



Universidade do Minho

Escola de Engenharia

José Miguel Mendes Cruz

**Formulação de um algoritmo para
determinar lotes de produção numa
empresa de aparelhos óticos de precisão**

Julho de 2022



Universidade do Minho

Escola de Engenharia

José Miguel Mendes Cruz

**Formulação de um algoritmo para
determinar lotes de produção numa
empresa de aparelhos óticos de precisão**

Dissertação de Mestrado em Engenharia Industrial
Gestão Industrial

Trabalho efetuado sob a orientação do
Professor Doutor José Francisco Pereira Moreira

Julho de 2022

DIREITOS DE AUTOR E CONDIÇÕES DE UTILIZAÇÃO DO TRABALHO POR TERCEIROS

Este é um trabalho académico que pode ser utilizado por terceiros desde que respeitadas as regras e boas práticas internacionalmente aceites, no que concerne aos direitos de autor e direitos conexos.

Assim, o presente trabalho pode ser utilizado nos termos previstos na licença abaixo indicada.

Caso o utilizador necessite de permissão para poder fazer um uso do trabalho em condições não previstas no licenciamento indicado, deverá contactar o autor, através do RepositóriUM da Universidade do Minho.

Licença concedida aos utilizadores deste trabalho



Atribuição

CC BY

<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>

AGRADECIMENTOS

Primeiramente gostaria de agradecer ao professor José Francisco Pereira Moreira pela orientação prestada durante o desenvolvimento deste projeto e pela sua disponibilidade.

Queria também agradecer à Leica – Aparelhos Óticos de Precisão, S.A., por me ter proporcionado a oportunidade de desenvolver este projeto.

Ao engenheiro Bruno Afonso, não só pela oportunidade, mas também pelo apoio e interesse prestado durante todo o projeto.

Ao Luís Sousa, orientador na empresa, a quem agradeço toda a disponibilidade cedida a este projeto e apoio durante o desenvolvimento do mesmo.

Ao Sr. Eduardo, Sónia Gomes, Ana Costa, Rui Maques, Jéssica Vilaça, Fabiano Silva e a todas as restantes pessoas que suportaram o projeto sempre que necessário.

Por último, uma palavra de agradecimento aos meus pais, por todas as oportunidades e apoio que me deram durante este difícil percurso, tornando tudo isto possível.

DECLARAÇÃO DE INTEGRIDADE

Declaro ter atuado com integridade na elaboração do presente trabalho académico e confirmo que não recorri à prática de plágio nem a qualquer forma de utilização indevida ou falsificação de informações ou resultados em nenhuma das etapas conducente à sua elaboração.

Mais declaro que conheço e que respeitei o Código de Conduta Ética da Universidade do Minho.

Formulação de um algoritmo para determinar lotes de produção numa empresa de aparelhos óticos de precisão

RESUMO

A presente dissertação surge no âmbito do Mestrado em Engenharia Industrial da Universidade do Minho e foi desenvolvida em contexto prático na empresa Leica – Aparelhos Óticos de Precisão, S.A., na secção Mecânica, tendo como objetivo a reformulação do método de cálculo dos lotes de produção e tempos de atravessamento.

O desenvolvimento deste projeto surge com o objetivo de modificar a forma como os lotes de produção são calculados e conferir mais riqueza e detalhe ao cálculo, numa perspetiva de moldar o lote aos recursos existentes, conferindo uma aproximação àquilo que é o objetivo da Mecânica, saber qual é o “lote ideal” que confere um fluxo produtivo ótimo ao setor da Mecânica. De forma a atingir este objetivo foi necessário passar de uma visão geral ao grupo produtivo, para uma visão individualizada, centro de trabalho a centro de trabalho, conferindo um maior rigor na altura de definir os lotes de produção.

Numa fase inicial foi feito um estudo ao método utilizado para calcular os tamanhos de lote e tempos de atravessamento, de forma a perceber as lacunas existentes e delinear uma reestruturação do método existente.

Durante o desenvolvimento deste projeto foi também tido em consideração o armazém, de forma a que os lotes produzidos não fiquem armazenados durante longos períodos de tempo, como é o caso de 10% das peças que não são movimentadas à 8 ou mais meses, retirando assim capacidade armazenamento.

Em relação aos tempos de atravessamento, os resultados obtidos foram significativamente distintos. Apenas 3% das referências em análise obtiveram tempos de atravessamento comuns entre os dois métodos de cálculo, devendo-se ao facto de o método atual utilizar valores genéricos e estáticos, sem qualquer ligação ao tamanho de lote em questão, enquanto que o método proposto sugere um tempo de atravessamento moldado ao tamanho de lote e às características de cada CT que compõe o roteiro da peça. Com esta alteração é prevista uma redução dos atrasos nas encomendas e também uma diminuição no número de referências com várias ordens de produção em simultâneo.

PALAVRAS-CHAVE

Job-shop, Planeamento da Produção, Tamanho de lote, Tempo de atravessamento

Formulation of an algorithm to determine production batches in a precision optical device company

ABSTRACT

This dissertation arises within the scope of the Masters in Industrial Engineering at the University of Minho and was developed in a practical context at the company Leica – Aparelhos Óticos de Precisão, S.A., in the Mechanic section, with the objective of reformulate the method of how production lot sizes and throughput times are calculated.

The development of this project comes with the objective of modifying the way lot sizes are calculated, giving more richness and detail to the calculation, with to the objective of shaping the lot to the existing resources, giving an approximation to what is the objective of Mechanic, know which is the “ideal lot” that provides an optimal production flow to the Mechanics sector. In order to achieve this objective, it was necessary to move from a general view of the production group to an individualized view, CT by CT, providing greater accuracy when defining lot sizes.

In an initial phase, a study was carried out on the method used to calculate lot sizes and throughput times, in order to understand the existing gaps and outline a restructuring of the existing method.

During the development of this project, the warehouse was also taken into account, so that the produced batches are not stored for long periods of time, as is the case of 10% of the parts that have not been moved for 8 or more months, removing storage capacity.

Regarding the throughput times, the results obtained were significantly different. Only 3% of the references under analysis obtained common throughput times between the two calculation methods, due to the fact that the current method uses generic and static values, without any connection to the lot size in question, while the proposed method suggests a throughput time that fits the to the lot size and also the characteristics of each CT that makes up the part's itinerary. This change is expected to reduce delays in orders and also a decrease in the number of references with several production orders at the same time.

Keywords

Job-shop, Lot Size, Production Planning, Throughput Time

ÍNDICE

Agradecimentos.....	iii
Resumo.....	v
Abstract.....	vi
Índice.....	vii
Índice de Figuras.....	x
Índice de Tabelas	xiii
Lista de Abreviaturas, Siglas e Acrónimos	xiv
1.1 Enquadramento	1
1.2 Objetivos.....	1
1.3 Metodologia de Investigação.....	2
1.4 Estrutura da Dissertação	3
2. Revisão Bibliográfica	4
2.1 Dimensionamento de lotes	4
2.2 Planeamento e Controlo da Produção.....	6
2.2.1 Planeamento da Produção.....	7
2.2.2 Planeamento Diretor da Produção (PDP).....	8
2.2.3 Planeamento das Necessidades de Materiais (MRP).....	9
2.2.4 Controlo da Produção	11
2.3 Every Part Every Interval (EPEI).....	11
2.4 <i>Job-Shop</i>	13
2.5 Tempo de Atravessamento	14
3. Caracterização da empresa.....	21
3.1 Leica – Aparelhos Óticos de Precisão, S.A.	21
3.2 Produtos Leica	22
3.3 Descrição Geral do Processo Produtivo.....	24
3.4 Secção da Mecânica	25
3.4.1 Fluxo de Informação Interno	25
3.4.2 Nomenclatura das Referências/Centros de Custo	26

3.4.3	Movimentação de peças aos CT.....	26
3.4.4	Armazém.....	27
4.	Análise do Estado Atual.....	28
4.1	Áreas Produtivas	28
4.2	Ordem de Produção	31
4.3	Indicadores de Alerta.....	33
4.4	Funcionamento do sistema atual	36
4.4.1	Dimensionamento do Tamanho de Lote	37
4.4.2	Tempo de Atravessamento.....	39
4.5	Identificação de Problemas.....	41
4.5.1	Gestão e Utilização de Dados.....	41
4.5.2	Cálculo do Tamanho de Lote/Tempo de Atravessamento	42
4.5.3	Ausência de Gestão Visual associada ao WIP nos CTs	42
5.	Elaboração de Propostas de Melhoria.....	43
5.1	Visão geral sobre a fórmula de cálculo do tamanho de lote	43
5.2	Base de Dados.....	45
5.3	Roteiros	47
5.4	Tempo de Atravessamento	47
5.5	Visualização das Necessidades.....	51
5.5.1	Cadência de Necessidades	53
5.5.2	Classificação das Peças.....	54
5.5.3	Cálculo do Alcance das Necessidades	57
5.6	Cálculo do Intervalo mínimo entre <i>Setups</i>	59
5.6.1	Aplicabilidade do Cálculo EPEI	59
5.6.2	Sugestão Alternativa ao Conceito EPEI	62
5.7	Máquinas Dedicadas/ <i>Outliers</i>	68
5.8	Aplicação das seis regras	69
5.8.1	Regras Incrementais.....	69
5.8.2	Regras Limitativas	72

5.8.3	Tamanho de Lote Final	73
5.9	Taxa de ocupação (Análise do WIP)	74
6.	Análise de resultados	79
6.1	Análise Geral (Tamanho de Lote)	79
6.2	Análise Comparativa: Lote Atual VS Lotes Proposto	80
6.2.1	Caso de Estudo 1	80
6.2.2	Caso de Estudo 2	83
6.2.3	Caso de Estudo 3	86
6.3	Aplicação Prática dos Tamanhos de Lote e Tempos de Atravessamento	89
6.4	Análise Comparativa aos tempos de Atravessamento	91
7.	Conclusões e Trabalhos Futuros.....	92
7.1	Considerações Finais	92
7.2	Sugestões de Trabalho Futuro	93
8.	Referências Bibliográficas	94
	Apêndices	98
	Apêndice 1 – Estudo realizado para Classificação de Tempo de Ciclo e <i>Setup</i> por CT	99
	Apêndice 2 – Matriz intervalo mínimo entre <i>setups</i>	104
	Apêndice 3 – Interface Desenvolvida.....	108
	Apêndice 4 – Interface Análise WIP.....	118
	Anexos	120
	Anexo 1 – Dados de tempos de Atravessamento e intervalo mínimo entre <i>setups</i>	121
	Anexo 2 – Interface Utilizada no Cálculo do Tamanho de Lote e Tempo de Atravessamento.....	122
	Anexo 3 – <i>Layout</i> produtivo da secção da mecânica.....	123

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1- Metodologia Action Research.....	2
Figura 2- Previsões consumidas por previsões.....	8
Figura 3 - Sistema MRP	10
Figura 4 – Representação esquemática e calculo do EPEI	12
Figura 5 - Cálculo do EPEI para um processo produtivo	13
Figura 6 - Conceito de Job-Shop.....	14
Figura 7 Terminologia essencial associada ao Tempo de Atravessamento.....	15
Figura 8 – Impacto do tempo de produção no tempo de atravessamento	16
Figura 9 - Impacto do tamanho de lote no tempo de atravessamento.....	16
Figura 10 - Impacto do tempo de setup e movimentação no tempo de atravessamento	17
Figura 11 - Impacto da variabilidade no tempo de atravessamento	18
Figura 12 - Impacto da ocupação no tempo de atravessamento	19
Figura 13 - Visualização esquemática do "Queuing System"	20
Figura 14 – Instalações Leica - Aparelhos Óticos de Precisão S.A. Portugal	21
Figura 15 - Representatividade da família de produtos por número de componentes.....	22
Figura 16 - Desenho de engenharia (modelo 3D) - M11.....	23
Figura 17 - Desenho de engenharia (modelo 3D) - APO-Summicron-SL 35 f/2 ASPH	23
Figura 18 - Desenho de engenharia (modelo 3D) - Geovid Pro 8x32.....	24
Figura 19 - Nomenclatura das referências.....	26
Figura 20 - Nomenclatura dos centros de trabalho	26
Figura 21 - Layout simplificado mecânica.....	30
Figura 22 - Distribuição das referências pelas áreas produtivas	31
Figura 23 - Ordem de Produção	32
Figura 24 - Folhas de contagem.....	33
Figura 25 – Stocks mensais no Armazém 0018 (Ano fiscal de 2021)	34
Figura 26 - Ordens de Produção em Curso (Ano fiscal de 2021).....	34
Figura 27 - Ordens de Produção Planeadas.....	36
Figura 28 - Situação atual (Período mínimo entre setups)	38
Figura 29 - Situação atual (Tempo de Atravessamento)	40
Figura 30 - Base de Dados.....	46

Figura 31 - Representação dos dados presentes no roteiro	47
Figura 32 - Referências associadas ao CT 174TOA01	49
Figura 33 - Representação e interpretação dos dados das necessidades.....	52
Figura 34 - Exemplo cadência de necessidade residual	53
Figura 35 - Exemplo cadência de necessidade alta	53
Figura 36 - Classificação da cadência de necessidades a 12 semanas	54
Figura 37 - Reação do lote mediante a classificação da peça.....	54
Figura 38 - Classificação de peças (Atribuição de Pontuação).....	55
Figura 39 - Aplicação do sistema de pesos (Classificação de peça).....	57
Figura 40 - Relação entre a classificação obtida e alcance do lote.....	58
Figura 41 - Aplicação do sistema de pesos (Definição de alcance nec.).....	58
Figura 42 - Quantidade de setups realizados no Grupo 174TOA	60
Figura 43 - Quantidade de setups realizados no Grupo 173FRS.....	61
Figura 44 - Quantidade de setups realizados no Grupo 175TOF.....	61
Figura 45 - Quantidade de setups realizados no Centro de Custos 166.....	61
Figura 46 - Período entre setups do centro de custo 174.....	63
Figura 47 – Representação do raciocínio incremental seguido.....	64
Figura 48 - Resultados obtidos pela análise ao intervalo central.....	65
Figura 49 - Matriz auxiliar para Tratamento de superfície.....	66
Figura 50 - Matriz de intervalo entre setups auxiliar (maquinação).....	67
Figura 51 - CT dedicados no grupo 173FRS com as respectivas referências.....	68
Figura 52 - Referências classificadas como outliers	69
Figura 53 - Análise WIP quanto à ocupação no CT 173FRS01	75
Figura 54 - Análise WIP quanto à quantidade de peças no CT 173FRS01	76
Figura 55 - Análise WIP quanto à quantidade de ordens de produção no CT 173FRS01.....	76
Figura 56 - Análise da capacidade no CT 173FRS01	77
Figura 57 - Análise à gestão de turnos do CT 174TOA07.....	77
Figura 58 – Análise aos CT do centro de custos 173 fora dos limites	78
Figura 59 - Lote Atual VS Lote Proposto	79
Figura 60 – Simulação SAP lote atual – Análise cobertura de necessidades (Caso de estudo 1).....	81
Figura 61 - Simulação SAP lote proposto – Análise cobertura de necessidades (Caso de estudo 1)	82
Figura 62 - Simulação SAP lote atual – Análise cobertura de necessidades (Caso de estudo 2)	84

Figura 63 - Simulação SAP lote proposto – Análise cobertura de necessidades (Caso de estudo 2)	85
Figura 64 - Simulação SAP lote atual – Análise cobertura de necessidades (Caso de estudo 3)	87
Figura 65 - Simulação SAP lote proposto – Análise cobertura de necessidades (Caso de estudo 3)	88
Figura 66 - Aplicação prática dos tamanhos de lote	90
Figura 67 - Tempo de atravessamento atual VS proposto	91

ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 1- Descrição das áreas produtivas da Mecânica	28
Tabela 2 – Situação atual (Cálculo período mínimo entre setups)	38
Tabela 3 - Situação atual (Cálculo período mínimo entre setups em operações da maquinação)	39
Tabela 4 - Situação atual (cálculo tempo de atravessamento)	41
Tabela 5 - Relação Classificação/Tempo Espera	50
Tabela 6 - CT agrupados por tempos de espera	50
Tabela 7 - Aplicação das regras de Tempo de Espera	51
Tabela 8 - Classificação atribuída consoante Tempos de Ciclo para o Grupo 174TOA	56
Tabela 9 - Classificação atribuída consoante Tempos de Setup para o Grupo 174TOA	56
Tabela 10 - Aplicabilidade do EPEI no centro de custo 174TOA	62
Tabela 11 - Aplicação da 1º consideração da regra "Sistema Mapa".....	70
Tabela 12 -Aplicação da regra “% Tempo Setup / Tempo Produção”	71
Tabela 13 - Aplicação da regra “Intervalo entre Setups/Tempo de atravessamento”	72
Tabela 14 - Aplicação da regra “Número Máximo de Turnos”	72
Tabela 15 - Aplicação da regra “Tempo de Atravessamento Máximo”	73
Tabela 16 – Resultado da aplicação das regras incrementais e limitativas	74
Tabela 17 - Características da peça em análise (Caso de estudo 1)	80
Tabela 18 - Análise de resultados (Caso de estudo 1).....	83
Tabela 19 - Características da peça em análise (Caso de estudo 2)	83
Tabela 20 - Análise de resultados (Caso de estudo 2).....	86
Tabela 21 - Características da peça em análise (Caso de estudo 3)	86
Tabela 22 - Análise de resultados (Caso de estudo 3).....	89

LISTA DE ABREVIATURAS, SIGLAS E ACRÓNIMOS

BOM – *Bill of Materials*;

BPMN - *Business Process Model and Notation*;

CNC - *Controlo Numérico Computorizado*;

CT – *Centro de Trabalho*;

EN – *European Norm*;

EPEI – *Every Part Every Interval*;

ERP – *Enterprise Resource Planning*;

FIFO – “*First In First Out*”;

ISO – *International Standards Organization*;

KPI – *Key Performance Indicator*;

MPS – *Master Production Schedule*;

MRP – *Material Requirements Planning*;

MTTP – *Manufacturing Throughput Time Per Part*;

PDP - *Planeamento Diretor da Produção*;

SAP – *System Applications Products*;

VBA – *Visual Basic for Applications*;

WIP – *Work In Progress*;

1. INTRODUÇÃO

Este capítulo pretende apresentar o enquadramento e objetivos do projeto realizado em contexto empresarial, na Leica – Aparelho Óticos de Precisão, S.A., desenvolvido no âmbito do Mestrado em Engenharia Industrial da Universidade do Minho. De seguida, a metodologia utilizada, terminado com a estrutura da dissertação.

1.1 Enquadramento

Todas as indústrias produtivas deparam-se com o mesmo problema: Quanto devo produzir. Por um lado, existe a tendência de produzir em larga escala, permitindo usufruir da economia de escala, onde o custo por produto produzido é diminuído, apesar de fazer com que os níveis de WIP aumentem. Por outro lado, o valor do WIP pode ser reduzido caso se produza um dado artigo com mais frequência, mas os preços associados à realização de setups vão aumentar (Adamczak et al., 2012). Esta problemática releva a importância de ter um planeamento da produção coeso. O planeamento e a programação da produção procuram atribuir recursos de forma eficiente, em resposta aos requisitos do cliente e à procura imposta pelo mercado. As decisões envolvidas são tipicamente problemas de planeamento a curto e médio prazo, como tamanhos de lotes de produção e o sequenciamento de operações de produção (Clark et al., 2011). O planeamento da produção é uma atividade que considera o melhor uso dos recursos de produção para satisfazer as metas de produção (satisfação das necessidades de produção e antecipação das oportunidades de vendas) ao longo de um determinado período denominado horizonte de planeamento. O dimensionamento do lote visa determinar o momento e o nível de produção ideais. Os primeiros desenvolvimentos neste campo têm as suas raízes no modelo Quantidade Económica de Encomenda (Economic Order Quantity) desenvolvido por Harris (1913), explorado décadas depois por Wagner-Whitin (1958). Tomar as decisões corretas no dimensionamento de lotes afetará diretamente o desempenho do sistema e a sua produtividade, que são importantes para que uma empresa seja competitiva no mercado (Karimi et al., 2003).

1.2 Objetivos

O principal objetivo deste projeto é, através do estudo da cadeia produtiva no setor da mecânica, formular um algoritmo capaz de determinar o tamanho de lote ideal e o tempo de atravessamento para uma dada peça. Este algoritmo será posteriormente aplicado nos processos de planeamento da produção. Fatores

como tempo de processamento do lote, tempos de espera, tempos de *setup*, eficiência das máquinas, entre outros, devem ser tidos em conta de forma a manter, ou eventualmente reduzir, o tempo total de paragem. É esperado que este projeto melhore a precisão com que o tamanho de lote é calculado, em 70% das referências que estão em produção na empresa, de forma a rentabilizar da melhor forma os recursos.

1.3 Metodologia de Investigação

Saunders et al. (2009) referem que uma investigação tem um número de fases variável, apesar de existirem etapas que são partilhadas pela maioria delas, sendo estas a formulação do tema, revisão da literatura, planeamento de ações, recolha e análise de dados e por fim a escrita. A metodologia de investigação aplicada nesta dissertação intitula-se de Action-Research, “Investigação-Ação”. O’Brien (1998) simplifica esta metodologia designando-a “learning by doing”, ou seja, aprender fazendo, onde um problema é identificado por um grupo de pessoas em contexto organizacional, é feito algo para tentar resolvê-lo, verificar o quão sucedida foi a alteração e se não correspondeu às expetativas, tentar de novo. Segundo Susman & Evered (1978), a metodologia Action-Research, segue um conjunto de 5 etapas que estão interligadas num ciclo, promovendo a ideia que é sempre possível melhorar a proposta atual, sendo elas: Diagnóstico, Planeamento de ações, Implementação de ações, Avaliação e Especificação da aprendizagem, representadas na Figura 1.

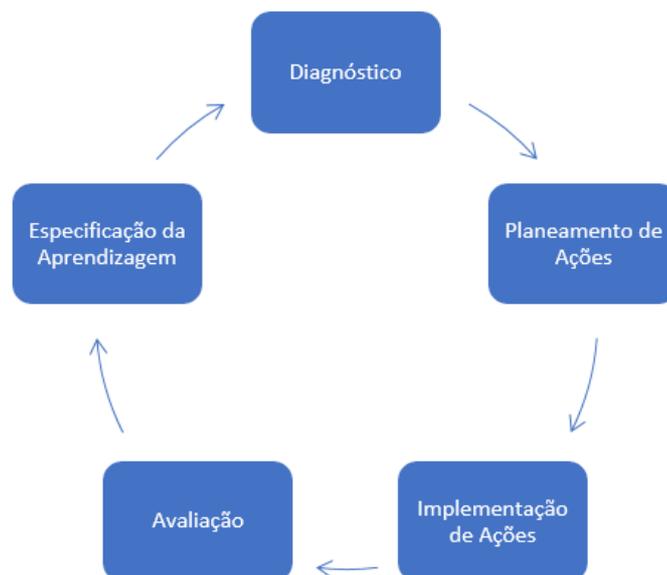


Figura 1- Metodologia Action Research
(Susman & Evered, 1978)

Seguindo então este processo, primeiramente foi identificado o problema presente no setor da mecânica que se prendeu com a eficácia de cálculo do tamanho de lote. De seguida foi necessário elaborar um plano de ação de forma a estruturar um pensamento crítico de como abordar o tema e planear a informação a recolher de forma a ser criada uma base de dados capaz de sustentar o valor a calcular. Na fase de execução, foi implementada a possível solução delineada para a melhoria da precisão do cálculo do tamanho de lote e tempo de atravessamento. Na fase da discussão de resultados, foram comparados os dados obtidos com os já existentes na empresa, de forma a conseguir ter uma noção do nível da implementação proposta. Para finalizar, foi feito um apanhado geral da aprendizagem obtida, identificando erros e possíveis melhorias, de forma a refinar o plano de ação baseado nos resultados obtidos, visto que, como o objetivo era criar uma base de cálculo capaz de justificar um tamanho de lote, era necessária uma melhoria contínua dos cálculos de forma a obter um valor mais correto possível, visto que o resultado obtido terá consequências diretas no planeamento e controlo da produção.

1.4 Estrutura da Dissertação

Esta dissertação encontra-se organizada da seguinte forma:

- **Capítulo 1:** Efetua o enquadramento ao projeto, definindo os objetivos e a metodologia de investigação utilizada.
- **Capítulo 2:** Apresenta a revisão de literatura sobre os temas envolvidos na realização do projeto.
- **Capítulo 3:** Apresenta globalmente a empresa e em particular a secção onde foi desenvolvido o projeto.
- **Capítulo 4:** Reporta a análise do estado atual, onde foi descrito o método de cálculo de lote e do tempo de atravessamento.
- **Capítulo 5:** Apresenta as propostas de melhoria e a respetiva implementação.
- **Capítulo 6:** São expostos os resultados obtidos da implementação das propostas de melhoria.
- **Capítulo 7:** Apresenta as conclusões do projeto e sugestões de melhoria futura.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 Dimensionamento de lotes

Dividir a produção em lotes é um fator essencial quando se está perante um sistema produtivo com diversos produtos que utilizam um mesmo recurso, necessitando estes de uma operação de *setup* para transitar a produção entre artigos. Em diversas situações, em vez de apenas produzir aquilo que é definido como procura num determinado momento, é por vezes, mais económico, juntar necessidades atuais e futuras de forma a evitar produzir um número reduzido de peças, o que levaria ao aumento da realização de *setups*, daí a inevitabilidade de um equilíbrio entre custos de produzir lotes grandes e as perdas de produtividade associadas à produção de vários lotes pequenos (Karmarkar, 1987; Koo et al., 2007). Dey et al. (2021) têm uma perspetiva similar, i.e. a redução dos *setups* é um fator essencial para qualquer sistema produtivo, visto que, a redução da sua execução levará a uma diminuição de custos. Karmarkar et al. (1985) referem ainda que os tempos de *setup* têm uma implicação direta na relação entre o tamanho de lote e a fila de trabalhos alocados às máquinas, pelo que a temática do tamanho de lotes deve ser abordada quando existe um objetivo de minimizar custos, relacionados com os níveis de *work in progress* (WIP) e redução do *lead time* (Koo et al., 2011). O WIP tem uma ligação direta ao tamanho de lote selecionado, no sentido em que caso este seja elevado, vai fazer com que o WIP aumente e caso o lote tenha um tamanho mais reduzido, levará a que o WIP seja também menor, daí ser muito importante gerir o lote de forma a não aumentar custos referentes a este fator (Schmidt et al., 2015). Karmarkar (1987), menciona que relacionar o desempenho da produção com o *lead time* tem vantagens. O autor relata que o tamanho de lote influencia os tempos de fila de espera, tempo de processamento e o *lead time* relativo à produção, assumindo que a matéria-prima necessária para a produção do lote chega ao sistema produtivo de uma só vez, e o lote resultante é entregue ao cliente final, também de uma só vez.

Karimi et al. (2003) e Harris (1990) referem que a complexidade de definir tamanhos de lote para a produção, depende das características que são tidas em conta no modelo. Os autores realçaram 11 características, sendo elas:

Horizonte de planeamento – Horizonte temporal utilizado pelo planeamento diretor da produção, podendo este ser finito ou infinito, sendo que um horizonte finito é normalmente acompanhado por uma procura variável enquanto que um horizonte infinito usa uma procura constante (Karimi et al., 2003).

Número de níveis – Em sistemas de produção *single level*, a matéria-prima é transformada diretamente no produto final numa única operação. A procura deste tipo de produtos provém de pedidos de compra ou previsões de mercado. Contudo, na produção *multi level*, existe uma relação entre itens com um componente pai o que cria uma procura dependente entre artigos. A matéria-prima depois de processada em diversas operações transforma-se no produto final. O *output* de um nível é o *input* de outro (Guner Goren et al., 2008; Karimi et al., 2003).

Número de produtos – O número de produtos finais no sistema produtivo é um fator que afeta a modelação e complexidade do planeamento da produção. Existem 2 tipos de sistemas de produção em relação ao número de produtos, o planeamento para um único produto final (*single-item*), e o planeamento da produção para vários produtos finais (*multi-item*), sendo que a complexidade dos problemas deste segundo sistema é muito mais elevada (Karimi et al., 2003).

Restrições de capacidade ou recursos – Os recursos de uma organização podem-se classificar em limitados e ilimitados, sendo que os limitados serão de resolução mais complexa. Num sistema de produção os recursos podem ser: equipamentos, mão-de-obra, ferramentas, orçamento, ... (Karimi et al., 2003).

Deterioração de itens – Produtos perecíveis de deterioração colocam restrições a nível do tempo de armazenamento (Karimi et al., 2003).

Procura – Procura estática significa que o seu valor não muda com o tempo, é estacionária ou mesmo constante, enquanto a procura dinâmica significa que o seu valor muda com o tempo. Se o valor da procura for conhecido com antecedência (estático ou dinâmico), ele é denominado determinístico, mas se não for conhecido exatamente e os valores da procura que ocorrem são baseados em algumas probabilidades, então é denominado probabilístico. Em casos de procura independente, os requisitos de um item não dependem de decisões sobre o tamanho do lote de outro item. Esse tipo de procura pode ser visto em sistemas de produção de nível único. No dimensionamento de lotes multinível, onde existe um componente pai que se relaciona entre outros componentes, porque a procura num nível depende da procura de seus pais (nível anterior), é denominado dependente (Karimi et al., 2003, p. 2).

Estruturação do Setup – Normalmente, a troca de produção entre produtos diferentes, pode incorrer em tempos e custos de *setup*. Existem 2 tipos de *setup*, simples e complexo. Se o tempo de *setup* e respetivo custo num dado período forem independentes da sequência de períodos anteriores, é considerado uma estrutura de *setup* simples, mas se houver uma dependência entre períodos anteriores, é considerado complexo (Karimi et al., 2003).

Custo de produção unitário – Custo que corresponde à produção de uma peça, sem considerar custos de *setup* nem custos de posse de *stock* (Harris, 1990).

Movimento – Quando maior for a movimentação do *stock*, maior pode ser a quantidade produzida por ordem de produção (Harris, 1990).

Intervalo de produção – Tempo que demora uma ordem de produção a ser executada até chegar ao armazém. Esta variável apenas é útil para descobrir um *stock* de segurança mínimo (Harris, 1990).

2.2 Planeamento e Controlo da Produção

Segundo Carvalho (2000) o planeamento e controlo da produção é algo que deve ser moldado para a empresa, ou seja, deve ir de encontro às necessidades da mesma. É um sistema que fornece informação de forma a gerir de forma eficiente os fluxos de materiais, coordenar as informações internas com as dos fornecedores, utilizar os recursos, pessoas e equipamentos e por fim comunicar com os clientes acerca das necessidades do mercado. Este tipo de sistema é tipicamente incorporado num sistema enterprise resource planning (ERP) (Robert Jacobs et al., 2011).

Anil Suresh & Kumar (2008) apontam os seguintes pontos como sendo os objetivos do planeamento e controlo da produção:

- Planeamento sistemático das atividades de produção para alcançar a maior eficiência na produção de bens/serviços.
- Organizar o chão de fábrica, como máquinas, recursos humanos, ... para atingir os objetivos estabelecidos para a produção, visando a relação entre quantidade e qualidade, tempo e custo.
- Programar recursos de forma “ideal”.
- Coordenar o fluxo de informação entre departamentos ligados à produção
- Estar em conformidade com as datas de entrega.
- Planeamento e controlo de materiais.
- Ser capaz de realizar ajustes devido a alterações das necessidades e pedidos urgentes.

Vollmann et al. (1992), classificam o planeamento e controlo da produção em quatro níveis, sendo eles:

1º Planeamento da Produção

- 2° Planeamento Diretor da produção
- 3° Planeamento das necessidades de materiais
- 4° Controlo da produção

2.2.1 Planeamento da Produção

O planeamento da produção tem de ser feito consoante o tipo de produção que é levada a cabo, podendo esta ser, segundo Berry e Hill (1992), *make-to-order* (MTO), *assemble-to-order* (ATO) ou *make-to-stock* (MTS).

- **Make-to-Order (MTO):** Normalmente utilizadas para personalização visto que produtos provenientes de sistemas MTO são produzidos individualmente para irem de encontro às especificações impostas pelo cliente (Kanda et al., 2016).
- **Assemble-to-Order (ATO):** Finalizar um produto semiacabado presente em *stock* de forma a ir de encontro à encomenda do cliente (Wang et al., 2013).
- **Make-to-Stock (MTS):** Produtos são produzidos de forma a antecipar futuras encomendas e são guardados em inventário (Youssef et al., 2004).

As interações entre a gestão da procura e o planeamento diretor da produção (PDP) são frequentes e detalhadas, da mesma forma que a parte logística precisa de informações sobre o estado das encomendas colocadas pelos clientes, capacidade consumida e capacidade disponível para que estes possam ser mantidos informados. Os detalhes variam significativamente entre os ambientes MTO, ATO e MTS. Em todos os casos, no entanto, o conceito subjacente é que as previsões são consumidas ao longo do tempo pelos pedidos reais dos clientes, como mostra a Figura 2.

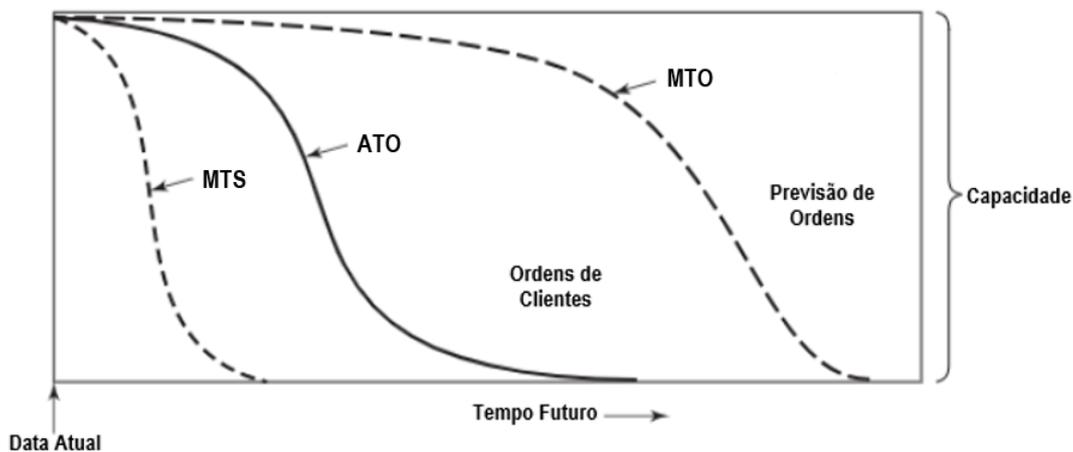


Figura 2- Previsões consumidas por previsões
(Jacobs et al., 2011)

É possível observar-se que as linhas para os três ambientes são bem diferentes. Para o ambiente MTS, há muito poucos pedidos de clientes reais, uma vez que a procura geralmente é satisfeita pelo *stock*. Isso reflete a necessidade de gerir o *stock* de produtos acabados. No ambiente ATO, há pedidos de clientes já reservados para vários períodos no futuro. Problemas de gestão das necessidades, ainda que diferentes, confrontam empresas com um ambiente MTO, ou então designado de *make (engineer)-to-order*, onde a comunicação entre a empresa e o cliente, envolve primeiro a engenharia, responsável pelo desenvolvimento do produto (Jacobs et al., 2011).

O planeamento da produção trata principalmente da determinação de lotes de produção, especificamente o tamanho dos mesmos e o tempo de produção, a fim de satisfazer a procura num determinado horizonte finito de tempo. Para definir planos de produção viáveis e económicos, muitas outras características do sistema de produção costumam ser levadas em consideração: a disponibilidade de recursos (horas-máquina, mão de obra, subcontratação, ...), os custos de produção e *stock* e outras medidas de desempenho, como o nível de atendimento ao cliente (Pochet & Wolsey, 2006).

2.2.2 Planeamento Diretor da Produção (PDP)

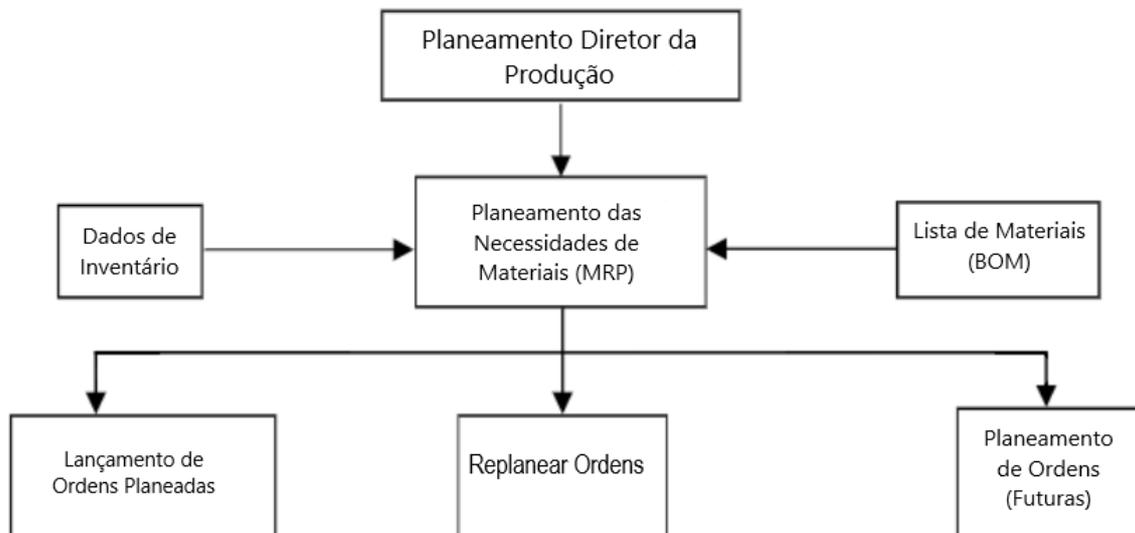
O objetivo do PDP, é a transformação das previsões e pedidos de procura existentes num plano de ação específico para determinado período próximo. O plano diretor pode ser elaborado diretamente de acordo com as previsões e pedidos, podendo ser elaborado com base no plano de vendas e operações existente. Este plano, ao contrário do plano de vendas e operações, é muito mais detalhado, ou seja, a agregação de produtos individuais aqui é a exceção e não a regra (Mauergauz, 2016).

O PDP, pode conter 2 níveis: um nível referente a um grupo de produtos (planeamento agregado da produção) e o outro nível direcionado para produtos únicos. Um plano agregado só se torna viável se puder ser desagregado num plano de produção detalhado, podendo assim traduzir o plano de vendas e operações em produtos efetivamente capazes de serem produzidos com as devidas quantidades e prazos determinados (Axsater, 1986; Robert Jacobs et al., 2011).

O PDP é o ponto de partida para o uso do sistema *manufacturing resources planning* (MRP) que é responsável por calcular as quantidades de materiais necessários para satisfazer um plano de produção (Kurbel, 2013).

2.2.3 Planeamento das Necessidades de Materiais (MRP)

O MRP toma uma posição central no planeamento e controlo da produção, possibilitando a tradução dos planos gerais de produção em etapas individuais necessárias para realizar esses planos. O MRP estabelece um planeamento diretor da produção, que nada mais é que um planeamento agregado da produção que mostra as quantidades necessárias a produzir e o planeamento dessas mesmas necessidades. Através da BOM, que demonstra o relacionamento direto existente entre componentes, e do inventário de produtos existentes, o MRP programa e controla o fluxo de materiais desde as matérias-primas até aos produtos acabados numa base temporal (geralmente em semanas) Hitomi, K. (1996); Jacobs et al., 2011). Suresh e Kumar (2008), acrescentam mais um fator tido em conta pelo MRP, para além da BOM e do inventário, que é o planeamento diretor da produção. Estes referem que através destes 3 dados, o sistema MRP consegue conferir 3 dados para cada componente de um produto: requisitos para lançamento de ordens, replaneamento de ordens e planeamento de ordens, tal como representado na Figura 3.



*Figura 3 - Sistema MRP
(Suresh & Kumar, 2008)*

Planeamento Diretor da Produção (PDP) - O PDP é desenvolvido inicialmente a partir de pedidos firmes de clientes ou de previsões de procura. O sistema MRP, qualquer que seja o cronograma principal, exige e traduz os itens finais do MPS em requisitos de componentes específicos (Suresh & Kumar, 2008).

Inventário - Cada componente deve ter informações relativas às quantidades disponíveis, necessidades brutas, ordens planeadas e lançamento de ordens planeadas. Deve conter informações adicionais como tamanho de lote, prazos de entrega, níveis de *stock* de segurança e taxa de refugo (Suresh & Kumar, 2008).

Lista de Materiais (BOM) - A BOM identifica como cada produto final é produzido, especificando todos os componentes, a sua sequência de montagem, a quantidade e os centros de trabalho que executam a operação (Suresh & Kumar, 2008).

Uma das informações resultantes do sistema MRP, o replaneamento de ordens, acontece, segundo Tang e Grubbström (2002), devido à instabilidade da procura de um produto. Quando este tipo de situação acontece, existe um erro de previsão e o sistema tem de ser modificado para se adaptar às novas informações para manter o custo de produção baixo e manter o nível de serviço.

2.2.4 Controlo da Produção

Carvalho (2000) refere que, no último nível do planeamento e controlo da produção, encontra-se o controlo da execução dos planos referidos no MRP, quer em termos de compras quer em termos da produção. Este nível é dedicado a decisões como qual o próximo componente a ser processado num determinado centro de trabalho. Trata-se da programação da produção e do controlo da produção de mais baixo nível e muitas vezes em tempo real. Aqui também, a configuração do sistema depende das necessidades do processo.

Empresas com uma grande variedade de produtos, muitas vezes agrupam todos os equipamentos do mesmo tipo num centro de trabalho (*Job Shop*). O sistema de controlo fabril estabelece prioridades para todas as ordens de produção em cada centro de trabalho para que essas ordens de produção possam ser levadas a cabo com o melhor desempenho possível.

2.3 Every Part Every Interval (EPEI)

O conceito EPEI, refere-se a “todo produto a cada intervalo”, que é uma medida do tamanho do lote de produção, capaz de indicar o menor período de tempo em que todos os produtos podem ser produzidos não comprometendo o *takt time* do cliente (Adamczak et al., 2012; Urnauer et al., 2019).

Duggan (2013) expõe este conceito através do seguinte exemplo: Se uma máquina é capaz de mudar e produzir a quantidade necessária de todos os tipos de peças dedicadas à mesma em três dias, o tamanho do lote de produção para cada tipo de peça deve cobrir três dias de necessidades da respetiva peça. Assim, esta máquina volta a produzir a mesma peça a cada três dias. Pasetti Monizza et al. (2018) acrescentam ainda que o EPEI é um indicador que representa o nível de flexibilidade do processo produtivo.

Erlach (2013) determina a flexibilidade de um processo produtivo através do EPEI, dizendo este que, o EPEI, equivale ao período de tempo necessário para concluir todo o ciclo de *setup* para todos os produtos associados a uma dada máquina.

A sucessão de todos os produtos e os seus respetivos tempos de operação e tempos de *setup* estão representados na Figura 4.

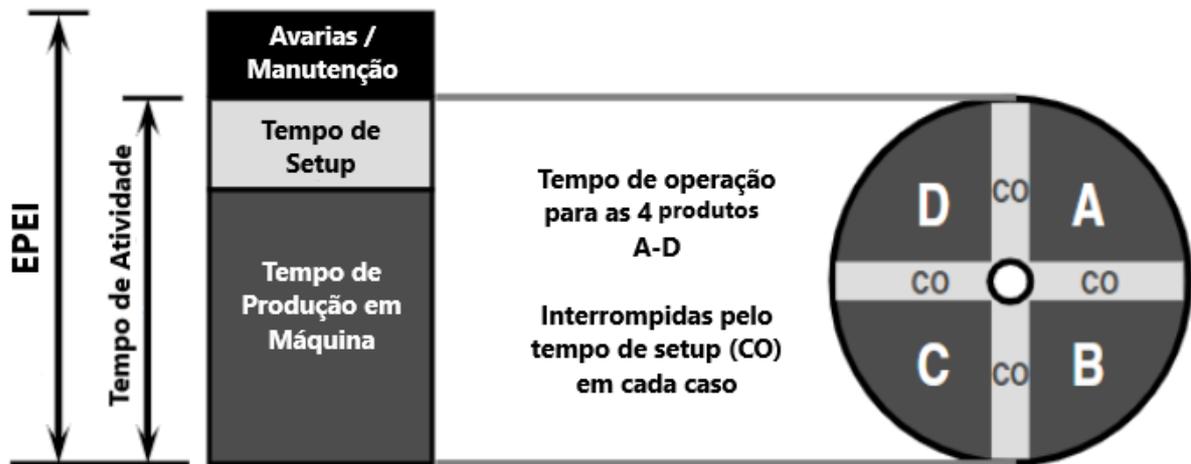


Figura 4 – Representação esquemática e cálculo do EPEI (Erlach, 2013)

No caso simples de tamanhos de lote e tempos de *setup* idênticos para todas os produtos, o valor EPEI é determinado de acordo com a seguinte equação:

$$EPEI = \frac{\sum OT + \sum CO}{\#Res \times WT} = \frac{\#Var}{\#Res} \times \frac{((LS \times OT) + CO)}{WT}$$

Onde:

#Var – Quantidade de produtos associados à máquina

#Res – Número de máquinas idênticas

LS – Tamanho de lote (média)

OT – Tempo de ciclo por produto (média)

CO – Tempo de *setup* (média)

WT – Capacidade instalada (tempo/dia)

O valor EPEI do estado atual de um processo de produção é determinado pela soma dos tempos de operação de todas as variantes do produto nos respetivos tamanhos de lote e os tempos de *setup* necessários, bem como paragens planeadas e não planeadas. Este valor indica quanto tempo é necessário para produzir cada produto uma vez (Erlach, 2013).

Adamczak et al. (2012), utilizam o valor obtido pelo EPEI para dimensionar lotes de produção, que reflete o ciclo de mudança de uma gama de produtos numa máquina, portanto, o tamanho de lote deve ir de encontro à necessidade do cliente para um dado produto consoante o seu valor de EPEI. Portanto, estes autores, definiram a seguinte fórmula:

$$EPEI = \frac{A}{P}$$

Onde:

A - Representa a quantidade de referências associadas à máquina

P - Representa a quantidade de *setups* possíveis num intervalo de tempo

A variável **P**, é determinada da seguinte forma:

$$P = \frac{Fd - Fp}{T_{pz}} = \frac{T_p}{T_{pz}}$$

Onde:

Fd – Tempo disponível

Fp – Tempo de produção

T_p – Tempo disponível para realizar *setups*

T_{pz} – Tempo de *setup* médio de uma máquina

O valor de EPEI é determinado diretamente por dois parâmetros: o número de produtos atribuídos a uma máquina e o número de *setups* possíveis. O EPEI a considerar deve ser o mais alto de qualquer máquina presente no processo. Um EPEI alto significa baixa flexibilidade. A máquina com o EPEI máximo será o gargalo do processo produtivo, como representado na Figura 5.

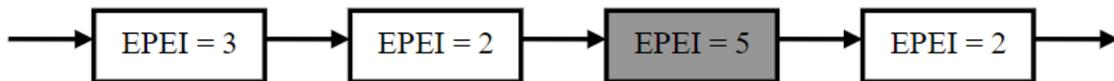


Figura 5 - Cálculo do EPEI para um processo produtivo
(Adamczak et al., 2012)

2.4 Job-Shop

Tradicionalmente, o *job-shop* (implementação por processo) é um tipo de ambiente de produção que pode ser encontrado na indústria mecânica, principalmente na fabricação de componentes. *Job-shops* são predominantes em indústrias onde cada pedido do cliente é único com parâmetros específicos, seguindo um *layout* funcional de equipamento de produção, onde estes estão organizados em grupos específicos que determinam tarefas semelhantes (Land & Gaalman, 1996; Oterhals, 1988).

Para Oterhals (1988), um sistema produtivo é considerado um *job-shop* quando reúne estas duas características:

- A procura de um produto é convertida num conjunto de ordens de produção.

- Cada ordem de produção é processada por um roteiro predefinido através de um conjunto de estações de trabalho (Mattfeld, 1996; Oterhals, 1988).

Pinedo (2005) refere que, em alguns modelos, uma peça pode visitar qualquer centro de trabalho no máximo uma vez em todo o seu roteiro, enquanto que noutros modelos, essa mesma peça pode visitar cada máquina mais de uma vez. Scholz-Reiter et al. (2011) representam bem o nível de flexibilidade associado ao conceito de *job-shop* no chão de fábrica. Conforme ilustrado na Figura 6, peças distintas percorrem roteiros diferentes por entre o conjunto de máquinas que constituem cada um dos 6 grupos produtivos (i.e. oficinas).

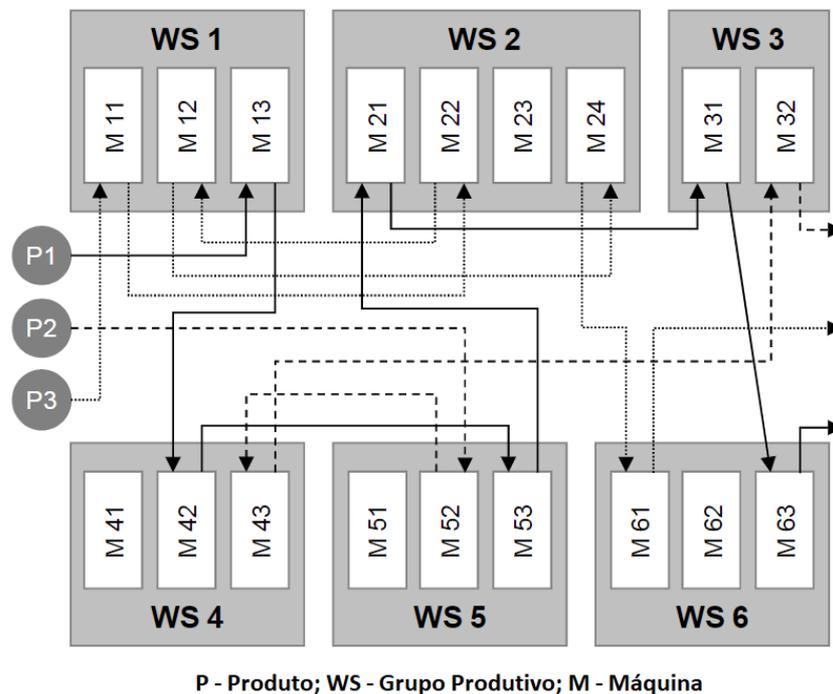


Figura 6 - Conceito de Job-Shop
(Adaptado de (Scholz-Reiter et al., 2011))

2.5 Tempo de Atravessamento

O tempo de atravessamento é definido como o período de tempo entre a libertação de um pedido de produção para o chão de fábrica e o seu recebimento no *stock* de produtos acabados ou envio ao cliente. Reduções no tempo de atravessamento podem gerar inúmeros benefícios, incluindo níveis mais baixos de WIP, custos mais baixos e menos erros de previsão (dado que as previsões são para horizontes de tempo mais curtos).

As reduções no tempo de atravessamento aumentam a flexibilidade e reduzem o tempo necessário para responder aos pedidos dos clientes. Isso pode ser vital para a sobrevivência e lucratividade das empresas,

especialmente aquelas que sofrem pressões de mercado crescentes por prazos de entrega mais curtos (Johnson, 2003).

Fatores que Influenciam o Tempo de Atravessamento

P_X = Tempo de processamento da peça X	P_Y = Tempo de processamento da peça Y
S_X = Tempo de setup da peça X	S_Y = Tempo de setup da peça Y
M_X = Tempo de movimentação da peça X	M_Y = Tempo de movimentação da peça Y
WS-1 = Posto de trabalho 1	WS-2 = Posto de trabalho 2
Q_X = Tempo de espera da peça X	Q_Y = Tempo de espera da peça Y
I = Tempo ocioso	

Figura 7 Terminologia essencial associada ao Tempo de Atravessamento

Segundo Johnson (2003), estes são os fatores que influenciam o tempo de atravessamento:

1. Tempo de Produção

Considerando a seguinte situação: O tempo de ciclo da peça é de 10 minutos em cada posto de trabalho (WS-1 e WS-2); o tamanho de lote de cada peça é 1; o tempo de deslocamento entre postos é instantâneo; as peças chegam uma de cada vez às estações de trabalho e não existe variabilidade na chegada das peças ou no tempo de ciclo. Nestas condições, seria possível sequenciar as chegadas ao posto de trabalho para que a próxima peça não chegue até que a peça atual seja concluída. Como a Figura 8 ilustra, se X e Y forem processados consecutivamente, o *manufacturing throughput time per part* (MTTP) para cada peça é a soma dos tempos de ciclo em cada estação, num total de 20 minutos, ou seja, é o MTTP mínimo possível, e é considerado um sistema perfeito. Qualquer aumento no tempo de processamento por peça aumentaria o MTTP na mesma quantidade.

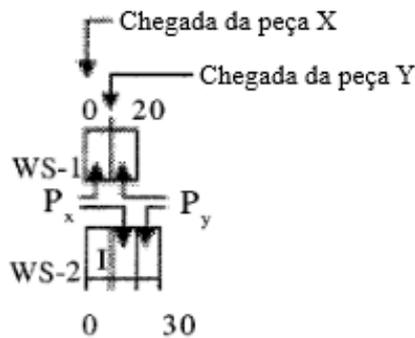


Figura 8 – Impacto do tempo de produção no tempo de atravessamento
(Adaptado de Johnson (2003))

2. Tamanho de Lote

Tamanhos de lote de produção (ou seja, o número de peças do mesmo tipo processadas antes que o posto de trabalho seja configurado para processar uma peça diferente) e tamanhos de lote de transferência (o número de peças movidas ao mesmo tempo para o próximo posto de trabalho), são muitas vezes irrealistas devido aos tempos de *setup* das máquinas e das restrições de manuseamento de materiais, respetivamente. Considerando o seguinte exemplo: O tamanho do lote de produção e de transferência para cada peça é de 10 unidades, ou seja, as 10 peças produzidas serão movidas em conjunto para o posto de trabalho seguinte; as restantes condições anteriores mantêm-se. Nesta situação, cada lote passa 100 minutos em cada estação para um MTTP total de 200 minutos (Figura 9).

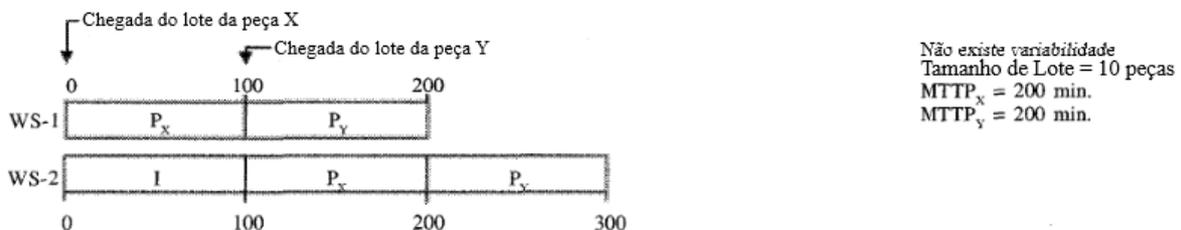


Figura 9 - Impacto do tamanho de lote no tempo de atravessamento
(Adaptado de Johnson (2003))

O tempo de espera por lote incorrido por cada peça, neste caso, está linearmente relacionado ao tamanho dos lotes de produção utilizados. Isso faz com que o MTTP também aumente de forma linear à medida que os tamanhos dos lotes de produção e transferência aumentam.

3. Setup e Movimentação

Fatores como *setups* e movimentação de peças podem ser inseridos neste sistema hipotético. Considerando um tempo de *setup* de 40 minutos e incluindo um tempo de movimentação de lote de 15 minutos entre postos, se nenhuma outra alteração for feita no processo, o MTTP aumenta em 95 minutos, fazendo com que o MTTP total aumente para 295 minutos (Figura 10).

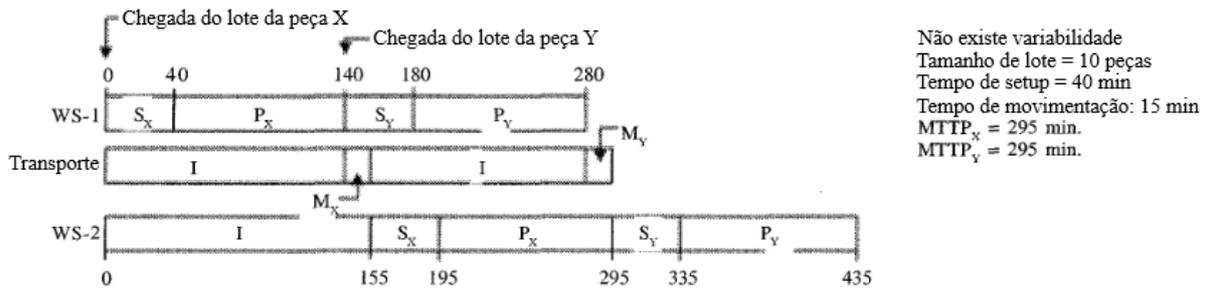


Figura 10 - Impacto do tempo de setup e movimentação no tempo de atravessamento
(Adaptado de Johnson (2003))

Quaisquer aumentos adicionais no *setup* e no tempo de movimentação aumentariam diretamente o MTTP na mesma quantidade.

4. Variabilidade

Assumindo que o mesmo ciclo de produção se repete continuamente nos exemplos mostrados nas Figuras 8, 9 e 10, nenhum tempo ocioso existirá em nenhum dos postos uma vez que o sistema é preenchido com trabalho, fazendo com que a utilização em estado estacionário seja de 100%. Isso só pode acontecer num sistema sem variabilidade. Como tais sistemas não existem na realidade, o fator variabilidade é introduzido e examinado no sistema hipotético. A variabilidade pode ser resultado de variação controlável ou aleatória Hopp e Spearman (2001). A variação controlável é resultado de decisões tomadas e inclui coisas como diferenças no tempo de processamento de diferentes peças devido a alterações de projeto, diferenças no tempo de espera do lote devido a decisões de produção e tamanho do lote de transferência, e assim por diante. Em contraste, a variação aleatória é resultado de eventos que vão para além do nosso controlo imediato. Isso inclui coisas como variação natural no tempo de processo para o mesmo tipo de peça devido ao tempo de inatividade não planeado da máquina ou diferenças nas máquinas, operadores ou material; variação no tempo entre chegadas a cada posto de trabalho, etc. Independentemente do tipo, a variabilidade gera a possibilidade de que um lote de peças que chegue ao posto de trabalho encontre o mesmo ainda ocupado com o lote anterior. Quando isso acontece, o novo lote deve entrar na fila e aguardar a sua vez.

Por exemplo, supondo que na Figura anterior a variabilidade fez com que o tempo de processamento para o lote de X no WS-1 fosse 110 minutos em vez de 100 minutos, e no WS-2 fosse 90 minutos em vez de 100 minutos. Além disso, o lote de Y chega ao WS-1 em 130 minutos, ou seja, 10 minutos antes do planeado. O impacto no MTTP é mostrado na Figura 11.

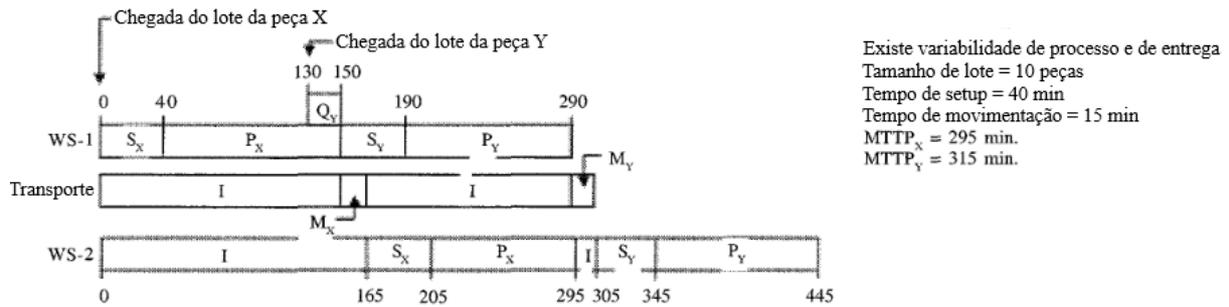
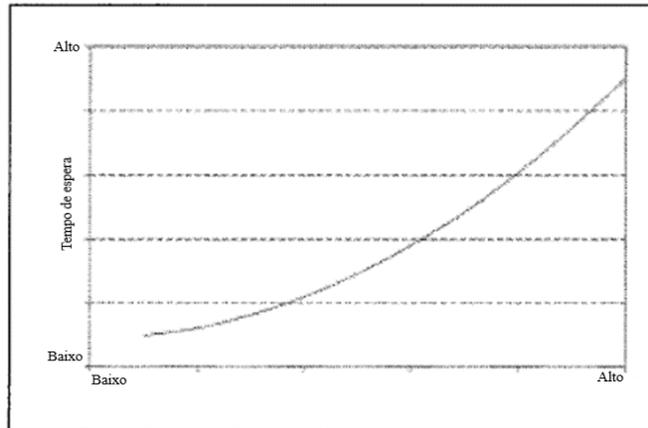


Figura 11 - Impacto da variabilidade no tempo de atravessamento
(Adaptado de Johnson (2003))

A chegada antecipada do lote de peças Y ao WS-1 juntamente com o tempo de processamento do lote estendido de X no WS-1 causou um tempo de espera inicial de 20 minutos para o lote de peças Y no WS-1. Esse tempo de espera é chamado de tempo de fila ou *Queues*. O tempo de processamento de lote estendido da peça X no WS-1 também atrasou a chegada do lote de Y ao WS-2 em 10 minutos (quando comparado com a Figura 11), o que causou 10 minutos de tempo ocioso entre a conclusão de X no WS-2 e o início de Y. O resultado líquido é um MTTP para X que é o mesmo que na Figura 11 (ou seja, 295 minutos), mas um MTTP para Y que é 20 minutos mais longo (ou seja, 315 minutos em vez de 295 minutos). Aumentos na variabilidade fazem com que o tamanho da fila e o seu tempo de fila associado aumentem.

5. Ocupação

A variabilidade tem menos impacto no tempo de fila quando a utilização do posto de trabalho é mais reduzida do que quando a utilização deste é superior. Quando a utilização é reduzida e existe uma capacidade significativa do posto, é bastante fácil para um lote chegar e ser imediatamente processado. No entanto, à medida que a utilização aumenta e menor é a capacidade de folga disponível, essa situação já é mais complicada. Isso aumenta a probabilidade de que o lote entre na fila, resultando em tempos de fila e MTTP mais longos como exemplificado na Figura 12.



*Figura 12 - Impacto da ocupação no tempo de atravessamento
(Adaptado de Johnson (2003))*

Reduções no MTTP exigem reduções no fator mais variável que é o tempo de espera. Embora o tempo de *setup*, o tempo de processamento por peça e o tempo de movimentação sejam independentes um do outro (ou seja, uma redução no tempo de movimentação não afeta o tempo de *setup* ou o tempo de processamento por peça e assim por diante), alterações em qualquer um desses três componentes podem afetar o tempo de espera (Hyer & Wemmerlöv, 2002).

Filas de Espera em Sistemas Produtivos

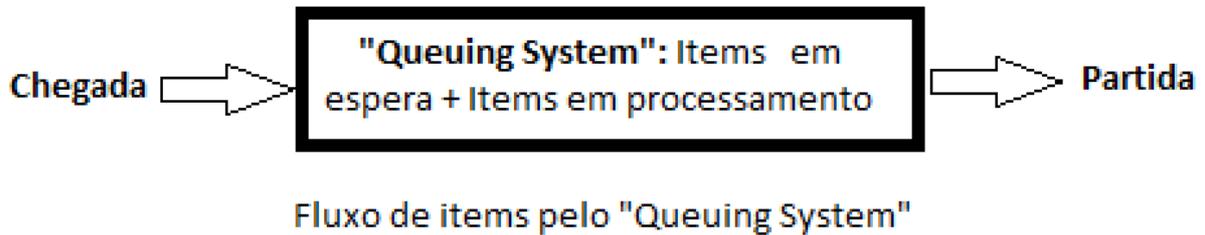
Sistemas com múltiplos produtos e vários tipos de máquinas, como é o caso em *job-shops*, tendem a adotar um comportamento de filas de espera. Estas filas ou atrasos surgem do complexo fluxo de materiais no chão de fábrica e pela heterogeneidade de produtos (Karmarkar, 1987).

Karmarkar (1987) refere ainda que a variabilidade é um fator com um impacto substancial no que toca ao aumento dos atrasos. A variabilidade nos tempos de atravessamento decorre principalmente da heterogeneidade dos produtos que chegam ao centro de trabalho, pois cada item possui um tempo de preparação e um tempo de processamento diferentes por unidade. No entanto, essa variabilidade pode ser claramente afetada pela escolha dos tamanhos dos lotes. Por exemplo, os tamanhos de lote podem ser escolhidos de modo a tornar todos os tempos de produção de lote idênticos num determinado centro de trabalho.

Lei de Little

Little e Graves (2008) definiram o conceito de “Queuing system”, que traduzido significa “Sistema de Filas de Espera”. Neste sistema, os objetos discretos (itens) chegam a uma dada taxa ou cadência ao

sistema. Dentro do sistema os itens podem formar uma ou mais filas, e eventualmente receber o “atendimento” e posteriormente sair da mesma. Na Figura 13 mostra-se este raciocínio esquematicamente.



*Figura 13 - Visualização esquemática do "Queuing System"
(Adaptado de (Little & Graves, 2008))*

Enquanto os itens estão no sistema, estes podem estar em filas de espera, podem estar a ser processados ou alguns em fila de espera e serviço. A interpretação dependerá da aplicação e dos objetivos de cada pessoa (Little & Graves, 2008).

Caso Prático

Por exemplo, no caso de uma adega, diz-se que uma garrafa (um “item”) chega ao sistema quando é colocada pela primeira vez na adega. Cada garrafa permanece no sistema até que alguém a seleccione e a retire da adega para consumo. É interessante notar, no entanto, que não se sabe qual a garrafa que será escolhida e não há garantia que o FIFO é utilizado. De qualquer forma, para lidar com o número médio de garrafas na adega ou o tempo médio de cada garrafa na adega, precisamos considerar o sistema completo composto pela fila de espera mais o atendimento (Little & Graves, 2008).

A Lei de Little, apresentada no artigo Little (1961), diz que o número médio de itens num “Queuing System” (L) é igual ao número de itens que chegam numa dada unidade de tempo (λ) multiplicado pelo tempo médio de espera no sistema (W).

$$L = \lambda \times W$$

Hopp e Spearman (2001), representam a lei de Little como:

$$WIP = TH \times \frac{1}{CT}$$

para enfatizar sua aplicabilidade às operações, onde TH representa o tempo de atravessamento e CT o tempo de ciclo.

3. CARACTERIZAÇÃO DA EMPRESA

3.1 Leica – Aparelhos Óticos de Precisão, S.A.

Em 1849, na cidade de Wetzlar, localizada na Alemanha, Carl Kellner fundou o instituto ótico “Optisches Institut” onde eram produzidos óculos e telescópios. Mais tarde, em 1851, este publicou um tratado sobre ótica que foi reconhecido no mundo científico. Esta publicação potenciou o seu instituto, dando início à produção de microscópios que se destacariam pela sua qualidade e precisão. Em 1864, Ernst Leitz integra o instituto ótico tornando-se sócio do mesmo, assumindo a sua direção em 1869. Com esta mudança vieram também novos produtos e verificou-se um aumento não só nas vendas como também no número de pessoas que a empresa empregava. No ano de 1900 a empresa atingiu o marco de vendas de 4000 microscópios por ano. Neste mesmo ano, Ernst Leitz implementou na empresa turnos de trabalho de 8 horas e o seguro de saúde para cada colaborador, numa altura em que estavam empregadas 400 pessoas. Em 1913 foi lançada a Ur-Leica, o protótipo de uma câmara 35mm de pequeno formato, mas foi só em 1924 que começou a produção da primeira câmara fotográfica, a Leica I. No ano de 1973, com o contínuo crescimento da marca, foi fundada a Leitz Portugal – Aparelhos Óticos de Precisão em Vila Nova de Famalicão, Portugal, passando esta a ser posteriormente designada por Leica - Aparelhos Óticos de Precisão S.A., que contava com 84 colaboradores ao fim do seu primeiro ano de atividade. A 31/03/2013, a Leica, já com 740 colaboradores, inaugurou a sua nova unidade fabril em Lousado, Vila Nova de Famalicão, representada na Figura 14 (Leica, 2022b).



*Figura 14 – Instalações Leica - Aparelhos Óticos de Precisão S.A. Portugal
(Leica, 2022e)*

Faz parte da filosofia da empresa a procura constante pela perfeição, e é por isso que cumpre os requisitos da norma ISO 9001:2015, que confere um certificado de um sistema de gestão e qualidade. Com um trabalho contínuo no que toca ao aumento da eficiência do seu processo de fabrico, a

sustentabilidade ambiental é um tema presente na empresa, possuindo a certificação NP EN ISO 14001:2015 (Leica, 2022g).

3.2 Produtos Leica

A Leica tem 4 famílias de produtos distintas, a Câmera, Objetiva, *Sport Optics* e Terceiros. Como demonstra a Figura 15, a câmera é aquela que tem mais representatividade a nível produtivo e de vendas, representando 37% do produto total planeado, seguindo-se a família *sport optics* com uma fatia de 29%, que é constituída por aparelhos de observação da natureza e caça desportiva como binóculos, monóculos e miras, vindo depois a objetiva com 26%. Por último encontram-se os terceiros com 8%. As peças classificadas como terceiros são peças provenientes de serviços subcontratados à empresa.

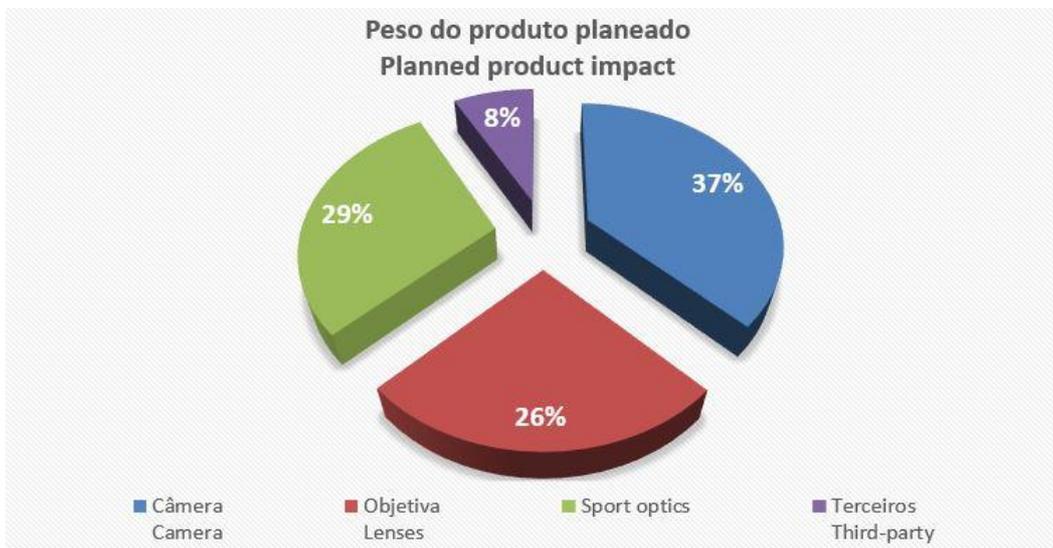


Figura 15 - Representatividade da família de produtos por número de componentes

O produto de destaque na família câmera é a família M. M11 é o mais recente modelo da câmera M e um dos mais icónicos. A Leica M-Family é conhecida pela sua aparência e toque premium (Leica, 2022d).



Figura 16 - Desenho de engenharia (modelo 3D) - M11

Na família das Objetivas, a APO-Summicron-SL 35 f/2 ASPH é uma objetiva utilizada para a máquina M11. Esta objetiva possui uma lente utilizada para reportagem e para outras áreas da fotografia, como arquitetura, paisagens, retratos e trabalho em estúdio (Leica, 2022c).



Figura 17 - Desenho de engenharia (modelo 3D) - APO-Summicron-SL 35 f/2 ASPH

Na família *Sport Optics*, encontra-se um novo produto designado de Geovid Pro 8x32 que é um binóculo projetado para observação durante o dia, bem como para jornadas de caça. São os binóculos telémetro mais compactos e poderosos da classe premium (Leica, 2022a).



Figura 18 - Desenho de engenharia (modelo 3D) - Geovid Pro 8x32

3.3 Descrição Geral do Processo Produtivo

A Leica- Aparelhos Óticos de Precisão, S.A., sempre manteve uma conexão com a sua casa mãe, a Leica Camera AG, com sede em Wetzlar na Alemanha, sendo, portanto, sua filial. Com a vinda das novas instalações e da conseqüente evolução das mesmas, começou a existir a possibilidade de alargar o leque de clientes, começando assim a prestar serviços a empresas tratadas internamente como “Terceiros”, que nada mais são que empresas externas que contratam os serviços da empresa, sendo estes geralmente também empresas ligadas ao ramo dos aparelhos óticos de precisão como a indústria aeronáutica.

A Leica está organizada, internamente, em três secções produtivas:

- **Mecânica:** Composta por máquinas CNC e convencionais, sendo responsável por transformar matéria-prima (latão, alumínio, magnésio, aço e titânio) em componentes.
- **Ótica:** Focada na produção de prismas, utilizados nos binóculos e máquinas fotográficas, e lentes que são incorporadas também nos binóculos, miras e objetivas.

- **Montagem:** Responsável pela montagem das peças provenientes da secção da ótica e da mecânica. A Montagem é ainda responsável pela incorporação dos componentes eletrónicos provenientes de fornecedores externos.
 - **Ferramentaria:** Setor responsável por fornecer soluções a nível de ferramentas de forma a serem capazes de manusear e trabalhar uma peça na máquina conforme as especificações necessárias.

Existem ainda mais dois departamentos fora das áreas produtivas:

- **Logística:** Departamento responsável não só pela elaboração do PDP (Plano Diretor de Produção) em conjunto com a casa mãe como pela compra da matéria-prima.
- **Qualidade:** Responsável pelo controlo tanto da matéria-prima quando chega à empresa, como também pelos produtos que são exportados para os clientes.

3.4 Secção da Mecânica

A Mecânica é a maior secção produtiva da Leica S.A., estando esta estruturada num sistema *job shop*. Na secção da mecânica são produzidos produtos que realizam operações em vários centros de trabalho numa sequência variável, não existindo um roteiro “padrão” para todos os produtos (Montreuil, 1999) . Existem atualmente 1700 referências ativas.

3.4.1 Fluxo de Informação Interno

O processo de produção desencadeia-se com a transformação de uma ordem planeada de produção, presente em SAP, para uma ordem de produção por parte do planeamento. O tempo de atravessamento da peça desempenha um papel fulcral na definição da data de conversão da ordem planeada em ordem de produção. Caso este tempo esteja mal definido, irá fazer com que a ordem seja impressa com uma antecipação indesejada, obrigando ao material a ficar no armazém de acabados, 0018, por mais tempo, ou então pode levar a que a peça já esteja em atraso na altura da conversão da ordem. A ordem é impressa e posteriormente entregue ao chefe de grupo responsável pela primeira operação ao lote, presente no roteiro. Cada chefe de grupo, ao receber a ordem de produção, faz um planeamento interno, sendo este responsável pelo sequenciamento das ordens de produção em fila de espera. Caso o centro de custos da primeira operação seja 173, 174 ou 175 (centro de custos da maquinaria), irá gerar uma encomenda ao armazém interno da Leica S.A, onde estão armazenadas as matérias-primas em barra,

para que enviem nas quantidades e dimensões requeridas. Caso a primeira operação seja realizada num centro de custos do tratamento de superfície, é também gerada uma encomenda de matéria-prima, mas desta vez ao armazém logístico, 0010, presente na mecânica, onde a matéria-prima, em vez de ser entregue em barra, é entregue como uma peça semiacabada. Após a receção da matéria-prima, é iniciada a produção do lote e seguido o roteiro entre os diferentes CT. O destino das peças, depois de cumprirem o roteiro, é, normalmente, o armazém 0018 (armazém de produtos acabados da mecânica).

3.4.2 Nomenclatura das Referências/Centros de Custo

Internamente, é usado um sistema de referenciação para as peças produzidas na empresa, existindo, portanto, uma codificação universal utilizada por todos os setores. Todas as referências são geridas pelo sistema ERP SAP.

Uma referência é composta por 15 caracteres, dividido em 4 grupos de 3 números inteiros, representando o primeiro grupo o produto, o segundo grupo o modelo, o terceiro grupo o grupo a que a peça pertence e por fim o quarto grupo que representa o número da peça, tal como representado na Figura 19.



Figura 19 - Nomenclatura das referências

Existe ainda uma outra nomenclatura constituída por 2 grupos de 3 caracteres e por 1 grupo de 2 caracteres, de forma a identificar os diferentes centros de trabalho. O primeiro grupo de caracteres identifica o centro de custo a que o centro de trabalho está associado. O segundo grupo identifica o nome do centro de trabalho de forma abreviada. O terceiro grupo é a identificação do número do centro de trabalho, como representado na Figura 20, onde está representada uma máquina.



Figura 20 - Nomenclatura dos centros de trabalho

3.4.3 Movimentação de peças aos CT

O abastecimento aos centros de trabalho é realizado através de um sistema *Mizusumashi*, baseado num operador que procede ao abastecimento das peças necessárias através da utilização de carrinhos manuais (Miwa et al., 2017). A movimentação de peças na mecânica é realizada por um

colaborador apelidado de “Mizu” com recurso a um carrinho manual, no qual se colocam as peças a transportar entre CTs. O material transportado é colocado nas prateleiras de entrada de cada grupo, existindo igualmente uma prateleira de saída, destinada ao material que já está pronto a ser transportado. O “Mizu” não intervém nas movimentações internas dos CTs, isto é, essas movimentações são da responsabilidade dos colaboradores dos CTs. O “Mizu” não segue uma rota fixa, tendo, portanto, liberdade absoluta de movimentos

3.4.4 Armazém

A secção da mecânica possui 3 armazéns designados por 0010, 0017 e 0018, essenciais ao funcionamento da secção.

Armazém 0010: Armazém de matéria-prima necessária à produção dos componentes. Sempre que um chefe de grupo necessite de matéria-prima para trabalhar/produzir um componente, terá de fazer um pedido de levantamento de matéria-prima ao armazém.

Armazém 0017: Este Armazém recebe peças com defeito, oriundas da montagem, ou por falha dos controlos de qualidade ou por serem necessários reajustes no que toca ao seu dimensionamento, impossibilitando a montagem das mesmas. As peças que entram neste armazém, ou são consideradas sucata ou são encaminhadas para reparação.

Armazém 0018: Armazém de produtos semiacabados produzidos pela secção, prontos para entregar ao cliente (Montagem/Ótica/Casa Mãe). A maioria das peças produzidas são armazenadas no 0018 antes de saírem da secção de mecânica, funcionando assim como ponte de passagem entre as secções internas da empresa.

4. ANÁLISE DO ESTADO ATUAL

Uma das grandes preocupações do setor da mecânica, mais particularmente para a equipa do planeamento, é dimensionar lotes de produção. A empresa dispõe do sistema ERP SAP, mas este não é capaz de dar uma resposta ao planeamento no que toca aos tamanhos de lote e tempos de atravessamento, sendo necessário fazer o cálculo destes dois fatores com recurso a ficheiros de cálculo auxiliares. De forma a colmatar esta falta de informação, é utilizado um ficheiro Excel com o objetivo de calcular tamanhos de lote e tempos de atravessamento de acordo com as necessidades existentes. O lote aqui definido vai afetar as duas áreas produtivas da mecânica, a maquinação e tratamento de superfícies.

4.1 Áreas Produtivas

A área produtiva da mecânica está dividida em vários centros de custo que estão dedicados à maquinação das peças ou ligados à parte do tratamento de superfície. Os centros de custo da maquinação são compostos por várias máquinas CNC, essencialmente tornos, fresadoras e máquinas de gravação. Já os pertencentes ao tratamento de superfície contam com processos de anodização, areamento, cromagem, polimento, pintura e KTL.

A Tabela 1 resume, de forma estruturada, a composição das duas áreas produtivas da mecânica, a Maquinação e o Tratamento de Superfície.

*Tabela 1- Descrição das áreas produtivas da Mecânica
(Parcialmente adaptado de (Leica, 2022f))*

Área Produtiva	Centro de Custo	Designação	Codificação dos CTs	Descrição
Maquinação	174	Torneamento CNC	174TOA 174MAN	Grupo equipado com tornos CNC, para maquinar peças de revolução em alumínio, latão, magnésio, aço e titânio.
	173	Fresagem	173FRS 173MAN	Grupo equipado com fresadoras CNC, sendo alimentadas por blocos maciços, peças fundidas ou pré-maquinadas.
	175	Torneamento Fino	175TOF 175MAN	Grupo responsável pelo torneamento fino, tornando as superfícies menos rugosas. Possui ainda equipamento específico para roscar o corpo da objetiva.

	166	Gravação	166GRA 166LAS 166MAN	Equipamentos específicos de gravação a laser e baixo-relevo, sendo a última operação do processo de maquinação.
	176	Convencional	176CRV 176FRS 176FUR 176PRS 176RCT 176REC 176ROS 176SOL 176TSA 176MAN	As máquinas convencionais (de fresagem e torneamento) conferem uma maior capacidade produtiva e são utilizadas em intervenções mais simples. Estas máquinas são mais antigas, mesmo históricas no percurso da Leica S.A.
Tratamento de Superfície	165	Polimento	165POL 165ESM 165DES 165LIX 165EST 165MAN	Representa a primeira fase do processo do tratamento de superfície, realizando-se polimento manual nas peças provenientes do setor da maquinação.
	168	Galvânica	168GAL 168ARE 168IMP 168MAN 171CRO 171ARE 171MAN	O centro de custo Galvânica, é composto por duas principais áreas, anodização e cromagem, conferindo resistência às peças, assegurando assim a sua qualidade.
	179	KTL (Pintura Cataforética)	179KTL 179MAN	A pintura cataforética tem o principal objetivo de aumentar a resistência à corrosão nas peças de magnésio.
	167	Pintura	167PIN 167DES 167EST 167ETP 167MAN 167PLA	A pintura confere um acabamento superficial. A coloração é feita de forma manual. Este centro de custos possui três modalidades: despolimento e polimento manual, pintura a jato e estufa.
	178	PBR (Pintura de Baixo-Relevo)	178PBR 178MAN	Na fase final do processo as peças recebem um preenchimento de tinta nas zonas gravadas.

Na Figura 21, está um *layout* simplificado de todo o setor da mecânica, encontrando-se no Anexo 3 – *Layout* produtivo da secção da mecânica o *layout* de forma detalhada.



Figura 21 - Layout simplificado mecânica

O Torneamento CNC (174), Torneamento fino (175) e a Fresagem (173), são os 3 principais centros de custos da mecânica. A maquinação é constituída na sua maioria por máquinas CNC e convencionais. Na hora de definir lotes de produção, a área produtiva da maquinação é a que tem mais peso devido ao número de máquinas associadas e também devido aos tempos de *setup* e de ciclo mais elevados relativamente ao tratamento de superfície.

A maquinação produz lotes completos, algo que, na maioria das vezes, não acontece quando este passa para o grupo do tratamento de superfície, onde é normalmente dividido em lotes menores, devido à maior ocupação dos CT, sendo este um grupo com uma afluência muito elevada.

Na Figura 22, consta a distribuição das referências pelas áreas produtivas, podendo estas ter fases no roteiro só com operações na maquinação, só no tratamento de superfície, ou em ambas as áreas, designadas como “Misto”, sendo possível constatar que, de uma forma isolada, o tratamento de superfície é a área produtiva com maior quantidade de referências associadas, contando com mais 28% que a maquinação.

DISTRIBUIÇÃO DAS REFERÊNCIAS PELAS ÁREAS PRODUTIVAS

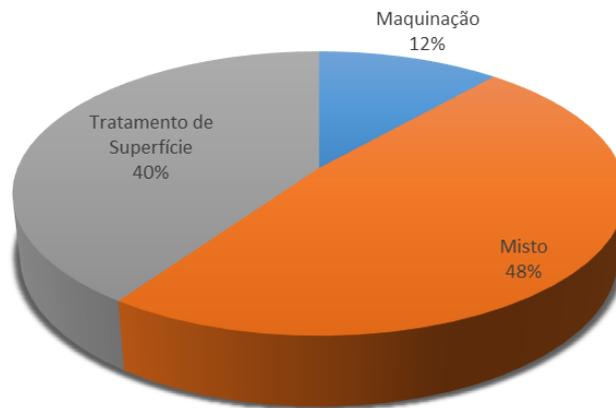


Figura 22 - Distribuição das referências pelas áreas produtivas

4.2 Ordem de Produção

Uma ordem de produção é o documento que indica a quantidade do lote, a data de início e fim da ordem, a referência da peça, a pessoa do planejamento responsável pelo produto e as respectivas operações (roteiro). Este documento, geralmente, acompanha o lote durante a passagem pelos centros de trabalho, servindo também como documento de identificação.

 N° Ordem de Produção	 Lote
 N° Referência	 Data de início e fim da produção
 Responsável Planejamento	 Centro de trabalho
 N° operação	

N° Ordem : 600154153 Revisão: 11
 N° de Artigo : 420-400.200-008 Chapéu, preto
 Controlador Prod.: 720 EDUARDO MANUEL
 Qtd.da Ordem : 1,200 PEÇ Início:30.11.2021 Fim:03.03.2022

Outra Informação:

0010	173FRS14				ZLP1
Descrição:	Fresar				
FCNMOD	180.0	MIN	21,600.0	MIN	36,000.0
0020	173MAN00				ZLP1
Descrição:	Tirar rebarba				
FCNMOD	15.0	MIN	3,000.0	MIN	0.0
0030	177CQM10				PP01
Descrição:	Medição MMC - toque				
CTRMN	30.0	MIN	1,440.0	MIN	2,400.0
0040	165MAN11				PP01
Descrição:	Colocar Parafusos				
PMOD	15.0	MIN	1,800.0	MIN	0.0
0050	165MAN09				ZLP1
Descrição:	Polir				
PMOD	15.0	MIN	21,000.0	MIN	0.0
0060	168GAL03			800	ZLP1
Descrição:	Anodizar 310				
GLMOD	15.0	MIN	3,600.0	MIN	840.0
0070	167PIN01				PP01
Descrição:	Pintar				
PIMOD	30.0	MIN	5,400.0	MIN	5,400.0
0080	167CQP00				ZLP1
Descrição:	Controlar / retirar parafusos				
	0.0	MIN	3,600.0	MIN	0.0
0090	166LAS01			2	ZLP1
Descrição:	Laser				
GMOD	30.0	MIN	4,200.0	MIN	4,200.0
0095	166LAS01			1	ZLP1
Descrição:	Laser				
GMOD	30.0	MIN	1,200.0	MIN	1,200.0
0100	178PBR02				ZLP1
Descrição:	Pintar PBR				
PBRMOD	15.0	MIN	1,800.0	MIN	0.0
0120					ZLP3
Descrição:	Entregar em armazem (0018)				

Figura 23 - Ordem de Produção

Normalmente, os lotes deslocam-se entre os grupos da maquinaria sem sofrer nenhuma divisão, ou seja, sem ser necessária a repartição do mesmo. Contudo, isso não acontece na área produtiva do tratamento de superfície. Devido a restrições de capacidade e à grande afluência de peças que os centros de trabalho do tratamento de superfície recebem, é normal que os lotes se dividam em lotes mais pequenos. Quando estas situações acontecem, são usadas folhas de contagem, que nada mais são que pequenos papeis com 3 cores distintas, que acompanham o blister/caixa em que as peças de um lote vão armazenadas, de forma a identificá-las.

Existem 3 cores, tendo cada uma o seguinte significado:

- Verde: O lote presente nos blisters/caixas não está completo, ou seja, lote parcial, o que significa que vão ser recebidas mais peças daquele mesmo lote.

- Rosa: O lote presente nos blisters/caixas é a última repartição feita ao lote, ou seja, não irão ser recebidas mais peças daquele lote.
- Branco: O lote presente nos blisters/caixas corresponde a uma ordem de reparação.

Por vezes, em vez de o lote seguir identificado por uma folha de contagem, é acompanhado pela ordem de produção. Ter a ordem de produção a identificar o lote ou a folha de contagem rosa tem o mesmo significado.



Figura 24 - Folhas de contagem

4.3 Indicadores de Alerta

A atualização ao método de cálculo dos lotes de produção e do tempo de atravessamento era algo já planeado pela direção da mecânica há algum tempo, potenciada pelo aumento dos *stocks* no armazém de acabados da mecânica (armazém 0018), conforme ilustrado na Figura 25.

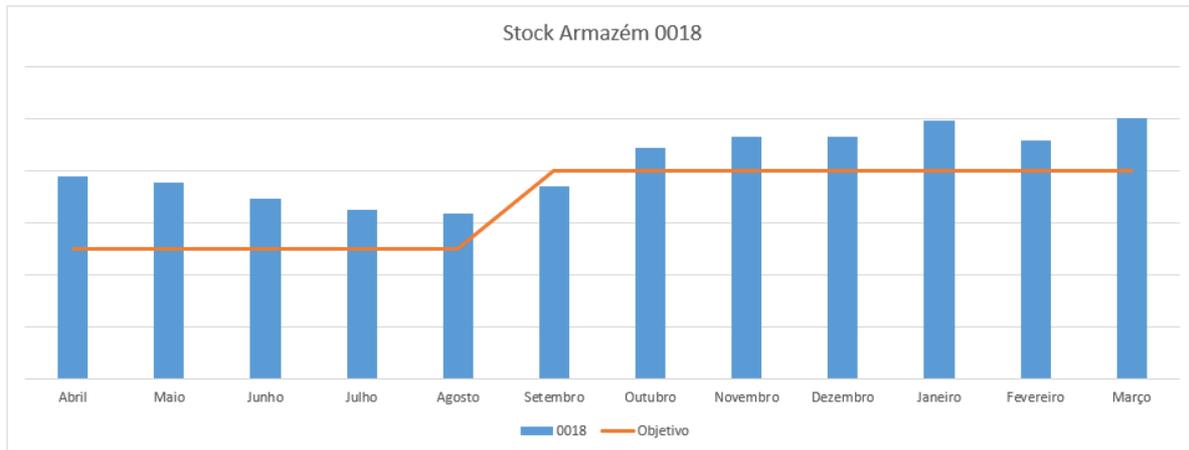


Figura 25 – Stocks mensais no Armazém 0018 (Ano fiscal de 2021)

No ano fiscal de 2021, apenas foi possível cumprir o objetivo de limitar a quantidade armazenada no mês de setembro. Nesse mês foi feito um reajuste do objetivo devido à transferência de algum *stock* do armazém 0070 para o 0018. O decréscimo do mês de abril a agosto é algo natural dado que é o período com a maior representatividade de vendas da empresa, logo o *stock* é escoado com maior facilidade. Numa perspetiva geral, existe mais *stock* em armazém do que o pretendido.

Existe igualmente um número excessivo de ordens de produção em curso na mecânica, relativamente ao nível desejável, como representado na Figura 26. Os meses de Março e Abril, são os únicos meses que apresentam um relativo cumprimento da fasquia de 900 ordens de produção em curso. Como o inventário é realizado no dia 1 de Abril, é possível que exista uma maior preocupação em tentar-se controlar as ordens de produção impressas na mecânica, o que em princípio explica esse cumprimento de objetivos.

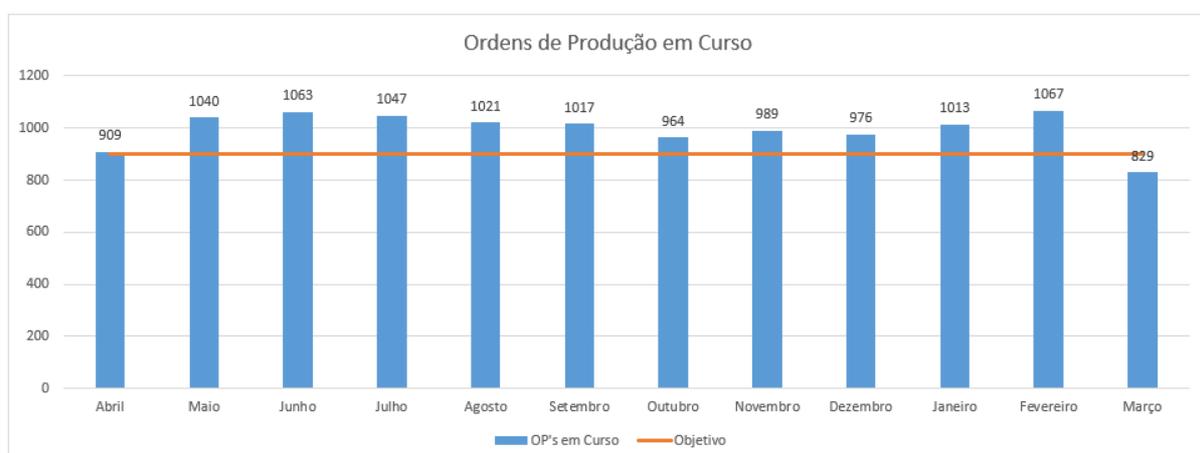


Figura 26 - Ordens de Produção em Curso (Ano fiscal de 2021)

As variações da quantidade de ordens de produção impressas no ano fiscal de 2021 refletem uma instabilidade que pode estar relacionada com os tamanhos de lote. No caso de o lote estar mal

dimensionado, pode levar a que surjam ordens planeadas mal posicionadas devido ao mesmo não estar adequado às necessidades do produto.

Na Figura 27, encontram-se vários exemplos de ordens de produção planeadas que demonstram inconsistência ao longo das semanas, previsivelmente devido a um desadequado dimensionamento do tamanho de lote. É de realçar que, por vezes, não é possível cumprir o tamanho de lote devido a limitações de entrega de matéria-prima por parte dos fornecedores.

Caso 1: A referência 420-400.243-006, destacada a laranja, representa uma situação de mau dimensionamento de tamanho de lote, existindo num intervalo de 7 semanas, 4 ordens planeadas de produção, o que significa que de duas em duas semanas, é necessário produzir novamente a mesma peça porque o lote não tem dimensão suficiente para cobrir as necessidades. Ainda existem casos em que estão planeadas duas ordens de produção em semanas consecutivas, como é o caso da referência 420-400.228-003, destacada a verde, algo que reflete o subdimensionamento do lote.

Caso 2: A referência 420-300.001-002, destacada pelo retângulo vermelho tem 4 ordens planeadas de produção, na semana 13, 18, 21 e 22, com lotes de 1020 e 1070 peças. Este é um exemplo que mostra que o lote necessita de ser alterado visto que o lote vai perdendo alcance à medida que as semanas avançam, chegando ao ponto de ser necessário produzir a mesma peça consecutivamente, na semana 21 e 22.

Caso 3: Uma outra situação algo recorrente é a inconsistência de manter o mesmo tamanho de lote durante um período considerável de tempo, situação que ocorre na referência 420-400.243-006, destaca no retângulo o azul, onde inicialmente na semana 17 tem um tamanho de lote de 371 peças e na semana 19 tem um aumento de 829 peças, para 1200 peças.

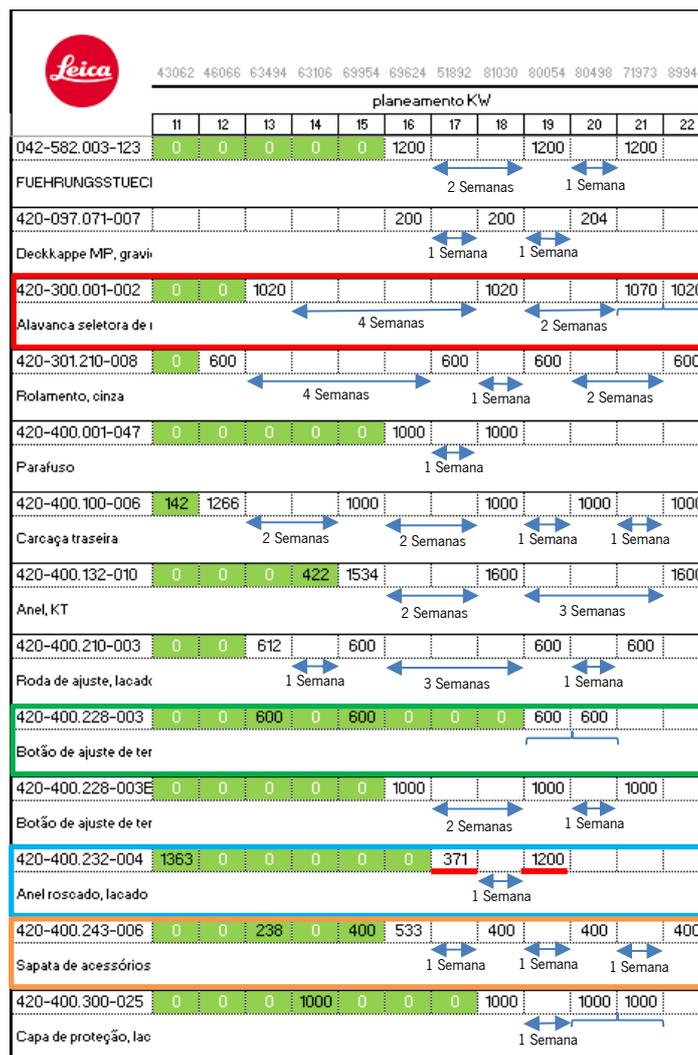


Figura 27 - Ordens de Produção Planeadas

4.4 Funcionamento do sistema atual

O cálculo do tamanho de lote, atualmente, é feito baseado em necessidades a 12 semanas, tempo de atravessamento e intervalo entre *setups*. O cerne deste cálculo encontra-se numa tabela que contém os tempos de atravessamento e o intervalo mínimo entre *setups*, representada no Anexo 1 – Dados de tempos de Atravessamento e intervalo mínimo entre *setups*. Esta informação é vital para que o lote se ajuste às necessidades de um certo intervalo de tempo.

De forma que a explicação do funcionamento do sistema atual seja mais intuitiva, foram utilizados os dados presentes no roteiro da Figura 23 - Ordem de Produção.

4.4.1 Dimensionamento do Tamanho de Lote

A Figura 28 representa a parte relativa à definição do alcance do lote, isto é, o intervalo de tempo no qual o lote consegue satisfazer um conjunto de necessidades impostas pelos clientes. A tabela da esquerda apresenta, para cada grupo produtivo, o período mínimo entre *setups* que é necessário ter, ou seja, o intervalo de tempo (em dias) em que uma dada referência não pode voltar a ser produzida no grupo produtivo, ditando assim o intervalo mínimo de necessidades que o lote irá cobrir.

A tabela da direita, denominada de “matriz setups”, tem um propósito similar, mas desta vez, com o objetivo principal de definir um intervalo entre *setups* de acordo com o roteiro da peça. Dependendo da quantidade de fases maquinadas presentes no roteiro, irá ser atribuído um intervalo de tempo, em dias, geralmente maior do que aquele obtido pela tabela da esquerda, tendo como principal função potencializar o lote de forma a que o tempo gasto em *setup* seja rentabilizada pelo tempo de produção do lote. Entende-se como tempo de produção a multiplicação do tamanho de lote pelo tempo de ciclo da peça, sendo, portanto, o tempo que CT demora a processar o lote. Quanto mais CTs maquinados constarem no roteiro, maior é a complexidade de operação da peça, e conseqüentemente, maior terá de ser o intervalo atribuído.

O maior dos dois valores, em dias, obtidos através dessas duas tabelas, será o valor a utilizar. Estes valores foram estimados com base na experiência dos chefes de grupo, detentores do conhecimento prático, em articulação com a equipa da engenharia.

TAMANHO DE LOTE			matriz setups	
período mínimo entre setups (dias)			Nº Maquinas	Período entre setups (dias)
174	174TOA	40	1	40
174	174MAN	5	2	40
173	173FRS	40	3	60
173	173MAN	5	4	60
175	175TOF	40	5	70
175	175MAN	5		
166	166GRA	30		
166	166LAS	30		
176	176MAN	5		
176	176FRS	20		
176	176FUR	20		
176	176CRV	20		
176	176PRS	20		
176	176RCT	20		
176	176REC	20		
176	176ROS	20		
176	176SOL	20		
176	176TSA	20		
165	165MAN	20		
168	168GAL	20		
171	171CRO	20		
179	179KTL	20		
167	167PIN	20		
178	178PBR	10		
177	177CQM	10		

Figura 28 - Situação atual (Período mínimo entre setups)

A aplicabilidade dos valores presentes na tabela da esquerda da Figura 28, encontra-se representada na Tabela 2. A última coluna da Tabela 2, dá-nos o intervalo a utilizar entre *setups* (dias), que consiste no maior dos valores relativos a todos os grupos do roteiro (penúltima coluna), sendo neste caso concreto, 40 dias.

Tabela 2 – Situação atual (Cálculo período mínimo entre setups)

Operação	Área Produtiva	Grupo	Intervalo mínimo entre <i>setups</i> (dias)	Intervalo a utilizar (dias)
1	Maquinação	173FRS	40	40
2	Maquinação	173MAN	5	
3	Tratamento de Superfície	177CQM	10	
4	Tratamento de Superfície	165MAN	20	
5	Tratamento de Superfície	165MAN	20	
6	Tratamento de Superfície	168GAL	20	
7	Tratamento de Superfície	167PIN	20	
8	Tratamento de Superfície	167CQP	0	
9	Maquinação	166LAS	30	
10	Maquinação	166LAS	30	
11	Tratamento de Superfície	178PBR	10	

O mesmo raciocínio foi aplicado para os dados da coluna “matriz setups” na Tabela 3.

Tabela 3 - Situação atual (Cálculo período mínimo entre setups em operações da maquinação)

Operação Maquinação	Grupo	Número de operações maquinadas	Intervalo mínimo entre <i>setups</i> (dias)	Intervalo a utilizar (dias)
1	173FRS	2	40	40
2	173MAN			
3	166LAS			
4				

Apenas foram considerados 2 CT, visto que a operação “173MAN”, apesar de pertencer à área produtiva da maquinação, representa um trabalho manual.

Após a consulta destas duas matrizes, resulta um período mínimo entre *setups* global, que nada mais é que o maior valor obtido pela consulta das duas tabelas, sendo que no caso prático aplicado, é de 40 dias, o que significa que o tamanho de lote vai ser dimensionado com as necessidades existentes neste intervalo de tempo.

No Anexo 2 – Interface Utilizada no Cálculo do Tamanho de Lote e Tempo de Atravessamento, está presente a interface do ficheiro Excel atualmente utilizado. No anexo pode-se constatar que, por exemplo, para a referência 004-206.001-021, o lote utilizado é de 450 peças, e o novo lote sugerido é de 300 peças, determinando um tempo de atravessamento de 18 dias uteis.

4.4.2 Tempo de Atravessamento

O cálculo do tempo de atravessamento é feito recorrendo a uma tabela com valores predefinidos (Figura 29).

TEMPO DE PASSAGEM			
<i>maquinação</i>			
174TOA	175TOF	173FRS	166GRA
Grupos no roteiro		T. Passagem	
1 ou 2		15	
Mais de 2		25	
<i>tratamento de superfície</i>			
Grupos no roteiro		T. Passagem	
168	Galvânica	5	
171	Cromagem	5	
167	Pintura	7	
176*	Convencional	5	
165	Polimento	5	
179	KTL	5	
178	PBR	5	
177	CQM	5	
<i>peças de compra</i>			
+		5	
<i>168ARE</i>			
+		3	

Figura 29 - Situação atual (Tempo de Atravessamento)

O cálculo do tempo de atravessamento está dividido em 3 fases:

Tempo de Atravessamento (Maquinação) – Este tempo de atravessamento corresponde apenas a centros de custos da maquinação. Está definido que, caso estejam presentes 1 ou 2 operações em centros de custo da maquinação, é dado um tempo de atravessamento de 15 dias. Caso tenha mais de 2 operações, é atribuído 25 dias.

Tempo de Atravessamento (Tratamento de Superfície) – Cada centro de custos do tratamento de superfície tem um tempo de atravessamento associado de 5 dias, exceto a pintura que conta com 7 dias.

Tempo de Atravessamento (Condições Adicionais) – Existem duas condições que incrementam o valor do tempo de atravessamento obtido caso verificadas. Uma delas é a peça em causa ser classificada como peça de compra. Caso se verifique esta condição, serão adicionados 5 dias de tempo de atravessamento. A segunda condição é relativa à inclusão do grupo 168ARE no roteiro. Caso este

grupo tenha de efetuar alguma operação ao lote, são adicionados 3 dias extra ao tempo de atravessamento final. Na Tabela 4 está aplicado o conceito atual de cálculo de tempo de atravessamento.

Tabela 4 - Situação atual (cálculo tempo de atravessamento)

Operação	Área Produtiva	Grupo	Tempo de Atravessamento (dias)	∑ Tempo de Atravessamento (dias)
1	Maquinação	173FRS	15	42
2	Maquinação			
9	Maquinação	166LAS		
10	Maquinação			
3	Tratamento de Superfície	177	5	
4	Tratamento de Superfície	165	5	
5	Tratamento de Superfície	165		
6	Tratamento de Superfície	168	5	
7	Tratamento de Superfície	167	7	
8	Tratamento de Superfície	167		
11	Tratamento de Superfície	178	5	

4.5 Identificação de Problemas

4.5.1 Gestão e Utilização de Dados

O primeiro problema identificado, de um ponto de vista de gestão de dados, foi a forma como as referências dos produtos são geridas. A sua inserção é feita de forma manual, o que leva a que, por um lado, exija que quando seja criada uma nova referência, o utilizador vá inseri-la manualmente, ou, caso uma referência fique inativa porque saiu de produção, obrigue o utilizador a procurá-la e proceder à sua remoção.

Esta gestão manual leva a que, caso a pessoa se esqueça de adicionar ou remover os dados, fique com falta de informação ou excesso da mesma, misturando informação útil com obsoleta. A informação disponibilizada ao utilizador é um ponto negativo encontrado, principalmente quando o mesmo pretende fazer uma análise mais detalhada às informações utilizadas no cálculo do lote.

No Anexo 2 – Interface Utilizada no Cálculo do Tamanho de Lote e Tempo de Atravessamento está presente um *printscreen* da área de consulta. Caso seja necessário fazer uma análise mais profunda aos dados envolvidos na realização do cálculo, como tempos de espera à fase, tempos de *setup*, tempo de produção do lote à fase, etc., não é possível ter resposta, visto que essa informação não é apresentada. Atualmente, o roteiro de algumas referências já incorpora mais de 16 operações, algo que o ficheiro atual não consegue suportar, pois está limitado a 14 operações, não utilizando assim toda a informação necessária para proceder ao cálculo do lote.

4.5.2 Cálculo do Tamanho de Lote/Tempo de Atravessamento

O tempo de atravessamento é calculado de forma muito básica, tendo como pressuposto que será o mesmo independentemente do tamanho de lote em questão, ou seja, é indiferente o tamanho de lote ser de 50 unidades ou de 500 que o tempo de atravessamento atribuído é o mesmo, algo que não está correto, o que leva a que as ordens de produção contenham informações erradas sobre a data em que a mesma tem de finalizar.

Cada CT, independentemente de pertencer ao tratamento de superfície ou à maquinação, tem as suas características únicas que não podem ser descartadas, caso se pretenda ter tempos de atravessamento e lotes moldados à realidade do setor. Um outro problema identificado foi a falta de atualização destes tempos à medida que os lotes eram atualizados. Destaca-se novamente, que alguns dos dados presentes nas matrizes, apesar de baseados na prática e experiência industrial, não deixam de possuir uma fundamentação empírica.

A mesma situação acontece com a obtenção do alcance dos tamanhos de lote. O único fator tido em conta são os centros de custo presentes no roteiro da peça. Independentemente da peça ser simples de produzir, representando um *setup* residual ao grupo, ou envolvendo um processo muito complexo, com tempos de *setups* extremamente elevados ao grupo, a cobertura de necessidades será idêntica em ambos os casos.

4.5.3 Ausência de Gestão Visual associada ao WIP nos CTs

A inexistência de informação agregada e facilmente acessível sobre o nível de WIP nos CTs, limita as decisões sobre possíveis lançamentos de novas ordens de produção. Desta forma, existia a necessidade de criar uma ferramenta onde fosse possível visualizar o WIP de uma forma geral em cada CT de forma a ser possível começar a existir um controlo do número de ordens de produção que são lançadas para o chão de fábrica e definir indicadores de alerta que façam um diagnóstico do estado atual de cada CT no que toca ao WIP.

5. ELABORAÇÃO DE PROPOSTAS DE MELHORIA

Foram elaboradas propostas de melhoria que globalmente abarcam o conjunto de problemas reportados na seção 4.5. Durante o desenvolvimento do projeto, existiu o cuidado de fornecer informação quantitativa útil ao utilizador, não descurando alguns aspetos visuais, que facilitam o entendimento e aceleram a interação do utilizador final. Esta interface encontra-se ilustrada, de forma condensada, no Apêndice 3 – Interface Desenvolvida.

5.1 Visão geral sobre a fórmula de cálculo do tamanho de lote

É necessário mudar a forma como se perspetiva o sistema produtivo da mecânica, de forma a ter uma visão mais detalhada do problema, ou seja, não interpretar os valores baseados no grupo, mas sim a nível individual, CT a CT, visto que todos eles têm comportamentos diferentes entre si, desde eficiência, disponibilidade, tempos de ciclo, tempos de *setup*, etc., obtendo-se assim um tempo de atravessamento mais realista e um lote ajustado às especificidades de cada CT. Considerou-se necessária a implementação de regras que moldassem o lote segundo parâmetros definidos, de forma a que o lote fique ajustado às características do chão de fábrica e objetivos da chefia e equipa de engenharia.

A estratégia para dimensionar o tamanho de lote recaiu na aplicação de dois tipos de regras, incrementais e limitativas. Após a aplicação de uma regra, é proposto um tamanho de lote baseado no conceito da mesma. Esse lote é então usado como base para a aplicação da regra seguinte, e assim por diante, até chegar ao lote proposto final. O intuito das regras incrementais é potenciar o lote de produção ao máximo, sendo posteriormente contido por regras limitativas.

Regras Incrementais

1. **“Sistema Mapa”** – O tamanho de lote definido tem de ser suficiente para cobrir o período em que a peça não pode voltar a ser produzida.
2. **“% Tempo *Setup* / Tempo Produção”** – O tempo de *setup* tem de ser igual ou inferior a 30% do tempo de produção.
3. **“Lote mínimo NecDep”** – Garante que o lote é igual ao superior à necessidade mínima existente no intervalo de necessidades em análise.
4. **“Intervalo entre Setups/Tempo de atravessamento”** – Esta regra não permite que uma ordem planeada de produção dê início enquanto exista uma outra em produção.

Regras Limitativas

5. **“Número Máximo de Turnos”** – A produção do lote não pode exceder 25 turnos consecutivos em produção.
6. **“Tempo de Atravessamento Máximo”** – O tempo de atravessamento máximo para o lote definido tem de ser igual ou inferior a 80 dias.

A sequência lógica de regras proposta segue o seguinte raciocínio.

Primeiramente define-se um intervalo de tempo no qual uma peça não possa voltar a ser produzida, ou seja, um período mínimo entre *setups*. Tal determina o cálculo de um tamanho de lote que, conforme as necessidades diárias, cubra esse mesmo período em que a peça está impossibilitada de entrar de novo em produção. Este valor será obtido consoante os CTs presentes no roteiro da peça.

A regra 2 tem como objetivo moldar o tamanho de lote, de forma que o tempo de *setup* seja inferior ou igual a 30% do tempo de produção, de forma a garantir que o tempo que um lote passa em *setup* seja compensado pelo tempo que estará em produção.

A regra 3 “Lote mínimo NECDEP” tem como objetivo garantir que o tamanho de lote de uma peça seja igual ou superior à menor necessidade existente. Esta regra tem um impacto mais forte quando se trata de encomendas únicas, garantindo sempre que o lote iguala a necessidade.

Por último é verificado pela regra “Intervalo entre Setups/Tempo de atravessamento”, se o intervalo de necessidades mínimo definido na primeira regra, é superior ao tempo de atravessamento atual, para evitar que ordens de produção se sobreponham.

Como resultado da implementação das regras incrementais, é obtido um tamanho de lote proposto que será utilizado no cálculo das regras limitativas. As regras limitativas, tal como o nome sugere, são regras que visam a limitação do tamanho de lote.

A primeira regra limitativa a implementar, “Número Máximo de Turnos”, tem o objetivo de limitar o número de turnos consecutivos que um lote passa em produção num mesmo CT, de forma a evitar que este fique ocupado com uma referência durante um longo período de tempo de forma consecutiva, uma vez que os CT, tirando os que são dedicados, tem a si associadas várias peças, sendo necessário encontrar um equilíbrio entre a rentabilização da máquina e manter o fluxo produtivo. A verificação desta regra é feita com recurso ao tempo de ciclo da fase com o tempo de ciclo mais elevado presente no roteiro da peça.

Por fim, a última regra a implementar diz respeito ao tempo de atravessamento máximo que um lote pode ter. Oitenta dias é o tempo de atravessamento máximo que um lote pode ter devido à complexidade das operações necessárias à produção das peças, e ao número de operações existentes em cada roteiro,

que tem vindo a aumentar com o passar do tempo. Assim, esta regra evita que o lote sugerido exceda o tempo de atravessamento máximo desejável.

A aplicação destas duas regras limitativas é importante para garantir o fluxo produtivo, porque, apesar de ser mais vantajoso produzir um lote com quantidades elevadas, isso pode fazer com que existam constrangimentos no que toca ao fluxo de peças que cada CT tem e necessita de ter. No setor da mecânica, são raras as máquinas que apenas fazem um tipo de produto, e, por isso, tem de existir este controlo, para que ao tentar maximizar o lote numa referência, não se ponha em causa todas as outras que estão associadas aquele CT.

Quando o lote é finalmente calculado, é ainda feita uma verificação ao mesmo. Esta consiste em garantir que o lote proposto não cobre um intervalo de necessidades superior a 81 dias (16 semanas), ou seja, caso o lote proposto seja superior às necessidades a 81 dias, este será automaticamente limitado ao valor das encomendas. Esta verificação é extremamente importante no sentido de garantir que um lote já produzido não fique mais de 3 meses em armazém, algo que é frequente. Atualmente, 10% das peças armazenadas no 0018, armazém de produto acabado da mecânica, não são movimentadas à 8 ou mais meses, encontrando-se atualmente sem necessidades, indicador este que remete para um possível tamanho de lote excessivo.

Realça-se que os objetivos impostos nas regras 2, 3, 4, 5 e 6 foram definidos em reunião conjunta da chefia do setor da mecânica, chefes de equipa, departamento de engenharia e planeamento, visando os objetivos produtivos para o setor.

5.2 Base de Dados

O sistema ERP SAP é o principal fornecedor de informação utilizada neste algoritmo, por intermédio de ficheiros Excel. Diariamente, o planeamento exporta os dados do SAP para ficheiros Excel específicos que servem de fonte intermédia. Toda a informação presente na Figura 30, é posteriormente trabalhada por um algoritmo de forma a torná-la útil. Um grande problema do ficheiro antigo, era a falta de informação detalhada e o facto de conter dados obsoletos, pois a atualização tinha de ser feita de forma manual, algo que agora não acontece.

Base de Dados	Centros de Trabalho	Código Centro de Trabalho
		Disponibilidade
		Disponibilidade Efetiva
		Eficiencia
	Referências	Nº Referência
	Designação do produto	
	Gama Produto	
	Responsável do planeamento pela referência	
	Referências Ativas	
Roteiros	Sequenciamento de Operações	
	Tempo Setup	
	Tempo ciclo manual	
	Tempo ciclo maquinado	
Necessidades Diárias	Conjunto de necessidades a um horizonte máximo de 81 dias	
Tamanho de Lote SAP	Valor tamanho de lote presente no sistema ERP SAP	

Figura 30 - Base de Dados

Para que o cálculo seja o mais preciso possível, é necessária manter a base de dados sempre atualizada, ficando esta função a cargo de macros programadas em VBA. Estas macros efetuam operações de atualização de dados, e também em operações que envolvem algoritmos complexos com o objetivo de trabalhar os dados de forma a transformá-los em informação útil.

5.3 Roteiros

Todas as referências ativas possuem um roteiro que representa o sequenciamento de operações necessárias à sua produção, identificando os CTs, o tempo de *setup* e o tempo de ciclo. São os seguintes os dados presentes nos roteiros:

- Número da operação “Oper” (Este número é arbitrário, apenas tem de estar na ordem correta de sequenciamento de operações)
- CT envolvidos “CenTrab”
- Tempo de *setup* “tr”
- Tempo de ciclo
 - Tempo de ciclo manual “te1”
 - Tempo de ciclo maquinado “teB1”

Como é possível constatar, existem dois tempos de ciclo distintos, um direcionado ao tempo de ciclo máquina e outro direcionado à operação manual. Dos CTs presentes na Figura 31, o 174TOA05 (torneadora) e 175TOF02 (torneadora) usam o tempo de ciclo máquina (TeB1) enquanto que os restantes CTs fazem uso do tempo de ciclo manual (te1) por serem, tal como o nome sugere, operações manuais.

Material	Oper	Descrição Operação	CenTrab	tr	TeB1	te1
421-028.509-010	10	Tornear	174TOA05	60	2,15	1,35
421-028.509-010	20	Tornear	175TOF02	60	1	1
421-028.509-010	30	Tirar rebarba	175MAN00	5		0,6
421-028.509-010	40	Arear Korund	168ARE02	5		0,3
421-028.509-010	50	Anodizar 356	168GAL02	10		0,3
421-028.509-010	55	Controlar	168CQG02	5		0,3

Figura 31 - Representação dos dados presentes no roteiro

5.4 Tempo de Atravessamento

O tempo de atravessamento é uma variável importante no que toca à delimitação da data em que um lote terminará de ser produzido. Quando o tempo de atravessamento é mal calculado, faz com que o SAP coloque ordens planeadas para datas erradas, levando a que, ou se produza mais cedo do que se deveria, ou então, começar a produção já em atraso, não sendo possível cumprir com as datas das necessidades existentes.

Em vez de existirem tempos de atravessamento tabelados, foi proposto calcular esta variável através da seguinte fórmula:

$$\text{Tempo de Atravessamento} = \text{Tempo Produção} + \text{Tempo Setup} + \text{Tempo Espera}$$

Onde

$$\text{Tempo Produção} = \sum \frac{\text{Tempo Ciclo} \times \text{Lote Proposto}}{\text{Capacidade Efetiva}} \text{ (Dias)}$$

$$\text{Tempo Setup} = \sum \text{Tempo Setup} \text{ (Dias)}$$

$$\text{Tempo Espera} = \sum \text{Tempo Espera} \text{ (Dias)}$$

Desta forma, é possível ter um tempo de atravessamento de acordo com o tamanho de lote definido e conforme as características de cada CT presentes no roteiro.

Tempo de Espera

O tempo de espera é quantificado como o tempo previsto que um lote irá ficar à espera para ser produzido, estando aqui incluído o tempo de movimentação de peças entre CT.

O cálculo do tempo de espera assentou em 4 pilares:

- **Capacidade/Disponibilidade**

Cada CT tem a si alocados colaboradores que conferem ao CT capacidade produtiva. Quanto mais capacidade produtiva existir, tomando como princípio de que a comparação é feita com um outro CT que execute o mesmo tipo de operações e que tenha uma capacidade menor, menor será o tempo de espera.

- **Tempo de Ciclo/Tempo de Setup**

De forma a ser possível juntar esta variável ao raciocínio de classificação do CT, foi necessário atribuir um tempo de ciclo e de *setup* ao mesmo. Esta atribuição não é feita de forma direta, visto que os CT, na sua grande maioria, produzem dezenas ou centenas de referências diferentes, cada uma com um tempo de ciclo e *setup* diferente.

Através da utilização de percentis, foi possível obter um valor que representasse 70% das referências associadas ao CT, sendo este atribuído como o “tempo de ciclo” e o “tempo de setup” do CT.

Na Figura 32, encontram-se os dados das referências associadas ao CT 174TOA01, uma máquina de torneamento que trabalha com 20 referências.

Ref	C.T.	T.Ciclo	T.Setup
421-054.910-005	174TOA01	6,5	450
434-353.112-004	174TOA01	6,9	180
434-353.113-004	174TOA01	6,2	180
434-443.112-005	174TOA01	5,7	360
434-443.113-005	174TOA01	6,3	240
434-446.070-030T	174TOA01	2,9	240
434-467.212-003	174TOA01	10	480
434-467.213-003	174TOA01	9,5	480
434-566.070-030T	174TOA01	4,5	240
434-621.011-008T	174TOA01	16,8	180
434-821.011-008T	174TOA01	16,8	120
465-509.070-010	174TOA01	10,3	360
603-000.200-004	174TOA01	5,4	120
613-000.200-004	174TOA01	4,5	200
615-000.200-004	174TOA01	6,5	150
619-000.200-004	174TOA01	6,5	200
633-000.200-004	174TOA01	6,5	120
635-000.200-004	174TOA01	6,5	120
641-000.200-004	174TOA01	6,5	200
645-000.200-004	174TOA01	4,2	100

Figura 32 - Referências associadas ao CT 174TOA01

Destes dados, obtém-se então, pela aplicação do percentil 70, que o CT 174TOA01 tem 6.62 minutos de tempo de ciclo e 240 minutos de tempo de *setup*.

- **Quantidade de Referências Associadas**

O raciocínio relativo à atribuição dos tempos de espera seguiu a lógica de que quanto menos referências um posto de trabalho tiver associadas, maior vai ser o seu tempo de espera, visto que os CTs com estas características têm tempos de ciclo mais elevados, e por vezes são CTs dedicados que fazem um só tipo de peça pela complexidade de operação ou pela elevada cadencia de necessidade.

- **Ocupação**

Por último, é abordada a ocupação. Este indicador é calculado segundo a seguinte formula:

$$Ocupação = \frac{Necessidade\ dia \times Tempo\ de\ ciclo}{Capacidade\ Efetiva}$$

Através da relação entre o tempo de utilização do CT e o seu tempo disponível para produção, obtém-se o indicador da ocupação. Quanto maior a ocupação, menores vão ser os tempos improdutos e, portanto, os tempos de espera serão maiores. Caso a ocupação seja relativamente baixa, significa que os tempos produtivos são baixos, requerendo aos lotes menos tempo em fila de espera visto que o CT não está na sua máxima ocupação.

Os tempos de espera atribuídos a cada CT são estáticos devido à variabilidade constante vivida em cada CT.

Método de atribuição de tempos de espera a cada CT

Reunidas todas as características do CT até agora abordadas, é atribuída uma classificação de 1 a 5, onde cada nível tem um tempo de espera associado. Esta relação é visível na Tabela 5.

Tabela 5 - Relação Classificação/Tempo Espera

Classificação	Tempo de Espera (Dias)
1	5
2	3
3	2
4	1
5	0

A atribuição dos tempos de espera aos CT, foi realizada pela equipa de engenharia, detentores do conhecimento dos CT da mecânica. Esta atribuição encontra-se na Tabela 6.

Tabela 6 - CT agrupados por tempos de espera

Tempo de Espera	Centro de Trabalho/Custos
0 Dias	170ENG* / 173FRS03 / 173FRS07 / 173FRS12 / 173FRS13 / 173FRS14
1 Dia	177CQM* / 165* / 167* / 168* / 171* / 173MAN* / 174MAN* / 175MAN* / 178* / 179*
2 Dias	166* / 176* / 174TOA* / 175TOF* / 173FRS11 / 173FRS15 / 179KTL01
3 Dias	173FRS08 / 173FRS16 / 173FRS17 / 174TOA02 / 174TOA03 / 174TOA04 / 174TOA09 / 174TOA11 / 175TOF03
5 Dias	173FRS01 / 174TOA01 / 174TOA06 / 174TOA08 / 175TOF09 / 175TOF12

Regras Adicionais

- O primeiro CT presente no roteiro, excetuando CTs dedicados, tem obrigatoriamente 3 dias de tempo de espera, de forma que o chefe do grupo responsável pela primeira operação no roteiro, consiga fazer a gestão interna do mesmo, sequenciamento de ordens de produção e requisições de matéria-prima aos armazéns de matéria-prima.
- Se existirem duas fases consecutivas no mesmo CT, o tempo de espera da segunda fase não é contabilizado visto que são duas operações consecutivas.
- CT dedicados tem tempo de espera 0.

A Tabela 7 contém um exemplo de aplicação dos tempos de espera ao roteiro da Figura 23 - Ordem de Produção, resultando num tempo de espera total de 10 dias.

Tabela 7 - Aplicação das regras de Tempo de Espera

OP	CT	Tempo de Espera (Dias)	Tempo de Espera (Dias) Com aplicação das Regras Adicionais
0010	173FRS14	0	0
0020	173MAN00	1	1
0030	177CQM10	1	1
0040	165MAN11	1	1
0050	165MAN09	1	1
0060	168GAL03	1	1
0070	167PIN01	1	1
0080	167CQP00	1	1
0090	166LAS01	2	2
0095	166LAS01	2	0
0100	178PBR02	1	1
0120	Armazém		

Peças de cadência não tem tempos de espera na prática visto serem peças que têm necessidades constantes durante as semanas, e, portanto, é necessário que estejam constantemente em curso, tornando-se “prioritárias”.

5.5 Visualização das Necessidades

Uma das bases que sustenta o cálculo utilizado para definir o tamanho de lote são as necessidades. Atualmente, o lote é calculado com uma janela de necessidades de 12 semanas, mas foi proposto alterar para os 81 dias (16 semanas) que é o intervalo máximo que é possível extrair necessidades do SAP, isto porque, com um alcance maior de necessidades, é mais fácil prever o comportamento das necessidades, sendo possível antecipar uma possível quebra ou aumento das mesmas depois das 16 semanas.

A Figura 33 representa a informação tida em conta para extrair informação proveniente da folha das necessidades. Como é possível observar na mesma, existem 7 “clientes” que podem gerar necessidades ao setor da Mecânica, podendo estes ser internos (NecDep – Linha de montagem, NecSub – Serviços subcontratados, OrdCli – Pedidos convertidos pela logística provenientes de terceiros) ou externos (ResOrd – Reservas de material, SolEnt – Necessidades impostas diretamente pela casa mãe, NecPip – Serviços técnicos e PEReqC – solicitações de entrega não convertidas em SolEnt). Para efeitos de cálculo, as necessidades provenientes destes 7 clientes são tratadas como um todo.

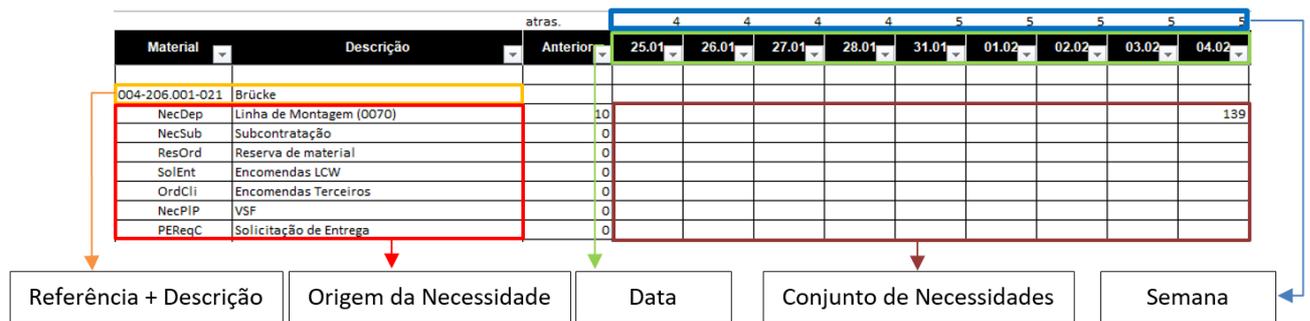


Figura 33 - Representação e interpretação dos dados das necessidades

Na figura anterior, está representada uma necessidade por parte da linha de montagem de 139 peças com a referência 004-206.001-021 para dia 04/02/2022.

De forma a sintetizar a informação relativa às necessidades por peça, foi aplicado um algoritmo capaz de percorrer a folha onde se encontram os dados de forma a extrair a seguinte informação:

- Necessidades totais (a 81 dias)
- Necessidades da semana atual
- Necessidades diária
- Necessidades totais de OrdCli (a 81 dias)
- Quantidade de encomendas SolEnt (a 81 dias)
- Quantidade de encomendas OrdCli (a 81 dias)
- Cadência de necessidades a 12 semanas

No método de calculo atual, o CT e o tempo de *setup* que a peça a produzir lhe infringe, é o foco principal no que toca à definição do intervalo de necessidades que o lote deve ter, ficando as características de peça em si fora de equação. É tido em conta o roteiro da peça e os CT presentes nele, e consoante isso, é definido um valor de cobertura de necessidades.

De forma a existir um segundo intervalo de necessidades que possa ser comparado com o do método já aplicado, mas que priorize as características da peça, foi sugerido introduzir dois conceitos novos relativos à caracterização da mesma, passando assim a ser o principal foco. O primeiro está relacionado com a cadência de necessidades, ou seja, avaliar a peça consoante a procura que ela tem pelo cliente e o segundo conceito é avaliar a peça segundo o seu comportamento no chão de fábrica, isto é, avaliar a agilidade com que a peça passa em todas as operações do roteiro. No final o objetivo é ter um lote proposto pelo CT e uma sugestão de lote consoante o alcance obtido pela classificação da peça.

5.5.1 Cadência de Necessidades

De forma a classificar uma peça consoante a sua procura, foi efetuada uma avaliação consoante a cadência de necessidades a 12 semanas. O período de 12 semanas foi definido como sendo um período “confiável” no que toca às necessidades, isto porque, estas podem sofrer alterações, tanto atrasos como adiantamentos, ou até mesmo ser eliminadas, e, portanto, este período de 12 semanas é considerado de baixo risco no que toca a esse aspeto, não o abstendo de padecer a alguma alteração.

A classificação baseou-se no número de vezes em que uma dada peça é requisitada ao longo das 12 semanas, dividindo-se a classificação em “Residual”, 0 a 5 vezes, “Baixa”, 6 a 7 vezes, “Média”, 8 a 9 vezes, “Alta”, 10 a 11 vezes e por fim “Muito Alta”, para 12 vezes.

Desta classificação vai resultar uma janela de alcance distinta relativa às necessidades, ou seja, quanto mais espaçadas estiverem colocadas as necessidades para uma determinada peça, tomando como exemplo a Figura 34, maior será o alcance sugerido.

12 Semanas															
Semana	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	34	35
Nec		84					76	80					45	45	45

Figura 34 - Exemplo cadência de necessidade residual

Quando acontece o contrário, i.e. peça com uma cadencia de necessidades alta, como exemplificado na Figura 35, não é necessário ter um alcance tão longo porque tem uma estabilidade maior de necessidades e estas estão mais concentradas em intervalos de tempo menores.

12 Semanas															
Semana	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	34	35
Nec	80	84	80	60	109		76	80	80	80	80	42	45	45	45

Figura 35 - Exemplo cadência de necessidade alta

Dada esta explicação, o objetivo é atribuir a classificação de 1 quando a frequência é muito reduzida e aumentar a classificação até a um máximo de 5 quando a cadência de necessidades for muito alta. Este raciocínio está demonstrado na Figura 36.

Classificação Cadência Procura (12 semanas)		
Frequência	Classificação	Pontuação
0	Residual	1
1	Residual	1
2	Residual	1
3	Residual	1
4	Residual	1
5	Residual	1
6	Baixa	2
7	Baixa	2
8	Média	3
9	Média	3
10	Alta	4
11	Alta	4
12	Muito Alta	5

Figura 36 - Classificação da cadência de necessidades a 12 semanas

5.5.2 Classificação das Peças

Um dos fatores que pode influenciar a decisão de ter um tamanho de lote com uma cobertura de necessidades maior ou não é o comportamento da peça no chão de fábrica. Uma peça que tenha uma movimentação considerada “lenta”, não é desejável de ser produzida com frequência pelo facto de que os tempos de ciclo altos e os *setups* que a mesma impõe aos CT irão congestionar o fluxo produtivo, enquanto que uma peça “rápida” não terá esse impacto e pode ser produzida de forma mais frequente (Figura 37).

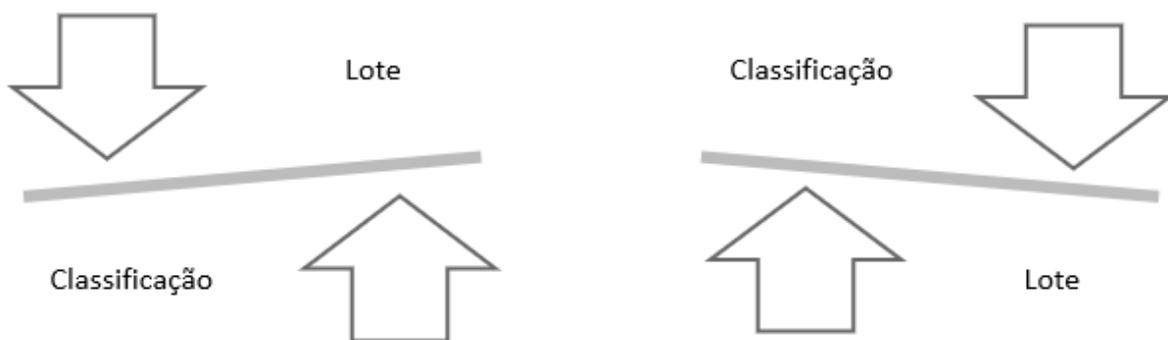


Figura 37 - Reação do lote mediante a classificação da peça

De forma a conseguir avaliar este comportamento, foi feita uma classificação mediante os tempos de ciclo e os tempos de *setup*, de forma a conseguir caracterizar estes tempos em 5 categorias: Muito Rápida, Rápida, Média, Lenta, Muito Lenta, sendo depois atribuída uma classificação de 1 a 5 pontos, onde 1 representa uma peça Muito Lenta e 5 uma peça Muito Rápida, tal como mostra a Figura 38.

Classificação Peças (Pontuação)	
CT	Pontos
Muito Rápida	5
Rápida	4
Média	3
Lenta	2
Muito Lenta	1

Figura 38 - Classificação de peças (Atribuição de Pontuação)

Para cada CT do setor da mecânica foi feito um estudo, parte dele presente no Apêndice 1 – Estudo realizado para Classificação de Tempo de Ciclo e *Setup* por CT, de forma a saber o intervalo de tempo em que uma peça num dado CT é considerada Muito Rápida, Rápida, Média, Lenta ou Muito Lenta, tanto a nível de tempo de ciclo como de *setup*.

Através da análise do tempo de ciclo e do tempo de *setup* das referências associadas aos CT, foram criados intervalos de valores para cada CT, contendo cada intervalo uma classificação atribuída em conjunto com os chefes de grupo de cada centro de custo da mecânica. Estas pessoas são quem melhor conhece as máquinas e as peças que nelas passam, sendo uma fonte de conhecimento muito importante nesta definição.

Devido aos tempos de ciclo da área produtiva do tratamento de superfície serem menores, de uma forma geral, do que os praticados na maquinaria, foram criadas duas tabelas com diferentes intervalos de valores relacionados aos tempos de ciclo.

A Tabela 8, representa de uma forma muito comprimida a classificação atribuída consoante os tempos de ciclo ao grupo 174TOA:

Tabela 8 - Classificação atribuída consoante Tempos de Ciclo para o Grupo 174TOA

CT	Tempo de Ciclo (min)									
	0	1	1.5	2	2.5	3	5	7	15	30+
174TOA01			MR	MR	R	M	M	M	L	L
174TOA02	MR	MR	MR	MR	R	M	M	L		
174TOA03	MR	MR	MR	MR	R	M	L	L	ML	
174TOA04	MR	MR	MR	MR	R	M	L	ML		
174TOA05	MR	MR	MR	MR	R	M	L	L	ML	
174TOA06							R	M	L	L
174TOA07	MR	MR	MR	MR	R	R	M	L	ML	
174TOA08					MR	R	M	L		
174TOA09	MR	MR	MR	MR	R	M	L	L	ML	
174TOA10	MR	MR	MR	MR	R	M	L	L	ML	
174TOA11	MR	MR	MR	MR	MR	R	R	M	L	ML

Legenda:

Muito Lenta – ML / **Lenta** – L / **Média** – M / **Rápida** – R / **Muito Rápida** – MR

Já a Tabela 9, de forma muito resumida, representa a classificação mediante o tempo de *setup*:

Tabela 9 - Classificação atribuída consoante Tempos de Setup para o Grupo 174TOA

CT	Tempo de Setup (min)									
	0	60	90	120	180	240	320	400	500	1000
174TOA01			MR	MR	MR	R	R	L	L	
174TOA02		MR	MR	R	R	L	L			
174TOA03		MR	MR	R	R	L	ML	ML	ML	ML
174TOA04		MR	MR	R	R	L	ML	ML	ML	
174TOA05		MR	MR	R	R	L				
174TOA06						L	L	L	L	ML
174TOA07		MR	MR	R	R	L				
174TOA08					R	R	R	L		
174TOA09		MR	MR	R	R	L	ML	ML	ML	
174TOA10		MR	MR	R	R	L	ML	ML	ML	
174TOA11		MR	MR	MR	MR	M	M	L	L	ML

Legenda:

Muito Lenta – ML / **Lenta** – L / **Média** – M / **Rápida** – R / **Muito Rápida** – MR

Com estas duas avaliações, resultam dois valores, que podem ser distintos, levando a um impasse sobre que classificação atribuir quando uma peça implica um tempo de *setup* lento ao CT, mas um tempo de ciclo rápido por exemplo. Para contornar este problema, foi feito um sistema de pesos de forma a ser possível priorizar uma destas características na classificação geral da peça. A Figura 39 tem um exemplo da aplicação do sistema de pesos:

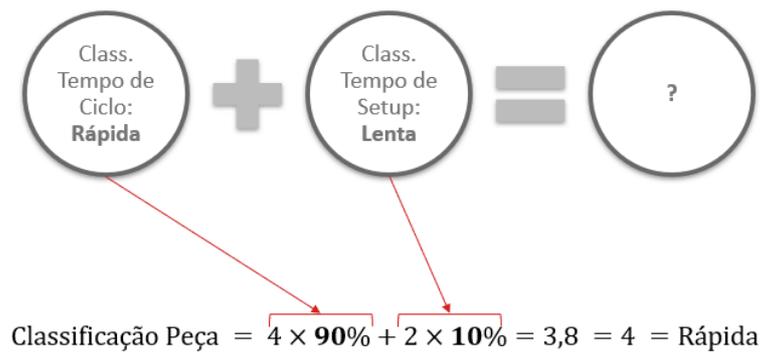


Figura 39 - Aplicação do sistema de pesos (Classificação de peça)

No caso apresentado, a peça em causa apresentou uma classificação a nível de tempo de ciclo de Rápida, e Lenta no que toca ao tempo de *setup*. Com o objetivo definido de priorizar o tempo de *ciclo* em 90% e os restantes 10% para o tempo de *setup*, o resultado da junção destas duas classificações é uma peça rápida.

Quando aplicado a uma peça real com um roteiro definido, esta avaliação é feita operação a operação. No fim é feita uma média das classificações obtidas e resulta uma classificação geral da peça.

5.5.3 Cálculo do Alcance das Necessidades

Por fim, após ter sido avaliada a cadência de necessidades e a classificação da peça, é decidido que alcance deve ser atribuído ao lote tendo em conta essas duas características. Tal como abordado anteriormente, por forma a definir prioridades entre estas duas variáveis, foi utilizado o mesmo sistema de pesos, de forma a ser possível obter um alcance de necessidades mediante a cadência de necessidades e o comportamento da peça no chão de fábrica. Consoante o valor que resultar da junção dos dois fatores, irá estar associado um alcance pré-definido, podendo este ser de 5, 6 ou 7 semanas.

Classificação / Alcance	
Classificação	Alcance (Semanas)
1	5
2	5
3	6
4	7
5	7

Figura 40 - Relação entre a classificação obtida e alcance do lote

Supondo que a peça “A” tem uma cadência de necessidades alta e tenha sido classificada como uma peça lenta, esta, segundo os dados presentes na Figura 40, e com uma priorização do valor obtido pela classificação da peça, 70%, face ao obtido pela cadência de necessidades, 30%, esta peça deve ter um alcance de:

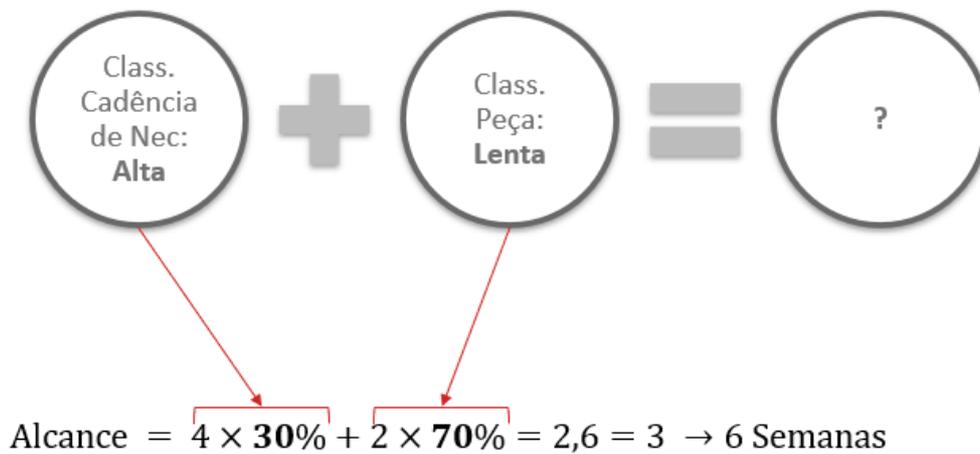


Figura 41 - Aplicação do sistema de pesos (Definição de alcance nec.)

Pelo exemplo da Figura 41, a junção de uma cadência de necessidades alta, ou seja, uma peça com uma procura regular, e com uma classificação lenta no que toca à movimentação no chão de fábrica, resulta num alcance calculado de 6 semanas. Portanto, o lote sugerido por esta proposta alternativa cobriria no mínimo 6 semanas de necessidades.

Apesar de toda a estrutura estar desenvolvida para colocar em prática esta sugestão, não existiu um consenso quando apresentado à equipa de engenharia, ficando este raciocínio em suspenso. Um dos principais entraves foi a complexidade e a confiança que era preciso ter nos dados envolvidos para desenvolver este raciocínio. A classificação da peça é obtida através de iterações pelas várias fases do roteiro, sendo o resultado final uma média dos valores obtidos, algo que foi desconsiderado devido a considerar-se que alguns CT não deveriam ser considerados em certos casos, ou então ter um impacto menor na média que os restantes, não passando a solução por atribuir pesos a cada CT visto ser algo

complexo. Um outro problema prende-se com a confiabilidade dos dados tanto a nível de tempo de ciclo como a nível de tempo de *setup* por parte do SAP, que é onde se encontram os dados utilizados para realizar a classificação. Esta classificação obrigaria a que estes tempos tivessem uma precisão elevada, confiabilidade esta que ainda não está no nível necessário.

5.6 Cálculo do Intervalo mínimo entre *Setups*

O cerne de todo o cálculo do tamanho de lote está relacionado com a periodicidade de produção que é desejável ter. O intervalo atualmente utilizado foi obtido através de brainstorming da equipa de engenharia juntamente com o seu *know-how* do chão de fábrica e do comportamento do fluxo produtivo do setor. De forma a inserir uma componente de cálculo neste raciocínio, foi feita uma abordagem ao conceito EPEI, que, teoricamente, define o menor período de tempo em que todos os produtos, associados a uma máquina, podem ser produzidos, ou seja, o intervalo em que uma peça tem de esperar para volta a entrar no CT após fazer uma operação no mesmo.

Esta abordagem só foi feita para a área produtiva da maquinaria, não só por ser a área que tem mais peso na mecânica, mas também por ter um historial de dados que são essenciais para análise. A área do tratamento de superfície será abordada de forma diferente.

A forma de cálculo do EPEI foi baseada na fórmula apresentada por Adamczak et al. (2012):

$$\text{EPEI} = \frac{\text{Quantidade de Referências Associadas}}{\text{N}^{\circ}\text{Setups Semanais}} \times 5$$

Da fórmula anterior resulta o número de dias que uma referência tem de esperar para voltar para reentrar no mesmo CT.

5.6.1 Aplicabilidade do Cálculo EPEI

O numerador da equação anterior descrita foi obtido através de uma análise aos roteiros de produção das peças da mecânica. Através do desenvolvimento de um algoritmo de leitura de dados, foi possível extrair a quantidade de referências que estão alocadas a cada CT. Este algoritmo está estruturado da seguinte forma:

- 1º São armazenados em memória todos os CT ativos.
- 2º É feita a recolha dos dados do roteiro de cada referencia ativa na mecânica atualmente (2452 referências) de forma a perceber que CT faz o quê, em cada peça.

- 3º Através de ciclos de iteração, à medida que são lidas as fases de cada peça, é atribuída ao CT, a referência que executa trabalho nele.
- 4º Finalmente, é feita uma remoção de duplicados para que não haja contagens inflacionadas e obtém-se um número de referências associadas para cada CT.

No cálculo do valor do denominador, não foi assim de uma forma tão direta. De forma a perceber a quantidade de *setups* possíveis num intervalo de tempo, neste caso numa semana, foi necessário recorrer ao histórico de dados relativos à realização de *setups* de cada CT, visto não existir um tempo disponível de realização de *setup* delineado para o efeito.

As Figuras 42, 43, 44 e 45, representam, de forma compilada, a quantidade de *setups* realizados, por cada CT da maquinaria, por semana, no ano de 2021, desde a semana 14 até à semana 52. Uma das razões pela qual o conceito do EPEI não ser aplicado ao restante tratamento de superfície recai muito no que toca a esta disponibilidade de informação que existe na maquinaria, mas está em falta no tratamento de superfície.

Através do número de *setups* realizados semanalmente durante este período, atribuiu-se um número de *setups* semanais que melhor representasse cada CT através da aplicação do percentil 70%, que irá definir, de todas as amostras recolhidas, qual o valor que representa 70% da amostra de dados.

Contagem de Fim MT	Rótulos de Coluna	1	2	3	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	Total Geral	Percentil 70		
174TOA01							1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	3	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	30	1	
174TOA02		6	3	4	7	4	6	1	5	5	8	5	3	2	11	6	6	8	6	6	1						2	5	6	8	8	5	6	6	8	4	6	2	4	5	5	6	189	6
174TOA03		2	6	4	6	6	5	4	6	6	8	4	3	1	10	7	5	8	7	6	7	4	7	7	6	8	5	4	7	2	7	5	7	5	10	7	8	6	5	221	7			
174TOA04		6	2	1	1	6	5	2	5	5	1	5	3	2	9	5	4	8	3	7	6	6	4	2	3	5	3	7	4	4	2	3	3	3	3	4	4	4	5	5	160	5		
174TOA05		3	2	7	2	3	2	6	6	6	4		5	5	7	6	4	5	6	7	2	5	4	6	10	4	7	3	7	5	6	6	5	5	5	2	3	8	3	4	186	6		
174TOA06		1	2										1								1																				10	1		
174TOA07		5	4	7	5	5	8	6	6	6	7	8	3	5	7	8	3	7	7	6	5	11	6	9	9	7	6	3	4	6	6	3	7	7	3	5	3	2	6	3	224	7		
174TOA08		1	1	1			1	1	1				2	1	1				1	2	1					1	1	1	1	1		1	2	1			1	1		26	1			
174TOA09		1	6	4	3	4	2	4	2	4	1	6	2	2	5	5	6	6	3	5	1	3	4	2	3	6	5	8	5	6	5	3	4	5	7	5	7	6	4	2	162	5		
174TOA10		4	2	5	1	1	4	2	6	2	3	4	3		3	3	3	4	3	4	5	3	3	5	3	5	4	5	6	3	5	6	8	4	4	4	3	2	4	4	143	4		
174TOA11		5	5	2	3	5	6		3		1	4	1	1	9	2	1	7	4	3	5	6	5	3	6	6	7	2	12	3	3	1	5	9	14	2	1	4		156	6			
Total Geral		33	31	35	31	34	39	27	40	35	34	37	24	19	65	44	34	54	41	49	34	39	34	36	43	48	45	41	55	34	42	35	51	46	53	31	36	39	34	25	1507			

Figura 42 - Quantidade de *setups* realizados no Grupo 174TOA

Contagem de Fim MT/Setup protótipos		Rótulos de Coluna																																																					
Rótulos de Linha		1	2	3	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	Total Geral	Percentil 70													
173FRS01			2	4		1		2	3	2		1		3	1	1	1							1	4	3	1	2		3	2	2		2	1	3	3	3		1	52	3													
173FRS02			2	1	2	1	2		2	1		2	2	4	1	2	4		4	1	3	2	1	2	2	1		1		3	3	2	3	5	1	3	2	2			69	3													
173FRS03				3	2																			1	1	1	1	1		1	1	1	1			2				1	17	1													
173FRS04			1	1	1	2	3	2	2	4	2	3	3	3	3	4	2	1	4	4	5	2	2				2	1	2	1		1	1		3	3	1				1	70	3												
173FRS05			1	1	1	1	1	1		2	1		2	2	1	2		3		3	2	1	1		4	2	2	1	2	2	5	3		3	2	1	1	3	5	1	2	65	2												
173FRS06			1			1	4	2				2	1	2		2	1	2	2	2		1	1	3		2		3	1	1	1		2	1					1	2	3	45	2												
173FRS07			1			1	1	1		1	2	3	2			1																									2	15	2												
173FRS08						3	2	1		1					1	1	1				1		1	1	2	1	1		1		2	1					1	1		23	1														
173FRS09			6	5	4	3	4	3		2	3	4	5	3	2	3	6	3	8	5	3	4	4	3	4	1	7	4	2	5	5	3	6	4	6	5	3	5	5		4	152	5												
173FRS10			1	7	5	5	3	4	4	6	3	3	4	2	2	3	5	6	5	4	2	2	2	5	4	6	3	3	2	4	6	3	5	5	3	3	7	4	4	1	151	5													
173FRS11			1	2	1	1	2	2	7	2	3	1	2	2	3	5	3	1	4	7	4	2	2	6	3	7	1	2	1	9	2	2	5	6	3	3	4		3	5	122	4													
173FRS12			1		1	1	1					1		1		1		1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1		1		1	1	1		1	21	1														
173FRS13			1															2																						1	9	1													
173FRS14												1	1	1	1								1	2																7	1														
173FRS15			2	3	2	2	4	2	5	2	2	3	2	1	3	6	2	2	4	4	3	1	2	1	5	4	3	1	2	3	2	3	3	4	2	2	2	2	1	1	100	3													
173FRS16				3	1					1	1	1										1	1	1		2	1	4	2	2	1	3	4	1	2	1	2	2	4	2	43	2													
173FRS17			1	1	1	1			1		1	1	1		1		1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1		1	2	1		2	2	3	62	3														
Total Geral			18	30	24	19	27	19	24	22	26	22	24	24	17	33	25	32	30	31	24	24	19	39	35	39	25	21	30	34	30	22	28	33	32	26	24	19	23	1023															

Figura 43 - Quantidade de setups realizados no Grupo 173FRS

Contagem de Fim MT		Rótulos de Coluna																																																					
Rótulos de Linha		1	2	3	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	Total Geral	Percentil 70													
175TOF01			3	3	2	1	2	2	4	1	3	5	2	2	1	3	4	1	3	4	4	4	2	4	2	3	4	1	4	4	3	4	6	3	4	3	5	3	2	2	117	4													
175TOF02			3	6	2	2	3	2	5	4	5	4	3	2	2	3	5	5	4	7	4	7	3	4	6	3	1	3	4	7	6	3	1	2	4	8	4	2		6	147	5													
175TOF03			2	2	4	3	3	5	4	7	5	2	4		2	1	4	1	2	4	2	3	3	7	4	7	3	2	1	3	5	1	3	4	4	7	3		2	1	120	4													
175TOF04			3	4	2	3	2	5	3	3	7	4	3	3	3	1	5	5	3	7	8	6	4	3	2	6	5	5	8	3	4	6	5	3	6	3	4	3	5	5	2	162	5												
175TOF05			7	4	3	3	6	5	9	3	6	11	6	3	3	7	9	3	7	6	8	7	6	6	3	7	7	4	3	6	6	3	10	6	5	8	4	4	7	9	3	223	7												
175TOF06					2	1	2		5							1																									11	2													
175TOF08			2	3	5	2		1	1	4	3	1	3	4	2	1	2	4		3	2	3	2	2	2	2	2	1	5	3	4	1	2	4	3	3	1	3	2	2	93	3													
175TOF09			3	3	5		2	2	8	1	3	3	1	1	2	6		2	6	6	5	4	4	2	2	2	4	6	5	8	3	5	4	2	3	4	1	3	2	9	2	134	5												
175TOF10			1	1	3	1	3	2	1	2	3	5	3	2	1	2	2	4	5	3	1	2	3	2	4	2	2	1	1	3	3	2	2	2	2	2	2	4	2	1	3	90	3												
175TOF11			1	2	3	3	1	2	2	2	2	3	2	1	3	2	4	3	1	1	1		4	1	2	2	1	2	3	1	1	2	2	3	1		3	1	2	70	3														
175TOF12			3	3	3	3	3	1	4	2	6	6		3	4	5	7	5	5	3	5	4	2	5	4	5	1	4	3	2	4	4	5	6	2	8	4	6	3	4	150	5													
Total Geral			27	30	31	21	28	30	37	32	43	44	35	20	20	31	36	36	39	43	41	39	37	33	31	40	36	26	33	40	39	32	39	35	37	38	29	33	27	1317															

Figura 44 - Quantidade de setups realizados no Grupo 175TOF

Contagem de Fim M		Rótulos de Colun																																																					
Rótulos de Linha		1	2	3	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	50	51	52	Total Geral	Percentil 70																		
166GRA01			1		1				2	1		1	1	1		1	1	1	1									1		2									1	17	1														
166GRA03				1					2	5	1																														9	2													
166LAS01			17	22	20	24	10	14	11		9	7	9	12	9	7	16	16	18	21	12	16	16	17	17		9	15	20	24	16	19	15	16	21	16	11		7	509	16														
166GRA04			22	16	14	19	23	18	13	12		6	18	16	19	14	24	22	16	10	18		9	14	16	18	21	18	16	14	13	15	17	17		9	15		5	8	525	18													
Total Geral			39	39	34	45	33	33	24	21	15	34	30	28	22	41	38	35	31	31	26	31	33	36	30	33	36	39	29	36	32	33	30	32	16	15	1060																		

Figura 45 - Quantidade de setups realizados no Centro de Custos 166

Após se ter obtido as duas variáveis, quantidade de referências associadas e número de setups realizados, é aplicada a fórmula do EPEI para todos os CT.

Na Tabela 10, encontra-se os resultados obtidos da aplicação do EPEI no centro de custos 174TOA.

Tabela 10 - Aplicabilidade do EPEI no centro de custo 174TOA

CT	Quantidade referências associadas	Número de setups semanais	EPEI (Dias)
174TOA01	20	1	100
174TOA02	69	6	58
174TOA03	134	7	96
174TOA04	152	5	152
174TOA05	100	6	83
174TOA06	30	1	150
174TOA07	101	7	72
174TOA08	8	1	40
174TOA09	114	5	114
174TOA10	76	4	95
174TOA11	272	6	227

Através da análise dos resultados obtidos, concluiu-se que, os valores obtidos pela aplicação do EPEI não estavam de acordo com a realidade presente na empresa, no sentido em que é impensável que uma referência quando acaba a operação no CT 174TOA11 só possa voltar a ser produzida passados 272 dias. Estes valores foram debatidos juntamente com a equipa de engenharia e posteriormente descartados. A principal razão pela qual o EPEI não é aplicável na mecânica é devido à imensa variabilidade de fatores que surgem devido ao seu *layout* produtivo, que está estruturado num sistema *job-shop*, e pela complexidade de operações necessárias realizar nas peças.

O EPEI tem uma eficiência mais elevada em contexto de linha onde a produção tende a ser mais previsível e com menos variabilidade de processos, algo que no *job-shop* não acontece. Um CT na mecânica não tem um sequenciamento de produção pré delineado como exemplificado na Figura 4 – Representação esquemática e calculo do EPEI.

De todas as peças possíveis de produzir no CT, apenas uma parte delas, na maioria dos casos, é que são realmente produzidas durante um intervalo de tempo. Apesar do CT ter a si associadas 272 referências como é o caso da 174TOA11, não quer dizer que este as vá produzir todas antes de voltar à primeira produzida. É normal que, das 272 referencias ativas associadas, apenas 150 sejam produzidas durante um ano fiscal, visto serem peças com procura regular enquanto que as restantes 122 têm consumos esporádicos.

5.6.2 Sugestão Alternativa ao Conceito EPEI

Com a possibilidade de aplicação do EPEI descartada, a solução foi voltar a utilizar valores pré-definidos baseados no que é a realidade vivida na empresa e no que são os objetivos da mecânica.

Apesar do conceito de delinear o tamanho de lote de acordo com o intervalo entre *setups* já ser aplicado no cálculo existente, foram propostas duas alterações.

A primeira alteração proposta de forma a renovar a matriz, foi ter uma perspetiva ao CT e não ao centro de custo, isto porque, cada CT tem as suas próprias características e deve ser tratado de forma individual de modo a conseguir obter intervalos o mais precisos possível, em vez de ter um valor que represente todas as máquinas no global.

A segunda alteração proposta à tabela existente foi subdividir o valor único até agora utilizado por vários valores consoante o tempo de *setup* que a peça impõe ao CT. Atualmente, uma peça que passe no centro de custos 174TOA só pode voltar a ser lá produzida passados 40 dias, independentemente se esta impõe um *setup* ao CT de 30 minutos ou de 1680 minutos. A proposta passou por fazer um estudo aos tempos de *setup* de todas as referências da mecânica e a partir daí definir intervalos de valores de forma a conseguir atribuir, para cada intervalo, um valor diferente em vez de ter um único que represente tudo. A ideia é que quanto maior for o tempo de *setup* imposto por uma peça ao CT, maior terá de ser o intervalo de tempo que ela não pode voltar a ser produzida, porque se despense muito tempo para fazer um *setup* face ao tempo que o lote passa efetivamente em operação, sendo o objetivo rentabilizar esta relação.

Na Figura 46 está representada a matriz com as alterações propostas para o centro de custo 174TOA, encontrando-se de forma integral no Apêndice 2 – Matriz intervalo mínimo entre *setups*.

Período mínimo entre setups dias (T.Setup / CT)													
Grupo	Centro Trabalho	CAT	0	30,00	90,00	120,00	150,00	180,00	240,00	320,00	400,00	500,00	600,00
174	174TOA01	MAQ	25	30	35	40	45	50	50	50	55	55	60
174	174TOA02	MAQ	25	30	35	35	35	40	40	45	45	50	50
174	174TOA03	MAQ	25	30	35	35	35	40	40	45	45	50	50
174	174TOA04	MAQ	25	30	35	40	40	40	45	45	50	50	55
174	174TOA05	MAQ	25	30	35	35	35	40	40	45	45	50	50
174	174TOA06	MAQ	25	30	35	40	45	50	55	55	55	60	65
174	174TOA07	MAQ	25	30	30	30	35	35	40	40	45	45	50
174	174TOA08	MAQ	25	30	35	40	45	50	50	50	55	55	60
174	174TOA09	MAQ	25	30	35	40	40	40	45	45	50	50	55
174	174TOA10	MAQ	25	30	35	40	40	40	45	45	50	50	55
174	174TOA11	MAQ	25	30	35	40	45	50	50	50	55	55	60

Figura 46 - Período entre setups do centro de custo 174

Como resultado do estudo dos tempos de *setup* realizado, foi sugerido subdividir os tempos de *setup* em 11 intervalos de valores distintos, passando-se a ter ao invés de uma única linha a representar o centro de custo, onze linhas, no caso do 174TOA, que representam os 11 CT inseridos no centro de custo.

Obtenção de valores para preenchimento da matriz

O próximo passo, depois de ter a estrutura da matriz reformulada, foi obter os valores que irão servir para consulta futura, na altura de calcular o lote.

A primeira verificação feita foi identificar qual é o tempo de *setup* que representa o CT, de forma a ser possível identificar um valor central na matriz em cada linha. Para saber este valor, foi aproveitado o estudo relativo às referências associadas, para fazer um apanhado dos tempos de *setup* das referências associadas e aplicou-se um percentil 70% para obter um valor referência do CT que se encontram destacados a verde na Figura 46.

De seguida foi definido, em conjunto com a equipa de engenharia, que um lote que tenha fases na maquinação, tem de cobrir no mínimo 25 dias de necessidades, para ser rentável produzir. Portanto, o valor que vai representar o intervalo de 0 a 30 minutos de *setup*, para todos os CT, será de 25 dias.

A partir deste valor mínimo, foram feitos incrementos de 5 em 5 dias, para suportar o raciocínio de que quanto maior for o tempo de *Setup de uma peça*, maior terá de ser o tempo que esta não pode voltar a ser produzida. Este incremento de 5 unidades estagna quando se chega ao intervalo vizinho à referência de *setup* central do CT, realçada a verde. O valor central e os seus vizinhos próximos, tanto para a esquerda como para a direita tomam o mesmo valor, como representado na Figura 47.

Período mínimo entre set-ups dias (T.Setup / CT)													
Grupo	Centro Trabalho	CAT	0	30,00	90,00	120,00	150,00	180,00	240,00	320,00	400,00	500,00	600,00
174	174TOA08	MAQ	25	30	35	40	45	50	50	50	55	55	60
174	174TOA09	MAQ	25	30	35	40	40	40	45	45	50	50	55
174	174TOA10	MAQ	25	30	35	40	40	40	45	45	50	50	55

Figura 47 – Representação do raciocínio incremental seguido

Esta decisão de atribuir o mesmo valor para estes 3 intervalos é justificável através de um estudo experimental que verifica, de todas as referências associadas ao CT, qual é a percentagem que cai nos 3 intervalos definidos. De acordo com os resultados obtidos, a probabilidade de um tempo de *setup* estar dentro do intervalo definido varia entre 41% e 96%, ou seja, existe uma grande concentração nesta área de valores. Na Figura 48 está um excerto do estudo feito, onde é possível observar dois CTs de cada centro de custo. Tendo isto em conta, não faria sentido estar a atribuir tempos distintos aos valores que se encontrassem neste intervalo, porque iria estar-se a separar a grande maioria dos valores ali concentrados com diferentes tempos. Assim, a maior representatividade de valores mantém o mesmo intervalo entre *setups*, e os restantes ficam distribuídos pelos restantes intervalos.

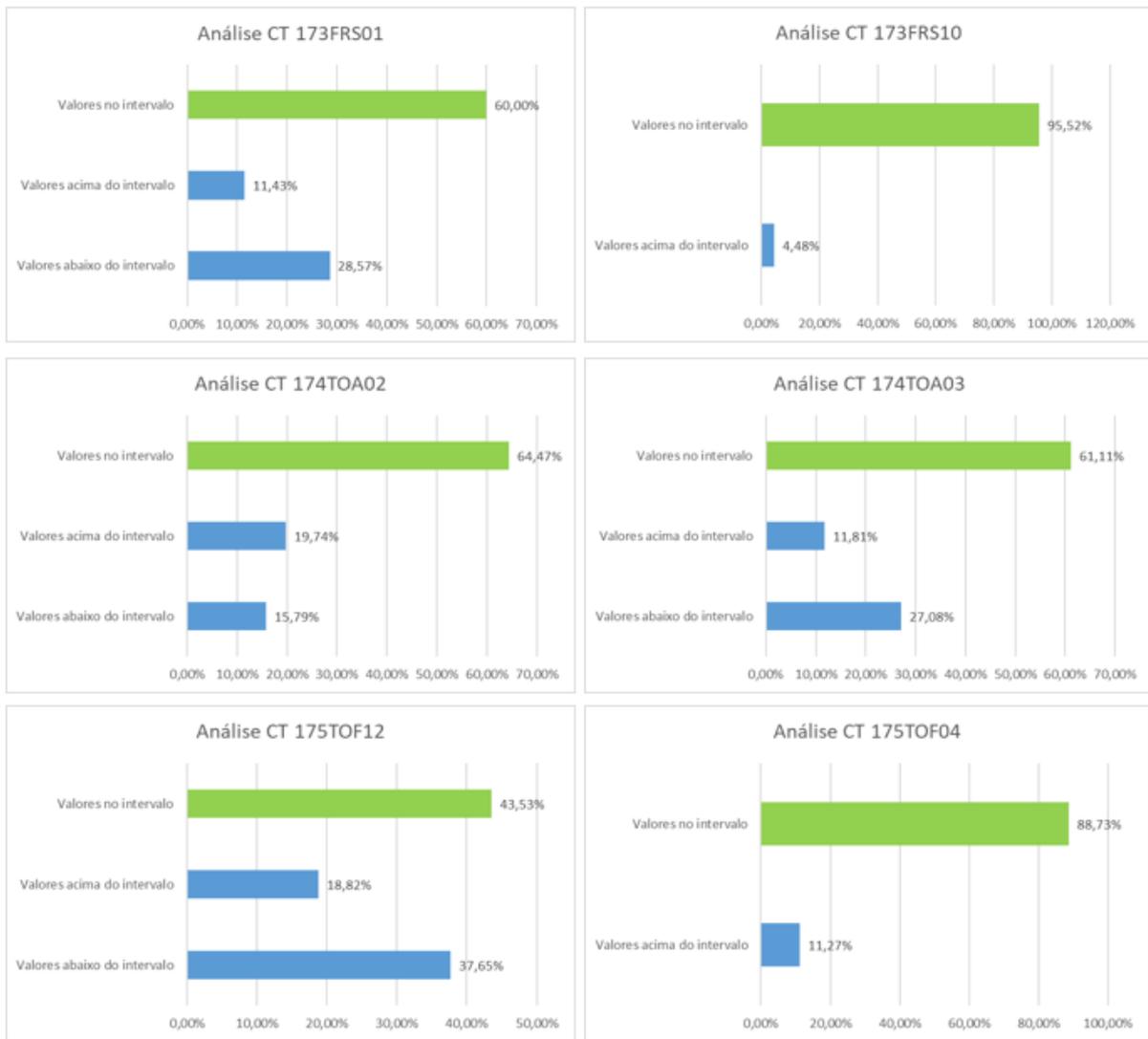


Figura 48 - Resultados obtidos pela análise ao intervalo central

A partir do intervalo imediatamente à direita do valor central, decidiu-se continuar a incrementação em pares de 5 de forma a evitar que não se obtenham lotes com intervalos de necessidades superiores a 65 dias.

Todo o raciocínio até agora descrito, apenas foi aplicado à maquinação. O tratamento de superfície, por ter tempos de *setup* muito residuais e todos similares entre centros de custo, a distribuição de intervalos entre *setups* mediante o *setup* imposto ao CT não foi desenvolvido de forma tao pormenorizada. De forma a simplificar, decidiu-se atribuir um valor que representará todo o tratamento de superfície, 10 dias de intervalo entre *setups*. Neste setor produtivo, devido à situação atual que enfrenta (maioritariamente falta de capacidade), não pode ter tamanhos de lotes similares à maquinação. Este tipo de CT tem uma procura muito grande e necessitam de trabalhar muitas referências num só dia. Um

lote grande iria causar uma entropia nestes CTs, porque ocuparia a mão de obra existente durante um período de tempo mais longo que o desejado para manter uma rotação elevada de referências.

Dez dias é um valor baixo no que toca à cobertura de necessidades, e portanto, para compensar, foi criada uma matriz auxiliar para o tratamento de superfície. Esta tem o seguinte propósito: aumentar o intervalo entre *setups* consoante o número de centros de custo que estão presentes no roteiro. Na Figura 49 está presente essa mesma matriz.

Nº Centro Custos Trat.Sup	Periodo minimo
1	10
2	15
3	20
4	20
5	20
6	20

Figura 49 - Matriz auxiliar para Tratamento de superfície

Caso a peça tenha apenas fase de galvanização (centro de custos 168), por exemplo, terá os 10 dias mínimos, mas caso após a galvanização tenha pintura (centro de custos 167), passará a ter 15 dias, e por aí em diante.

Os centros de custo do controlo (centro de custos 177) e engenharia (centro de custos 170) obtiveram o valor de 5 dias. De forma similar ao que aconteceu no tratamento de superfície, independentemente do tempo de *setup* que for conferido, ser-lhe-á atribuído o valor de 5 dias de forma a que não tenham qualquer influencia no cálculo do lote, (visto serem grupos que não contribuem para a transformação do produto). O centro de custos do controlo tem como tarefa fazer o controlo final do lote produzido e o centro de custos da engenharia, quando incorporado no roteiro da peça, representa uma supervisão por algum membro da equipa de engenharia.

Matriz Secundária para Maquinação

Esta segunda matriz é um complemento à primeira apresentada, apesar de apenas ser utilizada para CT da maquinação.

Os CT que pertencem à maquinação realizam operações mais complexas, que por sua vez acabam por ser também mais demoradas. Estes CTs têm tempos de *setup* muito mais elevados, na maior parte dos casos, comparado com o tratamento de superfície e, portanto, é necessário rentabilizar este tempo ao máximo.

De forma a evitar que, quando for feita a leitura individual de valores da primeira matriz, resulte um intervalo entre *setups* baixo para a complexidade do roteiro em causa, esta segunda matriz vem ajudar

a compensar esse possível desfalque. Não é viável produzir um lote com um alcance de 6 semanas quando, no seu roteiro, estão presentes todas as fases da maquinação (tornear, fresar, tornear fino e laser), daí a segunda matriz fornecer um intervalo diferente que varia consoante a complexidade do roteiro.

Para utilizar esta segunda matriz é necessário saber quantas fases maquinadas existem no roteiro e quantos minutos de *setup*, no total, essas fases vão necessitar. Dependendo do número de CT maquinados, é escolhida uma linha da matriz, representada na Figura 50, e consoante o somatório do tempo de *setup* desse CT, é escolhido o valor da coluna em questão.

matriz setups												
PERIODO Minimo tempo total de setup												
Nº Maquinas	0,00	30,00	90,00	150,00	240,00	320,00	400,00	500,00	600,00	800,00	1200,00	1500,00
2	30	30	30	35	40	45	50	55	55	60	65	70
3	30	35	35	40	45	50	55	55	60	65	70	75
4	35	35	40	45	50	55	55	60	65	70	75	75
5	35	35	40	45	50	55	60	65	70	75	80	80
6	35	40	45	50	55	60	65	70	75	80	80	80

Figura 50 - Matriz de intervalo entre setups auxiliar (maquinação)

Obtenção de valores para preenchimento da segunda matriz

A divisão por colunas desta matriz tem como base os valores obtidos na primeira matriz, mas desta vez não tão detalhados e com uma divisão de intervalos mais alargada. O preenchimento interno da matriz começou com a definição de um valor mínimo de 30 dias e um máximo de 80 dias e segue o seguinte princípio: o intervalo entre *setups* vai aumentando à medida que o tempo de *setup* sobe, mas este aumento é mais acelerado à medida que o número de máquinas envolvidas aumenta também.

Este fator é perceptível através da utilização das cores presentes na Figura 50, onde temos como cor predominante o verde nas regiões onde os intervalos entre *setups* utilizados são menores (canto superior esquerdo da matriz), e vai tomando tons de amarelo, laranja até chegar à outra extremidade da matriz, onde a cor predominante é o vermelho, visto ser a região que tem o intervalo entre setups maior.

O intervalo entre *setups* utilizado para 2 máquinas com um tempo de *setup* somado de 800 minutos é o mesmo utilizado para 6 máquinas com um somatório de tempo de *setup* de 320 minutos. Apesar de estarem envolvidas menos máquinas, o tempo de *setup* necessário é muito alto, enquanto que, na outra situação, o tempo de *setup* diminui mas a complexidade do roteiro é maior.

Tanto a nova matriz utilizada para o tratamento de superfície como as alterações realizadas às duas já existentes, tiveram o aval positivo tanto da equipa de engenharia como da chefia da mecânica.

5.7 Máquinas Dedicadas/ *Outliers*

As designadas “máquinas dedicadas”, são CT dedicados a produzir uma só peça, ou um conjunto muito restrito delas. As referências com máquinas dedicadas são peças com cadência de produção elevada, contendo tempos de ciclo muito elevados devido à sua complexidade. Caso não existissem estes CT dedicados, não era possível satisfazer as necessidades da montagem, levando à necessidade de aumentar a capacidade produtiva da mecânica. As peças produzidas em CT dedicados, são peças de cadencia elevada e têm prioridade sobre outras, de forma a não quebrar o fornecimento semanal à montagem, tornando o seu tempo de espera quase nulo.

Na Figura 51 encontram-se referências e respetivas máquinas onde estas operam, do centro de custo 173FRS, classificadas como referências em máquina dedicada.

Máquinas Dedicadas	
CT	Referência
173FRS03	420-400.100-006
173FRS03	420-400.505-007
173FRS03	420-400.575-007
173FRS07	420-400.320-006
173FRS12	420-300.510-008
173FRS13	042-253.001-194
173FRS13	420-141.071-005
173FRS13	420-401.200-008

Figura 51 - CT dedicados no grupo 173FRS com as respetivas referências

Outliers

As referências que são consideradas *outliers*, têm de ter uma atenção especial na hora de definir o tamanho de lote. Este tipo de casos tem de ser avaliado pelo planeador devido às suas características únicas, ao qual o lote não pode ser calculado pelas regras definidas. Uma das causas mais comuns de uma referência ser considerada *outlier* é a limitação de fornecimento de matéria-prima por parte do fornecedor. Apesar de ser mais vantajoso produzir um lote maior, o fornecedor não consegue entregar a quantidade de matéria-prima necessária, sendo necessário reajustar esse lote conforme a sua capacidade. Outro fator é a contratação de tamanhos de lote com clientes, não sendo possível alterar a quantidade a ser produzida. Na Figura 52 encontram-se alguns exemplos de *outliers*.

REF	Comentário
603-000.01-009	peças Sanshui - mínimo 500
603-000.250-005	peças Sanshui - mínimo 500
613-000.900-029	peças Sanshui - mínimo 500
613-000.500-079	peças Sanshui - mínimo 500
613-000.500-004	peças Sanshui - mínimo 500
633-000.001-009	peças Sanshui - mínimo 500
420-300.001-002	PEDIDO DE LCW (Harald Friedrich)
423-122.001-015	ENCOMENDAS 2 EM 2 MESES
420-300.100-006	FORNECEDOR SÓ CONSEGUIE 600/SEMANA
420-320.302-006	FORNECEDOR SÓ CONSEGUIE 600/SEMANA
442-299.185-000	CORTINAS LINHA DE MONTAGEM
434-203.017-020T	Corpos ALF- Necessidades inconsistentes
420-300.210-008	Limitação fornecimento 1000 peças

Figura 52 - Referências classificadas como outliers

5.8 Aplicação das seis regras

Após a obtenção de todos os dados até agora abordados, é finalmente feita a aplicação das regras incrementais e limitativas, regras estas que servem para moldar o tamanho de lote. As regras a seguir expostas vão ter como aplicação prática a informação anexada à referência 420-070.352-006, cujo roteiro conta com 6 fases: 173FRS05, 173MAN00, 165ESM03, 168ARE02, 168GAL02 e 165MAN06.

5.8.1 Regras Incrementais

Regra1 “Sistema Mapa”

O sistema mapa é uma etapa incremental no cálculo do tamanho de lote. Deste conceito sai um tamanho de lote hipotético, definido através das necessidades existentes no tempo em que uma referência não pode voltar a ser produzida.

Para definir esse intervalo de tempo são tidas em conta duas considerações:

Primeira consideração: Para cada operação do roteiro é verificado o tempo que uma referência vai ficar sem poder voltar a ser produzida, tempo este que está representado na matriz presente no Apêndice 2 – Matriz intervalo mínimo entre *setups*. Para consultar a matriz, são necessárias duas informações, o CT e o tempo de *setup* que uma dada referência impõe ao mesmo.

Tabela 11 - Aplicação da 1ª consideração da regra "Sistema Mapa"

OP	CT	Tempo Setup (min)	Intervalo entre setups (Dias)	Intervalo entre setups a utilizar (Máximo)
0010	173FRS05	120	40	40
0020	173MAN00	10	10	
0030	165ESM03	-	15	
0040	168ARE02	-	15	
0050	168GAL02	-	15	
0060	165MAN06	-	15	
0070	Armazém			

A interpretação da Tabela 11 é feita da seguinte maneira: Existem 6 CT no roteiro, tendo cada um deles um tempo de *setup* associado. Esse tempo de *setup* vai definir a posição na matriz onde vai ser lido um valor. O CT 173FRS05 tem um tempo de *setup* de 120 minutos, o que vai resultar num intervalo entre *setups* de 40 dias. Este raciocínio é feito para as restantes operações do roteiro. O valor que é considerado no final é o maior obtido entre todas as fases, que no exemplo dado é de 40 dias.

Segunda consideração: Como o roteiro desta peça apenas contém uma operação maquinada, não é necessário consultar a matriz auxiliar da maquinação que se encontra na Figura 50 - Matriz de intervalo entre setups auxiliar (maquinação).

Finalmente, após serem obtidos os 2 valores, neste caso apenas 1, é escolhido o maior dos dois e calculado o tamanho de lote com base na necessidade diária da peça.

Cálculo do lote proposto no Sistema Mapa:

$$\text{Tamanho de Lote} = \text{Necessidade diária} \times \text{Intervalo mínimo entre Setups}$$

Com uma necessidade diária de 20.7 peças, o lote terá a dimensão de:

$$\text{Tamanho de Lote} = 20.7 \times 40 \approx 830$$

Regra2 “% Tempo Setup / Tempo Produção”

A regra2 assegura que o lote não passa mais tempo a realizar *setups* do que a produzir.

Cálculo do lote proposto pela regra “% Tempo Setup / Tempo Produção (Maquinados)”:

- Cálculo do Tempo Setup: $\text{Tempo Setup (minutos)} = \sum \text{Tempo Setup (Maquinado)}$
- Cálculo do Tempo de Produção: $\text{Tempo Produção (min)} = \sum \text{Tempo Ciclo} \times \text{Lote proposto.}$

- Verificação da percentagem entre Tempo *Setup* e Tempo Produção: $\% = \frac{\text{Tempo Setup}}{\text{Tempo Produção}}$.

Tabela 12 -Aplicação da regra “% Tempo Setup / Tempo Produção”

OP	CT	Tempo Setup (min)	Tempo Ciclo (min)	Lote	Tempo de Produção (min)	%	Lote Proposto
0010	173FRS05	120	1.7	830	1411	$\frac{1411}{120}=8.5\%$	-
0020	173MAN00	-	-		-		
0030	165ESM03	-	-		-		
0040	168ARE02	-	-		-		
0050	168GAL02	-	-		-		
0060	165MAN06	-	-		-		

Como é possível observar nos dados da Tabela 12, o tempo de *setup* é apenas 8.5% do tempo de produção com um lote de 830 peças, logo não é preciso fazer o reajuste do tamanho de lote para que este, caso superior a 30%, cumprisse essa regra.

Regra3 “Lote mínimo NecDep”

A regra3 garante que o tamanho de lote é igual ou superior à menor necessidade da linha de montagem. Caso o lote até agora calculado fosse inferior à necessidade mínima, este tomaria o mesmo valor dessa mesma necessidade, garantindo assim o pressuposto.

Através da análise das necessidades a 81 dias, verificou-se que a menor necessidade era de 30 unidades, logo não existe a necessidade de ajuste ao lote proveniente da regra anterior.

Regra4 “Intervalo entre Setups/Tempo de atravessamento”

Finalmente, é verificado se o intervalo de cobertura para o lote definido supera o tempo de atravessamento. Esta regra incremental desempenha um papel muito importante no que toca a garantir que não existem duas ou mais ordens de produção, para o mesmo produto, em curso em simultâneo. O tempo de atravessamento é calculado com o maior lote até agora proposto pelas regras aplicadas, neste caso prático, 830 peças.

Tabela 13 - Aplicação da regra "Intervalo entre Setups/Tempo de atravessamento"

Intervalo mínimo entre <i>setup</i> (dias)	Tempo de Atravessamento (dias)	Diferença	Lote Proposto
40	18	22	-

Devido à diferença do intervalo mínimo entre *setups* e do tempo de atravessamento ser de 22 dias, não existe a necessidade de aumentar o lote (Tabela 13).

5.8.2 Regras Limitativas

Após a aplicação de todas as regras incrementais, é proposto um tamanho de lote de referência que consiste no maior tamanho de lote obtido em cada uma das regras, isto porque, o objetivo das regras incrementais é potencializar o tamanho de lote ao máximo, não considerando nenhuma restrição. As restrições vão ser aplicadas agora pelas restantes regras.

Regra5 "Número Máximo de Turnos"

Esta regra pretende que o tamanho de lote sugerido pelas regras incrementais não ultrapasse 25 turnos de produção consecutivos num só CT.

Cálculo do nº de turnos necessários para o CT produzir o lote proposto pelas regras incrementais:

$$\text{Número Turnos} = \frac{\text{Tempo Ciclo} \times \text{Lote}}{\text{Capacidade disponível} \times \text{Eficiência}}$$

Tabela 14 - Aplicação da regra "Número Máximo de Turnos"

OP	CT	Tempo Ciclo (min)	Nº Turnos em Produção	Lote Proposto
0010	173FRS05	1.7	2	-
0020	173MAN00	0.5	-	
0030	165ESM03	0.2	-	
0040	168ARE02	0.4	-	
0050	168GAL02	0.5	-	
0060	165MAN06	0.4	-	

Através da interpretação da Tabela 14, para o lote proposto atual de 830 peças, o CT com maior tempo de ciclo, 173FRS05 com 1,7 minutos, demoraria 2 turnos consecutivos de produção para conseguir produzir o lote por completo cumprindo com o limite estipulado de 25 turnos, logo não é sugerido alterar o lote.

Regra6 “Tempo de Atravessamento Máximo”

A regra do Tempo de Atravessamento Máximo define que uma referência não pode ultrapassar 80 dias de tempo de atravessamento, de forma a limitar o tempo que uma ordem de produção pode estar em produção no chão de fábrica.

Cálculo do lote proposto pela regra Tempo de Atravessamento Máximo:

- Cálculo do Tempo de Produção: $\text{Tempo Produção (dias)} = \frac{\sum \text{Tempo Ciclo} \times \text{Lote proposto}}{\text{Capacidade CT} \times \text{Eficiência}}$
- Cálculo Tempo Espera: $\text{Tempo Espera} = \sum \text{Tempo Espera}$
- Cálculo do Tempo de Atravessamento: $\text{Tempo Atravessamento(dias)} = \text{Tempo Produção} + \text{Tempo Espera} + \text{Tempo Setup}$

Tabela 15 - Aplicação da regra “Tempo de Atravessamento Máximo”

OP	CT	Tempo de Produção (dias)	Tempo de Espera (dias)	Tempo de Setup	Tempo de Atravessamento (dias)	Lote Proposto
0010	173FRS05	1.338	5	0.08	18	-
0020	173MAN00	0.521	1	0.01		
0030	165ESM03	0.417	1	0.02		
0040	168ARE02	0.417	1	0.01		
0050	168GAL02	0.521	1	0.01		
0060	165MAN06	0.833	1	0.02		

A situação presente na Tabela 15 não apresenta necessidade de reajuste no tamanho de lote proveniente da regra anterior, uma vez que o tempo de atravessamento encontra-se abaixo dos 80 dias limite.

5.8.3 Tamanho de Lote Final

Após implementadas todas as 6 regras, chega-se ao tamanho de lote final, ou seja, um valor que foi inicialmente potenciado ao máximo e posteriormente limitado pelas restrições definidas. Antes de ser atribuído o lote, é ainda confirmada as seguintes condições:

- Caso o valor obtido de tamanho de lote seja superior às necessidades a 81 dias, o lote vai igualar o seu valor consoante as necessidades existentes nesse período, garantindo que o lote não ultrapasse as 16 semanas de cobertura.

- Caso não existam necessidades a 81 dias, o valor do tamanho de lote iguala ao registrado no sistema ERP SAP.

Tabela 16 – Resultado da aplicação das regras incrementais e limitativas

OP	CT	Tempo Produção (dias)	Tempo de Espera (dias)	Tempo de Setup (Dias)	Tempo de Atravessamento (dias)	Lote Final
0010	173FRS05	7	10	1	18	830
0020	173MAN00					
0030	165ESM03					
0040	168ARE02					
0050	168GAL02					
0060	165MAN06					

A referência 420-070.352-006, classificada como uma peça Rápida e com uma cadência de necessidades alta, terá um tamanho de lote de 830 peças, que implicará um tempo de produção de 7 dias, um tempo de espera total de 10 dias e 1 dia para realizar *setups* em todas as fases do roteiro, informação presente na Tabela 16.

5.9 Taxa de ocupação (Análise do WIP)

Com o objetivo de perceber o WIP presente em cada CT, foi feito um estudo com vista a repensar a quantidade de ordens que são lançadas pelo planejamento para o chão de fábrica e pela quantidade de peças que a mecânica tem em curso em todos os centros de custos.

Com base num algoritmo desenvolvido para ler todas as ordens de produção em curso no setor da mecânica, este projeto fornece uma ferramenta de análise rápida ao planejador do panorama geral do setor da mecânica.

A base de dados deste projeto é atualizada diariamente através de algoritmos implementados em macros, não necessitando de qualquer cálculo externo ou inserção de dados de forma manual. Nesta análise ao WIP foram tidos em conta dois cenários:

1. Visualização do WIP previsto para um determinado CT numa certa data.
2. Visualização do WIP efetivo, para um determinado CT numa certa data, ou seja, são contabilizadas as peças que já se encontram disponíveis para serem trabalhadas e estão em fila de espera.

Na Figura 53, estão presentes duas linhas que representam os dois cenários descritos. A linha laranja representa a ocupação efetiva em dias, ou seja, o CT em questão tem, no dia 28/04/2022, WIP suficiente para trabalhar durante 33 dias consecutivos. A linha azul indica o WIP que irá entrar no CT,

ou seja, peças que estejam em fases anteriores e que têm no roteiro o CT 173FRS01, passando o CT a ter uma ocupação prevista de 44 dias. Como é possível observar, existem limites definidos pelas retas cinza e laranja, limite inferior e superior respetivamente. Estes dois delimitadores são uteis a nível visual para perceber se a situação em que se encontra o CT é controlável ou não. O limite inferior é comum para todos os CT, definido nos 5 dias (foi definido que um CT para não correr o risco de ficar sem trabalho tem de ter WIP suficiente para uma semana de trabalho) e o limite máximo situa-se nos 20 dias no caso dos CT da maquinação e nos 10 dias no caso do tratamento de superfície.

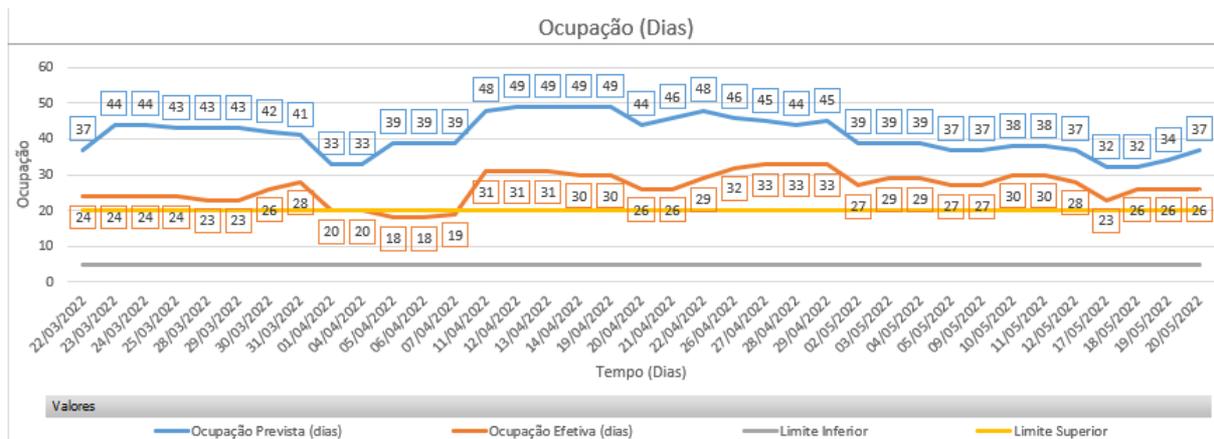


Figura 53 - Análise WIP quanto à ocupação no CT 173FRS01

Para além de ser possível ver a ocupação, em dias, de cada CT, é também possível visualizar a quantidade de peças em WIP, quantidade de ordens de produção em cada CT e um histórico da evolução da capacidade disponível.

A base por de trás do cálculo da ocupação de um CT, está na quantidade de peças que estão a si associadas. O gráfico da Figura 54 mostra a quantidade de peças que o CT tem disponíveis para produção, coluna laranja, e a quantidade de peças que estão em fases anteriores do processo, mas que chegarão ao CT, coluna azul. Existem delimitações para o número de peças, sendo a reta cinza o limite inferior e a reta laranja o limite superior. O limite inferior foi definido com base no seguinte raciocínio de cálculo:

$$\text{Limite Inferior} = \frac{(\text{Capacidade Efetiva} \times 5) - (N^{\circ}\text{Setups Semanais} \times \text{Tempo de Setup})}{\text{Tempo de Ciclo}}$$

Dado que a ocupação mínima que um CT deve ter é de 1 semana, é multiplicada a capacidade efetiva pelos 5 dias de forma a ter o tempo produtivo efetivo numa semana. Retira-se a essa disponibilidade total o tempo que o CT gasta a fazer *setups* e divide-se pelo tempo de ciclo do CT de forma a obter quantas peças é possível produzir no intervalo de 1 semana. O valor do limite superior altera consoante o limite máximo definido no gráfico da ocupação, alterando os 5 dias para esse máximo.

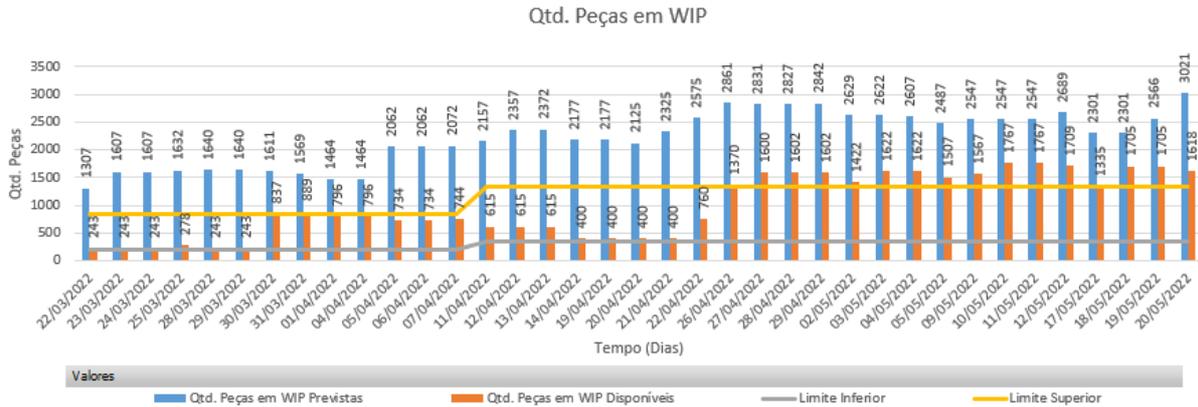


Figura 54 - Análise WIP quanto à quantidade de peças no CT 173FRS01

Como um dos objetivos é controlar a quantidade de ordens de produção que são impressas, foi feito também uma análise à quantidade de ordens existentes em cada CT (Figura 55). Novamente, a coluna laranja representa o número de ordens que estão disponíveis para o CT produzir, a coluna azul representa aquelas que estão previstas chegar, a reta cinza representa o limite mínimo de ordens de produção lançadas e a reta laranja o máximo de ordens de produção que o CT deve ter em fila de espera. O limite inferior é calculado da seguinte forma:

$$\text{Limite inferior} = \frac{\text{Quantidade de peças produzidas por semana}}{\text{Tamanho de lote médio}}$$

Através da quantidade de peças que são produzidas semanalmente e pelo tamanho de lote médio das peças que passam naquele CT, é possível estimar um número de ordens que é necessário ter impressas para que no mínimo cubram uma semana de trabalho. O limite superior segue o mesmo princípio que os anteriores.

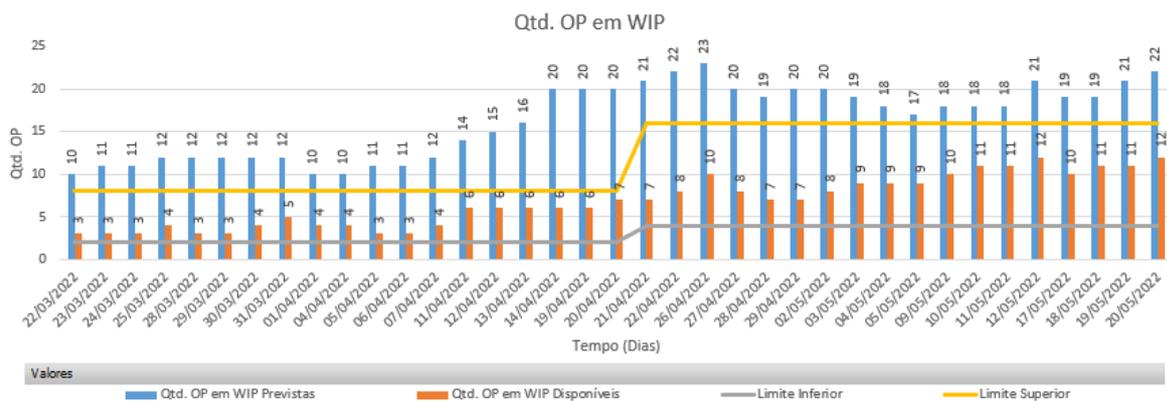


Figura 55 - Análise WIP quanto à quantidade de ordens de produção no CT 173FRS01

Por fim, para efeitos de rastreamento, existe mais um gráfico, Figura 56, que mostra a evolução da disponibilidade ao longo do tempo. Este gráfico serve mais como back-up para tentar perceber se, caso exista uma variação substancial a nível de WIP, foi devido à alteração da capacidade do CT.

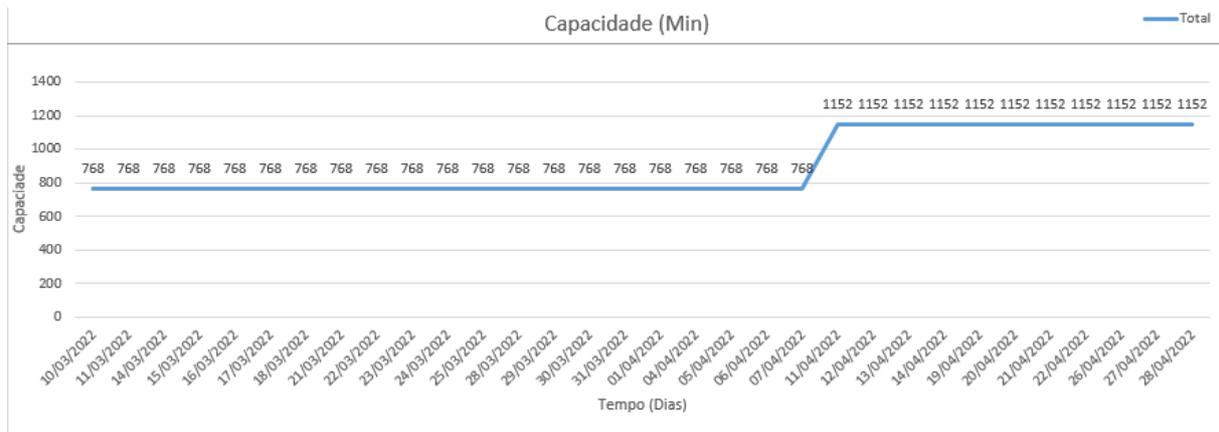


Figura 56 - Análise da capacidade no CT 173FRS01

Esta ferramenta, para além de controlar os níveis de WIP, permite aos chefes de grupo gerirem a quantidade de turnos ativos consoante os dias de ocupação que tenham no CT do seu grupo produtivo. Na Figura 57 encontra-se um exemplo onde o chefe de grupo do CT 174TOA07 realizou a gestão de turnos de acordo com os dados fornecidos pela ferramenta.

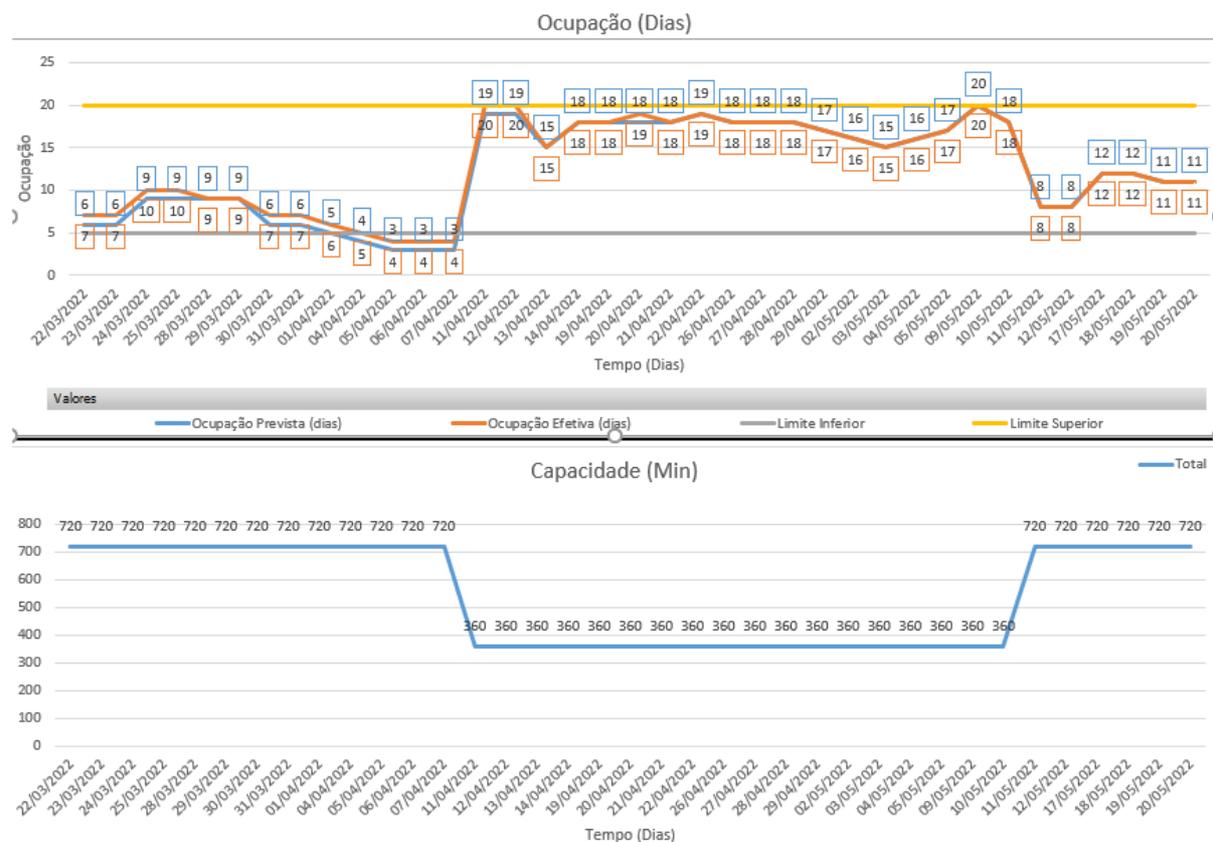


Figura 57 - Análise à gestão de turnos do CT 174TOA07

É notório que desde o dia 22/03/2022 a ocupação efetiva do CT tem vindo a diminuir até ao ponto de ser menor que o mínimo recomendável que são 5 dias. Nessa altura, o CT está a operar em 2 turnos,

algo que, como é visível pelo gráfico da “Ocupação”, é desnecessário face à falta de trabalho. Quando o chefe de grupo desativou um turno, ficando a operar apenas em turno único, a ocupação em dias estabilizou dentro do limite recomendado a partir do dia 11/04/2022. Dia 11/05/2022, o chefe de grupo voltou a ativar o segundo turno visto que a ocupação já estava a atingir o limite máximo de ocupação.

De forma a facilitar a identificação dos CT que não estão dentro dos limites definidos, foi criada uma tabela que, conforme o centro de custo que for inserido como variável de input, dirá quais os CT daquele centro estão fora dos limites. Existem dois tipos de avaliação para quando o valor está fora dos limites, o tolerável e o grave. Um valor é tolerável quando o seu valor excedeu o limite em apenas 20%, para além disso já é considerado grave. Na Figura 58 encontra-se um exemplo desta análise para o centro de custo 173.

Tolerância	20%													
Grupo	173													
Semana	CT NOK													
16	173FRS01 ▲	173FRS04 ▼	173FRS06 ▲	173FRS11 ▲	173MAN01 ▼									
17	173FRS08 ▲	173FRS11 ▲	173FRS13 ▲	173MAN01 ▼										
18	173FRS01 ▲	173FRS04 ▲	173FRS08 ▲	173FRS13 ▲	173MAN01 ▼									
19	173FRS01 ▲	173FRS08 ▲	173MAN01 ▼											
20														

Figura 58 – Análise aos CT do centro de custos 173 fora dos limites

De forma a ser mantido um histórico recente da evolução deste tipo de CT mais críticos, é possível visualizar todos os CT que estão fora dos limites nas quatro semanas anteriores à atual. Os CT que tem um quadrado vermelho ao seu lado são aqueles que se encontram em estado grave, os que têm o quadrado laranja significa que estão fora dos limites, mas dentro da tolerância de 20%. Para além dessa informação é possível observar uma pequena seta em cada um dos quadrados, significando que quando esta está para cima, o valor excedeu o limite superior definido, quando está com a seta para baixo significa que excedeu o limite inferior. Esta análise é baseada nos valores obtidos pelo gráfico da ocupação.

Toda a interface do projeto de determinação das taxas de ocupação dos CTs encontra-se no Apêndice 4 – Interface Análise WIP.

6. ANÁLISE DE RESULTADOS

Neste capítulo são apresentados os resultados obtidos após a implementação do novo cálculo do tamanho de lote e tempo de atravessamento.

6.1 Análise Geral (Tamanho de Lote)

Após aprovado o novo método de cálculo pela chefia da mecânica e pela equipa de engenharia, foi possível constatar que os tamanhos dos lotes em utilização estavam, globalmente, sobredimensionados. Ou seja, os tamanhos dos lotes sugeridos pelo novo modelo são globalmente inferiores. Na Figura 59, essa tendência está bem vincada, sendo que 66% de todas as referências abrangidas pelo cálculo viram o seu lote diminuído (diminuição média do tamanho lote em 53.5%). 20% das referências sofreram um aumento do tamanho de lote (em média de 68.3%) e as restantes 14% mantiveram o lote atual. A diminuição mais vincada do tamanho de lote deve-se também ao cuidado que houve em gerir os lotes do tratamento de superfície devido à situação que enfrentam.



Figura 59 - Lote Atual VS Lote Proposto

Nem sempre os lotes propostos pelo projeto devem ser seguidos dado que existem referências com características que não o permitem. Referências com lote contratado, séries especiais e peças de projeto são exemplos.

As razões mais comuns, que requerem intervenção do planeador no lote calculado são:

- Limitação de fornecimento de matéria-prima

- Lote dimensionado é menor que o mínimo desejado (100 peças)
- Lote limitado à necessidade máxima de 81 dias
- Lote a ser processado em máquinas dedicadas

6.2 Análise Comparativa: Lote Atual VS Lotes Proposto

De forma a obter resultados comparativos entre os dois métodos de cálculo existentes, foram selecionadas 3 referências de estudo, nas quais os tamanhos de lote calculados tivessem uma variação percentual igual ou superior a 50% entre eles.

Todos os casos de estudo seguem o seguinte raciocínio:

- 1º É feita uma exposição das características da referência, como o número da referência, classificação da peça, classificação quanto à cadência de necessidades, o lote proposto pelos 2 tipos de cálculo, o número de operações existentes no roteiro e por fim o tempo de atravessamento calculado.
- 2º De seguida, é feita uma simulação no SAP de forma a comparar o alcance do lote atual com o alcance que o lote proposto teria, sendo possível também concluir com que regularidade é preciso realizar *setups* durante um dado período de tempo.
- 3º Por fim, não só é feita uma análise geral dos resultados obtidos pela simulação SAP, mas também são explorados os custos impostos à empresa por cada uma das abordagens. É de salientar que os custos calculados são meramente indicativos. O objetivo do cálculo nunca visou o melhor resultado a nível económico, mas sim priorizar o lote segundo as características dos CT da mecânica e o fluxo produtivo.

Em nenhum dos seguintes casos foi colocado um custo de depreciação visto que o tempo que as peças ficam em armazém não provoca depreciação no valor das peças.

6.2.1 Caso de Estudo 1

O caso 1 incide numa peça *Sport Optics*, cujas características se encontram na Tabela 17.

Tabela 17 - Características da peça em análise (Caso de estudo 1)

434-821.007-001 / Televid	Atual	Proposto
Dados		
Classificação Peça	-	Rápida
Cadência de Necessidades	-	Muito Alta
Lote Proposto	150	300
Nº Operações	6	
Tempo de Atravessamento	28 Dias	21 Dias

A peça 434-821.007-001 é um componente do Televid. Conta com 6 fases de operação no roteiro e é uma peça classificada como Rápida, tendo uma cadência de necessidades Muito Alta. O lote atual encontra-se nas 150 peças, contando com um tempo de atravessamento total de 28 dias. O lote proposto é 300 peças com um tempo de atravessamento de 21 dias.

Simulação SAP – Lote Atual

F...	Data	Elemento MRP	Dados p/elemento MRP	Dta.reprogram...	Exceção	Entrada/Nec.	Qtd.disponível
	20.05.2022	StkCen					59
	13.05.2022	NecDep	434-621.007-000			30-	29
	19.05.2022	NecDep	434-621.007-000			24-	5
	24.05.2022	OrdPro	000600157859/LCP1/LI			309	314
	24.05.2022	NecDep	434-621.007-000			18-	296
	31.05.2022	NecDep	434-621.007-000			50-	246
	07.06.2022	NecDep	434-621.007-000			50-	196
	17.06.2022	NecDep	434-621.007-000			60-	136
	24.06.2022	NecDep	2 Necs.individuais			59-	77
	01.07.2022	NecDep	434-821.007-000			60-	17
	08.07.2022	OrdPla	0249267510/Dep.			150	167
	08.07.2022	NecDep	434-821.007-000	15 Dias		60-	107
	15.07.2022	NecDep	434-621.007-000			40-	67
	22.07.2022	NecDep	434-621.007-000			40-	27
	29.07.2022	OrdPla	0249267511/Dep.			150	177
	29.07.2022	NecDep	434-621.007-000			40-	137
	26.08.2022	NecDep	434-821.007-000	19 Dias		40-	97
	02.09.2022	NecDep	434-821.007-000			40-	57
	09.09.2022	NecDep	434-821.007-000			40-	17
	15.09.2022	OrdPla	0249267512/Dep.			150	167
	15.09.2022	NecDep	434-621.007-000			32-	135
	22.09.2022	NecDep	434-621.007-000	18 Dias		40-	95
	29.09.2022	NecDep	434-821.007-000			40-	55
	07.10.2022	NecDep	434-821.007-000			40-	15
	12.10.2022	OrdPla	0249267513/Dep.			150	165
	12.10.2022	NecDep	434-821.007-000			24-	141
	19.10.2022	NecDep	434-621.007-000	18 Dias		40-	101
	26.10.2022	NecDep	434-621.007-000			40-	61
	04.11.2022	NecDep	434-821.007-000			40-	21
	09.11.2022	OrdPla	0249267514/Dep.			150	171
	09.11.2022	NecDep	434-821.007-000			24-	147
	14.11.2022	NecDep	434-621.007-000			24-	123
	21.11.2022	NecDep	434-621.007-000	22 Dias		40-	83
	28.11.2022	NecDep	434-821.007-000			40-	43
	05.12.2022	NecDep	434-821.007-000			32-	11

Figura 60 – Simulação SAP lote atual – Análise cobertura de necessidades (Caso de estudo 1)

Com um lote de 150 peças, a cobertura de necessidades média é de 18 dias.

Simulação SAP – Lote Proposto

F..	Data	Elemento MRP	Dados p/elemento MRP	Dta.reprogram...	Exceção	Entrada/Nec.	Qtd.disponível
	20.05.2022	StkCen					59
	13.05.2022	NecDep	434-621.007-000			30-	29
	19.05.2022	NecDep	434-621.007-000			24-	5
	24.05.2022	OrdPro	000600157859/LCPI/LI			309	314
	24.05.2022	NecDep	434-621.007-000			18-	296
	31.05.2022	NecDep	434-621.007-000			50-	246
	07.06.2022	NecDep	434-621.007-000			50-	196
	17.06.2022	NecDep	434-621.007-000			60-	136
	24.06.2022	NecDep	2 Necs.individuais			59-	77
	01.07.2022	NecDep	434-821.007-000			60-	17
	08.07.2022	OrdPla	0249267510/Dep.			300	317
	08.07.2022	NecDep	434-821.007-000			60-	257
	15.07.2022	NecDep	434-621.007-000			40-	217
	22.07.2022	NecDep	434-621.007-000			40-	177
	29.07.2022	NecDep	434-621.007-000			40-	137
	26.08.2022	NecDep	434-821.007-000			40-	97
	02.09.2022	NecDep	434-821.007-000			40-	57
	09.09.2022	NecDep	434-821.007-000			40-	17
	15.09.2022	OrdPla	0249267512/Dep.			300	317
	15.09.2022	NecDep	434-621.007-000			32-	285
	22.09.2022	NecDep	434-621.007-000			40-	245
	29.09.2022	NecDep	434-821.007-000			40-	205
	07.10.2022	NecDep	434-821.007-000			40-	165
	12.10.2022	NecDep	434-821.007-000			24-	141
	19.10.2022	NecDep	434-621.007-000			40-	101
	26.10.2022	NecDep	434-621.007-000			40-	61
	04.11.2022	NecDep	434-821.007-000			40-	21
	09.11.2022	OrdPla	0249267514/Dep.			300	321
	09.11.2022	NecDep	434-821.007-000			24-	297
	14.11.2022	NecDep	434-621.007-000			24-	273
	21.11.2022	NecDep	434-621.007-000			40-	233
	28.11.2022	NecDep	434-821.007-000			40-	193
	05.12.2022	NecDep	434-821.007-000			32-	161

Figura 61 - Simulação SAP lote proposto – Análise cobertura de necessidades (Caso de estudo 1)

Com um lote de 300 peças, a cobertura de necessidades média passa de 18 dias para 30 dias.

Análise de Resultados

Tabela 18 - Análise de resultados (Caso de estudo 1)

434-821.007-001 / Televid	Atual	Proposto
Análise		
Intervalo de consumo de necessidades	08/07/2022 – 05/12/2022	
Quantidade Setups	5	3
Peças Produzidas	700	900
Quantidade Setups (P/Operação)	$5 \times 6 \text{ Ops} = 30 \text{ setups}$	$3 \times 6 \text{ Ops} = 18 \text{ setups}$
Tempo de Setup Total Necessário	$155 \times 5 = 775 \text{ min}$	$155 \times 3 = 465 \text{ min}$
Custo Setup	1385€	830€
Custo Produção	1517€	1951€
Custo de Armazenamento Médio (Baseado no alcance médio do lote)	900€	900€
Custo de Depreciação	-	-
Custo Total	3802€	3681€

A redução de 5 para 3 *setups* traduz-se numa redução do tempo de *setup* total de 310 minutos o que equivale a uma redução de meio turno; satisfação de necessidades de 08/07/2022 a 05/12/2022. A nível de armazenamento, o lote atual tem um tempo médio em armazém de 18 dias, enquanto que o lote proposto alonga a sua cobertura de necessidades para os 30 dias, acabando isto por se refletir no mesmo custo porque, apesar de o lote atual estar menos tempo em armazém, este necessita de dar entrada mais vezes no mesmo. Em resumo, a nível económico, é viável aderir ao lote proposto visto que no intervalo de estudo, é possível produzir mais 200 peças com um custo inferior.

6.2.2 Caso de Estudo 2

A peça 2 pertence ao produto Objetiva, cujas características encontram-se na Tabela 19.

Tabela 19 - Características da peça em análise (Caso de estudo 2)

421-038.015-000 / Objetiva M	Atual	Proposto
Dados		
Classificação Peça	-	Média
Cadência de Necessidades	-	Alta
Lote Proposto	350	850
Nº Operações	1	
Tempo de Atravessamento	15 Dias	13 Dias

A peça 421-038.015-000 é um componente da objetiva M utilizada nas máquinas M. Conta com uma fase de torneamento e é uma peça classificada como Média, tendo uma cadência de necessidades Alta.

O lote atual é de 350 peças, possui um tempo de atravessamento total de 15 dias. O lote proposto é de 850 peças com um tempo de atravessamento de 13 dias.

Simulação SAP – Lote Atual

F..	Data	Elemento MRP	Dados p/elemento MRP	Dta.reprogram...	Exceção	Entrada/Nec.	Qty.disponível
	20.05.2022	StkCen					120
	03.05.2022	NecDep	421-038.012-000			27-	93
	17.05.2022	NecDep	421-038.012-000			30-	63
	23.05.2022	NecDep	421-038.012-000			30-	33
	26.05.2022	NecDep	421-038.012-000			25-	8
	02.06.2022	OrdPla	0249257167/Dep.		06	350	358
	02.06.2022	NecDep	421-038.012-000			70-	288
	09.06.2022	NecDep	421-038.012-000	20 Dias		70-	218
	21.06.2022	NecDep	421-038.012-000			80-	138
	28.06.2022	NecDep	421-038.012-000			80-	58
	05.07.2022	OrdPla	0249257168/Dep.			350	408
	05.07.2022	NecDep	421-038.012-000			80-	328
	12.07.2022	NecDep	421-038.012-000			80-	248
	19.07.2022	NecDep	421-038.012-000	20 Dias		111-	137
	26.07.2022	NecDep	421-038.012-000			110-	27
	27.07.2022	NecDep	421-038.012-000			1-	26
	23.08.2022	OrdPla	0249257169/Dep.			350	376
	23.08.2022	NecDep	421-038.012-000			110-	266
	30.08.2022	NecDep	421-038.012-000	14 Dias		110-	156
	06.09.2022	NecDep	421-038.012-000			110-	46
	12.09.2022	OrdPla	0249257170/Dep.			350	396
	12.09.2022	NecDep	421-038.012-000			110-	286
	15.09.2022	NecDep	421-038.012-000	13 Dias		88-	198
	20.09.2022	NecDep	421-038.012-000			110-	88
	29.09.2022	OrdPla	0249257171/Dep.			350	438
	29.09.2022	NecDep	421-038.012-000			110-	328
	07.10.2022	NecDep	421-038.012-000	19 Dias		110-	218
	12.10.2022	NecDep	421-038.012-000			66-	152
	21.10.2022	NecDep	421-038.012-000			110-	42
	27.10.2022	OrdPla	0249257172/Dep.			350	392
	27.10.2022	NecDep	421-038.012-000			110-	282
	07.11.2022	NecDep	421-038.012-000	17 Dias		110-	172
	11.11.2022	NecDep	421-038.012-000			66-	106
	16.11.2022	NecDep	421-038.012-000			66-	40
	23.11.2022	OrdPla	0249257173/Dep.			350	390
	23.11.2022	NecDep	421-038.012-000			110-	280
	30.11.2022	NecDep	421-038.012-000	10 Dias		110-	170
	12.12.2022	NecDep	421-038.012-000			88-	82
	13.12.2022	OrdPla	0249257174/Dep.			350	432
	13.12.2022	NecDep	421-038.012-000			110-	322
	22.12.2022	NecDep	421-038.012-000	14 Dias		110-	212
	03.01.2023	NecDep	421-038.012-000			110-	102
	10.01.2023	OrdPla	0249257175/Dep.			350	452
	10.01.2023	NecDep	421-038.012-000			110-	342
	17.01.2023	NecDep	421-038.012-000	20 Dias		110-	232
	20.01.2023	NecDep	421-038.012-000			110-	122
	31.01.2023	NecDep	421-038.012-000			110-	12
	07.02.2023	OrdPla	0249285242/Dep.			350	362
	07.02.2023	NecDep	421-038.012-000	5 Dias		110-	252
	14.02.2023	NecDep	421-038.012-000			110-	142

Figura 62 - Simulação SAP lote atual – Análise cobertura de necessidades (Caso de estudo 2)

Com um lote de 350 peças, a cobertura de necessidades média é de 15 dias.

Simulação SAP – Lote Proposto

F..	Data	Elemento MRP	Dados p/elemento MRP	Dta.reprogram...	Exceção	Entrada/Nec.	Qtd.disponível
	20.05.2022	StkCen					120
	03.05.2022	NecDep	421-038.012-000			27-	93
	17.05.2022	NecDep	421-038.012-000			30-	63
	23.05.2022	NecDep	421-038.012-000			30-	33
	26.05.2022	NecDep	421-038.012-000			25-	8
	02.06.2022	OrdPla	0249257167/Dep.		06	850	858
	02.06.2022	NecDep	421-038.012-000			70-	788
	09.06.2022	NecDep	421-038.012-000			70-	718
	21.06.2022	NecDep	421-038.012-000			80-	638
	28.06.2022	NecDep	421-038.012-000			80-	558
	05.07.2022	NecDep	421-038.012-000	45 Dias		80-	478
	12.07.2022	NecDep	421-038.012-000			80-	398
	19.07.2022	NecDep	421-038.012-000			111-	287
	26.07.2022	NecDep	421-038.012-000			110-	177
	27.07.2022	NecDep	421-038.012-000			1-	176
	23.08.2022	NecDep	421-038.012-000			110-	66
	30.08.2022	OrdPla	0249257169/Dep.			850	916
	30.08.2022	NecDep	421-038.012-000			110-	806
	06.09.2022	NecDep	421-038.012-000			110-	696
	12.09.2022	NecDep	421-038.012-000			110-	586
	15.09.2022	NecDep	421-038.012-000	37 Dias		88-	498
	20.09.2022	NecDep	421-038.012-000			110-	388
	29.09.2022	NecDep	421-038.012-000			110-	278
	07.10.2022	NecDep	421-038.012-000			110-	168
	12.10.2022	NecDep	421-038.012-000			66-	102
	21.10.2022	OrdPla	0249257171/Dep.			850	952
	21.10.2022	NecDep	421-038.012-000			110-	842
	27.10.2022	NecDep	421-038.012-000			110-	732
	07.11.2022	NecDep	421-038.012-000			110-	622
	11.11.2022	NecDep	421-038.012-000	38 Dias		66-	556
	16.11.2022	NecDep	421-038.012-000			66-	490
	23.11.2022	NecDep	421-038.012-000			110-	380
	30.11.2022	NecDep	421-038.012-000			110-	270
	12.12.2022	NecDep	421-038.012-000			88-	182
	13.12.2022	NecDep	421-038.012-000			110-	72
	22.12.2022	OrdPla	0249257174/Dep.			850	922
	22.12.2022	NecDep	421-038.012-000			110-	812
	03.01.2023	NecDep	421-038.012-000			110-	702
	10.01.2023	NecDep	421-038.012-000			110-	592
	17.01.2023	NecDep	421-038.012-000	37 Dias		110-	482
	20.01.2023	NecDep	421-038.012-000			110-	372
	31.01.2023	NecDep	421-038.012-000			110-	262
	07.02.2023	NecDep	421-038.012-000			110-	152
	14.02.2023	NecDep	421-038.012-000			110-	42

Figura 63 - Simulação SAP lote proposto – Análise cobertura de necessidades (Caso de estudo 2)

Com um lote de 850 peças, a cobertura de necessidades quase triplica, passando a ter 39 dias de cobertura média.

Análise de Resultados

Tabela 20 - Análise de resultados (Caso de estudo 2)

421-038.015-000 / Objetiva M	Atual	Proposto
Análise		
Intervalo de consumo de necessidades	02/06/2022 – 14/02/2023	
Quantidade <i>Setups</i>	10	4
Peças Produzidas	700	1200
Quantidade <i>Setups</i> (P/Operação)	10 × 1 <i>Ops</i> = 10 <i>setups</i>	4 × 1 <i>Ops</i> = 4 <i>setups</i>
Tempo de <i>Setup</i> Total Necessário	1500 <i>min</i>	600 <i>min</i>
Custo <i>Setup</i>	461€	184€
Custo Produção	1046€	1793€
Custo de Armazenamento Médio (Baseado no alcance médio do lote)	1500€	1600€
Custo de Depreciação	-	-
Custo Total	3007€	3577€

Neste caso, ao optar pelo lote proposto, existiria uma redução total de 6 *setups* o que equivaleria a uma redução de 900 minutos (2 turnos). No que toca a peças produzidas, existe uma diferença de 500 peças que está refletido na diferença de valores obtida no custo de produção. O custo de armazenamento seria ligeiramente inferior usando o lote atual, visto que tem um tempo de armazenamento a rondar as 3 semanas que contrasta com as 8 semanas do lote proposto. No geral, é preferível optar pelo lote proposto, isto porque, apesar de no intervalo em análise o lote atual ter um valor economicamente mais baixo, é preciso ter em consideração que com o lote atual, no mesmo período de tempo, produzem-se 500 peças a mais, o que equivale a um valor de 725€.

6.2.3 Caso de Estudo 3

A peça em análise, Objetiva M, cujas características encontram-se na Tabela 21.

Tabela 21 - Características da peça em análise (Caso de estudo 3)

421-053.210-005 / Objetiva M	Atual	Proposto
Dados		
Classificação Peça	-	Rápida
Cadência de Necessidades	-	Alta
Lote Proposto	400	200
Nº Operações	5	
Tempo de Atravessamento	30 Dias	16 Dias

A peça 421-053.210-005 conta com 5 fases no roteiro e é uma peça classificada como Rápida, tendo uma cadência de necessidades Alta. O lote atual encontra-se nas 400 peças, contando com um tempo de atravessamento total de 30 dias. O lote é metade do atualmente utilizado, contando com 200 peças e um tempo de atravessamento associado de 16 dias.

Simulação SAP – Lote Atual

F...	Data	Elemento MRP	Dados p/elemento MRP	Dta.reprogram...	Exceção	Entrada/Nec.	Qtd.disponível
	20.05.2022	StkCen					381
	03.05.2022	NecDep	421-053.210-000			20-	361
	10.05.2022	NecDep	421-053.210-000			20-	341
	17.05.2022	NecDep	421-053.210-000			35-	306
	23.05.2022	NecDep	421-053.210-000			28-	278
	30.05.2022	NecDep	421-053.210-000			21-	257
	02.06.2022	NecDep	421-053.210-000			35-	222
	09.06.2022	NecDep	421-053.210-000			35-	187
	21.06.2022	NecDep	421-053.210-000			35-	152
	28.06.2022	NecDep	421-053.210-000			35-	117
	05.07.2022	NecDep	421-053.210-000			35-	82
	12.07.2022	NecDep	421-053.210-000			50-	32
	19.07.2022	OrdPla	0249364242/Dep.			400	432
	19.07.2022	NecDep	421-053.210-000			40-	392
	26.07.2022	NecDep	421-053.210-000			40-	352
	23.08.2022	NecDep	421-053.210-000			40-	312
	30.08.2022	NecDep	421-053.210-000			40-	272
	06.09.2022	NecDep	421-053.210-000			40-	232
	12.09.2022	NecDep	421-053.210-000	52 Dias		40-	192
	19.09.2022	NecDep	421-053.210-000			32-	160
	20.09.2022	NecDep	421-053.210-000			40-	120
	27.09.2022	NecDep	421-053.210-000			40-	80
	11.10.2022	NecDep	421-053.210-000			40-	40
	14.10.2022	NecDep	421-053.210-000			24-	16
	21.10.2022	OrdPla	0249364244/Dep.			400	416
	21.10.2022	NecDep	421-053.210-000			40-	376
	28.10.2022	NecDep	421-053.210-000			40-	336
	08.11.2022	NecDep	421-053.210-000			40-	296
	11.11.2022	NecDep	421-053.210-000			24-	272
	14.11.2022	NecDep	421-053.210-000			24-	248
	23.11.2022	NecDep	421-053.210-000			40-	208
	30.11.2022	NecDep	421-053.210-000	54 Dias		40-	168
	12.12.2022	NecDep	421-053.210-000			32-	136
	19.12.2022	NecDep	421-053.210-000			30-	106
	27.12.2022	NecDep	421-053.210-000			30-	76
	03.01.2023	NecDep	421-053.210-000			30-	46
	10.01.2023	NecDep	421-053.210-000			30-	16

Figura 64 - Simulação SAP lote atual – Análise cobertura de necessidades (Caso de estudo 3)

Com um lote de 400 peças, a cobertura de necessidades média é de 53 dias.

Simulação SAP – Lote Proposto

F...	Data	Elemento MRP	Dados p/elemento MRP	Dta.reprogram...	Exceção	Entrada/Nec.	Qtd.disponível
	20.05.2022	StkCen					381
	03.05.2022	NecDep	421-053.210-000			20-	361
	10.05.2022	NecDep	421-053.210-000			20-	341
	17.05.2022	NecDep	421-053.210-000			35-	306
	23.05.2022	NecDep	421-053.210-000			28-	278
	30.05.2022	NecDep	421-053.210-000			21-	257
	02.06.2022	NecDep	421-053.210-000			35-	222
	09.06.2022	NecDep	421-053.210-000			35-	187
	21.06.2022	NecDep	421-053.210-000			35-	152
	28.06.2022	NecDep	421-053.210-000			35-	117
	05.07.2022	NecDep	421-053.210-000			35-	82
	12.07.2022	NecDep	421-053.210-000			50-	32
	19.07.2022	OrdPla	0249364242/Dep.			200	232
	19.07.2022	NecDep	421-053.210-000			40-	192
	26.07.2022	NecDep	421-053.210-000			40-	152
	23.08.2022	NecDep	421-053.210-000	24 Dias		40-	112
	30.08.2022	NecDep	421-053.210-000			40-	72
	06.09.2022	NecDep	421-053.210-000			40-	32
	12.09.2022	OrdPla	0249364243/Dep.			200	232
	12.09.2022	NecDep	421-053.210-000			40-	192
	19.09.2022	NecDep	421-053.210-000			32-	160
	20.09.2022	NecDep	421-053.210-000	27 Dias		40-	120
	27.09.2022	NecDep	421-053.210-000			40-	80
	11.10.2022	NecDep	421-053.210-000			40-	40
	14.10.2022	NecDep	421-053.210-000			24-	16
	21.10.2022	OrdPla	0249364244/Dep.			200	216
	21.10.2022	NecDep	421-053.210-000			40-	176
	28.10.2022	NecDep	421-053.210-000			40-	136
	08.11.2022	NecDep	421-053.210-000	27 Dias		40-	96
	11.11.2022	NecDep	421-053.210-000			24-	72
	14.11.2022	NecDep	421-053.210-000			24-	48
	23.11.2022	NecDep	421-053.210-000			40-	8
	30.11.2022	OrdPla	0249364245/Dep.			200	208
	30.11.2022	NecDep	421-053.210-000			40-	168
	12.12.2022	NecDep	421-053.210-000			32-	136
	19.12.2022	NecDep	421-053.210-000	28 Dias		30-	106
	27.12.2022	NecDep	421-053.210-000			30-	76
	03.01.2023	NecDep	421-053.210-000			30-	46
	10.01.2023	NecDep	421-053.210-000			30-	16

Figura 65 - Simulação SAP lote proposto – Análise cobertura de necessidades (Caso de estudo 3)

Passando o lote a ter 200 peças, a cobertura de necessidades reduz para 27 dias.

Análise de Resultados

Tabela 22 - Análise de resultados (Caso de estudo 3)

421-053.210-005 / Objetiva M	Atual	Proposto
Análise		
Intervalo de consumo de necessidades	19/07/2022 – 10/01/2023	
Quantidade <i>Setups</i>	2	4
Peças Produzidas	800	800
Quantidade <i>Setups</i> (P/Operação)	$2 \times 5 \text{ Ops} = 10 \text{ setups}$	$4 \times 5 \text{ Ops} = 20 \text{ setups}$
Tempo de <i>Setup</i> Total Necessário	150 <i>min</i>	300 <i>min</i>
Custo <i>Setup</i>	40€	80€
Custo Produção	889€	889€
Custo de Armazenamento Médio (Baseado no alcance médio do lote)	1100€	1080€
Custo de Depreciação	-	-
Custo Total	2029€	2049€

Os dois lotes em causa, apesar de terem dimensões diferentes, acabam por produzir o mesmo número de peças, apesar do atual o fazer em apenas 2 *setups*, enquanto que o proposto o faz em 4. A nível de custos, a única variável que difere, tirando o custo de *setup* que duplica do lote atual para o lote proposto, é o custo de armazenamento- O lote atual passa em média 11 semanas em armazém, enquanto que o lote proposto fica em média 6 semanas, valores este que apenas refletem uma diferença no custo de armazenamento de 20€. Em suma, para a peça 421-053.210-005, o lote a ser escolhido no que toca aos custos, seria o lote atual por uma diferença mínima.

Todos estes casos de estudo que têm por base custos de produção, não contabilizam o fator mais importante, que é o custo associado à fluidez de processos.

6.3 Aplicação Prática dos Tamanhos de Lote e Tempos de Atravessamento

Foi feito um teste piloto juntamente com um membro da equipa do planeamento responsável pelas peças *Sport Optics*, de forma a apurar os resultados obtidos pela utilização do projeto, e, através de uma análise cuidada às necessidades, é decidido se o lote atual se mantém, se é adotado o lote proposto ou então se é melhor escolher um outro valor. Na Figura 66 está presente uma tabela com as referências em análise. As células que se encontram preenchidas a verde, representam o valor escolhido, funcionando tanto para os tamanhos de lote como os tempos de atravessamento, as células preenchidas a amarelo significam que o valor presente no SAP e o valor proposto é igual. Quando se encontra um valor na

coluna “Lote a Utilizar”, significa que o planeador achou por bem dimensionar o lote com um valor diferente do atual e do sugerido.

Referência	Tamanho de Lote SAP	Tamanho de Lote Proposto	Tempo de Atravessamento SAP	Tempo de Atravessamento Proposto	Lote a Utilizar
004-401.006-014	500	400	10	10	
434-455.040-006	200	150	10	10	
434-455.090-006	100	100	18	10	
434-467.001-006	250	150	15	14	
434-467.040-005	450	200	12	10	300
434-467.040-006	300	150	13	10	200
434-467.040-007	450	200	10	10	250
434-467.070-003	450	200	10	10	250
434-467.070-004	600	600	28	19	
434-467.070-005	450	200	10	10	250
434-467.090-002	800	750	32	32	
434-467.090-008	320	150	12	10	250
434-467.110-005	400	200	10	8	250
434-467.110-006	250	100	8	8	150
434-467.110-007	400	200	7	8	250
434-467.121-005	200	100	8	8	150
434-467.121-010	325	400	15	13	350
434-467.121-039	200	100	7	8	150
434-467.121-047	300	300	20	10	
434-467.124-000	350	300	10	9	
434-467.126-000	400	350	18	14	
434-467.213-003	500	650	30	69	
463-401.121-041	300	500	13	10	300

Figura 66 - Aplicação prática dos tamanhos de lote

De entre as referências analisadas, 57% dos tamanhos de lote foram propostos pelo planeador, mas tendo sempre o valor sugerido como ponto de referência. Isto acontece devido a 2 fatores principais. A sensibilidade em analisar as necessidades, e o conhecimento das características das peças, é maior do que aquela que é utilizada nos cálculos. O grande fator, que impossibilita uma análise mais detalhada às necessidades, é o facto de o algoritmo desenvolvido só conseguir ler 16 semanas de necessidades, devido a limitações de extração de dados do SAP. Não é incomum que as necessidades alterem a cadência de procura depois das 16 semanas analisadas, fazendo com que o lote passado as 16 semanas fique sobrevalorizado ou subvalorizado. Quando a análise é feita de forma manual, este fator deixa de ser um entrave, sendo possível definir um lote de forma mais precisa, preparando-o à prova de futuro. Um outro problema prende-se com a questão do cálculo dos tempos de atravessamento. Caso a disponibilidade dos CT esteja mal definida, vai fazer com que o tempo de atravessamento, mais concretamente o tempo de produção dispare ou fique baixo demais devido à quantidade de turnos que possam estar ativos ou não. A peça 434-467.213-003 é um exemplo disso, onde para produzir um lote de 650 peças são necessários 69 dias, quando na realidade só precisaria de 22 dias. Esta diferença

deve-se à incorreta disponibilidade de um CT. Este problema não se prende com a falta de atualização dos dados, mas sim com a polivalência de colaboradores dentro do centro de custo. Dependendo da afluência ao mesmo e do tipo de peças que são necessárias produzir, existe um reforço ao CT com maior ocupação, de forma a escoar o mais rápido possível as peças, fazendo com que em vez de o CT ter 480 minutos de disponibilidade, que é o valor normal, tenha 1440 minutos, o que faz com o tempo de produção baixe drasticamente, provocando com que o tempo de atravessamento baixe também.

6.4 Análise Comparativa aos tempos de Atravessamento

Visto que os tempos de atravessamento (atual e sugerido) calculados pelos dois métodos têm por base lotes diferentes, efetuou-se a seguinte comparação com o mesmo tamanho lote para os dois cálculos de forma a obter valores calculados para o mesmo tamanho de lote.

A diferença entre os tempos de atravessamento é significativa quando colocados os valores obtidos lado a lado. Na Figura 67, é possível observar que apenas 3% das referências partilham o mesmo tempo de atravessamento tendo como base o mesmo tamanho de lote.



Figura 67 - Tempo de atravessamento atual VS proposto

Os tempos de atravessamento atualmente praticados estão, em 68% dos casos, subdimensionados, o que significa que uma ordem de produção de uma destas referências quando é impressa, já está em atraso para com o cliente porque o tempo de atravessamento não chega para cobrir o tempo de atravessamento necessário para produzir o lote. Isto porque, o escalonamento das ordens de produção é feito mediante a data de entrega ao cliente, logo as ordens de produção são impressas mediante o tempo de atravessamento do lote. Caso o tempo de atravessamento seja de 20 dias, o lote será impresso, no mínimo, 20 dias antes da data da encomenda, logo, caso o lote atualmente praticado for de 15 dias, a ordem só será impressa, no mínimo, 15 dias antes da encomenda, o que resultará num atraso visto que o lote necessita de 20 dias de tempo de atravessamento.

7. CONCLUSÕES E TRABALHOS FUTUROS

No presente capítulo, são apresentadas as conclusões relativas ao desenvolvimento de todo o projeto de dissertação, sendo ainda descritas algumas propostas de trabalhos futuros.

7.1 Considerações Finais

O principal objetivo do desenvolvimento deste projeto consistia em dimensionar lotes de produção, de forma a tirar o máximo partido das características individuais de cada CT e atualizar o método de cálculo dos tempos de atravessamento, que desempenham um papel crucial nas ordens de produção. Com os resultados obtidos, verificou-se uma tendência em existirem lotes sobredimensionados, cerca de 66% das referências em análise, sendo um fator que compromete o fluxo produtivo, principalmente na área do tratamento de superfícies, que requer lotes de menores dimensões, devido à tipologia de operações realizadas e pela grande afluência de peças. Quanto aos tempos de atravessamento, os resultados obtidos mostraram que os tempos usados atualmente não refletem o tempo real necessário para a produção do lote, muito se devendo ao facto de o tempo de atravessamento ser calculado com recurso a valores genéricos que não tem como foco o tamanho de lote que está a ser utilizado. Esta generalização levou a que, através da comparação dos dois métodos de cálculo do tempo de atravessamento, fosse possível observar que apenas 3% dos lotes em estudo tinham um tempo de atravessamento que coincidia com o método de cálculo proposto que tinha como variável no cálculo o tamanho de lote. Com os tempos de atravessamento orientados às características do lote, prevê-se que exista uma redução dos atrasos na entrega de peças aos clientes da mecânica e também que diminuam os casos de referências com várias ordens de produção abertas em simultâneo devido ao tempo insuficiente de atravessamento atribuído ao lote.

É esperado que, com esta alteração dos lotes, o armazém de acabados da mecânica tenha um melhor fluxo de materiais, evitando o armazenamento de peças durante longos períodos de tempo.

Apesar deste projeto sugerir tamanhos de lote “ideais” de forma a cumprir com os objetivos propostos, existe uma barreira muito difícil de quebrar que é a capacidade/disponibilidade do fornecedor para aprovisionar matéria-prima nas quantidades necessárias para cumprir os lotes propostos. Neste momento, apesar da nova proposta de dimensionamento, continuam a existir referências que não vão poder sofrer qualquer tipo de alteração devido à indisponibilidade de fornecimento por parte dos fornecedores.

7.2 Sugestões de Trabalho Futuro

À medida que alguns dos desenvolvimentos do projeto e das ferramentas de apoio desenvolvidas forem utilizadas pela equipa do planeamento, e com o aumento constante de novos projetos que se tem vindo a notar, será importante manter atualizados os tamanhos de lote, não só a nível de aplicação prática, mas também no que toca às regras utilizadas. Com a introdução de novos produtos podem surgir situações que as regras atuais não consigam cobrir, sendo necessário adicionar novas regras, direcionadas a evitar novos tipos de problemas que possam surgir, de forma a complementar com as já existentes.

Uma futura adição a este projeto seria o desenvolvimento de um algoritmo capaz de analisar se o lote atual continua atualizado conforme as necessidades, permitindo a existência de um alerta ao planeador das referências que se encontram fora do alcance ótimo, inicialmente definido na conceção do lote. A eventual existência de uma forma rápida de análise, capaz de indicar as referências que já se encontram fora dos parâmetros ideais, fazendo com que o planeador possa tomar uma ação sobre essas situações, seria altamente desejável.

8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Adamczak, M., Cyplik, P., & Domański, R. (2012). *MANUFACTURING COSTS IN CONVENTIONAL AND LEAN MANUFACTURING*. <https://www.researchgate.net/publication/265033946>
- Anil Suresh, N., & Kumar, S. (2008). *Production and Operations Management* (2nd Ed.). New Age International Publishers.
- Axsater, S. (1986). On The Feasibility of Aggregate Production Plans. *Operations Research*, 34(5), 796–800. <https://doi.org/10.1287/OPRE.34.5.796>
- Berry, W. L., & Hill, T. (1992). Linking Systems to Strategy. *International Journal of Operations & Production Management*, 12(10), 3–15. <https://doi.org/10.1108/01443579210017204>
- Carvalho, J. D. (2000). *Capítulo II Planeamento e Controlo da Produção*. http://pessoais.dps.uminho.pt/jdac/apontamentos/Cap02_SisPPC.pdf
- Clark, A., Almada-Lobo, B., & Almeder, C. (2011). Lot sizing and scheduling: industrial extensions and research opportunities. *Https://Doi.Org/10.1080/00207543.2010.532908*, 49(9), 2457–2461. <https://doi.org/10.1080/00207543.2010.532908>
- Dey, B. K., Bhuniya, S., & Sarkar, B. (2021). Involvement of controllable lead time and variable demand for a smart manufacturing system under a supply chain management. *Expert Systems with Applications*, 184, 115464. <https://doi.org/10.1016/J.ESWA.2021.115464>
- Duggan, K. J. (2013). *Creating mixed model value streams : practical lean techniques for building to demand, second edition* (2nd edition). CRC Press.
- Erlach, K. (2013). Value Stream Design: The way towards a lean factory. *Lecture Notes in Logistics*, 97–229. https://doi.org/10.1007/978-3-642-12569-0_3
- Guner Goren, H., Tunali, S., Jans, R., Guner Goren, H., Tunali, S., & Jans, R. (2008). A review of applications of genetic algorithms in lot sizing. *Journal of Intelligent Manufacturing* 2008 21:4, 21(4), 575–590. <https://doi.org/10.1007/S10845-008-0205-2>
- Harris, F. W. (1990). How Many Parts to Make at Once. *Operations Research*, 38(6), 947–950. <https://doi.org/10.1287/OPRE.38.6.947>
- Hitomi, K. (1996). Manufacturing Systems Engineering : A unified approach to manufacturing technology, production management, and industrial economics. In *Manufacturing Systems Engineering* (2nd edition). CRC Press.
- Hopp, W. J., & Spearman, M. L. (2001). *Factory Physics : Foundations of Manufacturing Management* (2nd edition). Irwin/McGraw-Hill.

- Hyer, N. L., & Wemmerlöv, Urban. (2002). *Reorganizing the factory: competing through cellular manufacturing*. Productivity Press.
- Johnson, D. J. (2003). A framework for reducing manufacturing throughput time. *Journal of Manufacturing Systems*, 22(4), 283–298. [https://doi.org/10.1016/S0278-6125\(03\)80009-2](https://doi.org/10.1016/S0278-6125(03)80009-2)
- Kanda, S., Takahashi, K., Morikawa, K., & Nagasawa, K. (2016). A Dynamic Switching Policy with Combined Make-to-Stock/Make-to-Order Thresholds for Hybrid Production Systems. *GSTF Journal of Mathematics, Statistics and Operations Research (JMSOR) 2016 4:1*, 4(1), 1–6. <https://doi.org/10.7603/S40836-016-0008-0>
- 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. [https://doi.org/10.1016/S0305-0483\(03\)00059-8](https://doi.org/10.1016/S0305-0483(03)00059-8)
- Karmarkar, U. S. (1987). Lot Sizes, Lead Times and In-Process Inventories. *Management Science*, 33(3), 409–418. <https://doi.org/10.1287/MNSC.33.3.409>
- Karmarkar, U. S., Kekre, S., & Kekre, S. (1985). Lotsizing in multi-item multi-machine job shops. *IIE Transactions (Institute of Industrial Engineers)*, 17(3), 290–298. <https://doi.org/10.1080/07408178508975305>
- Koo, P. H., Bulfin, R., & Koh, S. G. (2007). Determination of batch size at a bottleneck machine in manufacturing systems. *International Journal of Production Research*, 45(5), 1215–1231. <https://doi.org/10.1080/00207540600675793>
- Koo, P. H., Koh, S. G., & Lee, W. S. (2011). Simultaneous determination of lot size and production rate at capacity-constrained multiple-product systems. *Flexible Services and Manufacturing Journal*, 23(3), 346–359. <https://doi.org/10.1007/s10696-011-9091-6>
- Kurbel, K. E. (2013). *Enterprise Resource Planning and Supply Chain Management*. <https://doi.org/10.1007/978-3-642-31573-2>
- Land, M., & Gaalman, G. (1996). Workload control concepts in job shops A critical assessment. *International Journal of Production Economics*, 46–47, 535–548. [https://doi.org/10.1016/S0925-5273\(96\)00088-6](https://doi.org/10.1016/S0925-5273(96)00088-6)
- Leica. (2022a). *Geovid Pro 8x32 | Leica Camera AG*. <https://leica-camera.com/en-int/sport-optics/hunting/rangefinders/leica-geovid-pro/geovid-pro-8x32>
- Leica. (2022b). *Leica – Uma história de sucesso*. <https://www.leica.pt/leica-uma-cronologia-de-sucesso/>
- Leica. (2022c). *Leica APO-Summicron-SL 35mm f/2 ASPH. | Leica Camera AG*. <https://leica-camera.com/en-int/photography/lenses/sl/apo-summicron-sl-35mm-f2-asph>

- Leica. (2022d). *Leica M11 - Details / Leica Camera AG*. <https://leica-camera.com/en-int/photography/cameras/m/m11-black/details>
- Leica. (2022e). *Leica Portugal*. <https://www.leica.pt/>
- Leica. (2022f). *Mecânica*. <https://www.leica.pt/mecanica/>
- Leica. (2022g). *SUSTENTABILIDADE*. <https://www.leica.pt/sustentabilidade/>
- Little, J. D. C. (1961). A Proof for the Queuing Formula: $L = \lambda W$. In *Operations Research* (Vol. 9, Issue 3). Institute for Operations Research and the Management Sciences. <https://doi.org/10.1287/OPRE.9.3.383>
- Little, J. D. C., & Graves, S. C. (2008). Building Intuition - Insights From Basic Operations Management Models and Principles. In *International Series in Operations Research and Management Science* (1st ed., Vol. 115). Springer New York LLC. <https://doi.org/10.1007/978-0-387-73699-0>
- Mattfeld, D. C. (1996). Evolutionary Search and the Job Shop. In *Evolutionary Search and the Job Shop*. Physica-Verlag HD. <https://doi.org/10.1007/978-3-662-11712-5>
- Mauergauz, Y. (2016). Advanced planning and scheduling in manufacturing and supply chains. *Advanced Planning and Scheduling in Manufacturing and Supply Chains*, 1–570. <https://doi.org/10.1007/978-3-319-27523-9>
- Miwa, K., Nomura, J., & Takakuwa, S. (2017). Module-based modeling and analysis of just-in-time production adopting dual-card kanban system and Mizusumashi worker. *Proceedings - Winter Simulation Conference*, 3756–3767. <https://doi.org/10.1109/WSC.2017.8248088>
- Montreuil, B. (1999). Fractal layout organization for job shop environments. *International Journal of Production Research*, 37(3), 501–521. <https://doi.org/10.1080/002075499191643>
- O'Brien, R. (1998). *An Overview of the Methodological Approach of Action Research*.
- Oterhals, O. (1988). Job Shop Production Control. In: Rolstadås, A. (eds) Computer-Aided Production Management. In *Computer-Aided Production Management*. Springer, Berlin, Heidelberg. https://doi.org/10.1007/978-3-642-73318-5_25
- Pasetti Monizza, G., Bendetti, C., & Matt, D. T. (2018). Parametric and Generative Design techniques in mass-production environments as effective enablers of Industry 4.0 approaches in the Building Industry. *Automation in Construction*, 92, 270–285. <https://doi.org/10.1016/J.AUTCON.2018.02.027>
- Pinedo, M. L. (2005). *Planning and scheduling in manufacturing and services*. Springer (New York).
- Pochet, Y., & Wolsey, L. A. (2006). Production planning by mixed integer programming. *Springer Series in Operations Research and Financial Engineering*, 1–499. <https://doi.org/10.1007/0-387-33477-7>

- Robert Jacobs, F., Berry, W. L., Clay Whybark, D., & Vollmann, T. E. (2011). *Manufacturing Planning and Control for Supply Chain Management*. McGraw-Hill.
- Saunders, M., Lewis, P., & Thornhill, A. (2009). Research Methods for Students. In *Research methods for business students* (5th ed.).
- Schmidt, M., Münzberg, B., & Nyhuis, P. (2015). Determining Lot Sizes in Production Areas – Exact Calculations versus Research Based Estimation. *Procedia CIRP*, 28, 143–148. <https://doi.org/10.1016/J.PROCIR.2015.04.024>
- Scholz-Reiter, B., Toonen, C., & Lappe, D. (2011). *Job-shop-systems: continuous modeling and impact of external dynamics*. 87-92.
- Susman, G. I., & Evered, R. D. (1978). An Assessment of the Scientific Merits of Action Research. *Administrative Science Quarterly*, 23(4), 582. <https://doi.org/10.2307/2392581>
- Tang, O., & Grubbström, R. W. (2002). Planning and replanning the master production schedule under demand uncertainty. *International Journal of Production Economics*, 78(3), 323–334. [https://doi.org/10.1016/S0925-5273\(00\)00100-6](https://doi.org/10.1016/S0925-5273(00)00100-6)
- Urnauer, C., Kaiser, J., Gunkel, M., & Metternich, J. (2019). Multidimensional Assessment of Value Stream Design Alternatives. *Procedia CIRP*, 86, 264–269. <https://doi.org/10.1016/J.PROCIR.2020.01.014>
- Vollmann, T. E., Berry, W. L., & Whybark, D. C. (1992). *Manufacturing Planning and Control Systems, (The Business One Irwin/Apics Series in Production Management)*.
- Wang, B., Guan, Z., Chen, Y., Shao, X., Jin, M., & Zhang, C. (2013). *An assemble-to-order production planning with the integration of order scheduling and mixed-model sequencing*. <https://doi.org/10.1007/s11465-013-0251-0>
- Youssef, K. H., van Delft, C., & Dallery, Y. (2004). Efficient Scheduling Rules in a Combined Make-to-Stock and Make-to-Order Manufacturing System. *Annals of Operations Research 2004 126:1, 126(1)*, 103–134. <https://doi.org/10.1023/B:ANOR.0000012277.97069.A6>

APÊNDICES

Classificação T.Setup (min)																							
Grupo	Centro Trabalho	CAT	0	5	10	15	20	30	40	50	60	90	120	150	180	240	320	400	500	600	800	1000	1500
168	168ARE01	TRAT	Muito Rápida	Muito Rápida	Rápida	Média	Lenta	Muito Lenta															
168	168ARE02	TRAT	Muito Rápida	Muito Rápida	Rápida	Média	Lenta	Muito Lenta															
168	168ARE03	TRAT	Muito Rápida	Muito Rápida	Rápida	Média	Lenta	Muito Lenta															
168	168ARE10	TRAT	Muito Rápida	Rápida	Rápida	Rápida	Rápida	Rápida	Rápida	Rápida	Rápida	Rápida											
168	168CQG00	CTR	Muito Rápida	Muito Rápida	Média	Lenta	Muito Lenta	Muito Lenta															
171	171ARE01	TRAT	Muito Rápida	Muito Rápida	Rápida	Média	Lenta	Muito Lenta															
171	171CQC00	CTR	Muito Rápida	Muito Rápida	Média	Lenta	Muito Lenta	Muito Lenta															
171	171CQC01	CTR	Muito Rápida	Muito Rápida	Média	Lenta	Muito Lenta	Rápida	Rápida	Rápida	Rápida												
171	171CRO00	TRAT	Muito Rápida	Muito Rápida	Rápida	Média	Média	Muito Lenta	Muito Lenta														
171	171CRO01	TRAT	Muito Rápida	Muito Rápida	Rápida	Média	Média	Muito Lenta	Muito Lenta														
171	171MAN01	MAN	Muito Rápida	Muito Rápida	Rápida	Média	Lenta	Muito Lenta	Muito Lenta														
179	179CQK00	CTR	Muito Rápida	Muito Rápida	Rápida	Rápida	Rápida	Média	Média	Média	Média	Média											
179	179KTL01	TRAT	Muito Rápida	Muito Rápida	Rápida	Rápida	Média	Média	Lenta	Lenta	Muito Lenta												
179	179KTL02	TRAT	Muito Rápida	Muito Rápida	Rápida	Rápida	Média	Média	Lenta	Lenta	Muito Lenta												
179	179MAN00	MAN	Muito Rápida	Muito Rápida	Rápida	Rápida	Média	Média	Lenta	Lenta	Muito Lenta												
167	167CQP00	CTR	Muito Rápida	Rápida	Rápida	Rápida	Média	Média	Lenta	Lenta	Lenta	Lenta											
167	167CQP03	CTR	Muito Rápida	Rápida	Rápida	Rápida	Média	Média	Lenta	Lenta	Lenta	Lenta											
167	167DES01	TRAT	Muito Rápida	Muito Rápida	Rápida	Rápida	Rápida	Rápida	Média	Média	Lenta	Lenta											
167	167ETP01	TRAT	Muito Rápida	Rápida	Rápida	Rápida	Média	Média	Lenta	Lenta	Lenta	Lenta											
167	167MAN00	MAN	Muito Rápida	Rápida	Rápida	Rápida	Média	Média	Lenta	Lenta	Lenta	Lenta											
167	167MAN10	MAN	Muito Rápida	Rápida	Rápida	Rápida	Média	Média	Lenta	Lenta	Lenta	Lenta											
167	167PIN01	TRAT	Muito Rápida	Muito Rápida	Rápida	Rápida	Rápida	Rápida	Média	Média	Lenta	Lenta											
167	167PIN02	TRAT	Muito Rápida	Muito Rápida	Rápida	Rápida	Rápida	Rápida	Média	Média	Lenta	Lenta											
167	167PIN03	TRAT	Muito Rápida	Muito Rápida	Rápida	Rápida	Rápida	Rápida	Média	Média	Lenta	Lenta											
167	167PIN04	TRAT	Muito Rápida	Muito Rápida	Rápida	Rápida	Rápida	Rápida	Média	Média	Lenta	Lenta											
167	167PIN05	TRAT	Muito Rápida	Muito Rápida	Rápida	Rápida	Rápida	Rápida	Média	Média	Lenta	Lenta											
167	167PIN10	TRAT	Muito Rápida	Muito Rápida	Rápida	Rápida	Rápida	Rápida	Média	Média	Lenta	Lenta											
167	167PIN12	TRAT	Muito Rápida	Muito Rápida	Rápida	Rápida	Rápida	Rápida	Média	Média	Lenta	Lenta											
167	167PIN13	TRAT	Muito Rápida	Muito Rápida	Rápida	Rápida	Rápida	Rápida	Média	Média	Lenta	Lenta											
167	167PLA01	TRAT	Muito Rápida	Muito Rápida	Rápida	Rápida	Rápida	Rápida	Média	Média	Lenta	Lenta											
178	178MAN00	MAN	Muito Rápida	Muito Rápida	Rápida	Média	Média	Média	Média	Média	Média	Média											
178	178MAN01	MAN	Muito Rápida	Rápida	Média	Lenta	Lenta	Lenta	Lenta	Lenta	Lenta	Lenta											
178	178MAN02	MAN	Muito Rápida	Rápida	Média	Lenta	Lenta	Lenta	Lenta	Lenta	Lenta	Lenta											
178	178PEP02	MAN	Muito Rápida	Rápida	Média	Lenta	Lenta	Lenta	Lenta	Lenta	Lenta	Lenta											

APÊNDICE 2 – MATRIZ INTERVALO MÍNIMO ENTRE *SETUPS*

Período mínimo entre setups dias (T.Setup / CT)													
Grupo	Centro Trabalho	CAT	0	30,00	90,00	120,00	150,00	180,00	240,00	320,00	400,00	500,00	600,00
174	174TOA01	MAQ	25	30	35	40	45	50	50	50	55	55	60
174	174TOA02	MAQ	25	30	35	35	35	40	40	45	45	50	50
174	174TOA03	MAQ	25	30	35	35	35	40	40	45	45	50	50
174	174TOA04	MAQ	25	30	35	40	40	40	45	45	50	50	55
174	174TOA05	MAQ	25	30	35	35	35	40	40	45	45	50	50
174	174TOA06	MAQ	25	30	35	40	45	50	55	55	55	60	65
174	174TOA07	MAQ	25	30	30	30	35	35	40	40	45	45	50
174	174TOA08	MAQ	25	30	35	40	45	50	50	50	55	55	60
174	174TOA09	MAQ	25	30	35	40	40	45	45	45	50	50	55
174	174TOA10	MAQ	25	30	35	40	40	40	45	45	50	50	55
174	174TOA11	MAQ	25	30	35	40	45	50	50	50	55	55	60
173	173FRS01	MAQ	25	30	35	40	45	50	50	50	55	55	60
173	173FRS02	MAQ	25	30	35	40	45	45	45	50	50	55	55
173	173FRS03	MAQ	25	30	35	40	40	40	45	45	50	50	55
173	173FRS04	MAQ	25	30	30	30	35	35	40	40	45	45	50
173	173FRS05	MAQ	25	30	35	40	45	50	50	50	55	55	60
173	173FRS06	MAQ	25	30	35	35	35	40	40	45	45	50	50
173	173FRS07	MAQ	25	30	35	40	40	40	45	45	50	50	55
173	173FRS08	MAQ	25	30	35	40	45	50	55	55	55	60	60
173	173FRS09	MAQ	25	30	35	35	35	40	40	45	45	50	50
173	173FRS10	MAQ	25	30	30	30	35	35	40	40	45	45	50
173	173FRS11	MAQ	25	30	35	40	40	40	45	45	50	50	55
173	173FRS12	MAQ	25	30	35	35	35	40	40	45	45	50	50
173	173FRS13	MAQ	25	30	35	40	45	45	45	50	50	55	55
173	173FRS14	MAQ	25	30	35	40	45	45	45	50	50	55	55
173	173FRS15	MAQ	25	30	30	30	35	35	40	40	45	45	50
173	173FRS16	MAQ	25	30	35	35	35	40	40	45	45	50	50
173	173FRS17	MAQ	25	30	35	40	45	50	55	60	65	65	65
173	173MAN00	MAN	25	30	25	25	25	25	25	25	25	25	25
173	173MAN01	MAN	25	30	25	25	25	25	25	25	25	25	25
175	175MAN00	MAN	25	30	25	25	25	25	25	25	25	25	25
175	175MAN01	MAN	25	30	25	25	25	25	25	25	25	25	25
175	175TOF01	MAQ	25	30	35	40	45	45	45	50	50	55	55
175	175TOF02	MAQ	25	30	30	30	35	35	40	40	45	45	50
175	175TOF03	MAQ	25	30	35	35	35	40	40	45	45	50	50
175	175TOF04	MAQ	25	30	30	30	35	35	40	40	45	45	50
175	175TOF05	MAQ	25	30	30	30	35	35	40	40	45	45	50
175	175TOF08	MAQ	25	25	25	30	30	35	35	40	40	45	45
175	175TOF09	MAQ	25	30	35	40	45	45	45	50	50	55	55

Continuação

Período mínimo entre setups dias (T.Setup / CT)													
Grupo	Centro Trabalho	CAT	0	30,00	90,00	120,00	150,00	180,00	240,00	320,00	400,00	500,00	600,00
175	175TOF09	MAQ	25	30	35	40	45	45	45	50	50	55	55
175	175TOF10	MAQ	25	30	35	40	45	45	45	50	50	55	55
175	175TOF11	MAQ	25	30	30	30	35	35	40	40	45	45	50
175	175TOF12	MAQ	25	30	35	40	45	45	45	50	50	55	55
176	176CRV01	CONV	25	25	25	30	30	35	35	40	40	45	45
176	176FRS01	CONV	25	25	25	30	30	35	35	40	40	45	45
176	176FRS02	CONV	25	25	25	30	30	35	35	40	40	45	45
176	176FRS03	CONV	25	25	25	30	30	35	35	40	40	45	45
176	176FRS04	CONV	25	25	25	30	30	35	35	40	40	45	45
176	176FRS05	CONV	25	25	25	30	30	35	35	40	40	45	45
176	176FRS06	CONV	25	25	25	30	30	35	35	40	40	45	45
176	176FRS07	CONV	25	25	25	30	30	35	35	40	40	45	45
176	176FUR01	CONV	25	25	25	30	30	35	35	40	40	45	45
176	176FUR02	CONV	25	25	25	30	30	35	35	40	40	45	45
176	176FUR03	CONV	25	25	25	30	30	35	35	40	40	45	45
176	176MAN00	MAN	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25
176	176MAN01	MAN	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25
176	176MAN02	MAN	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25
176	176MAN03	MAN	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25
176	176MAN55	MAN	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25
176	176MAN56	MAN	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25
176	176PRS01	CONV	25	25	25	30	30	35	35	40	40	45	45
176	176RCT01	CONV	25	25	25	30	30	35	35	40	40	45	45
176	176RCT02	CONV	25	25	25	30	30	35	35	40	40	45	45
176	176REC01	CONV	25	25	25	30	30	35	35	40	40	45	45
176	176ROS01	CONV	25	25	25	30	30	35	35	40	40	45	45
176	176SDL01	CONV	25	25	25	30	30	35	35	40	40	45	45
176	176TSA01	CONV	25	25	25	30	30	35	35	40	40	45	45
176	176TSA02	CONV	25	25	25	30	30	35	35	40	40	45	45
176	176TSA03	CONV	25	25	25	30	30	35	35	40	40	45	45
176	176TSA04	CONV	25	25	25	30	30	35	35	40	40	45	45
166	166GRA01	MAQ	25	25	25	30	30	35	35	40	40	45	45
166	166GRA03	MAQ	25	25	25	30	30	35	35	40	40	45	45
166	166GRA04	MAQ	25	25	25	30	30	35	35	40	40	45	45
166	166LAS01	MAQ	25	25	25	30	30	35	35	40	40	45	45
166	166MAN00	MAN	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25
165	165CQP00	CTR	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
165	165DES01	TRAT	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
165	165ESM01	TRAT	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10

Continuação

Período mínimo entre setups dias (T.Setup / CT)													
Grupo	Centro Trabalho	CAT	0	30,00	90,00	120,00	150,00	180,00	240,00	320,00	400,00	500,00	600,00
165	165ESM02	TRAT	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
165	165ESM03	TRAT	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
165	165ESM04	TRAT	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
165	165EST01	TRAT	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
165	165LX01	TRAT	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
165	165LX02	TRAT	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
165	165MAN00	MAN	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
165	165MAN01	MAN	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
165	165MAN02	MAN	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
165	165MAN03	MAN	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
165	165MAN04	MAN	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
165	165MAN05	MAN	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
165	165MAN06	MAN	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
165	165MAN07	MAN	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
165	165MAN08	MAN	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
165	165MAN09	MAN	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
165	165MAN10	MAN	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
165	165MAN11	MAN	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
168	168MAN20	TRAT	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
168	168CQG01	CTR	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
168	168CQG02	CTR	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
168	168CQG03	CTR	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
168	168GAL01	TRAT	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
168	168GAL02	TRAT	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
168	168GAL03	TRAT	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
168	168GAL04	TRAT	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
168	168GAL05	TRAT	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
168	168GAL20	TRAT	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
168	168MAN00	MAN	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
168	168IMP01	TRAT	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
168	168ARE01	TRAT	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
168	168ARE02	TRAT	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
168	168ARE03	TRAT	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
168	168ARE10	TRAT	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
168	168CQG00	CTR	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
171	171ARE01	TRAT	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
171	171ARE02	TRAT	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
171	171CQC00	CTR	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
171	171CQC01	CTR	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10

Continuação

Período mínimo entre setups dias (T-Setup / CT)													
Grupo	Centro Trabalho	CAT	0	30,00	90,00	120,00	150,00	180,00	240,00	320,00	400,00	500,00	600,00
171	171CRD00	TRAT	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
171	171CRD01	TRAT	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
171	171MAN00	MAN	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
171	171MAN01	MAN	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
179	179CCK00	CTR	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
179	179KTL01	TRAT	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
179	179KTL02	TRAT	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
179	179MAN00	MAN	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
167	167CQP00	CTR	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
167	167CQP01	CTR	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
167	167CQP03	CTR	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
167	167DES01	TRAT	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
167	167ETP01	TRAT	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
167	167MAN00	MAN	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
167	167MAN10	MAN	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
167	167PBR01	TRAT	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
167	167PIN01	TRAT	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
167	167PIN02	TRAT	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
167	167PIN03	TRAT	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
167	167PIN04	TRAT	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
167	167PIN05	TRAT	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
167	167PIN10	TRAT	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
167	167PIN11	TRAT	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
167	167PIN12	TRAT	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
167	167PIN13	TRAT	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
167	167PIN20	TRAT	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
167	167PLA01	TRAT	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
167	167EST01	TRAT	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
167	167EST02	TRAT	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
178	178MAN00	MAN	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
178	178MAN01	MAN	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
178	178MAN02	MAN	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
178	178PBR01	MAN	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
178	178PBR02	MAN	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
178	178PBR03	MAN	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
177	177CQM00	CTR	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
177	177CQM01	CTR	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
177	177CQM02	CTR	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
177	177CQM03	CTR	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
177	177CQM10	CTR	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
177	177CQM11	CTR	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
177	177CQM20	CTR	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
177	177CQM21	CTR	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
170	170ENG00	CTR	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
170	170ENG01	CTR	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
170	170ENG02	CTR	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
170	170ENG03	CTR	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
170	170MAN00	MAN	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5

APÊNDICE 3 – INTERFACE DESENVOLVIDA

Interface de utilização principal onde se realiza a consulta dos lotes e tempos de passagens calculados.



Ultima atualização: 12/05/2022 12:06:23

Atualizar "Taxa_Eficienci"

Atualizar "Info_Referenci"

Atualizar "Nec_Diarias"

Atualizar "Info_T.Ciclo_T_Setup"

Atualizar "TamLote_SAP"

Material	Produto	Gama de Produto	Resp. Planejamento	Necessário Alteraç	Observações	Classificação da Peça	Codência de Necessidades a 12 Semanas	Necessidades totais (81 dias)	Necessidades a 15 dia	Necessidades a 12 semana	Necessidades a 5 Semar	Necessidades a 6 Semar
004-206.001-021	Sport Optics	Binóculo Compacto	Sónia Gomes	✓		Média	Baixa	1574	74	1274	274	474
004-206.001-028	Sport Optics	Binóculo Compacto	Sónia Gomes	✗		Rápida	Baixa	3148	148	2548	548	948
004-206.001-030	Sport Optics	Binóculo Compacto	Sónia Gomes	✓		Muito Rápida	Residual	774	74	674	74	274
004-206.001-031A	Sport Optics	Binóculo Compacto	Sónia Gomes	✓		Rápida	Muito Alta	6208	1048	4408	1888	2288
004-206.001-032	Sport Optics	Binóculo Compacto	Sónia Gomes	✓		Rápida	Baixa	1574	74	1274	274	474
004-206.001-045	Sport Optics	Binóculo Compacto	Sónia Gomes	✓		Média	Baixa	3148	148	2548	548	948
004-206.013-006	Sport Optics	Binóculo Compacto	Sónia Gomes	✓		Muito Rápida	Baixa	3844	1144	2744	1544	1944
004-206.015-007	Sport Optics	Binóculo Compacto	Sónia Gomes	✓		Muito Rápida	Média	7400	1500	4900	2300	2700
004-206.016-012	Sport Optics	Binóculo Compacto	Sónia Gomes	✓		Muito Rápida	Baixa	3000	0	2400	400	800
004-206.016-013	Sport Optics	Binóculo Compacto	Sónia Gomes	✓		Rápida	Baixa	3000	0	2400	400	800
004-206.020-011	Sport Optics	Binóculo Compacto	Sónia Gomes	✓		Muito Rápida	Baixa	3400	0	2400	800	1200
004-207.001-018	Sport Optics	Binóculo Compacto	Sónia Gomes	✗		Muito Rápida	Residual	800	0	600	200	200
004-210.001-054	Sport Optics	Binóculo Compacto	Sónia Gomes	✓		Média	Residual	774	74	674	74	274
004-210.001-060	Sport Optics	Binóculo Compacto	Sónia Gomes	✓		Rápida	Residual	774	74	674	74	274
004-210.001-066	Sport Optics	Binóculo Compacto	Sónia Gomes	✓		Muito Rápida	Residual	1524	224	1024	624	1024
004-211.001-060	Sport Optics	Binóculo Compacto	Sónia Gomes	✗		Rápida	Residual	800	0	600	200	200
004-211.020-007	Sport Optics	Binóculo Compacto	Sónia Gomes	✓	Encomenda única (A 81 dias)	Rápida	Residual	2300	0	2300	0	0
004-311.014-008	Sport Optics	Binóculo Fullsize	Sónia Gomes	✓	Análise! (Lote inferior a 100 peças) Lote limitado à nec. de 81 dias	Rápida	Residual	65	45	45	45	45
004-311.015-005	Sport Optics	Binóculo Fullsize	Sónia Gomes	✓	Encomenda única (A 81 dias) Lote limitado à nec. de 81 dias	Rápida	Residual	406	0	406	0	406
004-311.016-005	Sport Optics	Binóculo Fullsize	Sónia Gomes	✓		Rápida	Residual	812	0	406	406	406
004-401.004-027	Sport Optics	Binóculo Fullsize	Sónia Gomes	✓	Análise! (Lote inferior a 100 peças)	Rápida	Residual	256	40	200	40	90
004-401.006-014	Sport Optics	Binóculo Fullsize	Sónia Gomes	✓		Muito Rápida	Alta	1239	230	798	348	433
004-401.010-018	Sport Optics	Binóculo Fullsize	Sónia Gomes	✓		Muito Rápida	Residual	410	80	360	80	190
004-401.010-019	Sport Optics	Binóculo Fullsize	Sónia Gomes	✓		Muito Rápida	Residual	410	80	360	80	190
004-401.017-005	Sport Optics	Binóculo Fullsize	Sónia Gomes	✓		Rápida	Residual	458	80	360	80	80
004-401.023-005	Sport Optics	Binóculo Fullsize	Sónia Gomes	✓		Rápida	Residual	312	0	104	0	0
004-401.024-011	Sport Optics	Binóculo Fullsize	Sónia Gomes	✗	Lote limitado à nec. de 81 dias	Média	Residual	0	0	0	0	0
004-401.040-016	Sport Optics	Binóculo Fullsize	Sónia Gomes	✗	Lote limitado à nec. de 81 dias	Rápida	Residual	0	0	0	0	0
004-401.040-017	Sport Optics	Binóculo Fullsize	Sónia Gomes	✗	Lote limitado à nec. de 81 dias	Rápida	Residual	0	0	0	0	0
004-411.024-011	Sport Optics	Binóculo Fullsize	Sónia Gomes	✓	Encomenda única (A 81 dias) Análise! (Lote inferior a 100 peças) Lote limitado à nec. de 81 dias	Média	Residual	48	0	48	0	0
004-411.040-016	Sport Optics	Binóculo Fullsize	Sónia Gomes	✓	Encomenda única (A 81 dias) Análise! (Lote inferior a 100 peças) Lote limitado à nec. de 81 dias	Média	Residual	48	0	48	0	0
042-253.001-019	Câmara	Máquina Analógica	Eduardo Ferreira	✓		Muito Rápida	Muito Alta	1700	400	1200	600	700
042-253.001-025	Câmara	Máquina Analógica	Eduardo Ferreira	✗		Rápida	Muito Alta	1600	400	1200	600	700
042-253.001-047	Câmara	Máquina Analógica	Eduardo Ferreira	✓		Rápida	Alta	1675	392	1093	528	663
042-253.001-078	Câmara	Máquina Analógica	Eduardo Ferreira	✓		Rápida	Alta	1675	392	1093	528	663
042-253.001-083	Câmara	Máquina Analógica	Eduardo Ferreira	✗		Rápida	Residual	300	0	150	0	150
042-253.001-114	Câmara	Máquina Analógica	Eduardo Ferreira	✗	SolEnt	Média	Muito Alta	8380	1784	5370	2295	2870
042-253.001-116	Câmara	Máquina Analógica	Eduardo Ferreira	✗	SolEnt	Muito Rápida	Residual	453	0	250	50	50
042-253.001-115	Câmara	Máquina Analógica	Eduardo Ferreira	✗		Rápida	Alta	1600	300	1100	500	600
042-253.001-123	Câmara	Máquina Analógica	Eduardo Ferreira	✗		Rápida	Alta	1675	392	1093	528	663
042-253.001-129	Câmara	Máquina Analógica	Eduardo Ferreira	✓		Rápida	Alta	1675	392	1093	528	663

Necessidades a: (dias úteis)
15

Necessidades a: (semanas)
12

Sublinhado verde - A peça não tem fases maquiandas.
Sublinhado azul - A peça só tem fases maquiandas.
Não sublinhado - A peça tem fases maquiandas e de tratamento de superfície

Necessidades				Lote SAP			Sistema Mapa			%T.Setup / T.Prod		Lote minimo NEC DEP		Intervalo entre Setups / Tempo de passagem				1º	Nº turnos max.		T. Passagem					
Necessidades a 7 Seman	Necessidades a 10 Seman	Necessidades Seman at	Necessidade Ord.Cliente (81 dias)	Qtd. Encomendas OrdCli (81 dia)	Qtd. Encomendas SolEnt (81 dia)	Qtd encomendas (81 dias)	Lote SAP	% Alteração (entre lote Sap e lote calcula)	Periodo minimo (p/ CT) (dia)	Periodo minimo Nº Maq / tempo total Setup (dias)	Lote Proposto pelo Sistema Mapa	T. Setup (MAQ) (min)	T. Prod. (Lote proposto) (%)	Lote proposto 30%	Menor Necessidade NEC DE	Lote Proposto NEC DE	Intervalo minimo setup	Tempo Passagem	Dif	Lote Propost	Tam.Lote Proposto	Nº turnos p/ lote propos	Lote max. 25 turn	Maquina com maior T.	T. Passagem lote (80 dias)	
674	1074	74	0	0	0	9	400	-25,0%	10	15	300	0	0		74		15	13			300	2		165MAN00	13	
1348	2148	148	0	0	0	9	1000	0,0%	25	15	980	0	0		148		25	9			1000	1		168ESM03	9	
274	674	74	0	0	0	5	200	-50,0%	10	10	100	0	0		74		10	8			100	1		168COG00	8	
2688	3888	262	0	0	0	20	1600	-50,0%	10	10	770	0	0		114		10	6			800	1		168GAL04	6	
674	1074	74	0	0	0	9	400	-25,0%	10	15	300	0	0		74		15	14			300	1		168GAL01	14	
1348	2148	148	0	0	0	9	750	-46,7%	10	10	390	0	0		148		10	6			400	1		168GAL04	6	
2344	2744	0	0	0	0	11	1000	45,0%	30	30	1430	30	715	4,2%	200		30	12			1450	3		175TOF05	13	
3100	4900	0	0	0	0	16	2000	-30,0%	10	15	1380	0	0		300		15	9			1400	1		168GAL04	9	
1200	2000	0	0	0	0	8	750	-20,0%	10	15	560	0	0		200		15	12			600	1		168GAL02	12	
1200	2000	0	0	0	0	8	800	-25,0%	10	15	560	0	0		200		15	8			600	1		168GAL03	8	
1600	2400	0	0	0	0	9	1000	-55,0%	10	10	420	0	0		300		10	8			450	1		168COG00	8	
400	400	0	0	0	0	4	200	0,0%	10	10	100	0	0		200	200	10	8			200	1		168COG00	8	
274	674	74	0	0	0	5	200	-50,0%	10	10	100	0	0		74		10	6			100	1		168GAL03	6	
274	674	74	0	0	0	5	200	-50,0%	10	10	100	0	0		74		10	8			100	1		168GAL03	8	
1024	1024	0	0	0	0	5	600	-66,7%	10	10	190	0	0		200	200	10	8			200	1		168COG00	8	
400	400	0	0	0	0	4	200	0,0%	10	10	100	0	0		200	200	10	8			200	1		168GAL03	8	
0	2300	0	0	0	0	1	1150	-73,9%	10	10	290	0	0		0		10	8			300	1		168GAL03	8	
45	45	0	0	0	0	3	100	-35,0%	35	35	50	90	150	60,0%	100		20	13			100	1		174TOA05	13	
406	406	0	0	0	0	1	420	-3,3%	10	10	60	0	0		406	406	10	8			450	1		168COG00	8	
406	406	0	0	0	0	2	310	45,2%	10	10	110	0	0		406	406	10	8			450	1		168GAL03	8	
150	200	0	0	0	0	5	150	-66,7%	10	10	50	0	0		40		10	8			50	1		167PIN11	8	
518	743	0	0	0	0	22	500	-20,0%	25	10	390	0	0		40		25	10			400	1		176MAN01	10	
190	360	0	0	0	0	4	200	-50,0%	10	10	60	0	0		50		10	10			100	1		168GAL02	10	
190	360	0	0	0	0	4	150	-33,3%	10	10	60	0	0		50		10	10			100	1		168COG02	10	
190	360	0	0	0	0	5	250	-60,0%	10	10	60	0	0		48		10	8			100	1		167PIN05	8	
0	104	0	0	0	0	3	400	-50,0%	35	30	140	120	326	36,8%	180		35	26			200	1		175TOF10	26	
0	0	0	0	0	0	0	200	0,0%	10	10	50	0	0		0		10	8			50	1		168GAL03	8	
0	0	0	0	0	0	0	400	0,0%	10	10	50	0	0		0		10	10			50	1		168ARE02	10	
0	0	0	0	0	0	0	400	0,0%	10	10	50	0	0		0		10	10			50	1		168ARE02	10	
0	0	0	0	0	0	1	100	-52,0%	10	10	50	0	0		48		10	8			50	1		168GAL03	8	
0	0	0	0	0	0	1	100	-52,0%	10	10	50	0	0		48		10	10			50	1		168GAL02	10	
800	1100	100	0	0	0	17	800	-6,3%	35	35	740	90	1258	7,2%	100		35	18			750	2		174TOA05	18	
800	1100	100	0	0	0	16	800	0,0%	40	40	800	180	3680	4,9%	100		40	14			800	4		174TOA10	14	
693	993	0	0	0	0	22	600	8,3%	30	30	630	60	630	9,5%	1		30	7			650	1		173FRS06	7	
693	993	0	0	0	0	22	500	-50,0%	10	10	210	0	0		1		10	6			250	1		168GAL04	6	
150	150	0	0	0	0	7	150	0,0%	10	15	60	0	0		150	150	15	14			150	1		167PIN04	14	
3390	4870	94	0	0	1	35	2000	-47,5%	10	10	1040	0	0		50		10	8			1050	1		168ARE02	8	
50	200	0	0	0	5	8	100	0,0%	10	10	60	0	0		0		10	12	2		70	100	1		177COM02	12
700	1000	100	0	0	0	16	600	0,0%	25	10	500	0	0		100		25	30	5		600	600	2		176MAN01	30
693	993	0	0	0	0	22	600	8,3%	30	30	630	30	378	7,9%	1		30	8			650	2		173FRS15	8	

T. Passagem máximo			Lote Proposto final				T.Total Setup (dias)	Qt. Fases ativa	Operação 1																	Operação 2																
T. Espera total (80 dias)	T. Produção total (80 dias)	Lote max para T. Passagem (80 dias)	Lote Proposto (final)	T. passagem (dias)	T. Espera (dias)	T. Produção total (dias)			Operação 1	Grupo	Centro Ger	CAT	T.Setup (m)	T.Ciclo (m)	Qt. Ref. Associad.	T.Setup (dias)	Periodo Setup (dia)	T. Prod. Lote previsto (dias)	T. Prod. Lote previsto/t-passagem (dias)	T. Prod. Lote final (dias)	Class. T.Set	Class. T.Cic	Class. Peg	T. Espera	Ocupação	Operação 2	Grupo	Centro Ger	CAT	T.Setup (m)	T.Ciclo (m)	Qt. Ref. Associad.	T.Setup (dias)									
7	5	300	13	7	5	1	4	165MAN00	165	165MAN	MAN	15	2	8	0,03125	10	1,471	1,471	1,471	3	1	2,4	4	38,864	168ARE01	168	168MAN	MAN	15	1,5	398	0,010417										
6	2	1000	9	6	2	1	3	176PRS01	176	176MAN	MAN	30	0,15	12	0,0625	25	0,417	0,408	0,417	3	5	3,6	5	8,826	165ESM03	165	165MAN	MAN	10	0,2	66	0,020833										
5	2	100	8	5	2	1	2	168GAL03	168	168MAN	MAN	10	0,15	408	0,010417	10	0,018	0,018	0,018	4	5	4,5	4	1,433333	168CG00	168	168MAN	MAN	5	0,2	354	0,005208										
4	1	800	6	4	1	1	1	168GAL04	168	168MAN	MAN	10	0,3	177	0,020833	10	0,588	0,566	0,588	4	4	4	4	22,99259					0	0	0	0										
8	5	300	14	8	5	1	5	165MAN11	165	165MAN	MAN	10	0,1	106	0,020833	10	0,074	0,074	0,074	4	5	4,5	4	1,94321	168ARE01	168	168MAN	MAN	10	0,1	398	0,006944										
4	1	400	6	4	1	1	1	168GAL04	168	168MAN	MAN	15	0,3	177	0,03125	10	0,294	0,287	0,294	5	4	3,5	4	11,65926					0	0	0	0										
7	5	1450	13	7	5	1	3	167PIN05	167	167MAN	MAN	5	0,25	36	0,010417	10	0,888	0,876	0,888	5	5	5	5	11,864	167COP00	167	167MAN	MAN	5	0,1	219	0,010417										
5	3	1400	9	5	3	1	3	168GAL04	168	168MAN	MAN	5	0,1	177	0,010417	10	0,943	0,938	0,943	5	5	5	4	9,135802	168CG03	168	168MAN	MAN	5	0,1	58	0,010417										
7	4	600	12	7	4	1	4	165ESM03	165	165MAN	MAN	5	0,2	66	0,010417	10	0,294	0,275	0,294	5	5	5	5	7,407407	168ARE02	168	168MAN	MAN	10	0,2	725	0,010417										
5	2	600	8	5	2	1	2	165ESM03	165	165MAN	MAN	10	0,3	66	0,020833	10	0,441	0,412	0,441	4	5	4,5	4	11,11111	168GAL03	168	168MAN	MAN	15	0,5	408	0,015625										
5	2	450	8	5	2	1	2	168GAL03	168	168MAN	MAN	10	0,2	408	0,010417	10	0,110	0,103	0,110	4	5	4,5	4	8,395062	168CG00	168	168MAN	MAN	5	0,3	354	0,005208										
5	2	200	8	5	2	1	2	168GAL03	168	168MAN	MAN	10	0,15	408	0,010417	10	0,037	0,037	0,037	4	5	4,5	4	1,481481	168CG00	168	168MAN	MAN	5	0,2	354	0,005208										
4	1	100	6	4	1	1	1	168GAL03	168	168MAN	MAN	15	0,45	408	0,015625	10	0,055	0,055	0,055	3	4	3,5	4	4,9					0	0	0	0										
5	2	100	8	5	2	1	2	168GAL03	168	168MAN	MAN	10	0,3	408	0,010417	10	0,037	0,037	0,037	4	4	4	4	2,866667	168CG00	168	168MAN	MAN	5	0,3	354	0,005208										
5	2	200	8	5	2	1	2	168GAL03	168	168MAN	MAN	10	0,2	408	0,010417	10	0,049	0,049	0,049	4	5	4,5	4	3,762963	168CG00	168	168MAN	MAN	5	0,3	354	0,005208										
5	2	200	8	5	2	1	2	168GAL03	168	168MAN	MAN	10	0,3	408	0,010417	10	0,074	0,074	0,074	4	4	4	4	2,962963	168CG00	168	168MAN	MAN	5	0,3	354	0,005208										
5	2	300	8	5	2	1	2	168GAL03	168	168MAN	MAN	10	0,4	408	0,010417	10	0,147	0,142	0,147	4	4	4	4	11,35802	168CG00	168	168MAN	MAN	5	0,2	354	0,005208										
8	4	65	13	8	4	1	4	174TOA05	174	174MAQ	MAQ	90	3	100	0,0625	35	0,278	0,278	0,278	5	3	4,4	5	2,407407	174MAN00	174	174MAN	MAN	5	0,3	522	0,010417										
5	2	408	8	5	2	1	2	168GAL03	168	168MAN	MAN	10	0,16	408	0,010417	10	0,088	0,080	0,080	4	5	4,5	4	8,01975	168CG00	168	168MAN	MAN	5	0,5	354	0,005208										
5	2	450	8	5	2	1	2	168GAL03	168	168MAN	MAN	10	0,3	408	0,010417	10	0,165	0,149	0,165	4	4	4	4	3,007407	168CG00	168	168MAN	MAN	5	0,3	354	0,005208										
5	2	50	8	5	2	1	2	167PIN11	167	167MAN	MAN	30	0,3	22	0,0625	10	0,037	0,037	0,037	4	5	4,5	4	9,48148	167COP00	167	167MAN	MAN	5	0,3	219	0,010417										
7	2	400	10	7	2	1	2	176MAN01	176	176MAN	MAN	10	0,2	33	0,020833	25	0,222	0,217	0,222	5	5	5	5	3,059259	176MAN01	176	176MAN	MAN	10	0,2	33	0,020833										
6	3	100	10	6	3	1	3	168ARE02	168	168MAN	MAN	5	0,1	725	0,005208	10	0,012	0,007	0,012	5	5	5	5	0,506173	168GAL02	168	168MAN	MAN	10	0,3	579	0,010417										
6	3	100	10	6	3	1	3	168ARE02	168	168MAN	MAN	5	0,16	725	0,005208	10	0,020	0,012	0,020	5	5	5	4	8,089877	168GAL02	168	168MAN	MAN	10	0,3	579	0,010417										
5	2	100	8	5	2	1	2	167PIN05	167	167MAN	MAN	10	0,3	36	0,020833	10	0,074	0,044	0,074	4	5	4,5	4	1,696296	167COP00	167	167MAN	MAN	5	0,1	219	0,010417										
16	9	200	26	16	9	1	9	165MAN01	165	165MAN	MAN	10	1	47	0,020833	10	0,490	0,441	0,490	4	4	4	4	3,851852	176FUR03	176	176MAN	MAN	15	0,5	18	0,00625										
5	2	200	8	5	2	1	2	168GAL03	168	168MAN	MAN	15	0,3	408	0,015625	10	0,018	0,018	0,018	3	4	3,5	4	1,111111	168CG00	168	168MAN	MAN	15	0,1	354	0,015625										
6	3	400	10	6	3	1	3	168ARE02	168	168MAN	MAN	5	0,5	725	0,005208	10	0,031	0,031	0,031	5	4	4,7	4	0	168GAL02	168	168MAN	MAN	10	0,5	579	0,010417										
6	3	400	10	6	3	1	3	168ARE02	168	168MAN	MAN	5	0,5	725	0,005208	10	0,031	0,031	0,031	5	4	4,7	4	0	168GAL02	168	168MAN	MAN	10	0,5	579	0,010417										
5	2	48	8	5	2	1	2	168GAL03	168	168MAN	MAN	15	0,3	408	0,015625	10	0,018	0,018	0,018	3	4	3,5	4	0,177778	168CG00	168	168MAN	MAN	15	0,2	354	0,015625										
6	3	48	10	6	3	1	3	168ARE02	168	168MAN	MAN	15	0,3	725	0,015625	10	0,018	0,018	0,018	3	4	3,5	4	0,177778	168GAL02	168	168MAN	MAN	15	0,6	579	0,015625										
11	6	750	18	11	6	1	5	174TOA05	174	174MAQ	MAQ	90	1,7	100	0,0625	35	1,181	1,165	1,181	5	5	5	5	35,67901	176PRS01	176	176MAN	MAN	10	0,32	12	0,020833										
7	6	800	14	7	6	1	3	174TOA10	174	174MAQ	MAQ	180	4,6	76	0,125	40	3,651	3,651	3,651	4	3	3,7	5	90,864	165ESM02	165	165MAN	MAN	15	0,3	38	0,03125										
5	1	650	7	5	1	1	1	173FRS06	173	173MAQ	MAQ	60	1	25	0,041667	30	0,602	0,583	0,602	4	5	4,5	4	5,2067901					0	0	0	0										
4	1	250	6	4	1	1	1	168GAL04	168	168MAN	MAN	10	0,25	177	0,020833	10	0,153	0,129	0,153	4	5	4,5	4	5,169753					0	0	0	0										
8	5	150	14	8	5	1	5	168ARE02	168	168MAN	MAN	5	0,3	725	0,005208	10	0,055	0,055	0,055	5	4	4,7	4	1,111111	168GAL04	168	168MAN	MAN	10	0,35	177	0,020833										
5	2	1050	8	5	2	1	2	168ARE02	168	168MAN	MAN	15	0,3	725	0,015625	10	0,386	0,382	0,386	3	4	3,5	4	31,03704	168GAL04	168	168MAN	MAN	15	0,3	177	0,03125										
7	4	100	12	7	4	1	4	171ARE01	171	171MAN	MAN	5	0,2	176	0,005208	10	0,025	0,015	0,025	5	5	5	4	1,118519	171CRO01	171	171MAN	MAN	10	0,2	107	0,020833										
19	10	600	30	19	10	1	8	176FUR03	176	176MAN	MAN	5	0,6	18	0,002083	25	0,200	0,167	0,200	5	3	4,4	5	11,85185	176FRS02	176	176MAN	MAN	20	0,35	4	0,013889										
5	2	650	8	5	2	1	1	173FRS15	173	173MAQ	MAQ	30	0,6	44	0,0625	30	1,083	1,050	1,083	4	5	4,5	5	12,40741					0	0	0	0										

Período Setup (dia)	T. Prod. Lote previsto (dias)	T. Prod. Lote previsto/Lpassagem (dias)	T. Prod. Lote final (dia)	Class. T.Set	Class. T.Cic	Class. Pec	T.Espera (Dia)	Ocupação	Operação 3	Grupo	Centro Gera	CAT	T.Setup (mi)	T.Ciclo (m)	Qtd. Ref. Associat	T.Setup (dias)	Período Setup (dia)	T. Prod. Lote previsto (dias)	T. Prod. Lote previsto/Lpassagem (dias)	T. Prod. Lote final (dia)	Class. T.Set	Class. T.Cic	Class. Pec	T.Espera	Ocupação	Operação 4	Grupo	Centro Gera	CAT	T.Setup (mi)	T.Ciclo (m)	Qtd. Ref. Associat	T.Setup (dias)	
10	0,368	0,368	0,368	3	1	2,4	1	29,14815	168GAL01	168	168MAN	MAN	15	1,1	422	0,015625	10	0,404	0,404	0,404	3	3	3	1	21,37531	168CQG01	168	168MAN	MAN	15	0,4	475	0,015625	
10	0,490	0,490	0,490	4	5	4,3	1	7,77284					0	0	0	0		0,000	0,000	0,000					0	0						0	0	
10	0,025	0,025	0,025	5	4	4,7	1	1,911111					0	0	0	0		0,000	0,000	0,000					0	0						0	0	
10	0,000	0,000	0,000				0	0					0	0	0	0		0,000	0,000	0,000					0	0						0	0	
10	0,025	0,025	0,025	4	5	4,3	1	1,94321	168GAL01	168	168MAN	MAN	10	0,25	422	0,010417	10	0,092	0,092	0,092	4	5	4,3	1	4,858025	168ARE10	168	168MAN	MAN	10	0,1	22	0,010417	
10	0,000	0,000	0,000				0	0					0	0	0	0		0,000	0,000	0,000					0	0						0	0	
10	0,355	0,350	0,355	4	5	4,3	1	4,745679	175TOF05	175	175MAQ	MAQ	30	0,5	90	0,0625	30	2,014	1,986	2,014	5	5	5	2	23,7284								0	0
10	0,343	0,338	0,343	5	4	4,7	1	9,135802	170MAND0	170	170MAN	MAN	5	0,1	629	0,010417	5	0,343	0,338	0,343					0	9,135802							0	0
10	0,147	0,147	0,147	4	5	4,3	1	7,407407	168GAL02	168	168MAN	MAN	10	0,3	579	0,010417	10	0,221	0,206	0,221	4	5	4,3	1	11,111111	168CQG02	168	168MAN	MAN	5	0,3	567	0,010417	
10	0,368	0,343	0,368	3	3	3	1	18,51852					0	0	0	0		0,000	0,000	0,000					0	0						0	0	
10	0,165	0,154	0,165	5	4	4,7	1	12,59259					0	0	0	0		0,000	0,000	0,000					0	0						0	0	
10	0,049	0,049	0,049	5	4	4,7	1	1,975309					0	0	0	0		0,000	0,000	0,000					0	0						0	0	
10	0,000	0,000	0,000				0	0					0	0	0	0		0,000	0,000	0,000					0	0						0	0	
10	0,037	0,037	0,037	5	4	4,7	1	2,866667					0	0	0	0		0,000	0,000	0,000					0	0						0	0	
10	0,074	0,074	0,074	5	4	4,7	1	5,644444					0	0	0	0		0,000	0,000	0,000					0	0						0	0	
10	0,074	0,074	0,074	5	4	4,7	1	2,962963					0	0	0	0		0,000	0,000	0,000					0	0						0	0	
10	0,074	0,071	0,074	5	4	4,7	1	5,679012					0	0	0	0		0,000	0,000	0,000					0	0						0	0	
25	0,074	0,074	0,048	4	4	4	1	0,240741	168GAL03	168	168MAN	MAN	10	0,3	408	0,010417	10	0,037	0,037	0,024	4	4	4	1	0,240741	168CQG00	168	168MAN	MAN	10	0,3	354	0,010417	
10	0,276	0,249	0,249	5	3	4,4	1	2,506173					0	0	0	0		0,000	0,000	0,000					0	0						0	0	
10	0,165	0,149	0,165	5	4	4,7	1	3,007407					0	0	0	0		0,000	0,000	0,000					0	0						0	0	
10	0,037	0,037	0,037	4	5	4,3	1	0,948148					0	0	0	0		0,000	0,000	0,000					0	0						0	0	
25	0,222	0,217	0,222	5	5	5	2	3,059259					0	0	0	0		0,000	0,000	0,000					0	0						0	0	
10	0,037	0,022	0,037	4	5	4,3	1	1,518519	168CQG02	168	168MAN	MAN	5	0,3	567	0,010417	10	0,074	0,044	0,074	5	4	4,7	1	1,518519								0	0
10	0,037	0,022	0,037	4	5	4,3	1	1,518519	168CQG02	168	168MAN	MAN	5	0,5	567	0,010417	10	0,123	0,074	0,123	5	3	4,4	1	2,530864								0	0
10	0,025	0,015	0,025	4	5	4,3	1	0,565432					0	0	0	0		0,000	0,000	0,000					0	0						0	0	
25	0,056	0,050	0,056	5	3	4,4	2	1,925926	176ROS01	176	176MAN	MAN	10	0,5	12	0,004167	25	0,056	0,050	0,056	5	3	4,4	2	1,925926	175TOF10	175	175MAQ	MAQ	90	1,68	26	0,1875	
10	0,006	0,006	0,025	2	4	2,6	1	0					0	0	0	0		0,000	0,000	0,000					0	0						0	0	
10	0,031	0,031	0,245	4	4	4	1	0	168CQG02	168	168MAN	MAN	5	0,5	567	0,010417	10	0,061	0,061	0,490	5	3	4,4	1	0								0	0
10	0,031	0,031	0,245	4	4	4	1	0	168CQG02	168	168MAN	MAN	5	0,5	567	0,010417	10	0,061	0,061	0,490	5	3	4,4	1	0								0	0
10	0,012	0,012	0,012	2	4	2,6	1	0,118519					0	0	0	0		0,000	0,000	0,000					0	0						0	0	
10	0,037	0,037	0,035	3	4	3,3	1	0,355556	168CQG02	168	168MAN	MAN	15	0,25	567	0,03125	10	0,031	0,031	0,029	2	4	2,6	1	0,148148								0	0
25	0,667	0,658	0,667	5	4	4,7	2	6,716049	176MAND1	176	176MAN	MAN	5	0,24	33	0,010417	25	0,500	0,493	0,500	5	5	5	2	5,037037	168GAL04	168	168MAN	MAN	10	0,02	177	0,020833	
10	0,588	0,588	0,588	3	5	3,6	1	5,925926	168GAL04	168	168MAN	MAN	15	0,3	177	0,03125	10	0,588	0,588	0,588	3	4	3,3	1	5,925926								0	0
10	0,000	0,000	0,000				0	0					0	0	0	0		0,000	0,000	0,000					0	0						0	0	
10	0,000	0,000	0,000				0	0					0	0	0	0		0,000	0,000	0,000					0	0						0	0	
10	0,129	0,129	0,129	4	4	4	1	1,296296	167PIN04	167	167MAN	MAN	15	1,7	15	0,03125	10	0,625	0,625	0,625	4	4	4	1	6,296296	167PIN04	167	167MAN	MAN	15	1,7	15	0,03125	
10	0,772	0,765	0,772	3	4	3,3	1	31,03704					0	0	0	0		0,000	0,000	0,000					0	0						0	0	
10	0,049	0,029	0,049	4	5	4,3	1	1,118519	171CQC01	171	171MAN	MAN	5	0,3	100	0,010417	10	0,074	0,044	0,074	5	4	4,7	1	1,677778	177CQM02	177	177MAN	MAN	15	0,5	358	0,03125	
25	0,194	0,162	0,194	5	4	4,7	2	6,91358	176ROS01	176	176MAN	MAN	15	0,21	12	0,00625	25	0,070	0,058	0,070	5	5	5	2	4,148148	176FUR03	176	176MAN	MAN	5	0,6	18	0,002083	
10	0,000	0,000	0,000				0	0					0	0	0	0		0,000	0,000	0,000					0	0						0	0	

Este tipo de informação repete-se durante 22 operações consecutivamente.

Nº Operações Maquinaç	Nº Operações Tratamento Superfíci	Nº Centro custos Tratamento Superfície	Σ T.Setup (min)	Classificação Peça		Alcance Necessidades		Classificação da Peça	Alcance Calculado (Semana)
				Pesos (T.Ciclo)	Pesos (T.Setup)	Pesos (Cadência de Necessidades)	Pesos (Classificação da Peça)		
				30%	70%	10%	90%		
0	4	2	60					3 Média	6
0	2	2	40					4 Rápida	5
0	2	1	15					5 Muito Rápid	5
0	1	1	10					4 Rápida	5
0	5	2	50					4 Rápida	5
0	1	1	15					3 Média	6
1	2	0	40					5 Muito Rápid	5
0	2	2	15					5 Muito Rápid	5
0	4	2	30					5 Muito Rápid	5
0	2	2	25					4 Rápida	5
0	2	1	15					5 Muito Rápid	5
0	2	1	15					5 Muito Rápid	5
0	1	1	15					3 Média	6
0	2	1	15					4 Rápida	5
0	2	1	15					5 Muito Rápid	5
0	2	1	15					4 Rápida	5
0	2	1	15					4 Rápida	5
0	2	1	15					4 Rápida	5
1	2	0	115					4 Rápida	5
0	2	1	15					4 Rápida	5
0	2	1	15					4 Rápida	5
0	2	1	35					4 Rápida	5
0	2	1	20					5 Muito Rápid	5
0	3	1	20					5 Muito Rápid	5
0	3	1	20					5 Muito Rápid	5
0	2	1	15					4 Rápida	5
2	7	0	190					4 Rápida	5
0	2	1	30					3 Média	6
0	3	1	20					4 Rápida	5
0	3	1	20					4 Rápida	5
0	2	1	30					3 Média	6
0	3	1	45					3 Média	6
1	4	0	120					5 Muito Rápid	5
1	2	0	210					4 Rápida	5
1	0	0	60					4 Rápida	5
0	1	1	10					4 Rápida	5
0	5	2	50					4 Rápida	5
0	2	1	30					3 Média	6
0	3	1	35					5 Muito Rápid	5
0	8	1	80					4 Rápida	5
1	0	0	30					4 Rápida	5

Informação relativa aos CT

Centro Trab.	Designação do CT	Disp.	Eficiência	Ativo p/ roteiros	Tipo	Estado	Capacidade Efetiva (min)	Capacidade Instalada (Turnos)	Qtd. Ref. Associadas	Ocupação	Classificação
165DES01	Despolir	480	85%	Ativo	TS		408	1	0	0%	4
165ESM01	Máquina de Esmerilar Grande	480	85%	Ativo	TS		408	1	90	178%	4
165ESM02	Máquina de Esmerilar Grande	480	85%	Ativo	TS		408	1	38	48%	4
165ESM03	Máquina de Esmerilar Grande	480	85%	Ativo	TS		408	1	66	83%	4
165ESM04	Máquina de Esmerilar Otec	480	85%	Ativo	TS		408	1	44	34%	4
165EST01	Estufa	480	85%	Ativo	TS		408	1	0	0%	4
165LIX01	Máquina com Disco para Lixar	480	85%	Ativo	TS		408	1	0	0%	4
165LIX02	Máquina de Lixar com Copiador	480	85%	Ativo	TS		408	1	0	0%	4
165MAN00	Trabalho manual	480	85%	Ativo	TS		408	1	8	26%	4
165MAN01	Trabalho manual	480	85%	Ativo	TS		408	1	47	157%	4
165MAN02	Trabalho manual	480	85%	Ativo	TS		408	1	25	356%	4
165MAN03	Trabalho manual	480	85%	Ativo	TS		408	1	3	37%	4
165MAN04	Trabalho manual	480	85%	Ativo	TS		408	1	2	39%	4
165MAN05	Trabalho manual	480	85%	Ativo	TS		408	1	10	40%	4
165MAN06	Trabalho manual	480	85%	Ativo	TS		408	1	16	121%	4
165MAN07	Trabalho manual	480	85%	Ativo	TS		408	1	0	0%	4
165MAN08	Trabalho manual	480	85%	Ativo	TS		408	1	5	247%	4
165MAN09	Trabalho manual	480	85%	Ativo	TS		408	1	16	449%	4
165MAN10	Trabalho manual	1920	85%	Ativo	TS		1632	4	0	0%	4
165MAN11	Trabalho manual	480	85%	Ativo	TS		408	1	106	169%	4
165MAN20	Trabalho manual	2880	85%	Ativo	TS		2448	6	0	0%	4
166GRA01	Máquina de Gravar Leitz 1	0	70%	Ativo	MAQ	C/ limitações	0	0	4	0%	3
166GRA03	Máquina de Gravar Khulmann	480	70%	Ativo	MAQ	C/ limitações	336	1	6	2%	3
166GRA04	Máquina Gravar ALMAC	1440	80%	Ativo	MAQ	C/ limitações	1152	3	196	111%	3
166LAS01	Máquina Marcar Laser	960	95%	Ativo	MAQ	Operacional	912	2	120	129%	3
166MAN00	Trabalho manual	480	85%	Ativo	Manual		408	1	0	0%	4
167CQP00	Controlo Qual. Mecânica Pintura	480	85%	Ativo	TS		408	1	219	361%	4
167CQP01	Controlo Qual. Mecânica Pintura	480	85%	Ativo	TS		408	1	4	1%	4
167CQP03	Controlo Qual. Mecânica Pintura	480	85%	Ativo	TS		408	1	0	0%	4
167DES01	despolimento	480	85%	Ativo	TS		408	1	8	8%	4
167EST01	Estufa de Pintura	960	85%	Ativo	TS		816	2	0	0%	4
167EST02	Estufa	960	85%	Ativo	TS		816	2	0	0%	4
167ETP01	Tampo - Print	480	85%	Ativo	TS		408	1	5	15%	4
167MAN00	Trabalho manual	480	85%	Ativo	Manual		408	1	61	76%	4
167MAN10	Trabalho manual	480	85%	Ativo	Manual		408	1	25	79%	4
167PIN01	Cabine de Pintura	480	85%	Ativo	TS		408	1	121	322%	4
167PIN02	Cabine de Pintura	480	85%	Ativo	TS		408	1	17	137%	4
167PIN03	Cabine de Pintura	480	85%	Ativo	TS		408	1	4	25%	4
167PIN04	Cabine de Pintura	480	85%	Ativo	TS		408	1	15	45%	4

Classificação	T.Espera
1	5
2	3
3	2
4	1
5	0

Interface onde se encontram os dados relativos aos roteiros das peças

44692

20

11

Qtd. Ref's Ativas	Qtd. Fases Ativas
2452	12276

ok

Material	Oper	Descrição Operação	CenTrab	t	TeB1	te	ZA	Campo de u	Temp.recup.	CC	Produto	Artigo	Usado OEE	Temp.recup.		
004-206.001-021_165MAN00	004-206.001-021	5 Polir	165MAN00	15		2				63165	Sport Optics	BC - 10x25	004-206.001-021_5	2	0	7
004-206.001-021_168ARE01	004-206.001-021	30 Arear Vidro	168ARE01	15		1,5	ZA-1	801		63168	Sport Optics	BC - 10x25	004-206.001-021_30	1,5	1	11
004-206.001-021_168GAL01	004-206.001-021	40 Anodizar 354	168GAL01	15	0,3	1,1	ZA-1	801		63168	Sport Optics	BC - 10x25	004-206.001-021_40	0,3	2	13
004-206.001-021_168CQG01	004-206.001-021	50 Controlar	168CQG01	15		0,4	ZA-1	801		63168	Sport Optics	BC - 10x25	004-206.001-021_50	0,4	3	15
004-206.001-028_176PRS01	004-206.001-028	20 Vergar	176PRS01	30	0,15	0,15	ZA-5	801		63176	Sport Optics	BC - 10x25	004-206.001-028_20	0,15	0	16
004-206.001-028_165ESM03	004-206.001-028	30 Esmerilar	165ESM03	10		0,2	ZA-4	801		63165	Sport Optics	BC - 10x25	004-206.001-028_30	0,2	1	21
004-206.001-030_168GAL03	004-206.001-030	40 Anodizar 352	168GAL03	10		0,15	ZA-4	800		63168	Sport Optics	BC - 8x20	004-206.001-030_40	0,15	0	25
004-206.001-030_168CQG00	004-206.001-030	45 Controlar	168CQG00	5		0,2	ZA-4	800		63168	Sport Optics	BC - 8x20	004-206.001-030_45	0,2	1	26
004-206.001-031A_168GAL04	004-206.001-031A	10 Azular 123	168GAL04	10		0,3	ZA-1	800		63168	Sport Optics	Alf - 10x25 Blackline	004-206.001-031A_10	0,3	0	29
004-206.001-032_165MAN11	004-206.001-032	35 Proteger	165MAN11	10		0,1				63165	Sport Optics	BC - 10x25	004-206.001-032_35	0,1	0	32
004-206.001-032_168ARE01	004-206.001-032	40 Arear Vidro	168ARE01	10		0,1	ZA-3	800		63168	Sport Optics	BC - 10x25	004-206.001-032_40	0,1	1	36
004-206.001-032_168GAL01	004-206.001-032	50 Anodizar 354	168GAL01	10		0,25	ZA-4	800		63168	Sport Optics	BC - 10x25	004-206.001-032_50	0,25	2	38
004-206.001-032_168ARE10	004-206.001-032	53 Arear Vidro	168ARE10	10		0,1				63168	Sport Optics	BC - 10x25	004-206.001-032_53	0,1	3	40
004-206.001-032_168CQG01	004-206.001-032	55 Controlar	168CQG01	10		0,2	ZA-4	800		63168	Sport Optics	BC - 10x25	004-206.001-032_55	0,2	4	42
004-206.001-038_174TOA05	004-206.001-038	10 Tornear	174TOA05	60	2	1,2	ZA-1	801		63174	Sport Optics	Serviços Técnicos	004-206.001-038_10	2	0	43
004-206.001-038_175TOF04	004-206.001-038	30 Tornear	175TOF04	60	1	1	ZA-1	801		63175	Sport Optics	Serviços Técnicos	004-206.001-038_30	1	1	45
004-206.001-038_168ARE01	004-206.001-038	50 Arear Vidro	168ARE01	15		0,3	ZA-1	801		63168	Sport Optics	Serviços Técnicos	004-206.001-038_50	0,3	2	47
004-206.001-038_168GAL01	004-206.001-038	60 Anodizar 354	168GAL01	15		0,3	ZA-1	801		63168	Sport Optics	Serviços Técnicos	004-206.001-038_60	0,3	3	49
004-206.001-045_168GAL04	004-206.001-045	30 Azular 123	168GAL04	15		0,3	ZA-4	800		63168	Sport Optics	BC - 10x25	004-206.001-045_30	0,3	0	51
004-206.013-006_167PIN05	004-206.013-006	10 Mergulhar	167PIN05	5	0,25	0,25	ZA-4	801		63167	Sport Optics	BC - 10x25	004-206.013-006_10	0,25	0	55
004-206.013-006_167CQP00	004-206.013-006	15 Controlar	167CQP00	5		0,1				63167	Sport Optics	BC - 10x25	004-206.013-006_15	0,1	1	57
004-206.013-006_175TOF05	004-206.013-006	20 Tornear	175TOF05	30	0,5	0,5	ZA-7	801		63175	Sport Optics	BC - 10x25	004-206.013-006_20	0,5	2	59
004-206.015-007_168GAL04	004-206.015-007	10 Azular 123	168GAL04	5		0,1	ZA-4	800		63168	Sport Optics	Alf - 10x25 Blackline	004-206.015-007_10	0,1	0	61
004-206.015-007_168CQG03	004-206.015-007	15 Controlar	168CQG03	5		0,1	ZA-4	800		63168	Sport Optics	Alf - 10x25 Blackline	004-206.015-007_15	0,1	1	63
004-206.015-007_170MAN00	004-206.015-007	20 Embalar	170MAN00	5		0,1				63170	Sport Optics	Alf - 10x25 Blackline	004-206.015-007_20	0,1	2	66
004-206.016-012_165ESM03	004-206.016-012	25 Esmerilar	165ESM03	5		0,2	ZA-4	800		63165	Sport Optics	BC - 10x25	004-206.016-012_25	0,2	0	69
004-206.016-012_168ARE02	004-206.016-012	30 Arear Korund	168ARE02	10		0,2	ZA-3	800		63168	Sport Optics	BC - 10x25	004-206.016-012_30	0,2	1	71
004-206.016-012_168GAL02	004-206.016-012	40 Anodizar 356	168GAL02	10		0,3	ZA-4	800		63168	Sport Optics	BC - 10x25	004-206.016-012_40	0,3	2	80
004-206.016-012_168CQG02	004-206.016-012	45 Controlar	168CQG02	5		0,3	ZA-4	800		63168	Sport Optics	BC - 10x25	004-206.016-012_45	0,3	3	82
004-206.016-013_165ESM03	004-206.016-013	30 Esmerilar	165ESM03	10		0,3	ZA-4	802		63165	Sport Optics	BC - 10x25	004-206.016-013_30	0,3	0	85
004-206.016-013_168GAL03	004-206.016-013	40 Anodizar 352	168GAL03	15		0,5	ZA-4	800		63168	Sport Optics	BC - 10x25	004-206.016-013_40	0,5	1	88
004-206.020-011_168GAL03	004-206.020-011	30 Anodizar 310	168GAL03	10		0,2	ZA-4	800		63168	Sport Optics	BC - 10x25	004-206.020-011_30	0,2	0	90
004-206.020-011_168CQG00	004-206.020-011	35 Controlar	168CQG00	5		0,3	ZA-4			63168	Sport Optics	BC - 10x25	004-206.020-011_35	0,3	1	93
004-207.001-018_168GAL03	004-207.001-018	40 Anodizar 352	168GAL03	10		0,15	ZA-4	800		63168	Sport Optics	BC - 10x25	004-207.001-018_40	0,15	0	98
004-207.001-018_168CQG00	004-207.001-018	45 Controlar	168CQG00	5		0,2	ZA-4	800		63168	Sport Optics	BC - 10x25	004-207.001-018_45	0,2	1	101

Interface onde se encontra as necessidades individuais de cada peça

		atras.										19	19	20	20	20	20	20	21	
Material	Descrição	Stks019*	Stk 0010	Stk 0017	Stk 0018	Stk 0020	Stk 0070	TU-17-19x	Soma Dias	Anterior	12.05	13.05	16.05	17.05	18.05	19.05	20.05	23.05	24.05	
Necessidades a: (dias úteis)		15																		
Max: (dias úteis)		81																		
004-206.001-021	Brücke	3	0	0	0	0	357	357												
NecDep	Linha de Montagem (0070)								223	149	74									
NecSub	Subcontratação								0	0										
ResOrd	Reserva de material								0	0										
SoEnt	Encomendas LCW								0	0										
OrdCli	Encomendas Terceiros								0	0										
NecPIP	VSF								0	0										
PEReqC	Solicitação de Entrega								0	0										
004-206.001-028	ACHSE	83	0	0	0	0	1378	1378												
NecDep	Linha de Montagem (0070)								446	298	148									
NecSub	Subcontratação								0	0										
ResOrd	Reserva de material								0	0										
SoEnt	Encomendas LCW								0	0										
OrdCli	Encomendas Terceiros								0	0										
NecPIP	VSF								0	0										
PEReqC	Solicitação de Entrega								0	0										
004-206.001-030	RING (ZE)	3	0	0	200	0	43	243												
NecDep	Linha de Montagem (0070)								74	0	74									
NecSub	Subcontratação								0	0										
ResOrd	Reserva de material								0	0										
SoEnt	Encomendas LCW								0	0										
OrdCli	Encomendas Terceiros								0	0										
NecPIP	VSF								0	0										
PEReqC	Solicitação de Entrega								0	0										
004-206.001-031A	Mutter M4x0.5	208	0	0	0	0	1628	1628												
NecDep	Linha de Montagem (0070)								2404	916	148	114							270	
NecSub	Subcontratação								0	0										
ResOrd	Reserva de material								0	0										
SoEnt	Encomendas LCW								0	0										
OrdCli	Encomendas Terceiros								0	0										
NecPIP	VSF								0	0										
PEReqC	Solicitação de Entrega								0	0										
004-206.001-032	Parafuso recartilhado	18	0	0	0	0	272	272												
NecDep	Linha de Montagem (0070)								223	149	74									
NecSub	Subcontratação								0	0										
ResOrd	Reserva de material								0	0										
SoEnt	Encomendas LCW								0	0										
OrdCli	Encomendas Terceiros								0	0										

Interface onde se encontram identificadas as referências que tem roteiro ativo

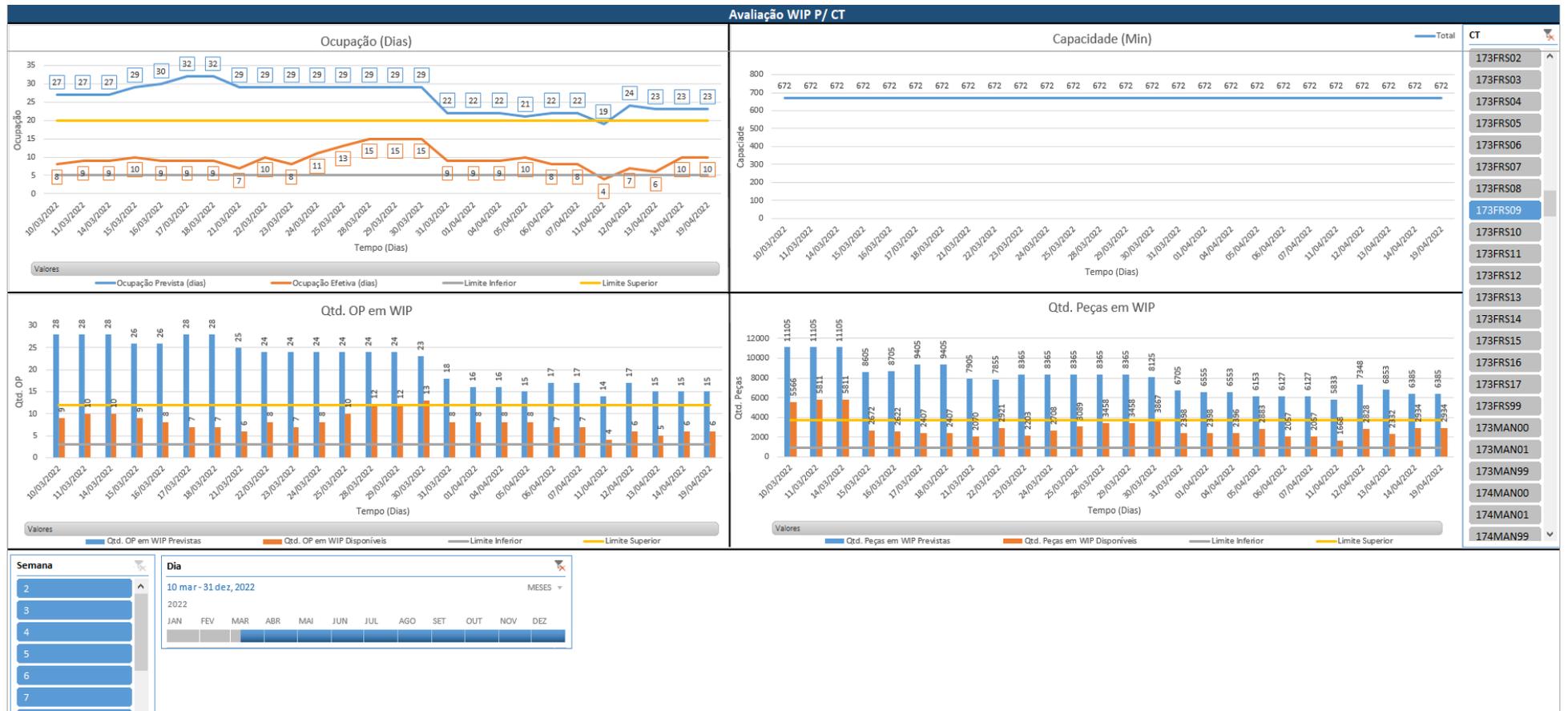
Referências Ativas		Classificação de referências											
Referência	Produto	Referência	Produto	Cliente	Artigo	GESPRO	ENGPRO	ENGQUA	Gama de Produto	Indicador Qualidade	Exceção Tempos de Recuperação	Classificação estado produção	Contador
004-206.001-021	Sport Optics	004-206.001-021	Sport Optics	LCP	BC - 10x25	Sônia Gomes			Binóculo Compacto	Observação			2
004-206.001-028	Sport Optics	004-206.001-021	Sport Optics	LCP	BC - 8x20	Sônia Gomes			Binóculo Compacto	Observação			
004-206.001-030	Sport Optics	004-206.001-028	Sport Optics	LCP	BC - 10x25	Sônia Gomes			Binóculo Compacto	Observação			
004-206.001-031	Sport Optics	004-206.001-028	Sport Optics	LCP	BC - 8x20	Sônia Gomes			Binóculo Compacto	Observação			
004-206.001-032	Sport Optics	004-206.001-030	Sport Optics	LCP	BC - 8x20	Sônia Gomes			Binóculo Compacto	Observação			
004-206.001-038	Sport Optics	004-206.001-031	Sport Optics	LCP	Alf - 10x25 Blackline	Sônia Gomes			Binóculo Compacto	Observação			
004-206.001-045	Sport Optics	004-206.001-031	Sport Optics	LCP	Alf - 10x25 Borracha	Sônia Gomes			Binóculo Compacto	Observação			
004-206.013-006	Sport Optics	004-206.001-031	Sport Optics	LCP	Alf - 10x25 Cinza	Sônia Gomes			Binóculo Compacto	Observação			
004-206.015-007	Sport Optics	004-206.001-031	Sport Optics	LCP	Alf - 10x25 Preto	Sônia Gomes			Binóculo Compacto	Observação			
004-206.016-012	Sport Optics	004-206.001-031	Sport Optics	LCP	Alf - 8x20 Borracha	Sônia Gomes			Binóculo Compacto	Observação			
004-206.016-013	Sport Optics	004-206.001-031	Sport Optics	LCP	Alf - 8x20 Cinza	Sônia Gomes			Binóculo Compacto	Observação			
004-206.020-011	Sport Optics	004-206.001-031	Sport Optics	LCP	Alf - 8x20 Preto	Sônia Gomes			Binóculo Compacto	Observação			
004-207.001-018	Sport Optics	004-206.001-031	Sport Optics	LCP	Alf - 8x20 Preto (Richard Mille)	Sônia Gomes			Binóculo Compacto	Observação			
004-210.001-054	Sport Optics	004-206.001-031	Sport Optics	LCP	BC - 10x25	Sônia Gomes			Binóculo Compacto	Observação			
004-210.001-060	Sport Optics	004-206.001-031	Sport Optics	LCP	BC - 8x20	Sônia Gomes			Binóculo Compacto	Observação			
004-210.012-006	Sport Optics	004-206.001-031	Sport Optics	LCP	BC - 8x20 - Supreme	Sônia Gomes			Binóculo Compacto	Observação			
004-211.001-060	Sport Optics	004-206.001-032	Sport Optics	LCP	BC - 10x25	Sônia Gomes			Binóculo Compacto	Observação			
004-211.020-007	Sport Optics	004-206.001-032	Sport Optics	LCP	BC - 8x20	Sônia Gomes			Binóculo Compacto	Observação			
004-311.014-008	Sport Optics	004-206.001-038	Sport Optics	LCP	Serviços Técnicos	Sônia Gomes			Binóculo Fullsize	Observação			
004-311.015-005	Sport Optics	004-206.001-045	Sport Optics	LCP	BC - 10x25	Sônia Gomes			Binóculo Compacto	Observação			
004-311.016-005	Sport Optics	004-206.001-045	Sport Optics	LCP	BC - 8x20	Sônia Gomes			Binóculo Compacto	Observação			
004-401.004-027	Sport Optics	004-206.013-006	Sport Optics	LCP	BC - 10x25	Sônia Gomes			Binóculo Compacto	Observação			
004-401.006-014	Sport Optics	004-206.013-006	Sport Optics	LCP	BC - 8x20	Sônia Gomes			Binóculo Compacto	Observação			
004-401.010-018	Sport Optics	004-206.015-007	Sport Optics	LCP	Alf - 10x25 Blackline	Sônia Gomes			Binóculo Compacto	Observação			
004-401.010-019	Sport Optics	004-206.015-007	Sport Optics	LCP	Alf - 10x25 Borracha	Sônia Gomes			Binóculo Compacto	Observação			
004-401.017-005	Sport Optics	004-206.015-007	Sport Optics	LCP	Alf - 10x25 Cinza	Sônia Gomes			Binóculo Compacto	Observação			
004-401.023-005	Sport Optics	004-206.015-007	Sport Optics	LCP	Alf - 10x25 Preto	Sônia Gomes			Binóculo Compacto	Observação			
004-401.024-011	Sport Optics	004-206.015-007	Sport Optics	LCP	Alf - 10x25 Silverline	Sônia Gomes			Binóculo Compacto	Observação			
004-401.040-016	Sport Optics	004-206.015-007	Sport Optics	LCP	Alf - 8x20 Blackline	Sônia Gomes			Binóculo Compacto	Observação			
004-401.040-017	Sport Optics	004-206.015-007	Sport Optics	LCP	Alf - 8x20 Borracha	Sônia Gomes			Binóculo Compacto	Observação			
004-411.024-011	Sport Optics	004-206.015-007	Sport Optics	LCP	Alf - 8x20 Cinza	Sônia Gomes			Binóculo Compacto	Observação			
004-411.040-016	Sport Optics	004-206.015-007	Sport Optics	LCP	Alf - 8x20 Preto	Sônia Gomes			Binóculo Compacto	Observação			
042-253.001-019	Câmera	004-206.015-007	Sport Optics	LCP	Alf - 8x20 Preto (Richard Mille)	Sônia Gomes			Binóculo Compacto	Observação			
042-253.001-025	Câmera	004-206.015-007	Sport Optics	LCP	Alf - 8x20 Silverline	Sônia Gomes			Binóculo Compacto	Observação			
042-253.001-047	Câmera	004-206.015-007	Sport Optics	LCP	BC - 10x25	Sônia Gomes			Binóculo Compacto	Observação			
042-253.001-078	Câmera	004-206.015-007	Sport Optics	LCP	BC - 8x20	Sônia Gomes			Binóculo Compacto	Observação			
042-253.001-083	Câmera	004-206.015-007	Sport Optics	LCP	BC - 8x20 - Supreme	Sônia Gomes			Binóculo Compacto	Observação			
042-253.001-114	Câmera	004-206.015-007	Sport Optics	LCP	Monovid - 8x20 Cinza	Sônia Gomes			Binóculo Compacto	Observação			
042-253.001-116	Câmera	004-206.015-007	Sport Optics	LCP	Monovid - 8x20 Preto	Sônia Gomes			Binóculo Compacto	Observação			
042-253.001-122	Câmera	004-206.015-007	Sport Optics	LCP	Monovid - 8x20 Vermelho	Sônia Gomes			Binóculo Compacto	Observação			

Interface de parte das matrizes onde se concentra o cerne do cálculo do tamanho de lote. A restante interface encontra-se no Apêndice 1 – Estudo realizado para Classificação de Tempo de Ciclo e *Setup* por CT e Apêndice 2 – Matriz intervalo mínimo entre *setups*.

Período mínimo entre <i>setups</i> dias (T.Setup / CT)														
Grupo	Centro Trabalho	CAT	0	30,00	90,00	120,00	150,00	180,00	240,00	320,00	400,00	500,00	600,00	Tempo Espera
174	174TOA01	MAQ	25	30	35	40	45	50	50	55	55	55	60	5
174	174TOA02	MAQ	25	30	35	35	35	40	40	45	45	50	50	3
174	174TOA03	MAQ	25	30	35	35	35	40	40	45	45	50	50	3
174	174TOA04	MAQ	25	30	35	40	40	40	45	45	50	50	55	3
174	174TOA05	MAQ	25	30	35	35	35	40	40	45	45	50	50	2
174	174TOA06	MAQ	25	30	35	40	45	50	55	55	55	60	65	5
174	174TOA07	MAQ	25	30	30	30	35	35	40	40	45	45	50	2
174	174TOA08	MAQ	25	30	35	40	45	50	50	50	55	55	60	5
174	174TOA09	MAQ	25	30	35	40	40	40	45	45	50	50	55	3
174	174TOA10	MAQ	25	30	35	40	45	50	45	45	50	50	55	2
174	174TOA11	MAQ	25	30	35	40	45	50	50	55	55	60	3	
173	173FRS01	MAQ	25	30	35	40	45	50	50	55	55	60	5	
173	173FRS02	MAQ	25	30	35	40	45	45	45	50	50	55	5	
173	173FRS03	MAQ	25	30	35	40	40	40	45	45	50	50	55	0
173	173FRS04	MAQ	25	30	30	30	35	35	40	40	45	45	50	2
173	173FRS05	MAQ	25	30	35	40	45	50	50	55	55	60	2	
173	173FRS06	MAQ	25	30	35	35	35	40	40	45	45	50	50	2
173	173FRS07	MAQ	25	30	35	40	40	40	45	45	50	50	55	0
173	173FRS08	MAQ	25	30	35	40	45	50	55	55	60	60	3	
173	173FRS09	MAQ	25	30	35	35	35	40	40	45	45	50	50	2
173	173FRS10	MAQ	25	30	30	30	35	35	40	40	45	45	50	2
173	173FRS11	MAQ	25	30	35	40	40	40	45	45	50	50	55	2
173	173FRS12	MAQ	25	30	35	35	35	40	40	45	45	50	50	0
173	173FRS13	MAQ	25	30	35	40	45	45	45	50	50	55	55	0
173	173FRS14	MAQ	25	30	35	40	45	45	45	50	50	55	55	0
173	173FRS15	MAQ	25	30	30	30	35	35	40	40	45	45	50	2
173	173FRS16	MAQ	25	30	35	35	35	40	40	45	45	50	50	3
173	173FRS17	MAQ	25	30	35	40	45	50	55	60	65	65	3	
173	173MAN00	MAN	25	30	25	25	25	25	25	25	25	25	25	1
173	173MAN01	MAN	25	30	25	25	25	25	25	25	25	25	25	1
175	175MAN00	MAN	25	30	25	25	25	25	25	25	25	25	25	1
175	175MAN01	MAN	25	30	25	25	25	25	25	25	25	25	25	1
175	175TOF01	MAQ	25	30	35	40	45	45	45	50	50	55	55	2
175	175TOF02	MAQ	25	30	30	30	35	35	40	40	45	45	50	2
175	175TOF03	MAQ	25	30	35	35	35	40	40	45	45	50	50	3
175	175TOF04	MAQ	25	30	30	30	35	35	40	40	45	45	50	2
175	175TOF05	MAQ	25	30	30	30	35	35	40	40	45	45	50	2
175	175TOF06	MAQ	25	25	25	30	30	35	35	40	40	45	45	2
175	175TOF09	MAQ	25	30	35	40	45	45	45	50	50	55	55	5
175	175TOF10	MAQ	25	30	35	40	45	45	45	50	50	55	55	2
175	175TOF11	MAQ	25	30	30	30	35	35	40	40	45	45	50	2
175	175TOF12	MAQ	25	30	35	40	45	45	45	50	50	55	55	5

Percentil:		0,7	Calcular Percentil		Informações CT						
CT	Grupo	CAT	Tipo CT	Qtd ref. Associad.	Disponibilidade Efetiva (mi)	T. Ciclo Percentil 70% (min)	T.Setup Percentil 70% (min)	Ocupação	T.Espera (dias)		
165ESM02	165ESM	MAN	Tratamento Superfície	38	408	0,5	15	48%	1		
165ESM03	165ESM	MAN	Tratamento Superfície	66	408	0,6	15	83%	1		
165ESM04	165ESM	MAN	Tratamento Superfície	44	408	0,3	15	34%	1		
165EST01	165EST	MAN	Tratamento Superfície	0	408	0	0	0%	1		
165LIX01	165LIX	MAN	Tratamento Superfície	0	408	0	0	0%	1		
165LIX02	165LIX	MAN	Tratamento Superfície	0	408	0	0	0%	1		
165MAN00	165MAN	MAN	Tratamento Superfície	8	408	2,45	15	26%	1		
165MAN01	165MAN	MAN	Tratamento Superfície	47	408	3	15	157%	1		
165MAN02	165MAN	MAN	Tratamento Superfície	25	408	9	15	356%	1		
165MAN03	165MAN	MAN	Tratamento Superfície	3	408	10	15	37%	1		
165MAN04	165MAN	MAN	Tratamento Superfície	2	408	6,8	13,5	39%	1		
165MAN05	165MAN	MAN	Tratamento Superfície	10	408	3,7	15	40%	1		
165MAN06	165MAN	MAN	Tratamento Superfície	16	408	1,35	25	121%	1		
165MAN07	165MAN	MAN	Tratamento Superfície	0	408	0	0	0%	1		
165MAN08	165MAN	MAN	Tratamento Superfície	5	408	18	14	247%	1		
165MAN09	165MAN	MAN	Tratamento Superfície	16	408	18	30	449%	1		
165MAN10	165MAN	MAN	Tratamento Superfície	0	1632	0	0	0%	1		
165MAN11	165MAN	MAN	Tratamento Superfície	106	408	1,5	15	169%	1		
165MAN20	165MAN	MAN	Tratamento Superfície	0	2448	0	0	0%	1		
166GRA01	166GRA	MAQ	Maquinação	4	0	1,19	60	0%	2		
166GRA03	166GRA	MAQ	Maquinação	6	336	4,5	60	2%	2		
166GRA04	166GRA	MAQ	Maquinação	196	1152	2,46	60	111%	2		
166LAS01	166LAS	MAQ	Maquinação	120	912	0,8	30	129%	2		
166MAN00	166MAN	MAN	Maquinação	0	408	0	0	0%	1		
167CQP00	167CQP	MAN	ENG/Controlo	219	408	1	15	361%	1		
167CQP01	167CQP	MAN	ENG/Controlo	4	408	0,37	5	1%	1		
167CQP03	167CQP	MAN	ENG/Controlo	0	408	0	0	0%	1		
167DES01	167DES	MAN	Tratamento Superfície	8	408	6,88	15	8%	1		
167EST01	167EST	MAN	Tratamento Superfície	0	816	0	0	0%	1		
167EST02	167EST	MAN	Tratamento Superfície	0	816	0	0	0%	1		
167ETP01	167ETP	MAN	Tratamento Superfície	5	408	0,8	28	15%	1		
167MAN00	167MAN	MAN	Tratamento Superfície	61	408	0,3	15	76%	1		
167MAN10	167MAN	MAN	Tratamento Superfície	25	408	2,4	10	79%	1		
167PIN01	167PIN	MAN	Tratamento Superfície	121	408	3	30	322%	1		
167PIN02	167PIN	MAN	Tratamento Superfície	17	408	2,5	30	137%	1		
167PIN03	167PIN	MAN	Tratamento Superfície	4	408	8	30	25%	1		
167PIN04	167PIN	MAN	Tratamento Superfície	15	408	2,15	30	45%	1		
167PIN10	167PIN	MAN	Tratamento Superfície	26	408	1,5	30	94%	1		
167PIN11	167PIN	MAN	Tratamento Superfície	22	408	2	30	79%	1		
167PIN12	167PIN	MAN	Tratamento Superfície	5	408	1,6	40	45%	1		
167PIN13	167PIN	MAN	Tratamento Superfície	34	408	2	30	75%	1		
167PIN20	167PIN	MAN	Tratamento Superfície	0	408	0	0	0%	1		

APÊNDICE 4 – INTERFACE ANÁLISE WIP



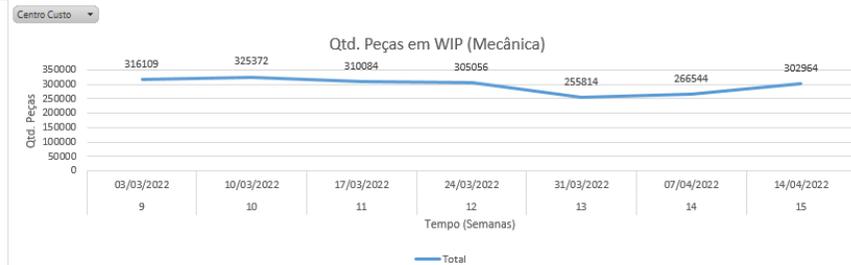
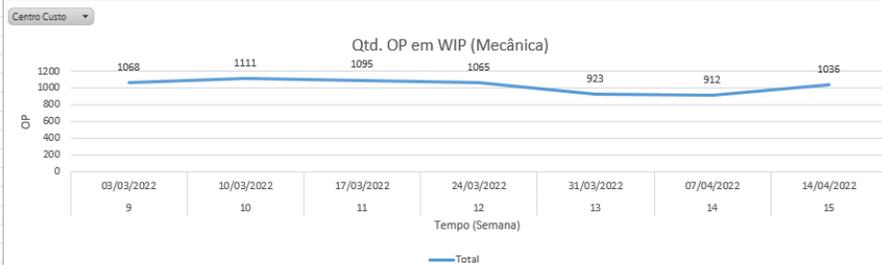
Avaliação WIP P/ CC



Centro Custo

- 165
- 166
- 167
- 168
- 170
- 171
- 173
- 174

Tolerância	20%	
Grupo	167	
Semana	CT NOK	
12		
13	167CQP00	167CQP01
14	167CQP00	167CQP01
15	167CQP00	167CQP01
16		



ANEXOS

ANEXO 1 – DADOS DE TEMPOS DE ATRAVESSAMENTO E INTERVALO MÍNIMO ENTRE SETUPS

DADOS E VARIÁVEIS						
TAMANHO DE LOTE			TEMPO DE PASSAGEM			
<i>período mínimo entre setups (dias)</i>			<i>maquinação</i>			
174	174TOA	40	174TOA	175TOF	173FRS	166GRA
174	174MAN	5	Grupos no roteiro		T. Passagem	
173	173FRS	40	1 ou 2		15	
173	173MAN	5				
175	175TOF	40				
175	175MAN	5				
166	166GRA	30	Mais de 2		25	
166	166LAS	30				
176	176MAN	5				
176	176FRS	20				
176	176FUR	20	<i>tratamento de superfície</i>			
176	176CRV	20	Grupos no roteiro		T. Passagem	
176	176PRS	20	168	Galvânica	5	
176	176RCT	20	171	Cromagem	5	
176	176REC	20	167	Pintura	7	
176	176ROS	20	176*	Convencional	5	
176	176SOL	20	165	Polimento	5	
176	176TSA	20	179	KTL	5	
165	165MAN	20	178	PBR	5	
168	168GAL	20	177	CQM	5	
171	171CRO	20	<i>peças de compra</i>			
179	179KTL	20	+		5	
167	167PIN	20				
178	178PBR	10				
177	177CQM	10				
<i>refs c/máquinas dedicadas</i>			168ARE			
420-300.200-006			+		3	
420-300.320-006						
420-300.510-008						
420-305.243-006						
420-305.200-006						
420-305.200-003						
420-306.200-003						
420-306.243-006						
<i>matriz setups</i>						
Nº Maquinas	Período entre setups					
1	40					
2	40					
3	60					
4	60					
5	70					

ANEXO 2 – INTERFACE UTILIZADA NO CÁLCULO DO TAMANHO DE LOTE E TEMPO DE ATRAVESSAMENTO

TL-SS-TP							fases de trabalho															
Referência	Quant. Fases	Lote SAP	tamanho lote	nec. Dia	stock segurança	tempo passagem	operação 1	operação 2	operação 3	operação 4	operação 5	operação 6	operação 7	operação 8	operação 9	operação 10	operação 11	operação 12	operação 13	operação 14	operação 15	
imp 0	004-206.001-021	4	450	300	14	75	18	165MAN00	168ARE01	168GAL01	168CQG01											
imp															266				450			
imp 0	004-206.001-028	2	600	600	28	150	15	176PRS01	165ESM03													
imp															600				600			
imp 0	004-206.001-030	2	200	200	8	50	10	168GAL03	168CQG00													
imp															200							
imp 0	004-206.001-031A	1	1600	1550	77	375	10	168GAL04														
imp																					1600	
imp 0	004-206.001-032	3	400	300	14	75	13	168ARE01	168GAL01	168CQG01												
imp												400									400	
imp 0	004-206.001-045	1	750	600	28	150	10	168GAL04														
imp		5																			750	
imp 0	004-206.013-006	3	1000	1300	33	275	22	167PIN05	167CQP00	175TOF02												
imp																					1000	
imp 0	004-206.015-007	3	1400	1500	75	375	10	168GAL04	168CQG00	170MAN00												
imp														1400					1400			
imp 0	004-206.016-012	4	750	600	28	150	18	165ESM03	168ARE02	168GAL02	168CQG02											
imp														750								
imp 0	004-206.016-013	2	600	600	28	150	15	165ESM03	168GAL03													
imp		5																			600	
imp 0	004-206.020-011	2	500	600	30	150	10	168GAL03	168CQG00													
imp														500					500			
imp 0	004-207.001-018	2	100	150	7	25	10	168GAL03	168CQG00													
imp																				100		100
imp 0	004-210.001-054	1	250	200	8	50	10	168GAL03														
imp															250						100	
imp 0	004-210.001-060	3	130	200	8	50	13	168ARE01	168GAL01	168CQG01												
imp		4																			130	
imp 0	004-210.012-006	2	477	400	19	100	10	168GAL03	168CQG00													
imp														50							477	
imp 0	004-211.001-060	3	122	150	7	25	13	168ARE01	168GAL01	168CQG01												
imp																					122	
imp 0	004-211.020-007	3	1150	1650	81	400	15	168GAL03	168CQG00	177CQM02												
imp														1144					1150			

ANEXO 3 – LAYOUT PRODUTIVO DA SECÇÃO DA MECÂNICA

