
0040	581 PEÇ	0 PEÇ	500 PEÇ	168GAL01	ZLP1	600099587			
0050	581 PEÇ	0 PEÇ	500 PEÇ	168CQG01	ZLP1	600099587			
0060	581 PEÇ	0 PEÇ	500 PEÇ	178PBR02	ZLP1	600099587			
0070	578 PEÇ	3 PEÇ	500 PEÇ	177CQM00	ZLP1	600099587			
0080	578 PEÇ	0 PEÇ	500 PEÇ		ZLP3	600099587			
600100115	631-000.700-009	Schild	500 PEÇ	04.05.2016	28.09.2016				
Operações									
Oper	Qtd.boa conf	Refugo confi	Qtd.operação	CenTrab	Ctrl	Ordem			
0010	560 PEÇ	0 PEÇ	500 PEÇ	174TOA06	ZLP1	600100115			
0020	560 PEÇ	0 PEÇ	500 PEÇ	166GRA04	ZLP1	600100115			
Confirmações operação									
Confirmaçã	Qtd.boa conf	Refugo confi	Caus	Data lçto.	Hora	Criado por	Cód.e	Cód.C	CenTrab
6183430	93 PEÇ	0 PEÇ		26.08.2016	14:29:33	MECANICA-A			166GRA04
6183430	286 PEÇ	0 PEÇ		28.09.2016	16:41:28	MECANICA-B			166GRA04
6183430	181 PEÇ	0 PEÇ		29.09.2016	10:35:30	MECANICA-B		X	166GRA04
0030	553 PEÇ	7 PEÇ	500 PEÇ	168ARE03	ZLP1	600100115			

Figura 27 - Fluxo de Movimentos da peça 421-128.950-005

5 DESENVOLVIMENTO DA FERRAMENTA PARA GESTÃO DE ARMAZÉM

Uma vez definidos os pressupostos, as condicionantes e a problemática propostos para este projeto, é altura de se proceder ao desenvolvimento e aplicação prática do trabalho.

Depois de clarificadas as áreas de atuação, o foco inicial de atuação escolhido seguiu uma lógica de critério, relativa ao processo, de jusante para montante. Quer isto dizer que os pontos serão tratados no sentido contrário ao do processo. Com esta abordagem pretendeu-se, numa fase inicial, criar condições de melhoria na gestão do armazém 0018 através de uma ferramenta informática mais capaz e completa, que potencie o desenvolvimento do restante trabalho aplicado ao fluxo interno da secção.

Neste capítulo será exposto de forma criteriosa a definição e estrutura da ferramenta desenvolvida, efetuando-se uma identificação das oportunidades de melhoria ao sistema já existente, a descrição dos processos e da seleção dos indicadores de desempenho, terminando com a apresentação da interface.

5.1 Método de gestão utilizado e oportunidades de melhoria

A falta de controlo das operações ocorridas num armazém, por mais simples que ele seja, torna impraticável o bom funcionamento de qualquer processo ou organização. Na Mecânica não é exceção e, independentemente da metodologia, é imperial haver no mínimo um controlo do registo de movimentações de entrada e saída do armazém e informação relativa aos stocks.

O armazém 0018, à altura do início deste projeto, possuía uma ferramenta de gestão em *Microsoft Excel*, doravante denominado ficheiro original, que de algum modo permitia à *Mizu* responsável pelo armazém realizar uma gestão um pouco básica mas necessária. Esse ficheiro, representado em parte pela Figura 28, muito mais do que uma limitação, era uma oportunidade de melhoria. Isto porque, a informação possível de obter através das movimentações de material, é capaz de providenciar dados muito valiosos para a gestão dos processos que estão para trás.

Explorando um pouco a ferramenta original facilmente se constata que existem algumas limitações a serem exploradas. Do aspeto visual ao funcional, o programa apresenta algumas limitações, viáveis de melhorar.

MOVIMENTOS						NOTAS
DATA	REFERENCIA	ENTRADA	SÁIDA	QUANT.	LUGAR	
23-dez	421-036.550-008	x		330	10101A	
23-dez	421-028.508-025	x		168	10202A	
23-dez	421-035.710-003	x		105	10203C	
23-dez	421-028.720-010	x		70	10204B	
23-dez	421-035.705-005	x		220	10205c	
23-dez	421-035.705-015	x		240	10301c	
23-dez	421-035.705-015	x		80	10301c	
23-dez	421-135.150-012	x		8	10302A	
23-dez	422-571.020-003	x		23	11404c	
23-dez	421-028.760-000	x		35	12406b	
23-dez	421-052.453-004	x		40	10802A	
23-dez	421-053.268-000	x		163	12105c	
23-dez	421-028.950-005	x		176	11204c	
23-dez	421-028.509-003	x		185	10504c	
23-dez	421-135.150-011	x		187	11402c	
23-dez	421-028.523-005	x		192	10605B	
23-dez	421-028.527-005	x		196	10702B	
23-dez	421-036.153-004	x		196	11802c	
23-dez	421-036.525-005	x		197	10304c	
23-dez	421-030.310-032	x		200	11001c	
23-dez	421-028.208-013	x		206	10701A	
23-dez	421-028.509-005	x		120	10601c	
23-dez	421-035.708-013	x		259	11005c	
23-dez	421-053.224-005	x		280	10706c	
23-dez	422-571.001-018	x		280	11503c	
23-dez	421-035.708-007	x		280	12006c	
23-dez	421-052.406-002	x		239	11306c	
23-set	421-052.410-004	x		350	11604b	
23-set	421-052.410-004	x		266	11004b	
26-set	421-035.708-007	x		77	12305c	
26-set	421-035.712-005	x		70	10102c	
26-set	611-000.800-405	x		498	12805a	
26-set	421-052.406-005	x		215	11002a	
26-set	624-000.200-004	x		10	13102c	
26-set	624-000.200-004	x		6	13002b	
26-set	624-000.200-004	x		17	10303c	
26-set	624-000.200-004	x		2	13001c	
26-set	641-000.200-004	x		5	12103a	
26-set	641-000.200-004	x		20	13105c	
26-set	641-000.200-004	x		19	13502c	
26-set	438-467.070-003	x		164	13504c	
26-set	421-037.405-005	x		114	12303c	
26-set	421-028.509-010	x		105	13301a	
26-set	421-053.224-005	x		170	10706b	
26-set	421-030.310-030	x		140	11702c	
26-set	623-000.200-004	x		24	13002c	
26-set	611-000.300-004	x		442	10306a	
26-set	611-000.300-005	x		182	12403b	
26-set	619-000.200-004	x		10	13302c	
26-set	421-052.556-000	x		51	13301b	
26-set	611-000.300-004	x		540	11704b	
27-set	421-028.350-015	x		200	13505a	
27-set	611-000.620-003	x		551	12403a	
27-set	611-000.100-104	x		233	12401a	

DISP.	STOCK	
	QUANT.	LUGAR
421-037.414-000	133	11604a

Movimentos					
DATA	ENTRADA	SÁIDA	QUANT.	LUGAR	
	x		133	11604a	
14-mar	x	x	83	11902a	
03-mar	x		21	11902a	
01-mar	x		62	11902a	
18-abr	x	x	138	11302c	
23-mar	x		138	11302c	

Figura 28 - Ferramenta original de gestão do armazém 0018

Após alguma análise e brainstorming, os pontos apresentados de seguida são, de uma forma generalizada, focos de melhoria:

- Maior automatização – No ficheiro original, o fluxo de dados automático é praticamente inexistente, sendo necessário efetuar todas as operações manualmente, após cada registo;
- Aumentar a segurança e confiabilidade dos dados;
- Garantir o FIFO (First In- First Out) – Utilizar a automatização futura do sistema para impor a regra do FIFO na movimentação de materiais para a Montagem;
- Criarem-se regras de normalização de processo – Pretende-se começar a introduzir de forma ponderada uma sistemática nomeadamente na atribuição de blisters a referências e política de entrega à Montagem;
- Criação de KPIs (Key Performance Indicators) – Utilizar a informação disponível para se tratarem dados de maneira a criarem-se indicadores de performance quantitativos que sirvam de apoio à análise do processo e à tomada de decisão.

5.2 Descrição e Estrutura da Base de Dados

A necessidade aliada à oportunidade potenciou o desenvolvimento de uma nova ferramenta de gestão do armazém 0018, à qual se deu a designação de “GA18”. O intuito deste novo programa informático, também ele criado em *Microsoft Excel* apoiado por uma programação VBA (*Visual Basic for Applications*), é, através de uma estruturação mais automática e integrada, tornar não só a tarefa de controlo do armazém mais eficaz mas também capacitar a ferramenta para auxiliar na gestão e normalização da produção.

A aplicação informática GA18 foi concebida de raiz, ou seja, desenhada completamente de novo. Em traços gerais, até porque de seguida se irá ao pormenor, as principais novidades implementadas que justificam o aparecimento deste novo ficheiro prendem-se com o seu carácter muito mais transversal ao processo da Mecânica e interação entre protagonistas de vários segmentos relacionados à produção da secção como *Mizu's*, Planeamento e Engenharia. O aparecimento de novas funcionalidades como indicadores de desempenho para análise, normalização de referências a paletes, entre outras, torna o ficheiro e a gestão do armazém mais eficaz face às exigências.

Em seguida, será descrita a composição da estrutura do programa assim como a sua base de dados, recorrendo a diagramas UML (*Unified Modeling Language*) e DFD (Diagrama de Fluxo de Dados) para se efetuar o paralelismo entre o funcionamento aquando do ficheiro original e a diferença para a renovação com a dinâmica promovida pelo GA18.

5.2.1 Diagrama Use Case

A primeira abordagem para se conseguir perceber a dinâmica de um qualquer *software* é entender qual ou quais os intervenientes e qual a sua função sobre ele. Regra geral, se existe mais do que um tipo de intervenientes, ou digamos, uma família de utilizadores, é porque a especificidade de funcionalidades são sensíveis a especialidades ou áreas de atuação.

Neste subcapítulo pretende-se enumerar os objetos da base de dados do GA18 assim como o esquema de permissões a cada tipo de utilizador.

O ficheiro original apenas possuía um utilizador, ou melhor dizendo, como não havia nenhum sistema de autenticação ou bloqueio, era livre de acesso a qualquer hipotético utilizador que tinha acesso a todos os separadores e funcionalidades. Esses separadores são os objetos da base de dados do programa e

relacionam-se entre si para proporcionar a função dinâmica desejada. Na Tabela 4 procede-se a uma comparação entre os objetos do ficheiro original e do GA18.

Tabela 4 - Comparação da BD entre o ficheiro original e o GA18

Ficheiro Original	GA18
Registo de Entrada/Saídas	Registo de Entradas/Saídas
Lugares	Stocks & Ocupação
Lugares Disponíveis	Gestão de Utilizadores
	Gestão de Referências
	Cálculo de KPIs – Indicadores de Desempenho
	Plano de Necessidades Montagem
	Home (Dashboard de Análise)

As funções de cada objeto da BD são:

Registo de Entradas/Saídas – Maioritariamente utilizado pela Mizu para registar os movimentos físicos do armazém, nomeadamente de entradas e saídas;

Stocks & Ocupação – Local de consulta de lugares e da ocupação específica de ambos os Cardex's assim como a capacidade total e parcial utilizada;

Gestão de Utilizadores – Criar, eliminar e editar os dados de utilizador, assim como o seu nível de permissões;

Gestão de Referências – Criar, eliminar e editar os dados das referências que passam no armazém, assim como a configuração do seu blister / caixa;

Cálculo de KPIs – Local de armazenamento de dados para cálculo de indicadores de desempenho a serem apresentados no *Dashboard*;

Home (*Dashboard* de Análise) – Página inicial de controlo e análise quantitativa do processo. A partir desta é possível obter uma visão geral do desempenho do armazém e do processo;

Plano de Necessidades da Montagem – Lista de necessidades diárias da Montagem retirada do SAP.

Estruturado o corpo da base de dados do GA18, é importante a definição do esquema de permissões que cada tipo de utilizador terá no programa, assim como a sua função. Os tipos de utilizadores existentes são:

1. *Mizu's* – Operadoras que têm a função de realizar fisicamente e no sistema os movimentos de peças no armazém;
2. Planeamento – Grupo que tem a maior função hierárquica de gestão do armazém devido ao facto de serem os responsáveis pela gestão do fluxo e armazenamento de peças na Mecânica, assim como pelos prazos de entrega de produtos acabados à Montagem;
3. Engenharia – Ao serem os elementos que criam os roteiros e instruções de trabalho para cada peça nova, são responsáveis por inserir as novas peças no sistema e pela configuração do seu meio de transporte;
4. Admin – Elemento responsável pelo GA18, que possui acesso e permissões total.

Utilizando um diagrama de *Use Case* para representar o sistema de permissões, acessos e funções do sistema informático, consegue-se estabelecer as fronteiras e os níveis de atuação de cada utilizador no programa. De resto, o facto de existirem tipos de utilizador é, por si só, já uma novidade, uma vez que no ficheiro original isso não existia. O mesmo utilizador, no caso a *Mizu*, possuía livre acesso aos três campos disponíveis nesse ficheiro.

No caso inovador da ferramenta GA18, vemos que a *Mizu* apenas tem permissão para aceder à secção de registo de movimentos de entrada e saída de armazém. Contudo, não perdeu funcionalidades face à atuação no ficheiro antigo pois além de efetuar os registos, pode consultar na mesma folha os stocks e lugar de determinada peça. Por outro lado, a inserção de dados no lugar do Cardex correspondente não é necessária pois o programa assume essa funcionalidade automaticamente, havendo assim uma redução de esforço associado.

Observando então a Figura 29, facilmente se percebe qual o raio de ação de cada protagonista no sistema informático. Na representação excluiu-se o papel do Administrador pois como tem acesso a todas as funcionalidades do sistema, não iria trazer distinção perante os outros tipos de utilizadores e ainda iria sobrecarregar a figura, tornando o processo da sua interpretação mais complexo.

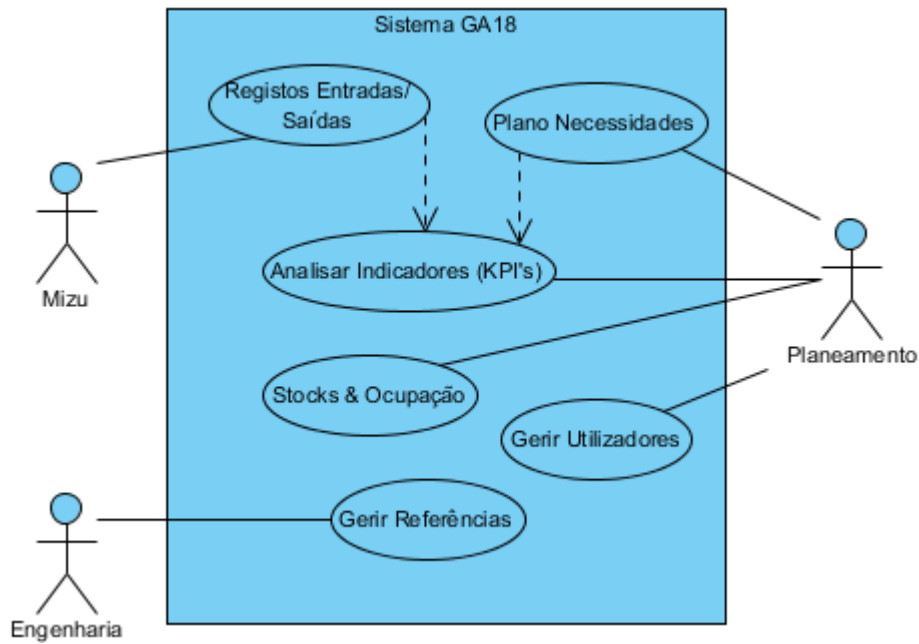


Figura 29 - Diagrama de Use Case do sistema GA18

5.2.2 DFD – Diagrama de Fluxo de Dados

Caracterizadas as principais tabelas de dados e os níveis de utilização da aplicação informática, é essencial agora perceber de que forma ocorre a interação entre os diferentes componentes do sistema: entidades externas, processos e objetos da base de dados.

De forma a decompor o raciocínio, serão utilizados Diagramas de Fluxo de Dados (notação de Gane-Sarson) que representam a forma como se processa o fluxo de informação e processos dentro do sistema. Nas Figura 30 e Figura 31 estão esquematizados os DFDs do ficheiro antigo e do GA18, respetivamente.

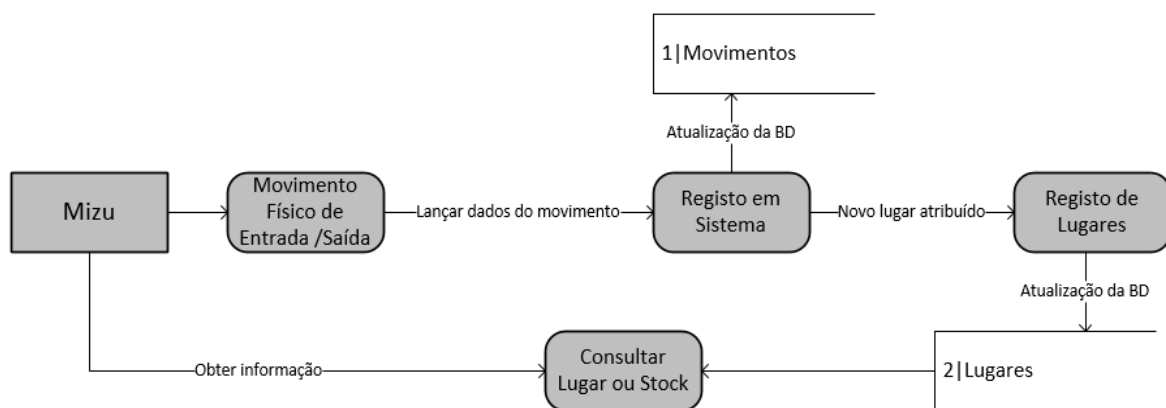


Figura 30 – DFD – Situação original

Neste primeiro exemplo, que corresponde à situação encontrada no início do projeto, o fluxo de dados é de simples interpretação sendo praticamente unidirecional. Basicamente são utilizados apenas dois objetos de base de dados para fazer correr o sistema que apenas interage com um utilizador, a *Mizu*.

Graças ao carácter simplista deste processo, é possível descrevê-lo de forma sequencial. Chegando a informação das peças a movimentar à *Mizu*, procede-se ao movimento físico no armazém e posteriormente regista-se na ferramenta informática a entrada ou saída, assim como o novo lugar ocupado noutro separador.

A consulta de stocks ou lugares de determinada referência é feita no mesmo local dos registos de movimentos. Na Figura 31, presente de seguida, é exposta a nova versão do sistema com o ficheiro GA18.

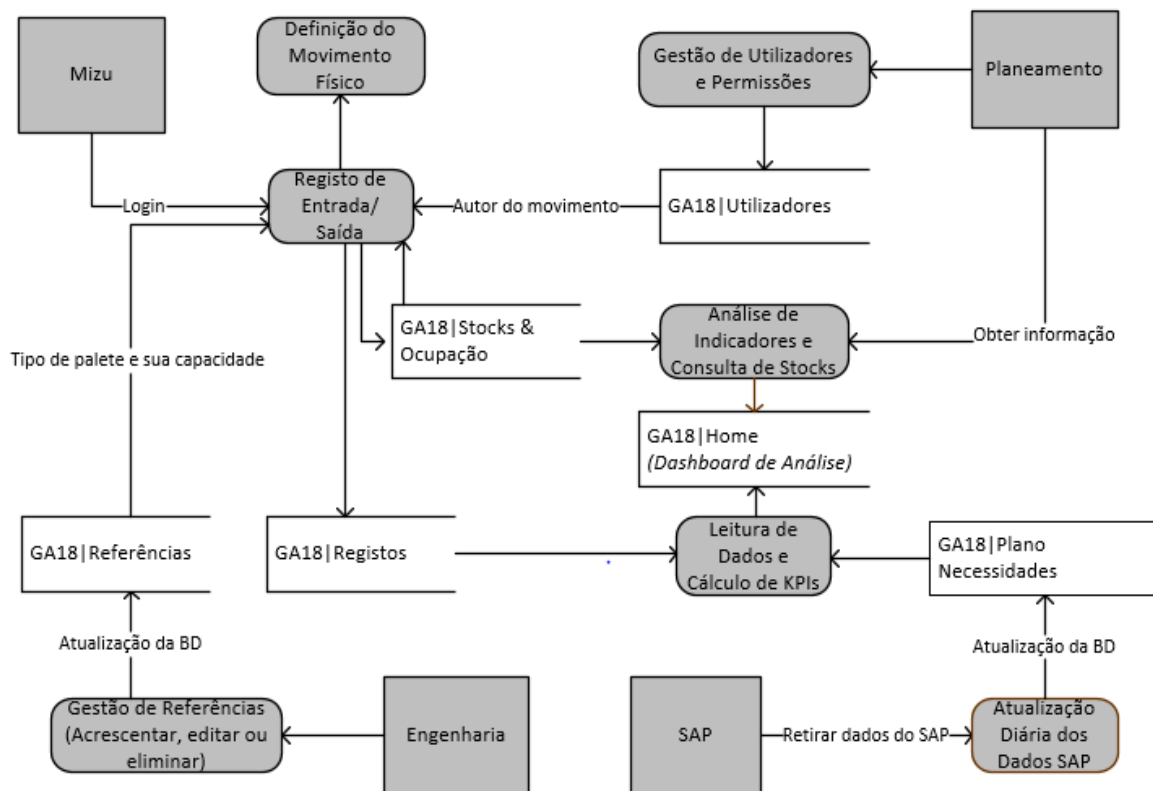


Figura 31 - DFD com a aplicação do GA18

A funcionalidade incrementada do novo sistema é desde logo percebida de forma visual com o aumento significativo de elementos afetos ao sistema. Mais utilizadores, mais processos, mais dados. A explicação da nova versão não assume um carácter sequencial mas sim por processo e as suas relações.

Iniciando-se pelo processo de registo de movimentos de entradas e saídas, este continua a ser efetuado pela *Mizu* responsável pelo armazém. É, de resto, o processo que implica maior dependência da base

de dados. Ao contrário do que acontecia na fase inicial, aqui o movimento físico é sempre efetuado após o registo no sistema pois é o *software* que indica no caso de entrada, onde colocar as peças ou, no caso de saída, onde as retirar para se garantir o FIFO. Além disso, existe uma série de informação utilizada na altura do registo com o intuito de tornar o registo de dados mais viável e confiável, nomeadamente ao nível das características de armazenamento da referência (tipo de blister/caixa), de stocks e ocupação para a situação do FIFO e, também, os utilizadores para serem identificados no registo efetuado.

A função de atualização de referências do sistema, levada a cabo por um utilizador da Engenharia, tem um impacto significativo naquilo que é o funcionamento geral do programa. Basicamente é na sua configuração que se define qual o blister de cada peça e qual a capacidade de um lugar do armazém utilizando esse blister com determinadas dimensões. Essa informação é vital para que no registo de movimentos se saiba com clareza até quando é que uma entrada de determinada quantidade ultrapassa o limite máximo daquele lugar. Além disso, uniformiza as quantidades de entrada em números de blisters. Assim, o que se pretende é que as quantidades de movimentos sejam efetuadas com uma quantidade igual a múltiplos de blisters /caixas ao invés de quantidades aleatórias e arbitrárias. Grande parte da vantagem do GA18 é ser um potenciador da normalização de quantidades de movimentos em cada referência.

O Planeamento, grupo afeto de maior interesse a este sistema, além de gerir os utilizadores e as suas permissões, beneficia de outra das grandes inovações desta ferramenta: a criação de indicadores de desempenho para análise quantitativa. De facto, a página inicial do sistema (para quem tem a permissão) é um *dashboard* com uma visão imediata dos indicadores escolhidos. A navegação do restante ficheiro é conseguida através dessa página, podendo-se dizer que é o *Home* do sistema.

Essa exposição de KPIs é conseguida através de um cálculo específico de dados armazenados provenientes dos registos de movimentos e do plano de necessidades da Montagem, obtido através de uma listagem do SAP atualizada ao dia.

Tirando alguns pormenores específicos afetos a cada fase do sistema que serão enumerados aquando da apresentação da interface mais à frente, esta é a dinâmica geral da aplicação informática GA18. Uma dinâmica muito diferente daquela existente previamente mas que se acredita ter todas as condições para acompanhar a exigência e o crescimento que se espera para o armazém 0018.

5.3 Definição dos Indicadores de Desempenho

O tratamento dos dados armazenados em qualquer sistema é um campo que tem ganho uma enorme atenção nos últimos anos, devido ao potencial de *outputs* criados que servem de informação crucial à análise de processo e ao auxílio na tomada de decisões.

No intuito de tornar a gestão do armazém 0018 mais eficaz, pretende-se integrar na estrutura do GA18 indicadores de desempenho que acrescentem valor à tomada de ação na gestão produtiva.

Existem três tipos de indicadores desenvolvidos no âmbito da integração com o sistema GA18. A sua divisão pode ser definida como:

1. Indicadores adaptados da literatura – Recolhidos através da análise de literatura realizada no âmbito da Dissertação;
2. Indicadores desenvolvidos de raiz – Criados e pensados de forma a dar uma resposta mais específica às especificidades encontradas;
3. Indicadores gerais de informação – São indicadores que, embora usualmente encontrados na literatura, não servem para uma avaliação ou tomada de decisão direta.

5.3.1 Indicadores adaptados

Como foi abordado na secção literária desta Dissertação, os KPIs podem ser focados em diferentes áreas de uma organização nomeadamente planeamento e conceção, fornecimento/compra, produção, entregas e satisfação do cliente.

No âmbito do desenvolvimento prático presente e sendo o armazém 0018, o local de acondicionamento de produtos semiacabados prestes a serem expedidos ao cliente, a abordagem utilizada será relativa à performance de entregas ao cliente.

A exposição dos métodos de cálculo utilizados serão acompanhadas, ao longo deste subcapítulo, por equações que se pretendem que ilustrem matematicamente os cálculos efetuados para se chegar ao valor dos indicadores. Será, contudo, sempre contextualizado no corpo de texto todos os pressupostos e condicionantes de cada cálculo, sendo as equações apresentadas sem grande formalidade em termos de notação matemática.

O indicador universalmente aceite para medir a performance da capacidade de cumprimento dos prazos das encomendas é o OTIF (On Time in Full), que mede entre o total das entregas efetuadas, aquelas nas

quais se cumpriu com o prazo e quantidade estipuladas. O seu cálculo, retirado de Domingues et al. (2015), é demonstrado pela Equação 2.

Equação 2

$$OTIF (\%) = \frac{\sum \text{entregas OTIF}}{\text{Total de entregas}} \times 100$$

Dado que uma referência pode ter mais do que um prazo de entrega no mesmo período e de forma a completar a informação fornecida pelo indicador OTIF que diz respeito ao cumprimento das encomendas, incluiu-se um outro indicador respeitante à percentagem de referências em atraso no sistema. Nessa perspetiva, a visão é sobre se uma referência tem, ou não, peças em atraso face ao cliente. O cálculo, apresentado na Equação 3 para esse indicador é realizado da seguinte forma:

Equação 3

$$\text{Referências em atraso (\%)} = \frac{\sum \text{referências com atrasos}}{\text{Total de referências}} \times 100$$

Estes dois indicadores são os escolhidos para avaliar a performance de entregas ao cliente. Nota para o facto de esta escolha não ser fixa para o futuro desta gestão, existindo sempre a possibilidade de se reajustarem algumas variáveis de forma a adaptar os modelos de acordo com a produção.

5.3.2 Indicadores desenvolvidos

À parte dos indicadores adaptados diretamente da revisão de literatura, desenvolveram-se mais dois indicadores que os órgãos de gestão da Mecânica consideraram ser importantes para o estudo de dois fatores:

1. A garantia de peças físicas no armazém 0018
2. O controlo do volume médio das peças em atraso

Nesse sentido foram pensados dois cálculos a partir dos dados disponíveis na BD do sistema que visam corresponder às variáveis enunciadas: o rácio S/E que já foi apresentado anteriormente e o PPRA (Peças por Referência em Atraso)

O rácio S/E, ou rácio saídas vs entradas, controla a presença física de uma peça no armazém pela contagem dos registos de entrada e saída no sistema para cada referência em períodos semestrais. O seu cálculo é efetuado tendo em conta esses registos de cada referência e o objetivo é que o rácio não seja muito perto de 1 nesta fase inicial o que significaria que se estaria a incorrer num armazém virtual

onde a saída acontecia imediatamente após a entrada devido à necessidade urgente da peça. A determinação deste indicador de cada referência é apresentada pela Equação 4, sendo que no geral será apresentada média de todas as referências calculadas.

Equação 4

$$\text{Rácio } S/E = \frac{\sum \text{Registos de Saída}}{\sum \text{Registos de Entrada}}$$

O controlo das peças em atraso, é abordado pela análise do PPRA, cujo cálculo se demonstra pela Equação 5. Este indicador não é nada mais do que também ele uma média da quantidade total de peças em atraso sobre o número de referências em atraso.

Equação 5

$$PPRA = \frac{\sum \text{quantidades em atraso}}{\sum \text{referências em atraso}}$$

O somatório da quantidade em atraso é definido pelos casos onde a quantidade de encomendas/necessidades que deveriam ter sido resolvidas até à data em questão são maiores do que o stock disponível de peças acabadas no armazém ou já entregues ao cliente. Nesses casos, obtém-se um valor negativo correspondente à quantidade em atraso.

Supondo que num sistema produtivo existem sempre referências em atraso, o valor mínimo que este indicador poderia tomar seria de 1, onde para uma referência, haveria no mínimo uma peça em atraso. Idealizando um sistema sem atrasos, não havendo referências em falha, conseqüentemente não existiriam quantidades pendentes e, por isso, o indicador assumia o valor quimérico de 0.

Sendo assim, este indicador apresenta um resultado melhor para valores mais baixos. Caso contrário indicará um volume de peças em atraso muito grande.

5.3.3 Indicadores de informação

Restam dois indicadores que não são diretamente focados no processo e na sua orientação mas no sistema de gestão do armazém. A sua função é essencialmente controlar a volumetria ocupada e a precisão do sistema. Nesse sentido surgem dois indicadores: ocupação volumétrica e precisão do sistema.

A ocupação volumétrica mede-se pelo preenchimento da ocupação de cada lugar face à capacidade total disponível. O seu cálculo, apresentado na Equação 6 reflete um resultado na unidade de percentagem de capacidade.

Equação 6

$$\text{Ocupação Volumétrica (\%)} = \frac{\sum \text{capacidade (\%)} \text{ ocupada em cada lugar}}{n^{\circ} \text{ total de lugares}}$$

O último indicador aqui apresentado, surge como uma garantia da fiabilidade do sistema informático que estamos a utilizar. A precisão do sistema indica até que ponto o GA18 está de acordo com a realidade física do armazém, no que toca a stocks.

A única maneira de se garantir este indicador é periodicamente realizar-se uma auditoria ao armazém e comparar a situação encontrada com a presente no sistema. Sugere-se nesta fase um período de seis meses. Este indicador é extremamente importante não diretamente sobre a gestão produtiva mas pela confiança dada no modo de gestão.

5.4 Apresentação da Interface

Conclui-se a apresentação da aplicação GA18 com a apresentação da *interface* visual do programa acompanhado por uma breve descrição e apontamentos sobre as suas particularidades e funcionamento. Nesta demonstração, apenas serão expostos os formulários de inserção de dados (interface), sendo que as páginas relativas ao *Microsoft Excel* onde estão presentes estes comandos estão presentes no Anexo IV.

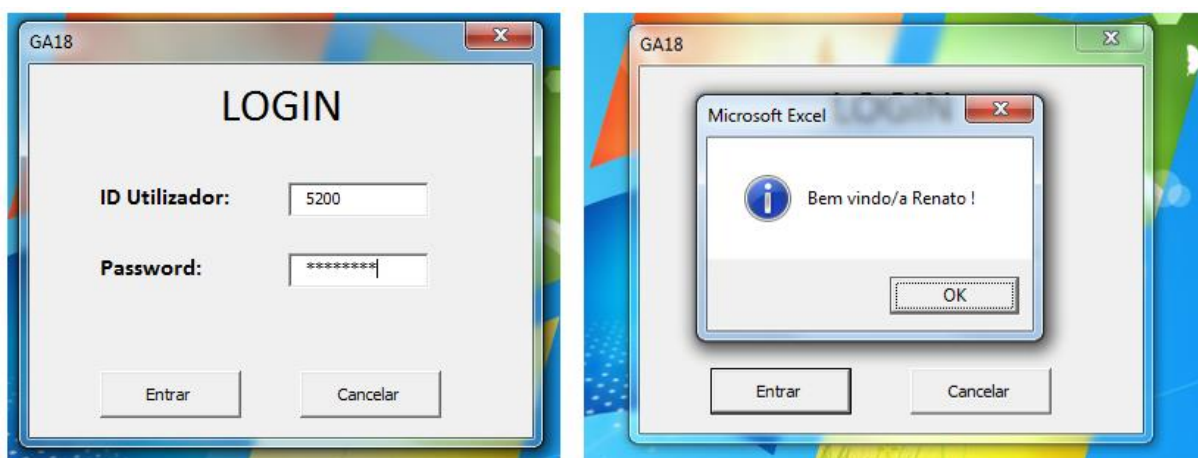


Figura 32 - GA18- Login

O sistema *Login*, presente na Figura 32, é necessário para que seja possível reconhecer e distinguir os utilizadores. Consoante o tipo de utilizador a ser autenticado, o sistema redireciona-o para a respetiva página inicial. No caso do Planeamento, Engenharia e Admin, o *Home*, apresentado na Figura 33, no caso da Mizu, a folha de registo de movimentos (Figura 34).

Leica		GA18		16/12/2016	
		Ferramenta de Gestão do Armazém 18		MECÂNICA	
REGISTOS		STOCK/OCUPAÇÃO		PRAZOS ENCOMENDAS	
REFERÊNCIAS		GESTÃO DE UTILIZADORES			
Referência			Indicadores de Desempenho		
421-036.550-005			On Time in Full		12
STOCK			% Referências em Atraso		Ocupação Volumétrica
109			69%		25
Consultar Movimentos			0,39%		
DISPONIBILIDADE		LUGARES			
OBJECTIVO		PROGRESSO		OBJECTIVO	
85%		5		60%	
Rácio Saídas p/Entradas		PPRA		Precisão do Sistema	
2,5		177		96%	
OBJECTIVO		PROGRESSO		OBJECTIVO	
3		100		95%	

Figura 33 - GA18 - Dashboard Inicial

Esta página inicial é, digamos, a página de controlo. Aqui existe toda a informação de análise e consulta necessária à gestão do armazém. O *Dashboard* é dividido em dois lados. Na parte esquerda são feitas as consultas de stocks e lugares das referências pretendidas e, do lado direito, estão os indicadores de desempenho. Quanto a estes, é definido um valor objetivo, uma meta por assim dizer, ao qual se comparam os valores reais. Além disso existe ainda ao lado de certos indicadores uma hiperligação para gráficos onde se pode acompanhar o progresso e evolução de cada indicador.

Figura 34 - GA18 - Registo de Movimentos de Entrada e Saída

O registo de movimentos, de entrada e saída de blisters, é assente na normalização pretendida de referências aos blisters. Pretende-se que, gradualmente, a escala de medida de peças que saem para a Montagem não sejam de peças unitárias mas sim múltiplos de paletes (blisters ou caixas). No entanto, e até se alcançar esse nível de estabilidade do processo torna-se por vezes complicado essa prática. Contudo, o registo de movimentos está preparado para o presente e para o futuro. Baseado numa contagem de blisters, possibilita ainda assim a contagem de blisters incompletos, quer na entrada, quer na saída, garantindo na mesma o FIFO.

Figura 35 - GA18 - Gestão de Referências

Na Figura 35, está apresentado o formulário onde se procede à configuração das referências que passam fisicamente no armazém. Essa configuração, que depende das características da peça tem influência na

capacidade de cada lugar e na quantidade armazenada. Vejamos de seguida como é efetuado o cálculo da capacidade de cada lugar e as condicionantes associadas.

Os lugares das Cardex's têm uma volumetria fixa, dependendo a sua capacidade, dos meios de armazenamento que os compõe. Na Tabela 5, estão registados, para cada tipo de meio de armazenamento disponível na mecânica para o acondicionamento de peças, a quantidade que seria necessária para que a ocupação de um determinado lugar com esse meio ficasse a 100%.

A partir da escolha do tipo de palete utilizado, ao efetuar-se o registo de entrada de uma certa quantidade de blisters ou caixas, o sistema assumia que um determinado lugar só poderia conter um limitado número de paletes, tendo que se registar os excedentes noutra lugar. De certa forma, garantiu-se assim também um controlo da capacidade de cada lugar, sendo ele dinâmico e variável, por exemplo, três blisters de uma referência podem perfazer uma ocupação de 37,5% de um lugar, enquanto uma única caixa de outra referência pode significar uma ocupação de 100% desse mesmo lugar.

Tabela 5 - Características de capacidade das paletes

Tipo de Paleta	Designação	Quantidade de Armazenamento	Capacidade por Lugar
Blisters	6	6	8
	8	8	8
	12	12	8
	12R	12	5
	20	20	8
	24	24	5
	35	35	8
	50	50	15
	70	70	8
100	100	15	
Caixas	Chapéus	8	3
	Máquina 6	6	1
	Máquina 8	8	1
	Máquina 10	10	1
	Mira Pequena	12	1
	Mira Grande	8	1
	Corpo Geovid I/II	24	1
	Corpo Geovid III	20	1
	Corpo CRF	41	1

Existem, no entanto duas principais condicionantes na atribuição de uma referência a uma paleta específica que tornam o cálculo de capacidade e quantidade mais complexo: no caso dos blisters,

algumas peças ultrapassarem em altura a dimensão do contentor e nos casos das peças mais pequenas, são colocados mais do que uma unidade em cada cavidade do blister.

No primeiro caso, a solução é recalcular a capacidade do lugar, não de acordo com os valores da Tabela 5 para aquele blister, mas sim com a altura que o conjunto blister mais peça representa. Dessa forma, o cálculo é independente do blister, mas sim da peça.

Quanto ao segundo caso, a incidência do problema é relativa à quantidade de armazenamento de cada palete e não tanto relativa à ocupação volumétrica do lugar do armazém. Tomando novamente os valores da Tabela 5 como referência, um blister de 6 unidades, possui, em condições normais, uma capacidade de seis unidades, o que faz com que uma entrada de três blisters no armazém represente uma quantidade de stock recém-chegado de dezoito peças. Considerando agora que numa peça específica são acondicionadas três unidades por cada cavidade, tomando o mesmo exemplo do blister de seis unidades, isso faria com que cada blister armazenasse agora dezoito peças, gerando numa entrada de três blisters no armazém, uma quantidade nova de stock de cinquenta e quatro unidades.

O objetivo era que o GA18 conseguisse dar resposta a esta dinâmica de condicionantes, o que foi conseguido.

Voltando ao formulário de gestão de referências da Figura 35, vemos que para uma referência, se define primeiramente o tipo de palete associado e, caso aconteça, as condicionantes associadas, sendo que por definição, as peças estão previstas a não serem mais altas que o próprio blister nem a ocupar mais do que um lugar deste.

A gestão de utilizadores, conseguida pelo preenchimento dos formulários da Figura 36, permite acrescentar os dados ou editar de algum já existente, definindo-se a sua permissão (nível de utilizador) e a *password*.



The image shows a software window titled "Gestão de Utilizadores" with a sub-header "Novo Utilizador". The form contains the following fields and values:

Número ID:	<input type="text" value="2174"/>	Nome:	<input type="text" value="Renato"/>
Password:	<input type="password" value="*****"/>	Repita Password:	<input type="password" value="*****"/>
Permissão:	<input type="text" value="Engenharia"/>		

At the bottom of the form are two buttons: "Registrar" and "Cancelar".

Figura 36 - GA18 - Gestão de Utilizadores

6 DESENVOLVIMENTO DE UM SISTEMA PRODUTIVO PUXADO

No âmbito deste projeto, a melhoria da gestão do armazém 0018 e dos seus processos serviu para criar condições facilitadoras e orientadas de maneira a integrar e normalizar algumas variáveis do processo produtivo até à data descontroladas. Esse trabalho, uma vez concluído, capacita o restante processo, desde o seu início até à entrada de produtos finalizados em armazém, para uma abordagem completamente diferente do que se tinha praticado até então: a implementação de um novo paradigma de produção, puxado (*Pull*).

Esse será, de resto, o desafio principal desta dissertação, transformar o fluxo interno da Mecânica que outrora era um paradigma empurrado (*Push*), propiciando com a sua prática todas as desvantagens de uma metodologia deste género.

Nesse sentido, será apresentado neste capítulo uma proposta de transmutação de abordagem ao processo produtivo da Mecânica praticado até à data, que se propõe a colmatar as limitações apresentadas.

6.1 Indicadores do Estado Inicial

O sucesso da estratégia de abordagem prática deste projeto torna-se legítimo com o conteúdo apresentado neste subcapítulo. A criação do ficheiro GA18 permite uma visão quantitativa do desempenho de entregas face à Montagem que até então não seria possível. Além disso, todas as intervenções de melhoria que se pretendam efetuar poderão ser controladas através da monitorização destes indicadores.

Para tornar mais completo e lógico todo o trabalho desenvolvido neste capítulo, serão apresentados de seguida os indicadores que representam o desempenho interno e externo da Mecânica, retirados do GA18 aquando do seu desenvolvimento. Representam portanto, a situação inicial com a qual se iniciou o desenvolvimento prático desta segunda parte do projeto. Com isto, poderemos observar as alterações e o impacto resultante no panorama geral da Mecânica comparando estes resultados iniciais com os finais.

Os indicadores selecionados são o *On Time in Full*, para medir a performance de entrega em quantidade e quantidade à Montagem e o PPRA (Peças por Referência em Atraso), que indica o volume médio de peças por entregar de cada referência em atraso.

6.1.1 On Time in Full

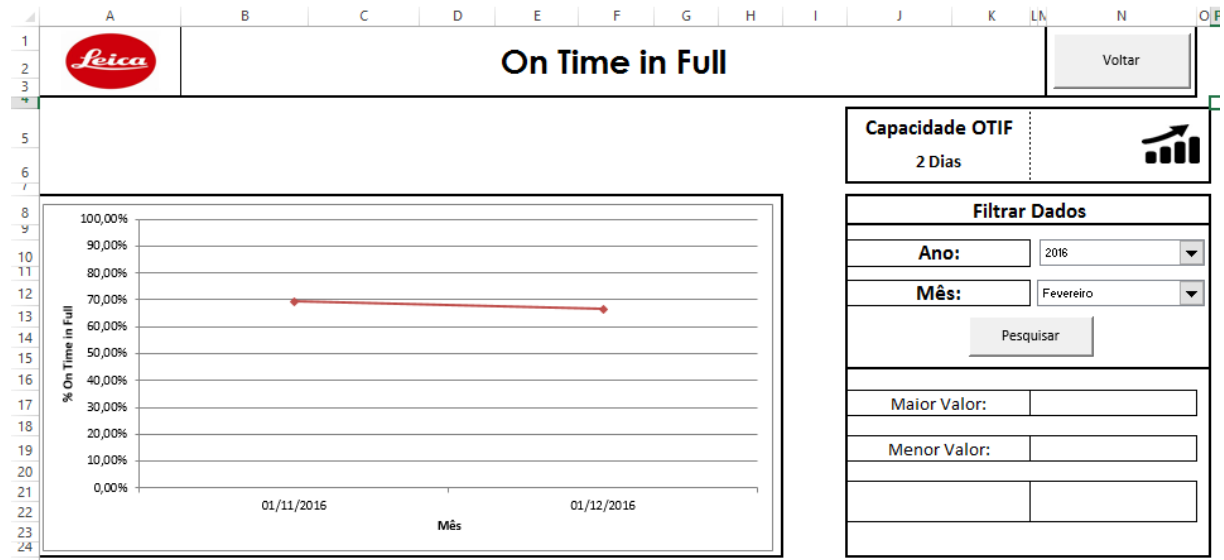


Figura 37 - Indicador inicial On Time in Full

Analisando o gráfico da Figura 37, respeitante ao desempenho OTIF da Mecânica, facilmente se denota que os seus valores iniciais rondam os 70%. De facto, houve até um decréscimo de performance do segundo mês face ao primeiro, o que mostra uma necessidade de melhoria da performance.

A literatura não é concordante em relação à classificação do nível de serviço de uma organização face às entregas, contudo, para se considerar uma empresa líder e de nível *World Class*, todas apontam para valores superiores a 95%. Considerando estes valores, o nível de serviço da Mecânica situa-se significativamente abaixo do que seria de esperar.

6.1.2 Percentagem de Referências em Atraso

O indicador PPRA, presente na Figura 38, indica um volume médio de peças em atraso por referência de aproximadamente 250. Outro dado importante é que esse valor, que se pretende que seja o mais baixo possível, subiu de um mês para o outro, havendo uma baixa de performance um pouco à imagem do que acontece no indicador anterior.

Este valor, em conjunto com a subida, indica que nesse momento a Mecânica não estaria a ter capacidade para dar resposta à quantidade de WIP. Também poderá indiciar que a secção não teria perceção de que tem peças prioritárias para produzir (já com atrasos), optando por produzir outras que não são tão necessárias.

A orientação dos órgãos de gestão face a estes indicadores de performance tem sido inexistente pois algo que não se pode medir, não se consegue gerir. Dotados agora das ferramentas adequadas, é necessário trabalhar no sentido de evoluir a sua performance, partindo da base quer dos 70% quer dos 250, primeiras medições efetuadas.

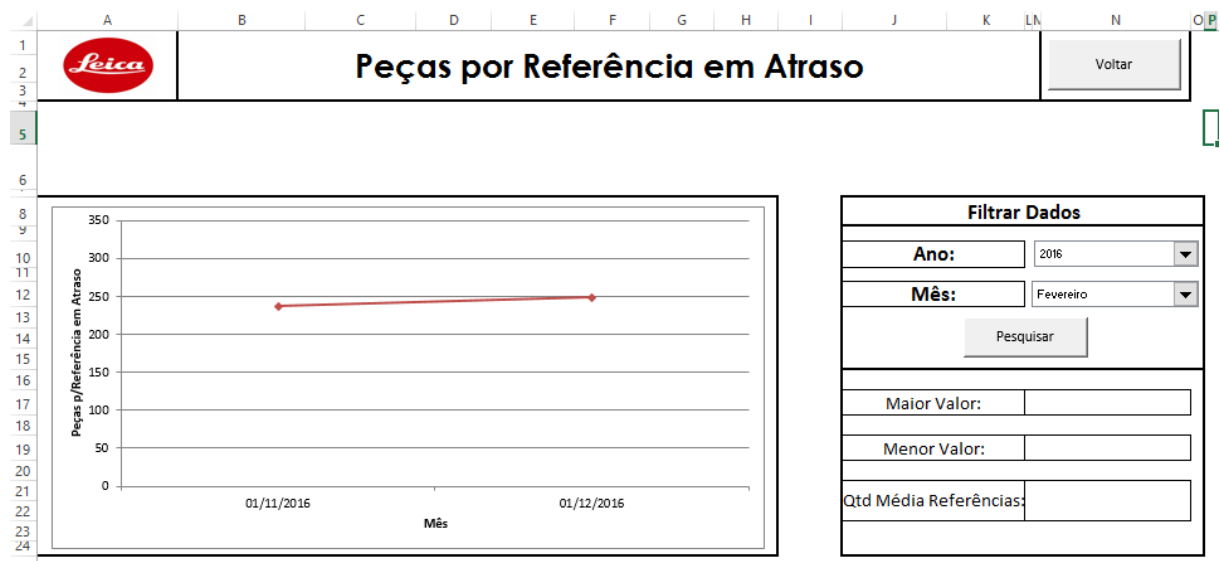


Figura 38 - Indicador inicial PPRA

6.2 Lot Splitting (Fracionamento de Lotes) para Agilizar o Processo

O processo da Mecânica e a natureza dos seus grupos produtivos são um enorme desafio à flexibilidade desejada na prática da gestão da produção, isto porque as suas características individuais diferem muito entre si, o que torna complicado o fluxo intacto de lotes de produção, dadas as diferentes capacidades no que toca principalmente a mudanças de trabalho.

Ao assumir-se que um lote pode ser dividido, é possível lidar mais elegantemente com os problemas que ocorrem devido à natureza dinâmica do processo. Normalmente, ao abordarem-se problemas afetos ao funcionamento de um qualquer processo produtivo, assume-se que este opera de forma estável e pacífica, quando, na realidade, numa *shop floor*, constantemente surgem eventos e dinâmicas inesperadas. As causas de tais dinamismos são muito diversas: desde erros humanos, pedidos de clientes para antecipar prazos de entrega ou falhas de equipamentos e *hardware*. Estes eventos não

podem ser previstos e, portanto, é muito improvável que o planeamento original de um produto corra de acordo. Como é sugerido na revisão de literatura apresentada previamente, consegue-se obter uma solução muito melhor a estas condições ao fracionarem-se os lotes iniciais. Nesta visão, Jeong et al. (2010) acrescenta que a configuração de lotes, no número e quantidade, é um aspeto muito importante para se obter um planeamento eficiente.

De seguida será exposta uma comparação da capacidade dos diferentes grupos de produção da Mecânica no que toca a flexibilidade de mudanças de trabalho e, posteriormente serão definidas classes divisórias entre grupos para fracionamento de lotes de acordo com as características de cada um.

6.2.1 Capacidade de mudança de trabalho dos grupos produtivos

A incapacidade de se tratarem os lotes completos ao longo de todo o processo de determinada peça, embora reconhecida, nunca foi alvo de ação e controlo. Como se pode verificar no exemplo já apresentado no capítulo 4.3, é observável que para uma mesma peça, em ordens temporalmente e quantitativamente idênticas, as confirmações de saída de material do mesmo grupo são completamente diferentes. Isto acontece porque, também como foi mencionado, os grupos têm características de trabalho muito específicas.

Nesse sentido, e começando a desmembrar o problema, o *layout* produtivo da Mecânica pode ser facilmente dividido em duas principais partes distintas em termos de trabalho: uma parte de maquinaria e outra de tratamento de superfície afeta a trabalhos manuais.

A parte de maquinaria, composta por Torneamento CNC, Torneamento Fino, Fresagem e Gravação, é constituída essencialmente por máquinas de controlo numérico computadorizado. São, portanto, sensíveis a trocas de trabalho e o aumento do número de *setups* aumenta o tempo em que essa máquina está parado e portanto, não está a ser rentável à empresa.

No caso de tratamento de superfícies existe uma maior flexibilidade no que toca a mudanças de trabalho. Dado que uma grande parte dos trabalhos são manuais, a reação a uma troca de trabalho que seja necessária ocorre de uma forma muito mais rápida e, portanto, não é tão dispendioso em termos de custos efetuar essa mudança nos grupos associados a este lote.

Na Tabela 6 estão apresentados os valores definidos pela Engenharia, com o objetivo de encontrar frequências de produção consideradas rentáveis para cada grupo, relativas a cada referência. Quer isto dizer que se um grupo tem uma frequência de produção mínima de quarenta dias, significa que, devido

a ter *setups* longos e dispendiosos, só se torna rentável às máquinas produzir essa referência de forma a cobrir uma necessidade não inferior aos quarenta dias úteis.

Na verdade o termo utilizado “frequência de produção” não se refere a uma frequência mas sim a um tempo. Pelo facto de ser utilizado e enraizado na empresa é, também ele adotado ao longo da dissertação. Estes valores não se basearam diretamente num processo de cálculo sistemático, mas foram definidos pela empresa com base na experiência e numa regra geral de simplificação do processo de definição dos valores. Servirão nesta fase como ponto de partida e serão revistos ao longo do tempo sempre com o objetivo de melhoria.

Tabela 6 - Capacidade de frequência de produção por grupo

	Grupo	C. Trabalho	Descrição	Freq. Produção (dias)
174TOA	Torneamento CNC	174TOA*	Tornear CNC	40
174MAN		174MAN*	Trabalho manual	5
173MAN	Fresagem	173MAN*	Fresar Manual	3
173FRS		173FRS*	Fresar CNC	40
175MAN	Torn. Fino	175MAN*	Tornear Manual	3
175TOF		175TOF*	Tornear CNC	40
166MAN	Gravação	166MAN*	Trabalho manual	3
166GRA		166GRA*	Gravar	40
176TSA	Convencional	176CNV*	Convencional Manual	20
176MAN		176MAN*	Convencional Máquina	2
171CRO	Cromagem	171CRO*	Cromar	20
179KTL01	Pint. KTL	179KTL01	Passivar	20
179KTL02		179KTL02	Pintar	20
168ARE	Galvânica	168ARE*	Arear	20
168GAL		168GAL*	Galvanizar	20
167MAN	Pintura	167MAN*	Polir/Despolir	20
167PIN		167PIN*	Pintar	20
165ESM	Polimento	165ESM*	Esmerilar	20
165MAN		165MAN*	Polir	20
178PBR	PBR	178PBR*	Pintar Gravação	5

Transportando esta realidade para o cálculo de um tamanho mínimo de lote inicial, o fator determinante no seu dimensionamento será sempre o seu roteiro (sequência de operações).

Imaginando duas referências com a mesma procura diária, o que definirá o tamanho do seu lote inicial será o seu roteiro. Quer isto dizer que dependendo da sua sequência de operações, uma peça pode passar por um grupo que tenha uma frequência de produção associada maior que a outra e, como tal,

terá que produzir em maiores quantidades para satisfazer esse intervalo mínimo de produção até ao próximo lote da mesma referência.

Este exercício serve apenas para reconhecer a importância do roteiro da peça na definição do seu tamanho de lote inicial. Reforça, também, a certeza de que o fracionamento de lotes é uma solução viável às condições e características do processo Mecânica.

Por último, uma análise crítica aos valores apresentados pelo ficheiro da Engenharia. A frequência de produção tão espaçada em cada referência deve-se principalmente ao fator da mudança de trabalho. Os tempos de *setup* praticados nos centros de maquinação são na verdade muito prolongados, começando nos noventa minutos e podendo-se estender até três ou quatro turnos de trabalho dependendo da complexidade da peça. Estes são valores que naturalmente refletem ineficiência e influenciam negativamente a flexibilidade do processo ao obrigar a produção de lotes mais extensos para manter as máquinas ocupadas.

Segundo a literatura que defende o estado ótimo como a minimização da quantidade de cada lote/sublote e até, como reitera o Lean, a produção peça a peça, existe uma oportunidade de ação e melhoria nesta área da Mecânica, devendo-se promover planos de ação e implementação de projetos SMED, de forma a melhorar significativamente os tempos de mudança de trabalho nos grupos de maquinação. Esse passo é crucial para se conseguir uma gestão da produção mais flexível, com a possibilidade de se definirem tamanhos de lote mais reduzidos, aumento assim a capacidade de reação do processo a situações imprevisíveis.

6.2.2 Definição de classes para fracionamento do lote

Utilizando a Tabela 6 como referência e orientação inicial, podemos identificar três principais classes de grupos onde a capacidade de mudança de trabalho é significativamente diferente. Com base nesses valores, e definido em conjunto também com os órgãos de gestão, agruparam-se os grupos produtivos em três classes distintas para a ocorrência do *lot splitting*. Essa divisão está presente na Tabela 7, apresentada de seguida.

O objetivo da atribuição de classes a cada grupo é que em determinado roteiro, havendo grupos de diferentes classes, o lote divide-se no momento em que transita de uma classe para a outra. Sendo isto variável de peça para peça, irão existir situações onde o lote não se irá dividir, pois o seu processo apenas contempla grupos da mesma classe, assim como haverá casos onde o lote se irá dividir três vezes. É

este carácter dinâmico que é importante manter ao serem aplicadas metodologias de trabalho num processo tão particular e variável como o que se verifica no job shop da Mecânica.

Tabela 7 - Definição de classes de fracionamento de lotes

Grupo	Frequência de Produção (dias)	Classe
Torneamento Automático	40	A
Fresagem	40	A
Torneamento Fino	40	A
Gravação	40	A
Convencional	20	B
Polimento	20	B
Galvânica	20	B
Cromagem	20	B
KTL	20	B
Pintura	20	B
PBR	5	C

6.3 Dimensionamento do Sistema Puxado

O objetivo primordial em termos de melhoria do processo interno da Mecânica prende-se com o desenvolvimento de uma metodologia que permita controlar o fluxo produtivo entre grupos. Os objetivos específicos que se pretendem atingir para melhorar na gestão da produção interna da Mecânica podem ser decompostos em três pontos:

1. Fluxo de peças entre grupos deve ser controlado na sua quantidade e *timing*;
2. Necessidade de produção seja despoletada pela procura do cliente (Montagem);
3. Criarem-se *buffers* de entrega à Montagem no armazém 0018, ajustados à procura, combatendo stocks desajustados e situações inesperadas.

Na verdade, esta intenção de otimização na prática da gestão produtiva não é possível continuando a utilizar os paradigmas de produção *Push* que até aqui haviam sido aplicados. De modo a ir de encontro

às novas exigências e objetivos, uma alteração de paradigma é essencial, passando a adotar-se um sistema de produção *Pull*, onde tal como se pretende, a produção é desencadeada e comandada de jusante para montante do processo.

Aliando um sistema de produção puxado a um sistema de informação que serve de semáforo à produção, obtemos como solução o sistema *Kanban*. A acrescentar a isso o facto de que o *Kanban* é um sistema de reposição de stocks, sustenta ainda mais a viabilidade desta solução face aos designios da secção em criar *buffers* de entrega ao cliente.

Tendo em conta que, como temos verificado ao longo do desenvolvimento desta dissertação, a Mecânica possui características ímpares no seu sistema produtivo, a solução a estudar terá de ser adaptada a essa realidade.

Neste subcapítulo proceder-se-á à explicação do sistema de produção puxado com base no modelo *Kanban*, a integração do fracionamento de lotes no método de cálculo e a definição de novos lotes iniciais de produção e stocks de segurança, assim como de que forma será efetuada a sua integração com o sistema de gestão empresarial utilizado, o SAP.

6.3.1 Adaptação ao sistema *Kanban*

A adoção de um modo de produção envolve muito mais do que a aplicação analítica de fórmulas matemáticas. É um processo moroso e complexo, onde se tem de focar a atenção em todos os recursos que intervêm no processo e são essenciais ao bom funcionamento do sistema. Neste caso específico, a adoção de uma nova filosofia de produção, é preciso ter em conta aspetos como a mudança de paradigmas presentes nos colaboradores há já longa data. A variável humana é a componente mais importante para que se consiga obter desta abordagem os resultados desejados. Contudo, a ênfase atribuída à explicação da componente analítica será maior na exploração prática do desenvolvimento deste sistema.

Como já foi revisto anteriormente na revisão teórica associada ao projeto, um sistema de dimensionamento *Kanban* é composto sempre por quatro principais fatores, independentemente da infinidade de fórmulas que podem ser adotadas:

1. Procura diária;
2. Tempo de reaprovisionamento;
3. Tamanho do contentor;

4. Fator de Segurança.

De seguida será discriminado de que forma se irá adaptar para este sistema para cada um dos pontos acima referidos de acordo com a realidade da Mecânica.

Procura diária

A procura, também referida como encomendas ou necessidades, da Montagem à Mecânica tem um prazo interno estabelecido de doze semanas, ou seja, aproximadamente três meses. É com esse horizonte temporal que a gestão produtiva da Mecânica deve ser levada a cabo.

Quem define o plano diretor de produção é o departamento de Logística consoante as indicações provenientes da casa mãe em Wetzlar, Alemanha. Contudo, após doze semanas de encomendas reais apenas existem intenções, que podem ou não ser convertidas em encomendas futuramente mas serve como orientação sobre o futuro de determinado produto.

Nesta perspetiva, a definição da procura média diária de cada produto obtém-se pela aplicação da Equação 7:

Equação 7

$$proc. média diária = \frac{\sum(Quantidade em atraso + encomendas do período 12 sem.)}{n^{\circ} de dias \acute{u}teis no período}$$

Embora este cálculo seja dinâmico pois de dia para dia o valor da procura diária pode sofrer variações, as alterações do seu valor não se preveem que sejam demasiado bruscas. Na aplicação prática da procura diária ao dimensionamento de lotes e sublotos, será utilizada uma parametrização de valores, ou seja, o valor da procura diária manter-se-á fixo até que o valor mais atual ultrapasse o limite mínimo ou máximo dos critérios estabelecidos. Esta política pretende não só ir de encontro à literatura, onde se verifica de forma consolidada as práticas de *Kanban* com valores de procura fixos, mas também como um modo facilitador de estabilização de valores que permitam mais facilmente efetuar a integração do sistema com o sistema SAP, facto que será mais aprofundado no capítulo 6.3.4.

Tempo de Reaprovisionamento

O tempo de reaprovisionamento é o período temporal que se inicia desde que uma necessidade de produção é despoletada até que o produto volte a estar reposto na prateleira de onde havia saído. Denomina-se reaprovisionamento pois incorre-se num reabastecimento do stock outrora consumido.

Este *lead time* compreende duas principais etapas desde que é despoletado: um tempo de espera até que o material inicie as suas operações e um tempo de ciclo consequente até ao fim das mesmas. Neste caso particular os tempos de transporte entre grupos são negligenciáveis face às distâncias percorridas. Na Figura 39 está representado de forma mais visual estas fases do ciclo de reaprovisionamento considerado.

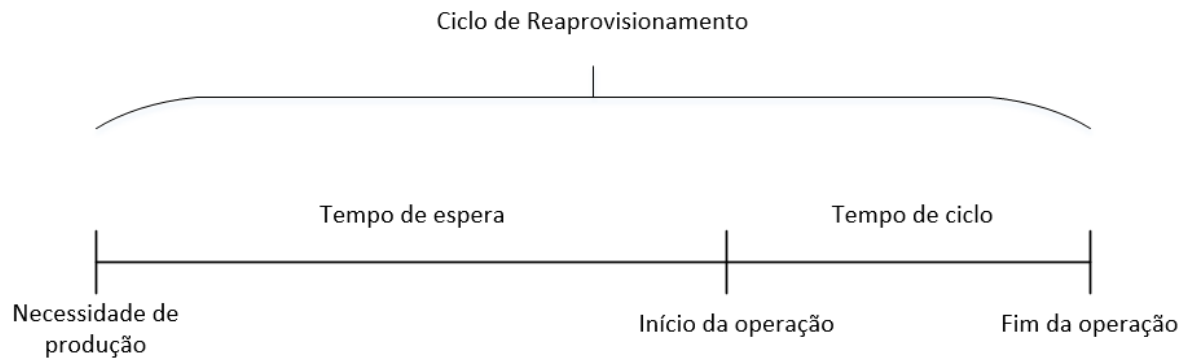


Figura 39 - Ciclo de reaprovisionamento considerado

A definição dos valores de tempo de espera e de tempo de ciclo é, à imagem do que acontece nos dados de frequência de produção de cada referência por grupo, um cálculo previamente estabelecido pela Engenharia. Enquanto o tempo de ciclo está afeto a cada peça e a sua operação específica no respetivo centro de trabalho, o valor do tempo de espera é calculado de uma forma fixa por grupo. No Anexo V estão representados os valores atribuídos a cada operação de cada grupo produtivo, onde se espera que as referências estejam em estágio até serem levantadas para operação. No tempo de espera estão já também consideradas as mudanças de trabalho. Nota para o facto de este valor na prática ser muito relativo e dependente de alguns fatores tal como urgência de produção. Os valores reais, em comparação com os apresentados no anexo V podem tender tanto para mais como para menos, sendo que de forma a tornar a gestão possível, se tenha definido para cada grupo uma média de aproximação o mais realista possível.

O tempo de ciclo é cronometrado manualmente aquando da definição do roteiro da referência, ainda em fase de testes iniciais, e é definido em minutos. No entanto, o valor do tempo de ciclo deve ser em dias de trabalho, de forma a ser coerente com a dimensão dos restantes dados temporais. O cálculo do tempo de produção associado à operação das peças engloba ainda o fator de capacidade de cada centro de trabalho. Considerando que nem todos os centros de trabalho laboram a três turnos e que algumas máquinas possuem mais capacidade que outras, a mesma peça em operações diferentes tem um tempo

de produção distinto. No Anexo VI estão discriminadas cada uma das capacidades em minutos de cada centro de trabalho.

Neste sentido tem-se o tempo de ciclo de produção como o tempo necessário à produção da quantidade da procura. Como se pretende que este cálculo tenha a sua unidade temporal em dias, emprega-se o produto da procura diária pelo seu tempo de ciclo naquele centro de trabalho em minutos a dividir pela capacidade diária (em minutos disponíveis) do centro de trabalho a ocupar de modo a obter-se o tempo necessário (em dias) à sua produção.

O tempo de produção, em dias, relativo ao tempo de ciclo é apresentado na Equação 8:

Equação 8

$$\text{tempo de produção (ciclo)} = \frac{\text{proc. diária} \times \text{tempo de ciclo}}{\text{capacidade centro trabalho}}$$

Tamanho do Contentor

Os contentores do sistema serão as paletes utilizadas no sistema produtivo. Relembrando mais uma vez o carácter integrado e transversal desta Dissertação, a definição de blister/caixa por referência era algo não praticado no processo e que foi introduzido pelo aparecimento da ferramenta GA18. Esta normalização de referência-paleta permite também a aplicação do sistema puxado adaptado ao *Kanban*, uma vez que existe uma definição fixa e orientada para cada referência.

Um dos principais passos que se pretende conseguir implementar é uma nova terminologia na contagem de quantidades de peças. Ao invés de se contarem peças, passar-se-á a contar blisters ou caixas. Esta nova abordagem é vantajosa no desenvolvimento deste projeto pois permite uma melhoria enorme quanto à padronização do processo, e vai de encontro ao sistema *Kanban*, onde a quantidade a produzir será determinada em número de contentores.

Fator de Segurança

Não é realista assumir que um lote de produção segue intacto desde o início até ao fim do seu roteiro. Existem sempre perdas associadas ao seu processo que devem ser tidas em conta quando se planeia uma quantidade produtiva. A segurança do sistema é o incremento inicial necessário que tem como objetivo garantir que após todas as operações realizadas sobre a peça, será entregue ao cliente uma quantidade não inferior.

Nesse sentido, foi efetuado um levantamento de dados de refugo em cada grupo, que são peças consideradas como não conformes para prosseguirem no processo, do ano fiscal corrente (2016). Esses dados são apresentados de seguida na Figura 40.

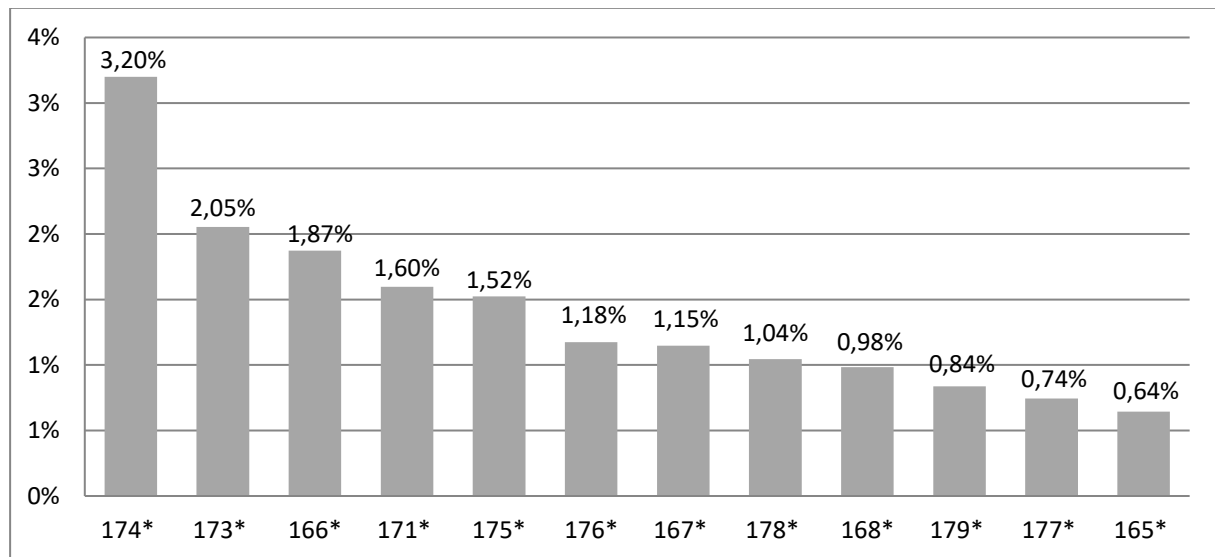


Figura 40 - Percentagem de refugo média por grupo

Como se pode verificar pelos dados do gráfico, o refugo gerado em cada grupo não tem valores muito significativos que possam colocar a quantidade planeada dos lotes em níveis de incerteza e risco consideráveis. Nota também para o facto de os grupos referentes ao tratamento de superfície terem uma percentagem de refugo associada ligeiramente menor do que os grupos de maquinaria. Isto é explicado pelo facto de as peças maquinadas que saem com anomalias raramente conseguem ser recuperadas, enquanto grupos como a Pintura ou a Galvânica conseguem na maior parte das vezes realizar um trabalho de reparação nas peças que saem com desvios.

No sentido de se definir o fator de segurança na aplicação deste sistema, fez-se um pequeno estudo simulando várias hipóteses, cujos resultados estão presente na Tabela 8.

Um dos principais objetivos da aplicação desta metodologia é criarem-se regras que, sujeitas às características do processo, sejam o mais simples e genéricas de se adotar. O estudo abaixo representado vem no sentido de se perceber qual a melhor maneira de se definir o fator de segurança no cálculo das quantidades a produzir. Nesse sentido, foi realizada uma simulação onde se testa o refugo de três tipos de tamanhos de lotes possíveis em função de quatro roteiros que se consideram ser os mais usuais na Mecânica. Comparativamente a estes valores, existem três quantidades referência de blisters, que são os mais utilizados, e pretende-se perceber se o fator de segurança pode ser dado pelo

acréscimo de mais um blister no início do processo ou se isso é insuficiente e é necessário adotar outra estratégia.

Tabela 8 - Estudo do fator de segurança

Hipótese	Roteiro	Refugio de peças associado a uma ordem de			Segurança obtida por paletes		
		100	250	500	12	20	50
1	TOA - TOF - GAL	4	14	27	67%	83,30%	100%
2	TOA - FRS - GAL - PBR	7	18	35			
3	GAL	1	3	5			
4	GAL - PBR	2	4	6			

Pelos resultados do estudo podemos concluir que a adoção do acréscimo de um blister como fator de segurança é de elevada confiabilidade na sua generalidade pois o blister de doze peças que é a paleta de menor quantidade que é mais vezes utilizado oferece uma segurança de 67% nos casos hipotéticos simulados, enquanto o blister de vinte peças oferece uma cobertura dos casos de 83,3% e o de cinquenta peças, 100%.

Optou-se assim por se definir o fator de segurança como o acréscimo de um blister por duas principais razões: oferece um carácter simplificado de implementação e gestão do sistema e garante um fator de segurança adequado.

6.3.2 Integração com o *lot splitting* e dimensionamento do sistema

O principal carácter inovador no desenvolvimento deste sistema puxado adaptado do *Kanban* deve-se em muita parte à sua integração com o estudo de fracionamento de lotes realizado anteriormente nesta Dissertação. De seguida será sustentada a maneira como o dimensionamento de um sistema puxado é integrado com uma metodologia de *lot splitting* onde se aplicam os conceitos de frequência de produção e produção em classes.

Frequência de produção

Como foi definido anteriormente, existe uma característica atribuída a cada grupo relativa ao intervalo mínimo de produção de determinada referência. Recorrendo agora um pouco à literatura, este fator é comumente designado por “*EPEI*” que em inglês significa *Every/Each Part Every/Each Interval*. Segundo Wallace & Stahl (2003), o *EPEI* é a ferramenta essencial que permite criar um modelo adaptado de

planeamento dentro do *Lean Manufacturing*. Afirma também que a definição desse valor no processo é o primeiro passo para um verdadeiro modelo multiproduto sob um ambiente *Lean*.

Prosseguindo agora para a lógica do sistema a desenvolver, a variável “frequência de produção” irá ser incluída no fator do tempo de reaprovisionamento através da Equação 9:

Equação 9

$$\text{Tempo de reaprovisionamento} = \text{tesperas} + \text{tciclo} + \text{freq. de produção (dias)}$$

O acréscimo desta nova variável no cálculo do tempo de reaprovisionamento será responsável pela concretização do fracionamento do tamanho de lote ao longo do processo produtivo. Basicamente, o tamanho do lote torna-se sensível aos grupos por onde passa, onde está associado fator da frequência de produção. Sendo que no cálculo de quantidades, como iremos ver mais à frente no dimensionamento do sistema, o tempo de reaprovisionamento multiplica pela necessidade diária para dar o tamanho do fornecimento, ao haver um tempo de reaprovisionamento maior, as quantidades a produzir serão maiores. Como neste ponto de partida o valor desta variável é muito maior que as restantes duas, o resultado do tempo de reaprovisionamento está muito sensível a este valor da “frequência de produção”, contudo e como já foi dito, esta fórmula está preparada para o atual e para o futuro.

Esta integração é extremamente importante para não se colocar em causa a rentabilidade das máquinas devido às mudanças de trabalho.

Produção em classes

Conseguido garantir-se o fracionamento de lotes através do sistema puxado de produção, passar-se-á à segunda característica transformadora do sistema. Dado que o intervalo da frequência de produção está uniformemente distribuído entre as três classes de fracionamento de lote definidas, todos os grupos da mesma classe irão operar a mesma quantidade de peças.

A partir deste conceito e também pela vontade dos órgãos de gestão em que assim fosse, a produção de determinada referência não será despoletada de grupo em grupo mas sim de classe em classe de acordo com o seu roteiro. Na Figura 41 está representada esta ideologia que pretende não criar muita complexidade na criação de sistemas de controlo de stock em cada grupo, dando também algum espaço e proatividade aos chefes de grupo para serem autónomos no processo e começarem a assimilar todo este novo conceito e método de uma forma natural e progressiva.

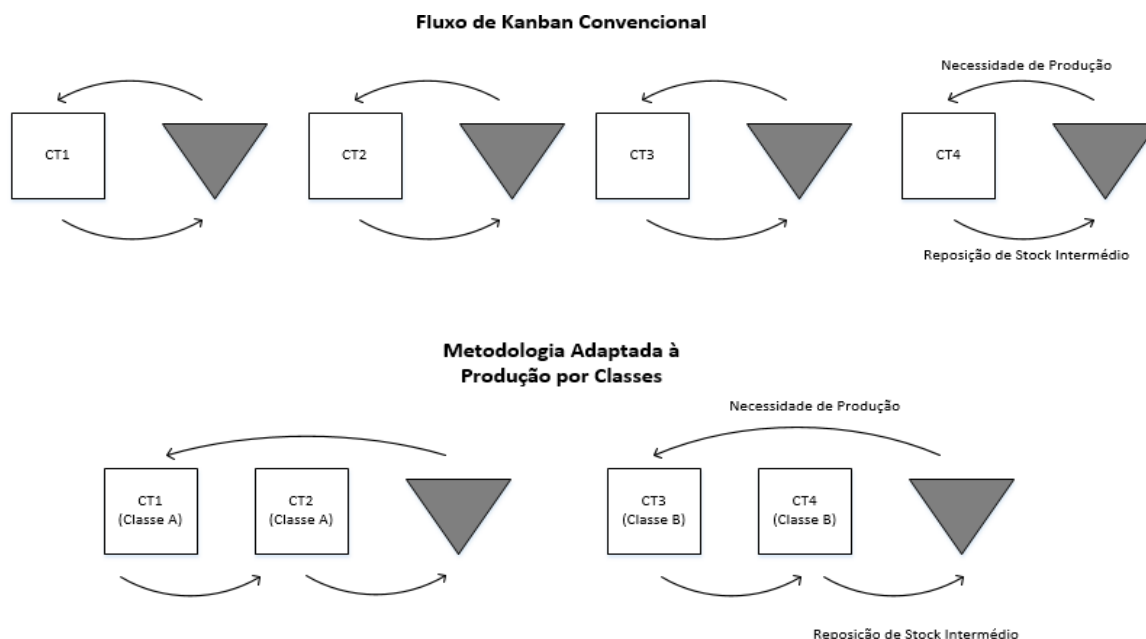


Figura 41 - Sistema produtivo puxado adaptado à produção em classes

Dimensionamento do sistema

Definidos todos os pressupostos do desenvolvimento do novo método produtivo puxado, existem condições para se proceder ao dimensionamento do sistema de forma a estabelecer um método de cálculo que defina as quantidades de produção em cada classe. Nesse sentido, a fórmula desenvolvida e adaptada do *Kanban* para o sistema puxado da Mecânica é descrita pela Equação 10:

Equação 10

$$Kanban = \frac{\text{procura diária} \times (\sum tec + \sum tcc + \text{freqprodclasse})}{\text{Contentor da referência}}$$

Onde:

- $\sum tec$ é a soma dos tempos de espera das operações associadas à classe de produção;
- $\sum tcc$ é a soma dos tempos de ciclo das operações associadas à classe de produção;
- Freqprodclasse é a frequência de produção definida para a classe em questão.

Nota para o facto de em toda a equação geral do dimensionamento de Kanbans todos os fatores utilizados possuírem algum tipo de segurança, no entanto, no dimensionamento dos contentores inicial, correspondente à produção da classe A, acrescenta-se um contentor (blister) a mais que serve como fator de segurança para as perdas de material ao longo de toda a sequência de operações de forma a garantir a quantidade de contentores calculada intacta no final da produção de todo o lote.

Este é, de resto, o cálculo dinâmico que ditará a quantidade de contentores do fluxo de produção entre grupos de diferentes classes até ao armazém. Como se irá verificar na aplicação deste cálculo mais à frente, esta metodologia encontrada de dimensionamento é responsável também pelo fracionamento de lotes ao longo do processo desde montante até jusante, tornando esta abordagem de produção completamente dinâmica e ajustada, face às necessidades e características do sistema produtivo implantado.

6.3.3 Stock de segurança e ponto de reaprovisionamento (ROP)

Dois elementos essenciais no bom funcionamento desta metodologia são o stock de segurança e o ponto de reaprovisionamento.

Ambas estas variáveis estão afetas aos stocks intermédios criados nas classes assim como o stock de produto acabado alocado ao armazém 0018. No fundo estes dois elementos fazem parte de um todo também denominado como *buffers* de entregas. De forma a explicar mais intuitivamente a interação destes três fatores é apresentada uma ilustração na Figura 42.

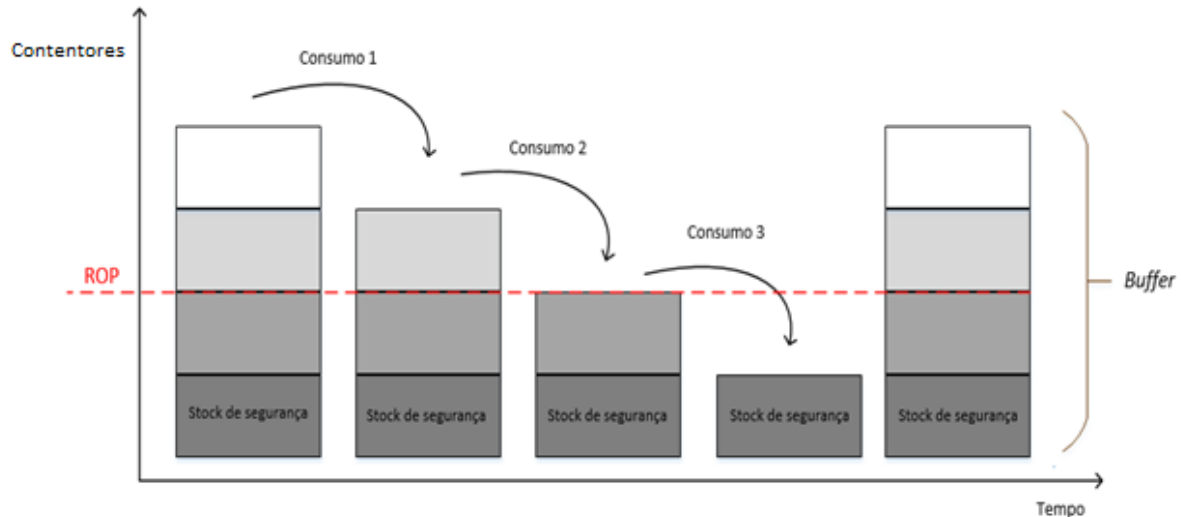


Figura 42 - Buffer, stock de segurança e ponto de reaprovisionamento

A Figura 42 representa o consumo de contentores de um inventário (*buffer*) ao longo de um determinado tempo. Nessa representação consegue-se extrapolar os conceitos de stock de segurança e ponto de reaprovisionamento, também designado por ROP devido à designação em inglês "*Reorder Point*". Stock de segurança, como o próprio nome indica serve de garantia do processo, ou seja, é uma quantidade de material (contentor) que se deve manter intacta no stock a menos que, devido a situações que o justifiquem, sirva de cobertura e resposta. O ponto de reaprovisionamento é o momento temporal onde

o sinal de necessidade de produção de mais peças é dado à fase anterior. O ROP é calculado para que quando seja atingido, dê tempo ao processo de repor as peças em stock antes que o consumo de peças atinja o stock de segurança.

Torna-se, portanto, necessária a definição destes dois elementos no âmbito do desenvolvimento do sistema, que serão responsáveis pelo momento de sinalização de produção em cada classe.

Stock de Segurança

O stock de segurança do sistema foi, em conjunto com os órgãos de gestão da secção, definido como o tempo de reaprovisionamento dessa classe, ou seja, a segurança atribuída à produção de uma classe é uma quantidade que corresponda ao tempo de resposta dessa classe a uma determinada urgência ou necessidade. Assim, no caso de alguma eventualidade, a resposta será sempre assegurada de forma imediata produzindo-se depois para repor o stock de segurança outrora retirado. Nesse sentido, a quantidade do stock de segurança em cada classe é determinada pela Equação 11:

Equação 11

$$\textit{stock de segurança} = \textit{procura diária} * (\sum \textit{tec} + \sum \textit{tcc})$$

É importante referir que não se incluirá este fator de segurança de todas as vezes que o dimensionamento do número de contentores para uma classe for calculado. Na verdade, ele apenas será acrescentado como fator na equação geral quando, por alguma circunstância particular, o stock de segurança for consumido no armazém intermédio seguinte.

Ponto de Reaprovisionamento

O ponto de reaprovisionamento, sendo o momento em que se desencadeia a produção da fase anterior, deve ser definido de modo a dar tempo suficiente às operações respetivas de modo a repor o stock que havia sido retirado.

Considerando que o stock de segurança é o tempo de reação produtiva da classe, por lógica, o ROP será definido como o dobro desse valor. Dessa forma, a expressão que caracteriza o valor do ponto de reaprovisionamento, arredondando por defeito em múltiplos do valor do contentor em cada buffer é a seguinte:

Equação 12

$$\textit{ROP} = ((\sum \textit{tec} + \sum \textit{tcc}) * 2) * \textit{procura diária}$$

6.3.4 Parametrização de lotes e stock de segurança e integração com o sistema SAP

Todo este estudo desenvolvido no sentido de melhorar o fluxo produtivo interno na secção Mecânica tem como objetivo resolver os problemas internamente com uma gestão ajustada e personalizada. No entanto, toda a empresa usualmente também denominada como Leica Portugal tem a ferramenta informática SAP transversal a todas as secções e departamentos existentes dentro da organização.

Por esse motivo, é necessário que ao aplicar este método de dimensionamento do lote inicial e definição do stock de segurança seja garantida a possibilidade de integração com o sistema SAP.

Relativamente à gestão da parte produtiva utilizada pelo Planeamento de Produção, apenas em duas variáveis é necessária uma concordância entre os dois sistemas nomeadamente na definição do tamanho de lote inicial e do stock de segurança.

Como já foi definido o método de definição do tamanho de lote, ressalva-se o stock de segurança como o tempo de resposta à última classe de produção, como também foi abordado anteriormente. Uma vez definidos estes valores, surge a sua definição no sistema SAP para se garantir a concordância.

Sabendo que este método de definição dos valores não é de maneira nenhuma fixo, estando sempre sujeito à variação da procura diária de cada produto, o tamanho do lote inicial e do stock de segurança irá também ele variar ao longo do tempo.

Nesse sentido, é importante parametrizar valores para os quais serão necessárias atualizações em SAP destas variáveis produtivas pois uma variação pequena na procura não terá um grande impacto no desempenho do sistema implementado. Definiu-se então, inicialmente um limite superior e inferior de quarenta por cento onde o tamanho de lote poderia variar antes de ser necessário definir em SAP novos valores. Na Tabela 9 serão expostos dois exemplos onde se pode verificar como se aplicam estes conceitos na prática.

Tabela 9 - Parametrização de valores para definição SAP

Referência	Lote SAP	SS SAP	Lote Atual	SS Atual
421-036.550-005	260	40	380	60
613-000.200-004	168	24	144	24

Há que ter em conta que nos valores considerados, os valores são sempre arredondados pelo tamanho do contentor, de forma a manter-se a coerência na gestão, explicando assim porque na segunda referência apresentada a quantidade do lote varia ao contrário do stock de segurança.

No exemplo da Tabela 9 é possível verificar que a primeira referência ultrapassa os limites definidos e, portanto, é necessária a atualização do seu tamanho de lote inicial e stock de segurança em SAP, ao contrário do segundo produto que não teve variações consideráveis.

6.4 Implementação da Metodologia

Definida toda a estrutura, pressupostos e métodos de cálculos necessários à consumação do sistema, surge o momento da sua implementação em ambiente prático de forma a testar a viabilidade com todas as condicionantes presentes no *shop floor*. Foi definido um conjunto de referências que servem como instrumentos de teste onde durante nove semanas foram sujeitas à metodologia desenvolvida ao longo deste projeto.

De seguida serão demonstradas todas as etapas de definição, metodologia de abordagem e dificuldades encontradas ao longo do período de implementação.

6.4.1 Definição da amostra de teste

A secção Mecânica tem no seu reportório mais de mil referências ativas, ou seja, referências que pertencem a produtos com procura real e, portanto, necessários de serem produzidos. Era, portanto, insustentável testar a implementação desta metodologia desenvolvida num número tão alargado de referências.

De forma a tornar a análise mais minuciosa e sustentada, definiu-se que apenas se iria focar numa amostra mais pequena, mas potencialmente rica em termos de *outputs* conclusivos.

A escolha das referências foi efetuada por parte dos órgãos de gestão que têm interesse em verem testadas algumas peças de produtos específicos. As referências definidas para a implementação do estudo prático são apresentadas de seguida, na Tabela 10, onde está discriminada a referência específica das peças, o produto e o modelo a que pertencem (sendo que algumas pertencem ao mesmo produto e por vezes também modelo) e a ilustração do produto final.

Tabela 10 - Referências de estudo

Referência	Produto	Modelo	
421-028.850-010	Objetiva	Berlin	
421-028.950-005			
421-029.605-014	Objetiva	Summaron	
421-036.550-003	Objetiva	M 1.4/35	
421-036.550-005			
434-475.212-010	Binóculos	Geovid II	
434-475.213-010			
420-300.570-007	Máquina Fotográfica	M10	
420-300.128-010			
420-301.210-004			

A definição destas peças baseou-se nos seguintes critérios:

- Variabilidade no tipo de peça de modo a representar-se todo o universo de produtos para que os resultados sejam o mais conclusivos possíveis;
- Peças que no seu roteiro passem por mais do que uma classe de modo a testar-se o fracionamento de lotes;
- Referências que principalmente à data do início da implementação tivessem cadência de produção e estivessem em atraso de modo a verificar-se a eficiência do sistema.

6.4.2 Características das referências em teste

Uma vez identificado o objeto de estudo, segue-se a análise na Tabela 11 das características de cada uma das referências, assim como o estado da procura diária e do atraso de entregas.

Tabela 11 - Características das referências em estudo

Referência	Característica		Referência	Característica	
421-028.950-005	Procura diária	6	434-475.212-010	Procura diária	20
	Operações no roteiro	11		Operações no roteiro	12
	Classes	3 (A, B e C)		Classes	2 (A e B)
	Atraso em peças	9		Atraso em peças	22
421-028.950-010	Procura diária	6	434-475.213-010	Procura diária	20
	Operações no roteiro	10		Operações no roteiro	12
	Classes	3 (A, B e C)		Classes	2 (A e B)
	Atraso em peças	49		Atraso em peças	22
421-029.605-014	Procura diária	8	420-300.128-010	Procura diária	90
	Operações no roteiro	12		Operações no roteiro	6
	Classes	3 (A, B e C)		Classes	3 (A, B e C)
	Atraso em peças	0		Atraso em peças	312
421-036.550-003	Procura diária	4	420-300.200-040	Procura diária	112
	Operações no roteiro	9		Operações no roteiro	5
	Classes	3 (A, B e C)		Classes	2 (B e C)
	Atraso em peças	0		Atraso em peças	456
421-036.550-005	Procura diária	5	420-300.570-007	Procura diária	60
	Operações no roteiro	8		Operações no roteiro	11
	Classes	3 (A, B e C)		Classes	2 (A e B)
	Atraso em peças	0		Atraso em peças	1074

Como se pode verificar, a grande maioria das peças têm atrasos e uma grande variedade de operações no seu roteiro incluindo, em muitas, as três classes de fracionamento de lote.

A variedade pretendida nesta amostra é claramente conseguida pelo facto de se obter uma grande diversidade em termos de tipos de atrasos, uns mais problemáticos e outros menores, e em termos de procura.

Como nota face aos valores apresentados convém mencionar que:

- As referências da Máquina fotográfica M10 (420-300.128-010, 420-300.200-040 e 420-300.570-007) têm uma elevada procura diária pois à altura deste projeto a máquina estava prestes a entrar no mercado e além de ter uma elevada cadência de produção, algumas referências estavam com atrasos críticos;
- As duas referências dos binóculos *Geovid II* (434-475.212-010 e 434-475.213-010) dizem respeito ao corpo direito e esquerdo, respetivamente, do binóculo. Isso explica o facto de terem exatamente as mesmas características em termos de procura diária, atraso e roteiro;

6.4.3 Metodologia de abordagem

Devido às características dinâmicas e complexas de todo o processo, o modo de gestão produtivo inserido nesta metodologia desenvolvida de paradigma de produção puxado é, naturalmente, suportado em forma digital onde a capacidade de recálculo e processamento de dados é praticamente instantânea. É aquilo a que numa abordagem mais clássica do sistema se referencia como *e-kanban*.

Com essa visão em mente, é importante reconhecer que, à data deste projeto, não havia condições a nível de equipamento nem de formação dos trabalhadores para que um sistema eletrónico funcionasse de forma completamente autónoma no imediato. No entanto, é reconhecida a importância dessa transição para que todo o sistema faça sentido. Contudo, nos primeiros tempos será feita uma gestão mais ligada ao responsável do produto do Planeamento de Produção que tratará de passar a informação aos chefes de cada grupo.

Posto isto, será seguidamente demonstrado de que forma foi realizada de forma prática o cálculo das quantidades, a gestão da produção e o fracionamento dos lotes.

Cálculo das quantidades produtivas

Até este ponto da Dissertação, o cálculo das quantidades foi apresentado de forma teórica sendo integrado na explicação do conceito do sistema a desenvolver. Nesta parte será demonstrado um exemplo da última semana de implementação para demonstrar a aplicabilidade do sistema.

Exemplo – 421-028.950-010

Dado que esta peça tem no seu roteiro operações nas três classes produtivas, é necessário para cada uma dela definir-se a quantidade a produzir e o ponto de reaprovisionamento. Sendo este um sistema puxado onde a necessidade de produção provém do cliente, o cálculo seguirá uma ordem de C para A em termos de classes.

Classe C:

Tabela 12 - Dados de cálculo Classe C

Sequência de Operações	178PBR02
Procura diária (unidades)	6
Tempo de espera (dias)	2
Tempo de ciclo da classe (dias)	0,5 ⁽¹⁾
Freq. Produção (dias)	5

Onde (1) é a aplicação prática da Equação 8, apresentada anteriormente,

Equação 13

$$T_{\text{ciclo}}(\text{dias}) = \frac{6 (\text{procura diária}) \times 4,5 (\text{minuto por peça})}{480 (\text{capacidade diária em mins da operação})} = 0,06 \cong 0,5 \text{ dias}$$

O resultado da Equação 13 sofreu um arredondamento de 0,05 para 0,5 dias. Isto acontece porque os órgãos de gestão da secção Mecânica sugeriram um processo de arredondando a meios-dias. Ou seja, para todos os valores de tempo de ciclo inferiores a 0,5 dias será considerado o valor de 0,5, enquanto um resultado de 0,7 dias por exemplo, assume um valor final de 1 dia. Isto é explicado pela salvaguarda de falhas, pausas, retrabalho, entre outros, que não são contabilizados no cálculo produtivo.

Definidos estes três valores procede-se ao cálculo da quantidade a produzir, em contentores, através da Equação 14:

Equação 14

$$\text{Kanban: } \frac{(6^a \times (2 + 0,5 + 5^b))}{12^c} = 4 \text{ blisters} = 48 \text{ peças}$$

Onde:

- Procura diária de 6 unidades;
- Tempo de reposição em dias afeto à classe: 2 (tempo de espera), 0,5 (tempo de ciclo do lote) e 5 (frequência de produção mínima da referência na operação em questão);
- Capacidade do contentor atribuído à referência 421-028.950-010.

A Equação 15 representa o cálculo do ponto de reaprovisionamento, arredondado a múltiplos da capacidade do seu contentor.

Equação 15

$$ROP = (6 \times ((2 + 0,5) \times 2)) = 30 \cong 36 \text{ peças} \cong 3 \text{ paletes}$$

Classe B:

Tabela 13 - Dados de cálculo Classe B

Sequência de Operações	168ARE01	168GAL01	168CQG01
Procura diária (unidades)	6		
Tempo de espera (dias)	1		
Tempo de ciclo da classe (dias)	0,5 ⁽²⁾		
Freq. Produção (dias)	20		

Onde (2) é apresentado na Equação 16,

Equação 16

$$T_{ciclo} \text{ (dias)} = \frac{6 \times 0,5}{960} + \frac{6 \times 0,35}{960} + \frac{6 \times 0,3}{480} \approx 0,01 \cong 0,5 \text{ dias}$$

Cálculo da quantidade a produzir pela Equação 17, com base na Equação 10:

Equação 17

$$Kanban: \frac{(6 \times (1 + 0,5 + 20))}{12} = 11 \text{ blisters}^{**} = 132 \text{ peças}$$

** Já é possível ver através da comparação da quantidade a produzir entre a fase B e C o fracionamento do lote. Um lote que é na classe B de 11 contentores (132 peças) é partido à entrada da classe C para se fazer apenas 5 (60 peças).

Ponto de Reaprovisionamento:

Equação 18

$$ROP = (6 \times ((1 + 0,5) \times 2)) = 18 \cong 60 \text{ peças}^{***} \cong 5 \text{ paletes}$$

*** Na prática, o valor da Equação 18 dá 18 peças que, arredondando ao tamanho do contentor ficaria 24 peças. No entanto é necessário ter em conta que de forma a manter a essência do sistema, o ROP da fase B não pode ser inferior à quantidade a produzir da fase C. Isso iria pôr em causa a produção nas quantidades necessárias da fase C por falta de stock disponível.

Classe A:

Tabela 14 - Dados de cálculo Classe A

Sequência de operações	174TOA04	174MAN00	165ESM01	173FRS10	175TOF05	175MAN00
Procura diária (uni.)	6					
Tempo de espera (dias)	4	0,2	0	4	4	0,2
	12,6					
Tempo de ciclo (dias)	0,5 ⁽³⁾					
Freq. Produção (dias)	40					

Onde (3) é apresentado na Equação 19,

Equação 19

$$T_{ciclo}(dias) = \frac{1,64 \times 6}{1440} + \frac{2,6 \times 6}{960} + \frac{0,46 \times 6}{480} + \frac{1,8 \times 6}{1440} + \frac{2 \times 6}{960} + \frac{0,4 \times 6}{960} = 0,051$$

$\cong 0,5 \text{ dias}$

Cálculo da quantidade a produzir:

Equação 20

$$Kanban: \frac{(6 \times (12,6 + 0,5 + 40))}{12} + 1 = 28 \text{ blisters} = 336 \text{ peças}$$

Ponto de reaprovisionamento:

Equação 21

$$ROP = (6 \times ((12,6 + 0,5) \times 2)) \cong 168 \text{ peças} \cong 14 \text{ blisters}$$

Analisando os cálculos de todas as classes acima demonstrado e com todas as condicionantes exigidas pelo sistema, conseguimos ver a validação dos cálculos face ao fracionamento do lote. Na classe A, respeitante ao início do lote, deve-se produzir 28 contentores, pelo que na classe B esse valor passa para menos de metade sendo agora necessários apenas 11 contentores ao passo que na classe C deve-se produzir 5 contentores.

Gestão produtiva da amostra em estudo

A gestão da atividade produtiva nas peças em estudo durante o período experimental de nove semanas foi assumida pelo autor da dissertação com total liberdade. Essa responsabilidade era ainda mais

acrescida pelo facto de serem peças respeitantes a produtos ativos e com elevada importância no seio produtivo da Leica.

De forma a tornar todo o processo de gestão exequível foi criado em *Microsoft Excel* um ficheiro que auxilia os alertas de produção, na forma de um *e-kanban*. O *output* desse ficheiro é apresentado no anexo VII e VIII, respeitante à gestão da produção das peças de teste na primeira e última semana do período experimental, respetivamente.

A lógica da gestão efetuada era de produzir sempre que o ROP estivesse abaixo da quantidade definida e impedir a produção quando não esta não fosse necessária, criando-se um ambiente puramente puxado. Estas indicações de produção eram fornecidas todos os inícios de semana aos chefes de grupo, sendo que idealmente e futuramente o objetivo passar por obterem esta informação em tempo real, numa fase mais avançada através de um ficheiro implementado em rede e agregado a todos os grupos do processo.

Fracionamento de lotes

O maior desafio ao fracionamento de lotes é a disponibilidade de espaço em cada grupo que seja capaz de manter lotes em espera. Isso requer espaço principalmente nos grupos que são caracteristicamente imediatos aos processos da classe A, como a Galvânica ou o Polimento, pois recebem uma grande quantidade de peças.

Nos casos onde a disponibilidade era deficitária foram improvisadas soluções de modo a viabilizar a exequibilidade do sistema.

Na Figura 43 está apresentada a primeira peça desta implementação onde ocorreu o primeiro fracionamento de lote. Ela representa o que acabou de ser mencionado, uma estante nova utilizada para o efeito colocada em frente do grupo da Galvânica.



Figura 43 - Estante nova de entrada da Galvânica

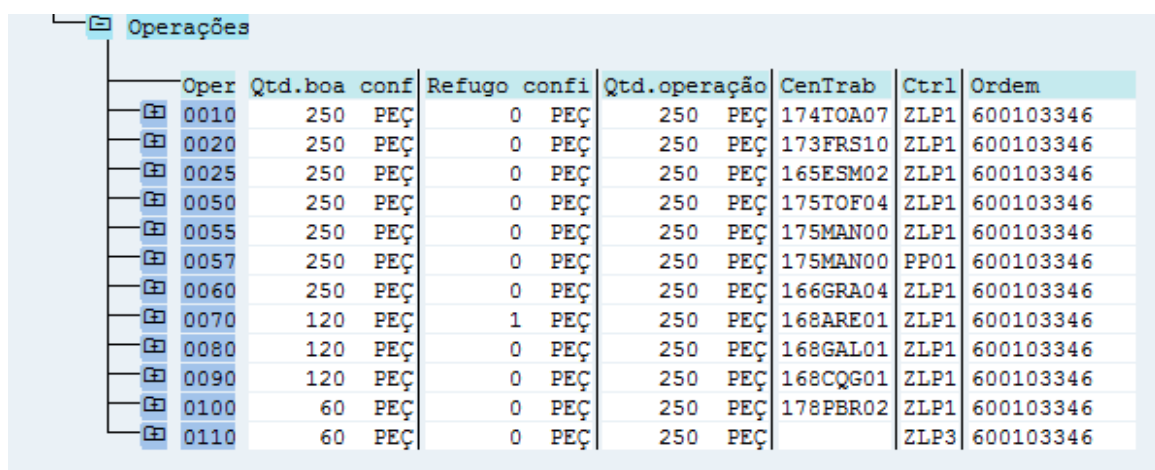
A criação deste tipo de infraestruturas é extremamente importante para que se consiga possuir todas as condições que minimizem o risco de erro deste sistema.

Na Figura 44 está representado de forma prática muito do conceito e do alcance dos objetivos deste projeto. É um *output* retirado do SAP, relativo às confirmações em cada grupo num determinado momento de uma ordem de produção de uma referência. Nela consegue-se observar onde acontece o fracionamento de lote entre classes. Estes três momentos representam aquilo que se pretendia obter em termos de normalização do processo devido ao cumprimento das quantidades a produzir e do momento certo para as produzir.

Dividindo a figura em três partes, facilmente se identificam as três classes representadas através da quantidade produzida confirmada. A classe A identifica-se pela mesma quantidade confirmada em todos as operações dessa classe (desde 174TOA07 até 166GRA04), parando as confirmações na passagem para o primeiro grupo da classe B (168ARE01), que, ao invés do que vinha a acontecer não continuou a sua produção, mas esperou que o sinal de necessidade de produção dessa classe fosse ativado.

Transportando para o segundo momento do fluxo produtivo da ordem onde estão presentes as confirmações das operações respeitantes à classe B., à imagem do que aconteceu na classe A, todas as operações da classe B confirmaram a mesma quantidade de peças, sendo que, ao haver uma passagem da classe A para B, isso implica um fracionamento do lote, de 250 peças iniciais para um sublote de 120 como se verifica.

Por último, surge a confirmação das primeiras peças prontas a entrar em armazém ao serem confirmadas pela operação da classe C. Havendo novamente uma transferência de classes, verifica-se um novo fracionamento de lote passando agora das 120 peças previamente fracionadas para 60 confirmadas.



Oper	Qtd.boa conf	Refugo confi	Qtd.operação	CenTrab	Ctrl	Ordem
0010	250 PEÇ	0 PEÇ	250 PEÇ	174TOA07	ZLP1	600103346
0020	250 PEÇ	0 PEÇ	250 PEÇ	173FRS10	ZLP1	600103346
0025	250 PEÇ	0 PEÇ	250 PEÇ	165ESM02	ZLP1	600103346
0050	250 PEÇ	0 PEÇ	250 PEÇ	175TOF04	ZLP1	600103346
0055	250 PEÇ	0 PEÇ	250 PEÇ	175MAN00	ZLP1	600103346
0057	250 PEÇ	0 PEÇ	250 PEÇ	175MAN00	PP01	600103346
0060	250 PEÇ	0 PEÇ	250 PEÇ	166GRA04	ZLP1	600103346
0070	120 PEÇ	1 PEÇ	250 PEÇ	168ARE01	ZLP1	600103346
0080	120 PEÇ	0 PEÇ	250 PEÇ	168GAL01	ZLP1	600103346
0090	120 PEÇ	0 PEÇ	250 PEÇ	168CQG01	ZLP1	600103346
0100	60 PEÇ	0 PEÇ	250 PEÇ	178PBRO2	ZLP1	600103346
0110	60 PEÇ	0 PEÇ	250 PEÇ		ZLP3	600103346

Figura 44 - Implementação com sucesso de *lot splitting* numa referência

6.4.4 Dificuldades encontradas

Convém salientar que ao longo do processo de implementação nem tudo correu da maneira que se estava à espera havendo situações que, embora resistentes, foram de aprendizagem e de reconsideração do processo. Entre esses casos, são de destacar:

- Restrições da quantidade de matéria-prima o que impossibilita o lançamento de ordens de produção nas quantidades calculadas o que irá ter implicações na capacidade de se criarem ou manterem *buffers*;
- Como naturalmente se iniciou a implementação com a produção normal em curso, tiveram de se ajustar certos valores do cálculo inicial às ordens de produção já existentes no *shop floor*;
- Dificuldade em quebrar paradigmas *Push* há já muito tempo praticados por chefes de grupo;
- Restrições de espaço, principalmente na Galvânica, para armazenar as peças provenientes da classe A o que levou na primeira vez a que houvesse revelia e consequente produção do lote inteiro para limpar o espaço, o que levou à solução apresentada anteriormente.

7 ANÁLISE DE RESULTADOS

A análise de resultados obtidos no desenvolvimento deste estudo é centrada no desenvolvimento do sistema puxado e a sua influência na melhoria dos indicadores de performance de entrega ao cliente. É de extrema importância pois mede a eficiência do sistema criado e permite retirar ilações sobre a viabilidade e estratégias de futuras implementações.

Neste capítulo serão abordadas de duas diferentes formas o tratamento dos resultados obtidos, primeiramente com uma visão mais macro, onde será visto o desempenho geral do sistema face ao cumprimento de certos indicadores e, posteriormente uma análise individual de cada referência quanto à sua variação do atraso e constituição de *buffer* de entregas à Montagem ao longo do tempo sob este sistema.

7.1 Indicadores gerais

Os indicadores gerais dizem respeito à amostra de referências escolhidas para a implementação teste deste projeto, não sendo representativas do panorama geral em termos de situação inicial dos indicadores. Como foi abordado, foram escolhidos produtos que além de diversificados, representassem um desafio relativamente a uma implementação de qualquer natureza.

Convém no entanto salientar que o resultado final destes indicadores não representam um estado ótimo e que o foco está no modo como ocorre a evolução dos resultados.

7.1.1 On time in full

Talvez o indicador mais em foco ao longo desta Dissertação, efetuou-se um controlo do desempenho das referências quanto à sua entrega na Montagem na quantidade certa e dentro do prazo estabelecido. Os resultados são apresentados na Figura 45.

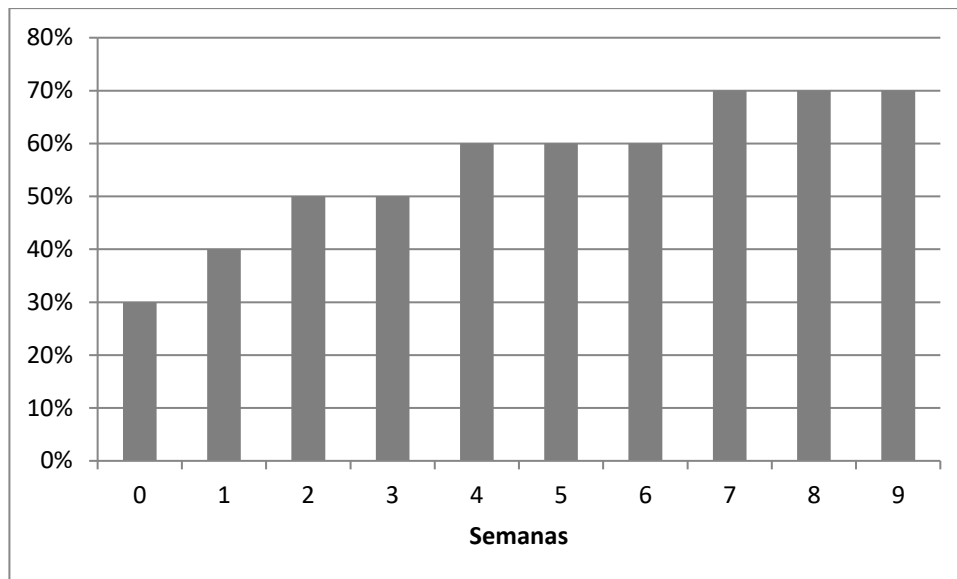


Figura 45 - Resultado do indicador On Time in Tull

Na primeira semana de implementação, apenas três das dez referências em estudo conseguiram efetivar entregas atempadamente e com sucesso perante o cliente. Este é um facto que prova a dificuldade nas características das peças em relação ao fluxo prévio e natural. Com a implementação do novo sistema é visível a melhoria em termos de performance de entrega. Rapidamente se passou de três para sete o número de referências com a sua situação de cumprimento ao cliente regularizadas, resultando num aumento de 40 pontos percentuais, evoluindo-se de um estado inicial de 30% para um estado final de 70%

O facto de se conseguirem efetuar entregas OTIF não significa no entanto que exista stock regularizado no armazém de produto acabado da Mecânica, podendo haver casos onde o cumprimento das encomendas é conseguido de forma esforçada.

Comparando o valor com o universo de peças e o seu desempenho OTIF, ao qual se obtém a partir do GA18 (Figura 46), não é possível retirar muitas ilações devido ao tamanho da amostra ser muito pequeno em relação à quantidade das restantes peças. No entanto, e analisando o gráfico, observa-se um crescimento a partir de Dezembro de 2016, mês em que se iniciou a implementação no *shop floor*. É, ainda assim, pouco seguro relacionar esse crescimento com o trabalho desenvolvido no âmbito desta Dissertação.

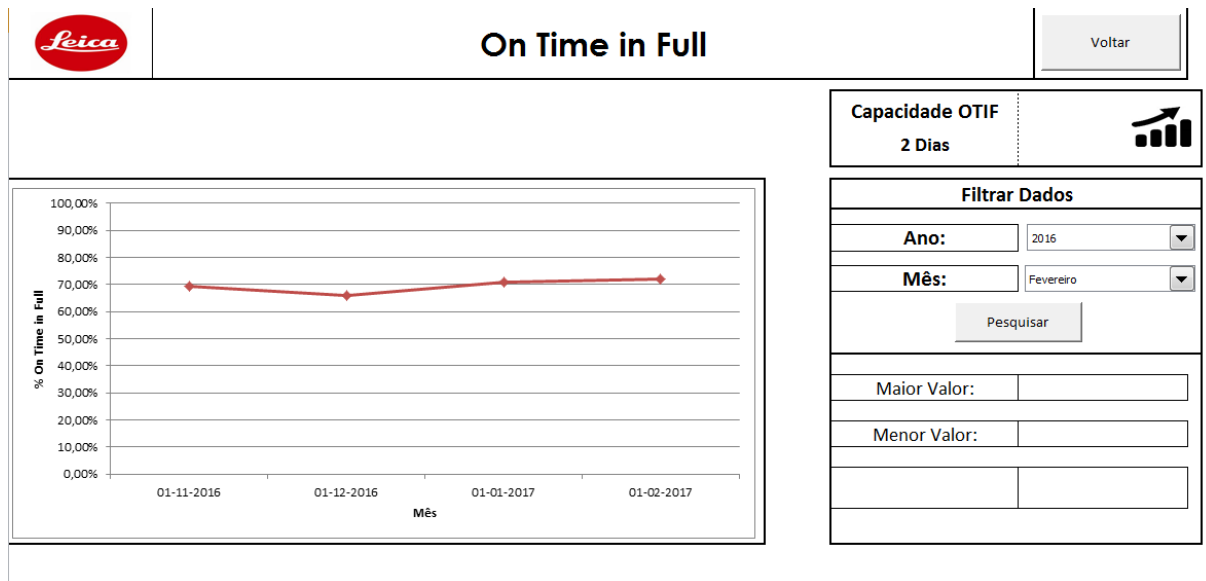


Figura 46 - OTIF final do GA18

7.1.2 Criação de *buffers* de entrega no armazém 0018

A capacidade de colocar produto acabado no armazém 0018 é algo que, como tem vindo a ser insistido ao longo deste trabalho, alvo de grande foco por parte da gestão produtiva Mecânica. Infelizmente, a estrutura do seu processo não lhes têm permitido alcançar esse objetivo com grande consistência na maioria dos produtos, sendo, por isso, um dos grandes objetivos desta implementação.

Com a criação de *buffers* de artigos acabados em armazém, a entrega e capacidade de resposta perante o cliente passa automaticamente a ser instantânea, deixando de haver necessidade de se causar entropias no processo e a submeterem-se a longos tempos de reação perante uma urgência ou imprevisibilidade. Na Figura 47 está presente de que forma ocorreu a evolução da criação de stocks de produto acabado no armazém 0018.

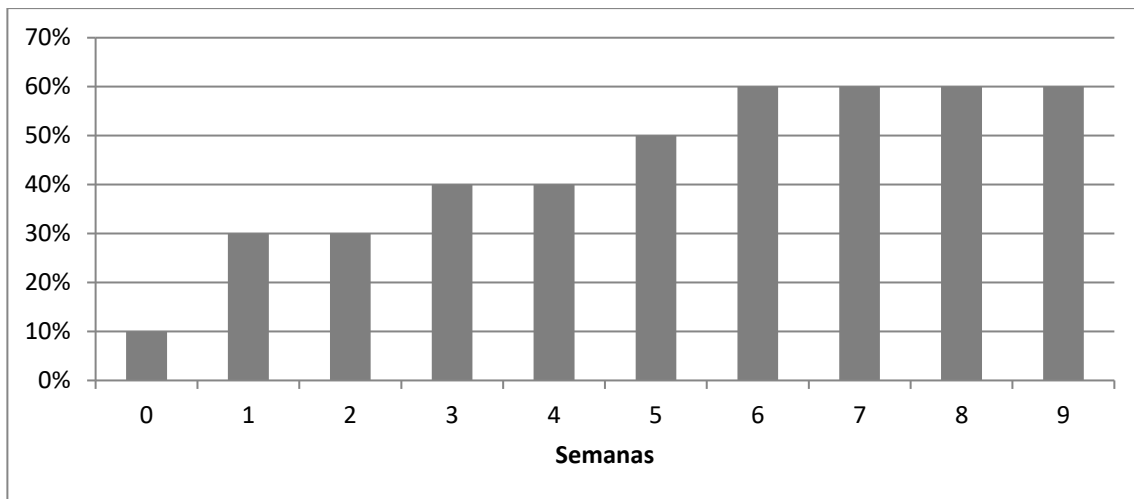


Figura 47 - Resultado da criação de buffers no armazém 0018

No início, apenas havia uma referência com stock físico no armazém ao qual se conseguiu chegar a seis no momento final, havendo um aumento de 10% para 60%. É de extrema dificuldade criar um stock físico de armazém principalmente nos produtos que possuem uma grande procura diária, onde o processo já está em esforço para conseguir acompanhar a procura. Por exemplo nas três referências da M10, como iremos analisar mais à frente, devido à grande cadência de produção, o sistema produtivo não tem capacidade para produzir excessivamente de forma a criarem-se *buffers*. Nestes casos o OTIF é garantido pela produção semanal das quantidades desejadas e não retirado do armazém.

7.2 Análise Individual da Amostra

Após uma visão geral sobre o desempenho da performance da generalidade do sistema, é importante focar mais especificamente em cada objeto de estudo de forma a promover conclusões muito mais direcionadas ao tipo de produto e de situação.

Dessa forma serão analisados por modelos cada um dos produtos estudados, com vista ao fator que mais contribui para a fiabilidade de entrega à Montagem, a evolução do stock de produto acabado ao longo do tempo.

7.2.1 Berlin (421-028.950-005 e 421-028.950-010)

Neste primeiro exemplo, pode-se comprovar o sucesso do sistema implementado. Existem muitos pormenores a ter em conta ao analisar-se o gráfico ilustrado pela Figura 48.

Primeiramente salientar que ambas as referências se iniciaram em atraso e, como o produto final é o mesmo, ambas possuem similares valores de procura diária. Como se pode verificar pela análise da tendência linear do gráfico, o stock disponível em dias oscila ao longo dos tempos entre picos superiores e inferiores.

O pico mais importante a reter no gráfico apresentado é o da semana 2. Este representa o momento da criação do primeiro *buffer* das duas referências no armazém 0018 que foi sendo consumido até à semana 5 onde se ocorreu novo reabastecimento do stock, havendo desta vez um consumo até às semanas 8 e 9 dependendo da referência.

Um fator com extrema importância é o do cumprimento do stock de segurança a partir do momento em que se cria o *buffer*. Ao longo da evolução podemos ver que a disponibilidade de peças atinge o pico mínimo de 5 dias por duas vezes não baixando desse valor, devido ao correto dimensionamento e *timing* do ponto de reaprovisionamento.

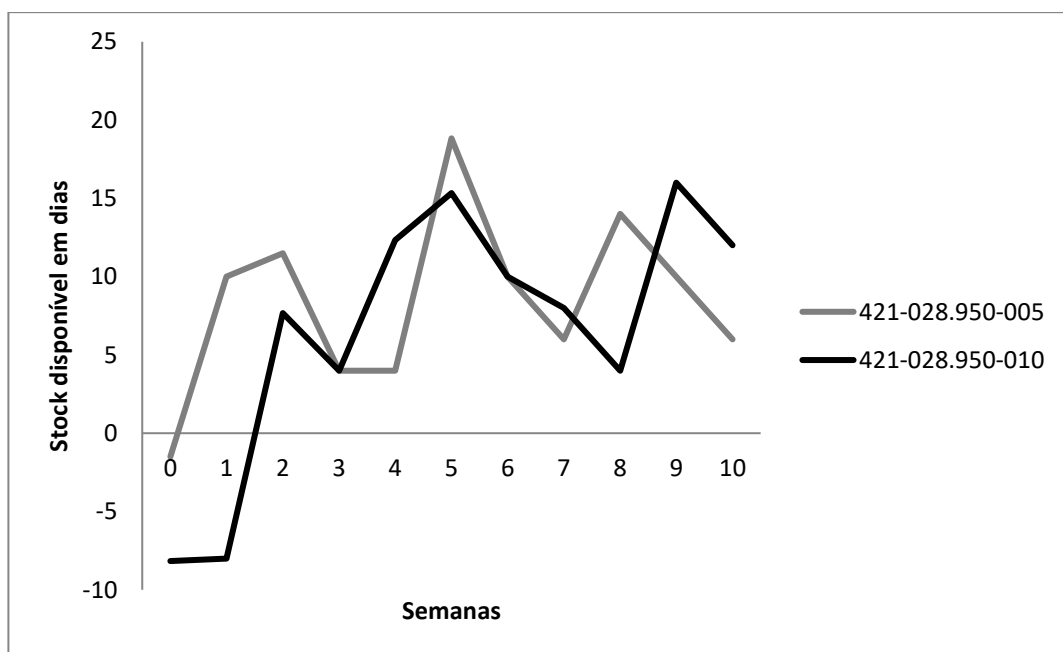


Figura 48 - Evolução de stock disponível das referências "Berlin"

7.2.2 M 1.4/35 (421-036.550-003 e 421-036.550-005)

No caso presente na Figura 49, respeitante às duas referências pertencentes à objetiva M 1.4/50, o cenário observado é bastante parecido com a situação apresentada previamente. Nesta situação, ambas as referências não estavam em estado de incumprimento de entregas no entanto uma delas não possuía qualquer tipo de stock no armazém de produto acabado, falha colmatada ao fim da semana 1, onde se conseguiu garantir *buffer* no 0018 das duas referências.

Tal como já tinha acontecido no outro caso, a evolução linear do stock vai ao encontro do que é pretendido numa situação destas, adquirindo uma forma aproximada à de um “serrote” que se encontra na literatura.

É importante salientar também, dado que neste gráfico é mais perceptível, que os picos superiores ou inferiores consecutivos ao não serem iguais dificilmente terão valores aproximados pois como foi definido no projeto, as quantidades são múltiplas do tamanho do contentor da respetiva referência.

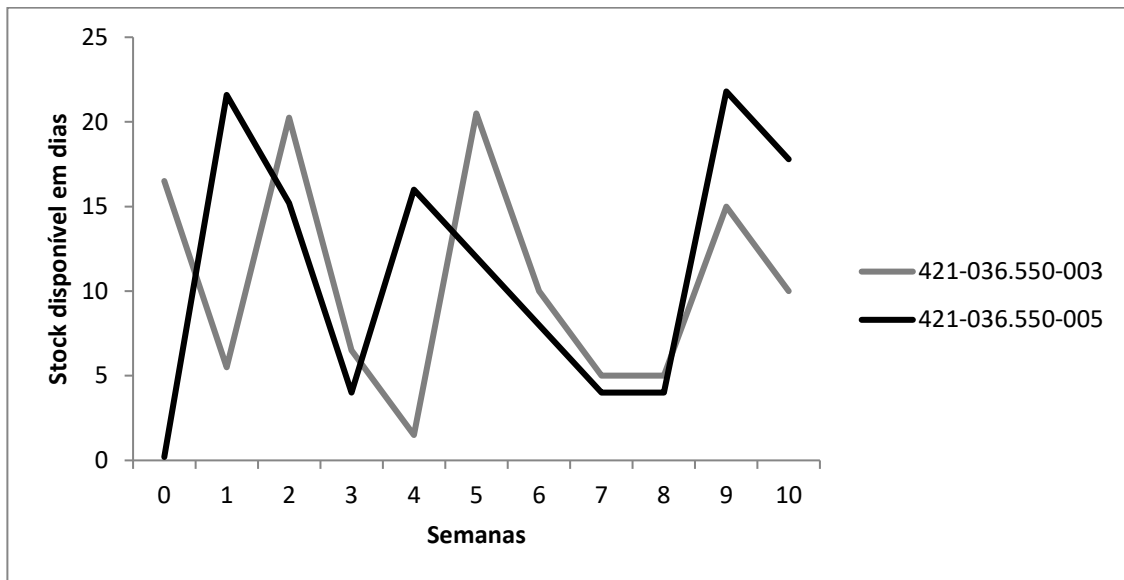


Figura 49 - Evolução do stock disponível das referências M1.4 /50

7.2.3 Summaron (421-029.605-014)

Terminando o grupo das referências pertencentes à família das objetivas com a representação da Figura 50, a linha de orientação associada às ilações retiradas mantém-se também neste produto em relação aos dois exemplos anteriores.

Nota para o facto de na última semana se ter violado o stock de segurança sendo que ainda assim não se incorreu num valor que levasse ao incumprimento das peças tendo a produção já sido despoletada pelo acionamento do ponto de reaprovisionamento. Seguramente na semana 11 o stock já estaria repostado.

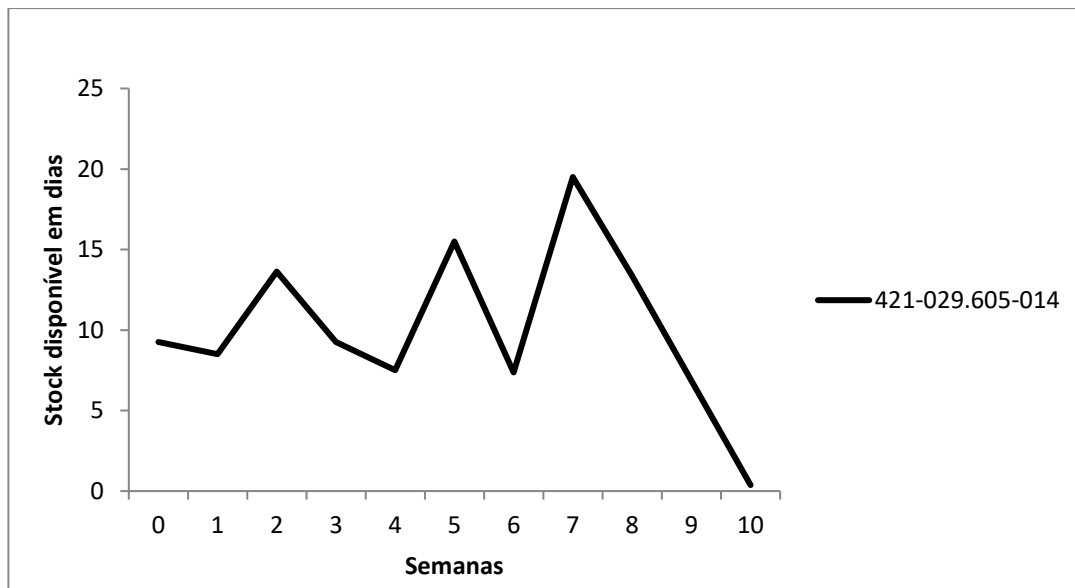


Figura 50 - Evolução do stock disponível da referência "Summaron"

7.2.4 Geovid II (434-475.212-010 e 434-475.213-010)

Chegando agora às peças integrantes do binóculo de modelo *Geovid II*, cedo se nota na diferença de resultados apresentados na Figura 51 face às referências da objetiva. Na verdade, estas peças, que se denominam “Corpos do Geovid II” revelaram-se um verdadeiro desafio na integração ao sistema puxado desenvolvido.

As principais razões que justificam tal dificuldade são:

- Processo muito longo e com grandes tempos de ciclo nas operações de maquinação, que leva a uma incapacidade de se fluir uma grande quantidade de peças rapidamente na classe A;
- Peça muito suscetível a trabalhos de reparação. Esse retrabalho além de provocar descasamentos dos corpos tem um impacto muito negativo no cumprimento das quantidades planeadas;
- Escassez de matéria-prima para se produzir a quantidade calculada dos lotes iniciais.

Estes pontos foram o motivo pelo qual a implementação do sistema a estas referências não fosse conseguida a cem por cento. Contudo, é importante reconhecer que estas condições encontradas vão encontro do que na literatura se descreve como condições não ideais à prática de um sistema puxado como o *Kanban*.

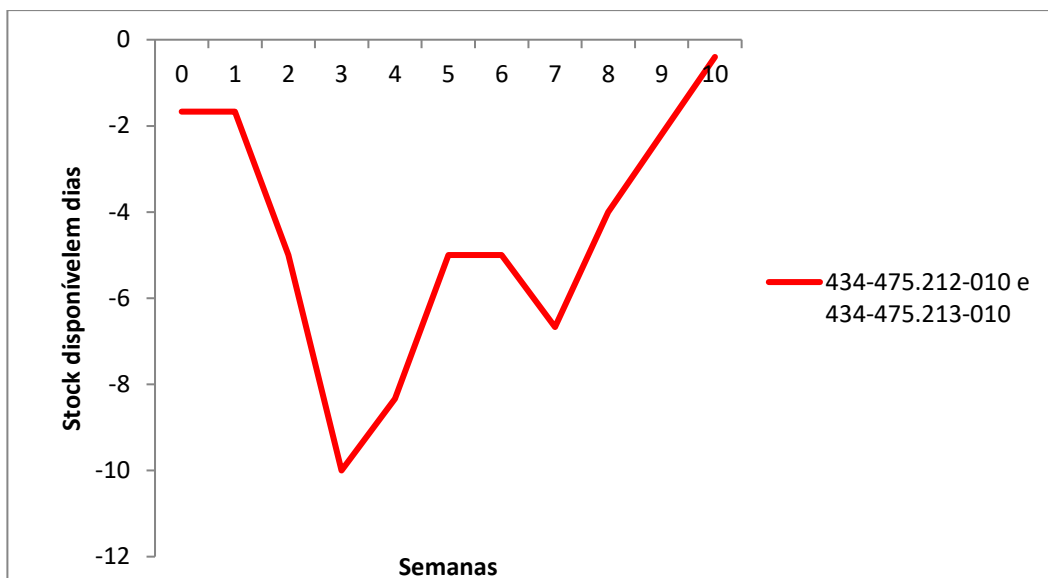


Figura 51 - Resultado da evolução de stock nas referências "Geovid II"

Através da análise da Figura 51, consegue-se verificar que não foi possível ao longo do período experimental obter-se uma recuperação consistente do atraso associado às referências, fruto dos motivos mencionados anteriormente.

7.2.5 M10 (420-300.128-010, 420-300.200-040 e 420-300.570-007)

Por último, apresentam-se o caso das três peças pertencentes à máquina fotográfica "M10" que na altura da realização deste projeto se impunha como o novo e mais notório produto do reportório Leica. As três referências, cuja evolução está apresentada na Figura 52, têm uma particularidade que obrigou a que o modelo a implementar fosse um pouco adaptado.

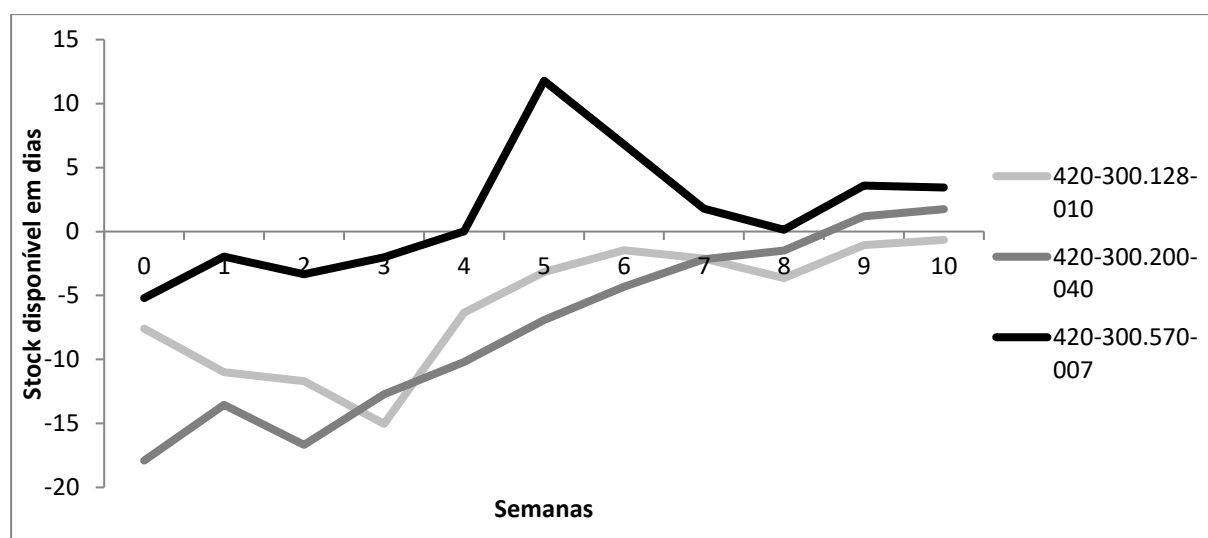


Figura 52 - Resultado da evolução de stock nas referências "M10"

A especificidade destas referências prende-se com o facto de serem peças com uma procura diária extremamente elevada, comparando com os restantes produtos. Esse fator arrasta consigo dois problemas que influenciam o modo de gestão no âmbito do sistema desenvolvido: a disponibilidade de matéria-prima imediata e a incapacidade de se produzir as quantidades calculadas. Sendo assim, desde o início que se definiu que nestas três peças específicas não se iria produzir para um stock de armazém de saída mas sim constantemente para fornecer continuamente de acordo com a procura semanal de produção.

Olhando para o gráfico, é notório o grau crítico que estas peças se encontravam, agravando-se ainda mais pelo facto de ser um produto de primeira linha da Leica. Em dois casos específicos (420-300.128-010 e 420-300.200-040), foi mesmo necessário fazer um esforço suplementar na produção de modo a recuperar o atraso.

No cômputo geral as três referências reagiram muito bem à metodologia sendo que nas últimas duas semanas as peças já estavam em dia quanto às entregas. Nota ainda para o facto de no caso da peça 420-300.570-070 ter sido possível de se criar stock disponível em dias positivo.

7.3 Considerações Gerais

Na conclusão deste capítulo, serão expostas agora as considerações mais importantes sobre os resultados obtidos.

Primeiramente é de realçar o sucesso enorme no caso das objetivas, onde se conseguiu cumprir o OTIF e criar *buffers* no 0018 em todas as cinco referências. Trata-se de processos já estáveis e com procuras diárias ajustadas às capacidades dos grupos o que faz com que a aplicação da metodologia a peças com estas características tivessem decorrido sem problemas.

Os atrasos verificados no início da implementação, que representavam a situação inicial desta amostra, deviam-se muito apenas à falta de perceção de que essa referência estava na realidade em falta e era necessária a produção. A grande vantagem de uma metodologia que tem também uma característica intrínseca de sistema de informação é facilmente perceber-se quais as urgências e as peças que requerem produção. O objetivo da criação de stock físico no 0018 de revela-se, através dos resultados, extremamente importante na gestão das entregas. A partir do momento em que se criaram *buffers*, o produto não mais falhou nenhuma referência, estando assim muito mais salvaguardado.

Convém ressaltar um pormenor na análise individual das referências onde nas duas referências do *Geovid II* e três da *MIO* acontece uma inconsistência e evolução negativa no stock das primeiras semanas. Este facto é explicado principalmente pela mudança de paradigma causada pela presença de um sistema que funciona como um semáforo de produção. Contudo, nota-se uma clara evolução positiva a partir da semana 3, que coincide com a assimilação do conceito por parte dos intervenientes.

Para concluir, uma importante lição que tem de servir de base para estratégia e abordagem de implementação é que nesta amostra se conseguiu perceber que a metodologia de gestão do fluxo produtivo desenvolvida neste projeto não é aplicável, pelo menos com sucesso, a cem por cento das referências produzidas na Mecânica. Existem peças, representadas como exemplo pelos corpos do *Geovid II* que se caracterizam pelo seu processo complexo, de tempos de ciclo demorado causando congestionamento do fluxo e de grande taxa de rejeição em termos de qualidade obrigando a operações de retrabalho. Nesses casos, como também já é indicado pela literatura, uma abordagem diferente e mais ajustada às condicionantes terá de ser desenvolvida, no entanto, esta não é a maioria dos produtos sendo a esmagadora parte constituída por peças semelhantes às restantes abordadas.

8 CONCLUSÕES E ORIENTAÇÃO FUTURA

A análise de resultados anterior permite apresentar, neste capítulo, um conjunto de conclusões relacionadas com os objetivos iniciais, e ainda permite apresentar um conjunto de estratégias de trabalho futuro.

8.1 Conclusões

O principal objetivo com a realização desta dissertação era a otimização da performance do cumprimento de entregas da secção Mecânica face ao seu cliente e a redefinição dos métodos de cálculo do tamanho de lote inicial. Aliando este a outros objetivos mais específicos, a abordagem a esta problemática prendeu-se com a criação de uma ferramenta informática de gestão do armazém 0018, assim como o desenvolvimento de um sistema produtivo puxado adaptando às restrições do processo.

O principal desafio deste projeto foi o seu carácter transversal a todo o processo. Não foram focadas partes ou grupos específicos dentro de um processo mas sim a redefinição do seu todo. Esse aspeto teve influência pois pretendia-se a integração homogénea das propostas de melhoria sendo elas ao nível do armazém 0018 ou do restante processo produtivo. Dessa forma, foi necessária a reflexão geral do fluxo produtivo e de que forma se podiam juntar os conceitos abordados. Perante um projeto com estas características a avaliação dos seus resultados vai mais além da questão quantitativa.

A criação do GA18 surgiu com o intuito de se conceber um sistema mais automatizado e integrado com o processo do que o anteriormente utilizado que apresentava claras limitações. No novo sistema, integrou-se um componente completamente novo na gestão produtiva da Mecânica, indicadores de desempenho. Estes permitem agora um controlo quantitativo sobre a performance de entregas e cumprimento de prazos ao cliente assim como uma visão numérica do armazém e da sua capacidade. Na conceção desta ferramenta informática, foi tido em conta o objetivo de normalizar o processo preparando assim a estrutura do programa para essa normalização pretendida. De destacar a definição do tipo de palete a cada uma das referências na configuração da referência no sistema.

O desenvolvimento de um sistema produtivo puxado adaptado às restrições do processo altera completamente o modo como a produção havia sido gerido até este momento. Nesta nova abordagem, é o cliente que despoleta a necessidade de produção ao invés da entropia do fluxo produtivo gerada pelo

paradigma *Push* praticado até então. Com a criação deste novo conceito, que tem a vantagem ser ao mesmo tempo um sistema de informação a quem gere e a quem produz, promove-se um maior controlo sobre o fluxo produtivo, sendo agora de fácil perceção quais os produtos a produzir e em que momento deve ocorrer essa produção.

A partir da conceptualização desta metodologia, redefiniu-se também o método de dimensionamento dos lotes iniciais, algo que era há muito procurado e surge como um dos objetivos desta dissertação.

A implementação do sistema produtivo desenvolvido à amostra teste validou a pertinência e urgência deste projeto como necessidade de se obterem soluções ao estado encontrado.

Obtiveram-se aumentos consideráveis no indicador OTIF dessas referências, passando de um estado inicial de 30% para um estado final de 70%, significando um aumento de 40 pontos percentuais. Na mesma face da moeda situam-se os resultados relativos à criação de *buffers* no armazém 0018, indo de encontro ao objetivo de se rentabilizar o uso do seu espaço, onde se melhorou em 50 pontos percentuais (de 10% para 60%) o número de referências com stock físico a constituir entregas faseadas e com segurança.

A variedade da amostra serviu no entanto para se tirarem conclusões mais específicas em relação à viabilidade geral do sistema. Duas referências estudadas não reagiram ao nível das restantes em relação à melhoria de performance nos indicadores analisados. Isto prende-se com o facto de possuírem características de processo que não vão de encontro às condições ideais de resposta perante um sistema como o que foi desenhado neste projeto. Embora não represente uma parte significativa do universo de produtos da secção, é importante reconhecer que nestes casos é melhor estudar uma abordagem de atuação diferente.

Para finalizar as considerações finais sobre a presente dissertação, não se podia deixar de mencionar todo o enriquecimento pessoal e profissional que se conseguiu acumular durante todo este período e o sentimento de satisfação por se ter cumprido os objetivos esperados para este projeto.

8.2 Orientação Futura e Melhoria Contínua

Todo o trabalho está incompleto se o que se almeja é a perfeição. Com este mote introduz-se um capítulo onde a intenção é evidenciar o trabalho que não pôde ser abraçado durante o período do projeto mas que é crucial de modo a dar-se seguimento ao trabalho desenvolvido. Nessa perspetiva, são apresentadas

de seguida propostas que vão de encontro ao trabalho desenvolvido e que a materializarem-se revelar-se-ão catalisadores fundamentais na melhoria contínua do processo produtivo Leica.

8.2.1 Integração da aquisição de matéria-prima

O armazém 0010 é onde está presente a matéria-prima dos produtos fabricados na Mecânica, no entanto, apesar de esse armazém estar fisicamente na secção, ele é inteiramente gerido pela Logística que é responsável pela compra dos materiais.

Ora se o sistema desenvolvido no âmbito deste projeto está interna e exclusivamente ligado à Mecânica, este não alberga a gestão das compras de matéria-prima, ficando-se sempre sujeitos à disponibilidade existente a dada altura. Tal situação propicia uma discrepância entre o que se pretende que seja a produção da fase A (início do processo) em quantidade e em período pois para além de haver a possibilidade de não existir a quantidade de material necessária à produção calculada, esta pode ainda ser inexistente ou estar atrasada na sua chegada, fazendo com que o cumprimento dos prazos seja comprometido.

A perspetiva de melhoria neste campo é integrar a compra de matéria-prima com todo o sistema de modo a garantir a segurança produtiva da fase A. Nesse sentido, a classe A teria um ROP de acordo com o tempo de entrega (*Lead Time*) acordado com o fornecedor de MP, que despoletaria a encomenda e, à partida, assegurava o material necessário na quantidade e momento certos.

Claro que algumas barreiras e funções organizacionais teriam de ser trabalhadas pois não dependerá exclusivamente da Mecânica, mas a acontecer, tornaria o sistema totalmente autónomo e mais resistente a potenciais falhas.

8.2.2 Sequenciamento de trabalhos

O conceito de fracionamento de lotes aplicado ao trabalho desta Dissertação pode ser otimizado pelo desenvolvimento de um método de sequenciamento dos sublotos resultantes dessa divisão.

Supondo que a dada altura um grupo tem necessidade de produção de dez referências diferentes, torna-se complicado por vezes definir o sequenciamento do trabalho a realizar. Nesse sentido, teria de ser realizado um estudo que incidisse nestes casos, aplicando-se uma regra de prioridade segundo um determinado critério adotado que se ajuste à realidade do sistema produtivo.

Um fator a ter em atenção no desenvolvimento desta extensão seria a diferença de critérios nas diferentes classes de fracionamento. Enquanto na última fase, onde as mudanças de trabalho são mais ágeis o critério deverá ser mais direcionado aos prazos de encomenda ao cliente, numa fase mais anterior do processo, onde existe sensibilidade à mudança de trabalhos, o critério deverá ser mais orientado a amenizar o impacto dessas mudanças.

Além da agilidade conseguida pelo fracionamento do lote desenvolvido, o combate às peças mais críticas quanto à entrega ao cliente iria assim tomar um passo na direção mais certa conseguindo-se efetuar uma gestão mais pormenorizada.

8.2.3 Metodologia SMED

Seria impossível terminar esta Dissertação sem ressaltar o impacto negativo proveniente da fraca capacidade de mudança de trabalho dos grupos de maquinação. Tempos de *setup* enormíssimos causam uma inflexibilidade muito grande na gestão do processo, implicando tamanhos de lote igualmente grandes para se manter a viabilidade dos recursos. De forma a caminhar no sentido do *one-piece-flow*, os *setups* têm de ser minimizados para que seja economicamente viável a produção de lotes reduzidos.

Nesse sentido e injetando cada vez mais uma filosofia *Lean* na organização, acredita-se que o desenvolvimento da metodologia SMED (*Single Minute Exchange of Die*) nos grupos de maquinação seria de grande valor acrescentado. Ambicionando um pouco mais, o sucesso de um estudo deste calibre poderia ser de tal modo significativo ao ponto de se considerar a implementação de um sistema produtivo puxado baseado num *Kanban puro*, onde o lote tem a mesma quantidade do início ao fim do processo.

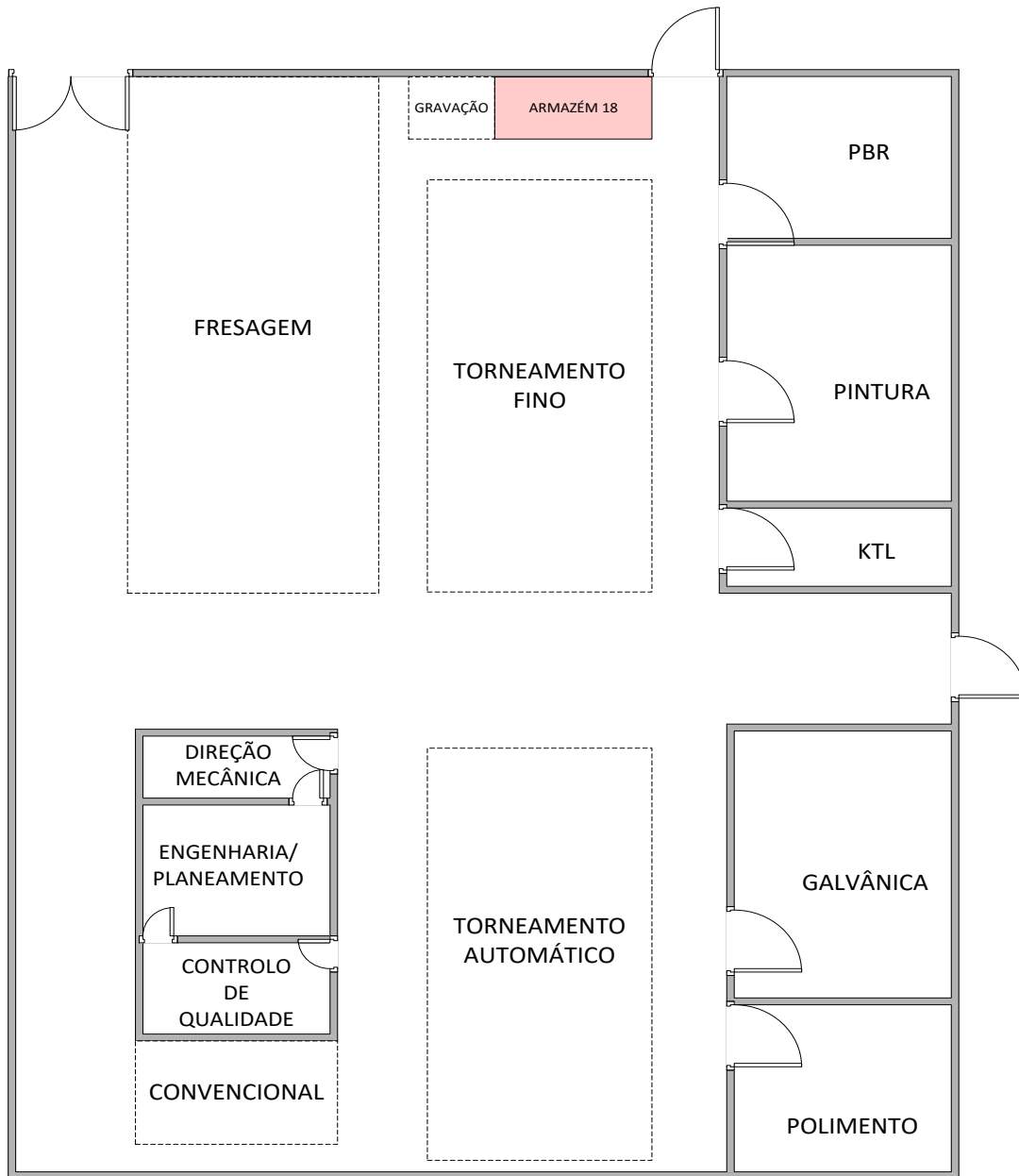
9 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Altendorfer, K. (2015). Influence of lot size and planned lead time on service level and inventory for a single-stage production system with advance demand information and random required lead times. *International Journal of Production Economics*, 170, 478–488. <http://doi.org/10.1016/j.ijpe.2015.07.030>
- Alter, S. (1992). *Information Systems: A management perspective*. Addison-Wesley.
- Baker, K. R., & Trietsch, D. (2009). *Principles of sequencing and scheduling*. New Jersey: A JOHN WILEY & SONS, INC. PUBLICATION.
- Buckingham, R. A., Hirschheim, F. F., Land, F. F., & Tully, C. J. (1987). *Information Systems Curriculum: A basic for course design*.
- Carvalho, M. S. (2015). Logística.
- Cashmore, C., & Lyall, R. (1991). *Business Information*. Prentice Hall.
- Chan, F. T. S., Wong, T. C., & Chan, P. L. Y. (2004). Equal size lot streaming to job-shop scheduling problem using genetic algorithms. *Proceedings of the 2004 IEEE International Symposium on Intelligent Control, 2004.*, (November), 472–476. <http://doi.org/10.1109/ISIC.2004.1387729>
- Cheng, T. C. ., & Podolsky, S. (1996). *Just-in-Time Manufacturing - An Introduction (2ª)*. London: Chapman & Hall.
- Cichos, D., & Aurich, J. C. (2016). Support of engineering changes in manufacturing systems by production planning and control methods. *Procedia CIRP*, 41, 165–170. <http://doi.org/10.1016/j.procir.2015.12.049>
- Coimbra, E. A. (2013). *Kaizen in Logistics and Supply Chains*. New York: McGraw-Hill.
- Courtois, A. (2007). *Gestão da Produção*. Lidel - Edições Técnicas, Lda.
- Dauzère-pères, S., & Lasserre, J. (1997). Lot Streaming in Job-Shop Scheduling. *Operations Research*, 45(5), 584–595.
- Dennis, P. (2007). *Lean Production Simplified (2ª)*. New York: Productivity Press.
- Domingues, M. L., Reis, V., & Macário, R. (2015). A comprehensive framework for measuring performance in a third-party logistics provider. *Transportation Research Procedia*, 10(July), 662–672. <http://doi.org/10.1016/j.trpro.2015.09.020>
- Eaton, M. (2011). *Uncovering Lean*.
- Eaton, M. (2013). *The Lean Practitioner's Handbook*. London: Kogan Page.
- Galliers, R. (1987). *Information Analysis: Selected Readings*. Addison-Wesley.
- Gunasekaran, A., Patel, C., & McGaughey, R. E. (2004). A framework for supply chain performance measurement. *International Journal of Production Economics*, 87(3), 333–347. <http://doi.org/10.1016/j.ijpe.2003.08.003>
- Gunasekaran, A., Patel, C., & Tirtiroglu, E. (2001). Performance measures and metrics in a supply chain environment. *International Journal of Operations & Production Management*, 21(1/2), 71–87.
- Heizer, J., & Render, B. (2011). *Operations Management (10ª)*. Pearson Education.
- Hirano, H. (2009). *JIT Implementation Manual - The complete guide to Just-in-Time Manufacturing (2ª, Vol. 1)*. Productivity Press.
- Huang, C.-C., & Kusiak, A. (1996). Overview of Kanban systems. *International Journal of Computed Integrated Manufacturing*, 9(3), 169–189. <http://doi.org/10.1080/095119296131643>
- Imai, M. (2012). *Gemba Kaizen: a commonsense approach to continuous improvement strategy (2ª)*. McGraw-Hill.

- Jeong, H., Park, J., & Leachman, R. C. (1999). A batch splitting method for a job shop scheduling problem in an MRP environment. *International Journal of Production Research*, 37(15), 3583–3598. <http://doi.org/10.1080/002075499190194>
- Karimi, B., Fatemi Ghomi, S. M. T., & Wilson, J. M. (2003). The capacitated lot sizing problem: A review of models and algorithms. *Omega*, 31(5), 365–378. [http://doi.org/10.1016/S0305-0483\(03\)00059-8](http://doi.org/10.1016/S0305-0483(03)00059-8)
- Liker, J. K., & Meier, D. (2006). *The Toyota Way Fieldbook*. New York: McGraw-Hill.
- Lima, R. M. (2013). *GIP - Gestão Integrada da Produção*.
- Liviu, I., Ana-Maria, T., & Emil, C. (2008). WAREHOUSE PERFORMANCE MEASUREMENT – A CASE STUDY. *Jel*, 19(M), 307–312.
- Lödging, H. (2013). *Handbook of Manufacturing Control - Fundamentals, Description, Configuration*. Hamburg: Springer. <http://doi.org/10.1007/978-3-642-24458-2>
- Louis, R. S. (2006). *Custom Kanban - Designing the system to meet the needs of your environment*. New York: Productivity Press.
- Low, C., Hsu, C. M., & Huang, K. I. (2004). Benefits of lot splitting in job-shop scheduling. *International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, 24(9–10), 773–780. <http://doi.org/10.1007/s00170-003-1785-9>
- Maríková, O. (2008). E-kanban and its Practical Use From Card-kanban to E-kanban (pp. 1–10).
- Mckeown, Patrick, G., & Leitch, R. A. (1992). *Managing Information Systems*. IDEA Group Publishing.
- Mohan, S., Gopalakrishnan, M., Marathe, R., & Rajan, A. (2012). A note on modelling the capacitated lot-sizing problem with set-up carryover and set-up splitting. *International Journal of Production Research*, 50(19), 5538–5543. <http://doi.org/10.1080/00207543.2011.649095>
- Monden, Y. (2012). *Toyota Production System - An integrated approach to Just-in-Time* (4^a). CRC Press.
- Na, H., & Park, J. (2014). Multi-level job scheduling in a flexible job shop environment. *International Journal of Production Research*, 52(13), 3877–3887. <http://doi.org/10.1080/00207543.2013.848487>
- Naufal, A., Jaffar, A., Yusoff, N., & Hayati, N. (2012). Development of Kanban System at Local Manufacturing Company in Malaysia – Case Study. *Procedia Engineering*, 41(Iris), 1721–1726. <http://doi.org/10.1016/j.proeng.2012.07.374>
- Neely, A., Gregory, M., & Platts, K. (1995). *Performance measurement system design*. *International Journal of Operations & Production Management* (Vol. 15). <http://doi.org/10.1108/01443579510083622>
- Ohno, T. (1988). *Toyota Production System: Beyond Large-Scale Production*. Portland, Oregon: Productivity Press.
- Parmenter, D. (2007). *Key Performance Indicators (KPI): Developing, Implementing, and Using Winning KPIs. Zhurnal Eksperimental'noi i Teoreticheskoi Fiziki*. John Wiley & Sons, Inc. <http://doi.org/978-0470545157>
- Pinto, J. P. (2008). *Lean Thinking - Introdução ao pensamento magro*.
- Pinto, J. P. (2010). *Gestão de Operações na Indústria e nos Serviços* (3^a). Lidel - Edições Técnicas, Lda.
- Rascão, J. (2004). *Sistemas de Informação para as organizações*. Edições Sílabo.
- Saunders, M., Lewis, P., & Thornhill, A. (2009). *for Business Students Fi Fth Edition*.
- Schmidt, M., Münzberg, B., & Nyhuis, P. (2015). Determining lot sizes in production areas – exact calculations versus research based estimation. *Procedia CIRP*, 28, 143–148. <http://doi.org/10.1016/j.procir.2015.04.024>
- Singh, N., Shek, K. H., & Meloche, D. (1990). The Development of a Kanban System: A Case Study. *International Journal of Operations & Production Management*, 10(7), 28–36.

- Singh, S. P. (2014). *Productions and Operations Management*. New Delhi: Vikas.
- Trietsch, D., & Baker, K. R. (1993). Basic techniques for lot streaming. *Operations Research*, 41(6), 1065–1076. <http://doi.org/10.1287/opre.41.6.1065>
- Vollmann, T. E., Berry, W. L., Whybark, D. C., & Jacobs, D. R. (2005). *Manufacturing Planning and Control Systems for Supply Chain Management*. New York: McGraw Hill.
- Wallace, T. S., & Stahl, R. S. (2003). *Master Scheduling in the 21st Century - For simplicity, speed and succes up and down the supply chain*. T. F. Wallace & Company.
- Wiendahl, H., Cieminski, G. Von, & Wiendahl, H. (2005). Production Planning & Control : The Management of Stumbling blocks of PPC : Towards the holistic configuration of PPC systems
Stumbling blocks of PPC : Towards the holistic configuration of PPC systems. *Production Planning & Control*, 16(7), 634–651. <http://doi.org/10.1080/09537280500249280>
- Womack, J. P., & Jones, D. T. (2003). *Lean Thinking - Banish waste and create wealth in your corporation* (2^a). New York: Free Press.
- Womack, J. P., Jones, D. T., & Roos, D. (1990). *The machine that changed the world*. New York: Rawson Associates.

ANEXO I – LAYOUT DA SECÇÃO MECÂNICA



ANEXO II – EXEMPLO DE UMA ORDEM DE PRODUÇÃO

```


Ordem de Produção Duplic.   Data : 10.03.2017 11:13   Pag. : 001/001
=====
N° Ordem      : 600106538   *600106538*   Revisão:    04
Centro       : 0070           Leica Famalicão - PORTUGAL
N° de Artigo  : 421-036.550-003 Skalenring
N° Alt. Desenho :           Transporte:         Data:
Tipo Ordem Prod. : LCP1           Ordem de produção Mecânica
Planeador MRP  : 753           OBJ/SGG
Controlador Prod.: 721           Ana Costa
Qtd.da Ordem  : 300 PEÇ          Início:17.02.2017 Fim:06.04.2017
Situação da Ordem: LIB IMPR CNPA CAPC CANC DMNV FRNP MOMEM*
=====
Operação
Atividade   TR Uni   CentroTrabalho   Cód.Alt.AU   Ch.Contr.
          TeBl   Uni           Te   Uni
=====
0010      *0010*   174TOA02   *174TOA02*   802   ZLP1
Descrição: Tornear
TCNMOD    90.0   MIN    330.0   MIN    870.0   MIN
-----
0015      *0015*   174MAN00   *174MAN00*           ZLP1
Descrição: Tirar Rebarba
TCNMOD    5.0   MIN    150.0   MIN    0.0
-----
0020      *0020*   165ESM01   *165ESM01*   800   ZLP1
Descrição: Esmerilar
PMD       5.0   MIN    150.0   MIN    0.0
-----
0030      *0030*   175TOF04   *175TOF04*   801   ZLP1
Descrição: Tornear e Tirar Rebarba
TFNMOD    60.0   MIN    375.0   MIN    375.0   MIN
-----
0040      *0040*   166GRA04   *166GRA04*   804   ZLP1
Descrição: Gravar
GMD       30.0   MIN    270.0   MIN    450.0   MIN
-----
0050      *0050*   168ARE01   *168ARE01*   800   ZLP1
Descrição: Arear 354
GLMOD     5.0   MIN    105.0   MIN    0.0   MIN
-----
0060      *0060*   168GAL01   *168GAL01*   801   ZLP1
Descrição: Anodizar 354
GLMOD     5.0   MIN    90.0   MIN    0.0   MIN
-----
0070      *0070*   168CQG01   *168CQG01*   800   ZLP1
Descrição: Controlar
GLMOD     5.0   MIN    90.0   MIN    0.0   MIN
-----
0080      *0080*   178PBR02   *178PBR02*   800   ZLP1
Descrição: Pintura baixo relevo
PBRMOD    5.0   MIN    705.0   MIN    0.0
-----
0090      *0090*           **           ZLP3
Descrição: Entregar em Armazém (0018)
=====

```


ANEXO III – TABELA RESUMO DE MOVIMENTOS DO ARMAZÉM 0018

Referências	Quantidade de Peças		Nº Movimentos		Rácio S/E	Em Stock
	Entradas	Saídas	Entradas	Saídas		
421-036.550-008	3333	3063	9	15	1,67	370
421-021.065-000	2282	1951	16	15	0,94	331
421-036.510-003	1762	1762	25	25	1,00	0
421-036.508-008	1603	1690	6	13	2,17	298
421-036.555-000	1688	1688	15	15	1,00	0
421-036.525-005	1406	1686	9	15	1,67	0
421-035.350-010B	1603	1603	8	10	1,25	0
421-053.250-007	1285	1585	2	9	4,50	0
421-036.508-004	2361	1574	12	9	0,75	787
421-036.509-003	1236	1541	4	11	2,75	0
421-036.509-005	2125	1537	9	12	1,33	588
421-036.510-005	1174	1532	9	12	1,33	0
421-035.311-011	1371	1524	9	15	1,67	288
421-037.450-033	1511	1511	9	10	1,11	0
421-035.355-010	1600	1495	4	9	2,25	525
421-035.313-010	1349	1472	3	13	4,33	350
421-035.724-005	898	1458	3	11	3,67	0
421-036.514-008	937	1450	2	9	4,50	450
421-050.450-010D	1520	1433	7	10	1,43	87
421-036.514-003	1115	1383	10	12	1,20	0

ANEXO IV – IMAGENS DO FICHEIRO GA18

A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V
Registo de Entradas/Saídas																					
1																					
2	Data	Referência	Blisters	Quantidade	Lugar	Movimento	Utilizador														
3	14-12-2016	421-086.550-005	3	60	10301B	Entrada	Vânia														
4	14-12-2016	421-028.950-005	8	96	12401A	Entrada	Vânia														
5	16-12-2016	421-028.950-005	3	36	12401A	Saída	Vânia														
6	22-12-2016	421-086.550-003	2	40	12802A	Entrada	Vânia														
7	22-12-2016	421-028.950-010	8	96	12205A	Entrada	Vânia														
8	28-12-2016	421-028.950-010	6	72	12205A	Saída	Vânia														
9	29-12-2016	421-028.950-005	3	36	12401A	Saída	Ana Costa														
10	29-12-2016	421-086.550-003	1	20	12802A	Saída	Ana Costa														
11	29-12-2016	421-086.550-005	3	60	10301B	Saída	Ana Costa														
12	09-01-2017	421-028.950-005	6	72	12401A	Entrada	Vânia														
13	09-01-2017	421-086.550-005	3	60	10301B	Entrada	Vânia														
14	06-01-2017	421-028.950-010	2	24	12205A	Saída	Vânia														
15	06-01-2017	421-028.950-010	7	84	12205A	Entrada	Vânia														
34	09-02-2017	421-028.950-005	2	24	12401A	Saída	Vânia														
35	09-02-2017	421-028.950-010	2	24	12205A	Saída	Vânia														
36	09-02-2017	421-086.550-003	1	20	12802A	Saída	Vânia														
37	09-02-2017	421-086.550-005	1	20	10301B	Saída	Vânia														
38	08-02-2017	421-028.950-010	3	36	12205A	Entrada	Vânia														
39	08-02-2017	421-028.950-010	2	24	10902B	Entrada	Vânia														
40	13-02-2017	421-028.950-005	5	60	12401A	Entrada	Vânia														
41	13-02-2017	421-028.950-005	1	12	12401A	Saída	Vânia														
42	13-02-2017	421-028.950-010	1	12	12205A	Saída	Vânia														
43	14-02-2017	421-086.550-003	3	60	12802A	Saída	Vânia														
44	14-02-2017	421-086.550-005	3	49	10301B	Saída	Vânia														
45	14-02-2017	421-086.550-005	3	60	10301B	Saída	Vânia														
46	14-02-2017	421-028.950-005	4	48	12401A	Saída	Vânia														
47	17-02-2017	421-086.550-005	4	63	10301A	Entrada	Vânia														
48	01-03-2017	421-028.950-010	2	24	12205A	Saída	Vânia														
49																					
50																					
51																					
52																					
53																					
54																					

Novo Registo		Em Stock:
Entrada	Saída	421-028.950-005
<input type="button" value="Voltar"/>		Quantidade:
		0





Plano de Necessidades da Montagem

5	REFERÊNCIA	DESCRIÇÃO	ENTREGUES	Y	14.06	15.06	16.06	17.06	18.06	19.06	20.06	21.06	22.06	23.06	24.06	25.06	26.06	27.06	28.06	29.06	30.06	01.07	02.07	03.07	04.07	05.07	06.07									
6	004-206.001-021	Broche	0	613	119	0	0	0	0	185	0	0	0	150	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0						
7	004-206.001-028	ACHSE	776	1566	238	538	0	110	0	0	0	0	0	300	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0						
8	004-206.001-030	RING (ZE)	189	351	46	123	0	15	0	0	0	0	0	75	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0						
9	004-206.001-032	BAEDELSCHEIB	173	783	119	54	0	55	0	0	0	0	0	150	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0					
10	004-206.001-045	FUEHRUNGSHAU	1631	1566	238	1933	0	110	0	0	0	0	0	300	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0					
11	004-206.013-005	HUELSE gegab	858	1566	238	620	0	110	0	0	0	0	0	300	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0				
12	004-206.015-007	DIAPHRAGMA	796	4384	2034	176	0	0	0	300	0	0	0	500	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0				
13	004-206.016-012	ZWISCHENRING	1155	1909	241	914	110	0	0	0	0	0	0	300	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0			
14	004-206.016-013	GEWINDERING	1476	1909	241	1235	110	0	0	0	0	0	0	300	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0			
15	004-206.020-011	RING	1450	2589	939	511	0	0	0	0	0	0	0	300	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
16	004-207.001-018	RING	554	532	73	481	0	40	0	0	0	0	0	75	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
17	004-210.001-054	GEWINDERING	426	491	46	380	0	15	0	0	0	0	0	75	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
18	004-210.001-060	ROHR, RECHTS	283	491	46	237	0	15	0	0	0	0	0	75	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
19	004-210.012-006	FASSUNG 20	481	982	92	389	0	30	0	0	0	0	0	150	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
20	004-211.001-060	ROHR, RECHTS	578	632	73	505	0	40	0	0	0	0	0	75	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
21	004-211.020-007	DECKEL, p/ MEC	0	6471	2055	286	0	0	0	0	0	0	0	2116	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
22	004-311.015-005	SCHNECKE, LINK	0	515	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
23	004-311.016-005	SCHNECKE, RECH	0	515	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
24	004-401.004-027	Schraube M2x2	421	388	38	383	0	40	0	0	0	0	0	50	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
25	004-401.006-014	TELLERFEDER	125	1423	101	74	20	0	0	0	0	0	125	25	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
26	004-401.010-018	GEWINDERING	138	224	0	138	0	0	0	0	0	0	0	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
27	004-401.010-019	DISTANZRING	68	234	0	68	0	0	0	0	0	0	0	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
28	004-401.012-008	VERSCHLUSSTEIL	25	0	0	25	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
29	004-401.017-005	FOKUSSIERHUEL	7	401	0	7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
30	004-401.023-005	PRISMENHALTER	682	592	0	682	142	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
31	004-411.024-011	GEWINDERING f	146	342	0	146	0	0	0	0	0	0	0	60	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
32	004-411.044-016	DISTANZRING	198	342	0	198	0	0	0	0	0	0	0	60	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
33	042-253.001-019	MITNEHMERRIN	120	200	100	70	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
34	042-253.001-047	LAGERBUCHSE	231	177	24	207	0	0	0	0	0	0	0	3	15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
35	042-253.001-078	KLEMMFESTE	401	177	24	377	0	0	0	0	0	0	0	3	15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
36	042-253.001-114	Excenter	1544	4667	412	1132	0	0	0	0	0	0	0	400	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
37	042-253.001-116	R-Hebel	72	70	20	52	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
38	042-253.001-122	BLATTFEDER	189	200	0	169	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
39	042-253.001-194	ABLAUFKURVE	172	183	85	87	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
40	042-253.001-207	MITNEHMER	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
41	042-253.001-216	BANDROLLE	423	540	244	178	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Gestão de Referências



Referência	Quantidade do Blister	Tipo de Blister	Capacidade Lugar	Altura >?
421-036.550-008	100	100	15	Não
421-036.550-005	20	20	8	Não
421-036.550-003	20	20	8	Não
421-028.950-010	12	12	8	Não
421-028.950-005	12	12	8	Não
434-475.212-010	24	Corpo Geovid I/II	1	Não
434-475.213-010	24	Corpo Geovid I/II	1	Não
420-300.128-010	100	100	15	Não
420-300.200-040	100	100	15	Não
420-300.570-007	100	100	15	Não
421-029.605-014	95	95	8	Não

Referência:
421-028.950-005

Blister: 12


Nova Referência

Alterar

Voltar

Tipos de Blisters

Descrição	Quantidade	Capacidade por Lugar
6	6	8
8	8	8
12	12	8
12R	12	5
20	20	8
24	24	5
35	35	8
50	50	15
70	70	8
100	100	15
Chapéus	8	3
Máquina 6	6	1
Máquina 8	8	1
Máquina 10	10	1
Mira Pequena	12	1

	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K									
1	<div style="text-align: center;">  <h2 style="margin: 0;">Gestão de Utilizadores</h2> </div>																		
2																			
3																			
4	Número ID	Nome	Password	Permissão	<div style="border: 1px solid black; padding: 5px;"> <p style="margin: 0;">Utilizador:</p> <div style="display: flex; justify-content: space-around; margin-top: 10px;"> Novo Editar Voltar </div> </div>														
5	5200	Renato	leica09	Admin															
6	6976	Vânia	12345	Mizu															
7	2044	Ana Costa	1111	Planeamento															
8																			
9																			
10																			
11																			
12																			
13																			
14																			
15																			
16																			
17																			
18																			
19																			
20																			
21																			
22																			
23																			
24																			
25																			
26																			
27																			
28																			
29																			
30																			
31																			
32																			
33																			
34																			
35					<div style="border: 1px solid black; width: 100px; height: 20px; margin: 0 auto;"></div>														
36																			
37																			
38																			
39																			
40																			
41																			
42																			
43																			
44																			

Permissões:
Admin
Planeamento
Engenharia
Mizu

ANEXO V – TABELA DOS TEMPOS DE ESPERA PRODUTIVOS

	Grupo	Operação	Descrição	T. Espera (dias)	
169TOA	Torneamento	169TOA*	Tornear Convencional	4	
174TOA		174TOA*	Tornear CNC	4	
169MAN		169MAN*	Trabalho manual	1	
174MAN		174MAN*	Trabalho manual	0,2	
173MAN	Fresagem	173MAN*	Fresar Manual	0,2	
173FRS		173FRS*	Fresar CNC	4	
175MAN	Torn. Fino	175MAN*	Tornear Manual	0,2	
175TOF		175TOF*	Tornear CNC	4	
166MAN	Gravação	166MAN*	Trabalho manual	0	
166GRA		166GRA*	Gravar	4	
176TSA	Convencional	176TSA*	Convencional Manual	1	
176CRV		176CRV*	Convencional Máquina	2	
176FRS		176FRS*	Convencional Máquina	2	
176FUR		176FUR*	Convencional Máquina	2	
176MAN		176MAN*	Convencional Máquina	2	
176PRS		176PRS*	Convencional Máquina	2	
176RCT		176RCT*	Convencional Máquina	2	
176REC		176REC*	Convencional Máquina	2	
176ROS		176ROS*	Convencional Máquina	2	
176SOL		176SOL*	Convencional Máquina	2	
176MAN		176MAN*	Convencional Máquina	2	
171CRO		Cromagem	171CRO*	Cromar	2
171ARE			171ARE*	Arear	2
171CQC			171CQC*	Controlar Qualidade	1
179KTL01	Pint. KTL	179KTL01	Passivar	1	
179KTL02		179KTL02	Pintar	1	
168ARE	Galvânica	168ARE*	Arear	0	
168CQG		168CQG*	Controlar Qualidade	1	
168GAL		168GAL*	Galvanizar	1	
168MAN		168MAN	Galvanica manual	0	
167CQP	Pintura	167CQP*	Controlar Qualidade	0	
167DES		167DES*	Despolir	1	
167MAN		167MAN*	Polir	0	
167PIN		167PIN*	Pintar	2	
167PLA		167PLA*	Plasma	0	
178PBR	PBR	178PBR*	Pintar Gravação	2	
165ESM	Polimento	165ESM*	Esmerilar	0,2	
165LIX		165LIX*	Lixar	1	
165MAN		165MAN*	Polir	2	
165DES		165DES*	Despolir	1	

ANEXO VI – TABELA DAS CAPACIDADES DE CADA CENTRO DE TRABALHO

C. Trabalho	Designação	Capacidade (min)
166GRA01	Máquina de Gravar Leitz	480
166GRA02	Máquina de Fresar / Gravar	960
166GRA03	Máquina de Fresar / Grava	480
166GRA04	Máquina Gravar ALMAC	1920
173FRS01	Fresa DMU 40 EVO Linear	480
173FRS02	Fresa Vertical Chiron FZ 12 W	960
173FRS03	Fresa Horizontal Hidraulica	960
173FRS04	Chiron 1	960
173FRS05	Chiron 3	960
173FRS06	Chiron 5	960
173FRS07	Chiron 6	960
173FRS08	Chiron 2	960
173FRS09	Chiron 8	960
173FRS10	Mini-Mill HAAS	960
173FRS11	Super Mini-Mill HAAS 5º eixo	960
173FRS12	Super Mini-Mill HAAS	960
173FRS13	Maquino A51	1440
173FRS14	Maquino A51	960
173FRS15	Chiron	960
173FRS16	Maquino A51	1440
173FRS17	Maquino A51	1440
174TOA01	Gildemeister Twin 65	1440
174TOA02	Torno revólver CNC CTX420 Linear	1440
174TOA03	Torno revólver CNC CTX420 Linear	1440
174TOA04	Torno revólver CNC CTX420 Linear	1440
174TOA05	Torno revólver CNC CTX200 Serie 2 (V3)	1440
174TOA06	Torno Revólver Benzinger TNS / Barra	1440
174TOA07	Torno Revólver Index GFG 450 (M8/M10)	1440
174TOA08	Torno CNC Index G200	1440
174TOA09	Torno revólver BETA 800	1440
174TOA10	Torno ST20 SSY HAAS	1440
174TOA11	Torno CTX Beta 800 Linear	960
175TOF01	Torno Revólver Benzinger TNS / C	960
175TOF02	Torno Revólver Benzinger TNS / C	960
175TOF03	Torno Revólver Benzinger TNS / C	960
175TOF04	Torno Benzinger TNL	960
175TOF05	Torno Benzinger TNL	1440
175TOF06	Torno Benzinger TNE	960
175TOF07	Torno Index GFG 250	960
175TOF08	Torno OL-1 HAAS	960
175TOF09	Torno Benzinger GO	1440
175TOF10	Torno ST10 HAAS	960
175TOF11	Torno ST10 HAAS	960
175TOF12	Torno Benzinger GO	1440
175GRA01	Máquina gravar a laser	480

176MAN00	Trabalho Manual	480
176FRS01	Fresadora vertical pequena (4x)	1920
176FRS02	Fresadora horizontal pequena (3x)	1440
176FRS03	Fresadora Precicomb (2x)	960
176FRS04	Fresadora "dentes"	480
176FRS05	Fresadora Precicomb	480
176FRS06	Fresadora vertical pequena	480
176FRS07	Fresadora Precicomb	480
176FUR01	Máq. Furar coluna (2x)	960
176FUR02	Máq. Furar Multifusos	480
176FUR03	Bancada de furar (5x)	2400
176CRV01	Máq. De cravar	480
176PRS01	Prensa excêntrica	480
176RCT01	Rectificadora manual (2x)	960
176RCT02	Rectificadora manual	480
176REC01	Máquina de Recartilhar	480
176ROS01	Máq. Roscar pequena (5x)	2400
176SOL01	Máq. De soldar	480
176TSA01	Torno de acabamento curto (LFDM) (2x)	960
176TSA02	Torno Manual (2x)	960
176TSA03	Torno Longitudinal M10 (L.D.M.)	480
176TSA04	Torno Longitudinal M10 (L.D.M.)	480
165ESM01	Máquina de Esmerilar Grande	480
165CQP00	Controlo Polimento	480
165DES01	Despolir	960
165ESM02	Máquina de Esmerilar Grande	480
165ESM03	Máquina de Esmerilar Grande	480
165EST01	Estufa	480
165LIX01	Máquina com Disco para Lixar	480
165LIX02	Máquina de Lixar com Copiador	480
165MAN00	Trabalho manual	192
165MAN01	Trabalho manual	480
165MAN02	Trabalho manual	480
165MAN03	Trabalho manual	288
165MAN04	Trabalho manual	480
165MAN05	Trabalho manual	480
165MAN06	Trabalho manual	480
165MAN07	Trabalho manual	480
165MAN08	Trabalho manual	480
165MAN10	Trabalho manual	1920
165MAN20	Trabalho manual	2880
166MAN00	Trabalho manual	960
167CQP00	Controlo Qual. Mecânica Pintura	960
167DES01	despolimento	480
167EST01	Estufa de Pintura	960
167EST02	Estufa	960
167ETP01	Tampo - Print	960
167MAN00	Trabalho manual	960
167PBR01	Pintura baixo relevo	960
167PIN01	Cabine de Pintura	960
167PIN02	Cabine Automática de Pintura	960
167PIN03	Spma-kompaktfliä KFS 1000	960

167PIN04	Cabine de Pintura	960
167PIN05	Cabine de Pintura	960
167PIN10	Cabine de Pintura	960
167PIN11	Cabine de Pintura	960
167PIN12	Cabine de Pintura	960
167PIN13	Cabine de Pintura	960
167PLA01	Plasmaprocessor	960
168ARE01	Cabine Areamento Jacto de Vidro	960
168ARE02	Cabine Areamento Jacto de Korund	960
168ARE03	Cabine Areamento Jacto de aço	960
168CQG00	Controlo Qual. Mecânica Galvânica Funcional	480
168CQG01	Controlo Qual. Mecânica Galvânica Decorativo	480
168CQG02	Controlo Qual. Mecânica Galvânica 356	480
168GAL01	Zona de Tanques Anodização Decorativa	960
168GAL02	Zona de Tanques Anodização 356	960
168GAL03	Zona de Tanques Anodização Funcional	960
168GAL04	Zona de Tanques Azular	480
168GAL05	Zona de Tanques Oxidar	480
168IMP01	Tanque de Impregnar	960
179KTL01	Pintura catódica por mergulho (KTL)	600
179KTL02	Passivar	600
179MAN00	Trabalho manual KTL	450
179CQK00	Controlar KTL	450
168MAN00	Trabalho manual Galvânica	960
168MAN00	Trabalho manual	960
171ARE01	Jacto areia Cromagem korund	960
171ARE02	Jacto areia Cromagem Vidro	150
171CQC00	Controlo Cromagem Negro	480
171CQC01	Controlo Cromagem Cinza	480
171CRO00	Cromagem Negro	480
171CRO01	Cromagem Cinza	480
171Man00	Trabalho manual Cromagem	480
173MAN00	Trabalho manual	960
174MAN00	Trabalho manual	960
175MAN00	Trabalho manual	960
178PBR01	Pintar gravação 1 cor	480
178PBR02	Pintar gravação 2 cores	480
178PBR03	Codificar baionetas	480
178MAN00	Trabalho manual PBR (blisters)	480
178MAN01	Trabalho manual (Colagem e Protecções)	480
178MAN02	Trabalho manual (limpar excesso tinta)	480

ANEXO VII – GESTÃO PRODUTIVA (SEMANA I)

421-028.950-005		421-028.950-010		421-029.605-014		421-036.550-003		421-036.550-005	
C		C		C		C		C	
Stock 18	87	Stock 18	0	Stock 18	68	Stock 18	73	Stock 18	108
ROP	48	ROP	48	ROP	35	ROP	20	ROP	40
Qtd a Produzir	84	Qtd a Produzir	84	Qtd a Produzir	70	Qtd a Produzir	40	Qtd a Produzir	60
B		B		B		B		B	
Stock C + 18	176	Stock C + 18	0	Stock C + 18	68	Stock C + 18	128	Stock C + 18	177
ROP	84	ROP	84	ROP	70	ROP	40	ROP	60
Qtd a Produzir	180	Qtd a Produzir	180	Qtd a Produzir	105	Qtd a Produzir	100	Qtd a Produzir	120
A		A		A		A		A	
Stock B + C + 18	392	Stock B + C + 18	0	Stock B + C + 18	164	Stock B + C + 18	201	Stock B + C + 18	285
ROP	288	ROP	216	ROP	140	ROP	120	ROP	160
Qtd a Produzir	480	Qtd a Produzir	444	Qtd a Produzir	280	Qtd a Produzir	240	Qtd a Produzir	300
420-300.128-010		420-300.200-040		420-300.570-007		434-475.212-010		434-475.213-010	
C		C		C		C		C	
Stock 18	0	Stock 18	0	Stock 18	0	Stock 18	0	Stock 18	0
ROP	600	ROP	600	ROP	1200	ROP	432	ROP	432
Qtd a Produzir	600	Qtd a Produzir	600	Qtd a Produzir	1200	Qtd a Produzir	1032	Qtd a Produzir	1032
B		B		B		B		B	
Stock C + 18	0	Stock C + 18	0	Stock 18	0	Stock 18	0	Stock 18	0
ROP	600	ROP	600	ROP	1200	ROP	432	ROP	432
Qtd a Produzir	1100	Qtd a Produzir	1300	Qtd a Produzir	1200	Qtd a Produzir	1032	Qtd a Produzir	1032
A		A		A		A		A	
Stock B + C + 18	0	Stock B + C + 18	0	Stock B + 18	640	Stock B + C + 18	193	Stock B + C + 18	245
ROP	900	ROP	0	ROP	1200	ROP	1032	ROP	1037
Qtd a Produzir	2400	Qtd a Produzir	0	Qtd a Produzir	2500	Qtd a Produzir	1344	Qtd a Produzir	1344

ANEXO VIII – GESTÃO PRODUTIVA (SEMANA IX)

421-028.950-005		421-028.950-010		421-029.605-014		421-036.550-003		421-036.550-005	
C		C		C		C		C	
Stock 18	84	Stock 18	24	Stock 18	116	Stock 18	60	Stock 18	109
ROP	36	ROP	36	ROP	70	ROP	20	ROP	40
Qtd a Produzir	60	Qtd a Produzir	48	Qtd a Produzir	105	Qtd a Produzir	40	Qtd a Produzir	60
B		B		B		B		B	
Stock C + 18	169	Stock C + 18	223	Stock C + 18	292	Stock C + 18	60	Stock C + 18	172
ROP	60	ROP	60	ROP	105	ROP	40	ROP	60
Qtd a Produzir	132	Qtd a Produzir	132	Qtd a Produzir	210	Qtd a Produzir	100	Qtd a Produzir	120
A		A		A		A		A	
Stock B + C + 18	169	Stock B + C + 18	234	Stock B + C + 18	292	Stock B + C + 18	180	Stock B + C + 18	172
ROP	216	ROP	168	ROP	280	ROP	120	ROP	160
Qtd a Produzir	360	Qtd a Produzir	336	Qtd a Produzir	490	Qtd a Produzir	240	Qtd a Produzir	300
420-300.128-010		420-300.200-040		420-300.570-007		434-475.212-010		434-475.213-010	
C		C		C		C		C	
Stock 18	0	Stock 18	0	Stock 18	96	Stock 18	0	Stock 18	0
ROP	600	ROP	600	ROP	800	ROP	288	ROP	288
Qtd a Produzir	600	Qtd a Produzir	600	Qtd a Produzir	800	Qtd a Produzir	696	Qtd a Produzir	696
B		B		B		B		B	
Stock C + 18	0	Stock C + 18	0	Stock 18	96	Stock 18	0	Stock 18	0
ROP	600	ROP	600	ROP	800	ROP	288	ROP	288
Qtd a Produzir	1000	Qtd a Produzir	1300	Qtd a Produzir	800	Qtd a Produzir	696	Qtd a Produzir	696
A		A		A		A		A	
Stock B + C + 18	0	Stock B + C + 18		Stock B + 18	4217	Stock B + C + 18	384	Stock B + C + 18	468
ROP	900	ROP		ROP	800	ROP	696	ROP	696
Qtd a Produzir	2300	Qtd a Produzir		Qtd a Produzir	1600	Qtd a Produzir	912	Qtd a Produzir	912