



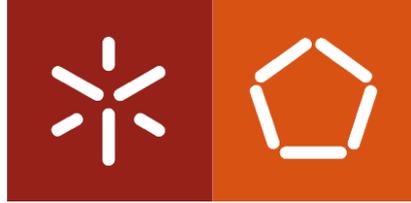
Universidade do Minho

Escola de Engenharia

Ricardo Manuel Vilela Gomes

**Análise e melhoria de processos de MRP
numa empresa produtora de componentes
para a indústria automóvel**

Outubro de 2022



Universidade do Minho

Escola de Engenharia

Ricardo Manuel Vilela Gomes

**Análise e melhoria de processos de MRP numa
empresa produtora de componentes para a
indústria automóvel**

Dissertação de Mestrado em Engenharia Industrial
Ramo de Gestão Industrial

Trabalho efetuado sob a orientação do
Professor Doutor Manuel José Lopes Nunes

Outubro 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

Em primeiro lugar quero agradecer à Isa, a minha mulher, pelo seu apoio incondicional e incansável ao longo de todo este percurso.

Quero também agradecer à minha família que muito me ajudou, muitas vezes sem o saber.

Fica ainda um agradecimento à Aativ pelo suporte prestado na elaboração deste trabalho e aos meus colegas de trabalho.

Por fim, também uma palavra a todos os professores que me acompanharam ao longo do curso, em especial ao meu orientador, o Professor Doutor Manuel Lopes Nunes e à Diretora de Curso, a Professora Doutora Anabela Carvalho Alves.

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.

Análise e melhoria de processos de MRP numa empresa produtora de componentes para a indústria automóvel

RESUMO

Num contexto industrial cada vez mais competitivo, exigente e tecnológico as empresas prosseguem, a todo o momento e em todos os níveis, atingir o máximo de eficiência, através da aplicação da filosofia *Lean*, nomeadamente os conceitos de melhoria contínua e de eliminação de desperdício. Neste âmbito, a função de Planeamento de Necessidades de Materiais tem um papel importantíssimo, pois tem o poder de rentabilizar a capacidade produtiva e de otimizar os níveis de *stock* da empresa, garantindo-lhe assim uma maior competitividade e capacidade financeira.

O presente trabalho surgiu como parte do papel de Planeador de Materiais, desempenhada pelo seu autor na Aptiv Braga, uma empresa inserida no ramo automóvel. Assim, procura-se aqui analisar a literatura relacionada com o tema e perceber as bases teóricas da técnica MRP. De seguida, tenta-se estabelecer a ligação entre a teoria e a prática ao descrever detalhadamente o sistema de MRP da Aptiv, explorando também as suas falhas, e procurando dar-lhe soluções. Como pontos fortes destacam-se os automatismos no cálculo do MRP e nos envios de EDI, que retiram uma carga muito grande de trabalho repetitivo, no entanto, por vezes, falta ao sistema alguma sensibilidade nalguns aspetos que são mencionados ao longo do trabalho. É de salientar que é dado um grande enfoque ao papel do Planeador de Materiais, e de que forma pode ele influenciar o sistema de MRP, sabendo que este atua de forma tão automatizada e veloz. Como pontos a melhorar destacam-se as alterações dos perfis de cobertura e da definição dos tempos de trânsito, que têm um grande impacto nos cálculos do sistema e que interferem diretamente no peso de inventário da empresa, cuja redução é hoje um dos seus maiores objetivos, ao mesmo tempo que é imperativo manter as linhas de montagem a funcionar, pelo que se torna essencial garantir que existe um equilíbrio entre reduzir o *stock* e ter a cobertura necessária para a produção em todos os momentos.

PALAVRAS-CHAVE

Planeamento e Controlo da Produção, Planeamento de Necessidades de Materiais, MRP, Sistemas de Informação

Analysis and improvement of MRP processes in a component manufacturing company for the automotive industry

ABSTRACT

On an increasingly competitive, demanding, and technological industrial context companies pursue, at every moment and at all levels, attain maximum efficiency, through the application of the Lean philosophy, namely the concepts of continuous improvement and waste elimination. In this field, the function of Material Requirements Planning has an all-important role, since it has the power to make the most of its productive capacity and to optimize the stock levels of the company, thus ensuring it a greater competitiveness and financial capacity.

The present work came up as a part of the Materials Scheduler position, carried out by his author at Aptiv Braga, a company working in the automotive industry. Thus, it is pursued here the analysis of the literature related to the subject and to understand the theoretical basis of this tool. Furthermore, it is attempted to establish the connection between theory and practice in describing in detail Aptiv's MRP system, also exploiting its flaws, and seeking to give them solutions. As strong points stand out the automation of the MRP calculations and in the sending of the EDI, which remove a big load of repetitive work, however the system is sometimes blind in some aspects that are mentioned throughout the paper. It is noteworthy that a big focus is given to the role of Materials Scheduler, and to in what way it can influence the MRP system, knowing that the latter acts in such an automated and fast manner. As points to improve stand out the change of the coverage profiles and the definition of transit times which have a great impact on the system's calculations and that interfere directly on the weight of the company's inventory, whose reduction is today one of its main goals, while it is mandatory to keep the assembly lines going, hence it is essential to ensure that it exists a balance between reducing stock and have the necessary coverage for production at all times.

KEYWORDS

Production Planning and Control, Materials Scheduling, MRP, Information Systems

ÍNDICE

Agradecimentos.....	iv
Resumo.....	vi
Abstract.....	vii
Índice.....	viii
Índice de Figuras.....	xi
Índice de Tabelas	xiii
Lista de Abreviaturas, Siglas e Acrónimos	xiv
1. Introdução	1
1.1 Enquadramento	1
1.2 Objetivos.....	1
1.3 Metodologia	2
1.4 Estrutura.....	3
2. Revisão Bibliográfica	4
2.1 <i>Lean</i> e o MRP	4
2.2 Conceitos <i>Lean</i>	5
2.2.1 Sistema de Produção <i>Lean</i>	5
2.2.2 <i>Just in Time</i>	6
2.2.3 Os Sete Desperdícios.....	7
2.2.4 Os Cinco Princípios do <i>Lean</i>	7
2.2.5 Implementação.....	7
2.3 Material Requirements Planning	8
2.3.1 O Planeamento de Materiais no Planeamento e Controlo da Produção.....	9
2.3.2 O Processamento dos Registos	11
2.3.3 Listas de Materiais.....	14
2.3.4 O Agendamento da Produção pelo MRP	15
2.3.5 Processamento.....	18
2.3.6 <i>Stock</i> de Segurança e <i>Lead Time</i> de Segurança	18
2.3.7 Ordens Planeadas Firmes	20
2.3.8 Codificação de Baixo Nível	21

2.3.9	Requisitos Interligados	21
2.3.10	Receções Programadas e Lançamentos Previstos	22
2.3.11	O Planeador de MRP	22
2.3.12	Códigos de Exceção.....	23
2.3.13	Gestão de Alterações	23
2.3.14	Acordos de Fornecimento	25
2.3.15	Intercâmbio Eletrónico de Dados.....	26
2.3.16	Horizonte Fixo de Planeamento.....	27
3.	Caracterização da Empresa - Aptiv	28
3.1	Apresentação	28
3.2	Missão e Valores	28
3.3	Segmento e Produtos	28
3.4	Mercados e Clientes.....	28
4.	Descrição e Análise do Sistema de MRP Atual	29
4.1	Material Requirements Planning	29
4.1.1	Mestre de Materiais	29
4.1.2	Transações-base do SAP	33
4.1.3	Clear-To-Build	38
4.1.4	<i>Common File</i>	40
4.1.5	<i>Buy Sheet File</i>	41
4.1.6	Subcontratação	43
4.2	Intercâmbio Eletrónico de Dados	46
4.2.1	Tipos de Mensagens.....	47
4.2.2	Fluxo de Saída	48
4.2.3	JIT e <i>Forecast</i>	48
4.2.4	Ordens de Compra	55
4.2.5	Notificações de Expedição.....	55
4.2.6	Fluxo de Entrada	58
5.	Análise e Discussão dos Resultados	60
5.1	Propostas de Melhoria.....	60
5.2	Resultados	65

5.2.1	Redução de Inventário	65
5.2.2	Paragens de Linha.....	69
5.2.3	Transportes Especiais.....	71
6.	Conclusões.....	74
6.1	Considerações Finais	74
6.2	Recomendações Futuras	75
	Referências Bibliográficas	76
	Anexos	79
	Anexo 1 – Clear-To-Build.....	80
	Anexo 2 – Common File	81

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 - Sistema de Planeamento e Controlo da Produção.....	10
Figura 2 - Estrutura em Árvore	14
Figura 3 - Diagrama de Gantt com agendamento o mais cedo possível	16
Figura 4 - Diagrama de Gantt com agendamento o mais tarde possível.....	17
Figura 5 - Mestre de Materiais 1	30
Figura 6 - Mestre de Materiais 2	32
Figura 7 - Perfis de cobertura.....	33
Figura 8 - Vista geral da transação MD04.....	34
Figura 9 - Vista em somatório da transação MD04	35
Figura 10 - Detalhe da requisição de materiais.....	36
Figura 11 - Detalhe do aviso de expedição.....	36
Figura 12 - Detalhe da receção programada.....	37
Figura 13 - Lista gerada pela transação MD07	38
Figura 14 - Plataforma Clear-To-Build	39
Figura 15 - Análise do CTB	40
Figura 16 - Artigo sem acordo de fornecimento	41
Figura 17 - Buy Sheet File.....	42
Figura 18 - Lista gerada pela ME20	43
Figura 19 - Detalhe do artigo em posse do fornecedor	44
Figura 20 - Criação de envio para subcontratado.....	44
Figura 21 - Vista geral do stock do artigo.....	45
Figura 22 - Receção de subcontratação.....	45
Figura 23 - Fluxo de saída do EDI	48
Figura 24 - Vista geral dos envios por EDI	49
Figura 25 - Planeamento JIT	50
Figura 26 - Planeamento Forecast.....	51
Figura 27 - Alteração ao pedido	52
Figura 28 - Envio manual de EDI.....	53
Figura 29 - Transação para gerar Relatório de EDI.....	53
Figura 30 - Exemplo de Relatório de EDI	54

Figura 31 - Formulário para Notificação de Expedição	56
Figura 32 - Exemplo de etiqueta.....	57
Figura 33 - Exemplo de um Packing List/Slip	58
Figura 34 - Fluxo de entrada de EDI	59
Figura 35 - Valor de inventário	66
Figura 36 - Ficheiro para ações de inventário	66
Figura 37 - Evolução do valor de inventário com base em Abril.....	68
Figura 38 - Número de paragens de linhas.....	70
Figura 39 - Mapa de detalhes de Transportes Especiais	71
Figura 40 - Gráfico resumo de Transportes Especiais	72
Figura 41 - Clear-To-Build	80
Figura 42 - Common File	81

ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 1 - Registos de MRP	12
Tabela 2 - Registo de MRP com Stock de Segurança	19
Tabela 3 - Registo de MRP com Lead Time de Segurança.....	19
Tabela 4 - Registo de MRP - Gestão de alterações - antes	24
Tabela 5 - Registo de MRP - Gestão de alterações - após	25
Tabela 6 - Troca de Mensagens	47
Tabela 7 - Resumo das propostas apresentadas.....	60

LISTA DE ABREVIATURAS, SIGLAS E ACRÓNIMOS

ASN – *Advanced Shipping Notice*

BOM – *Bill of Materials*

EDI – *Electronic Data Interchange*

ERP – *Enterprise Resource Planning*

IoT - *Internet of Things*

JIT – *Just in Time*

MRP – *Material Requirements Planning*

OEM – *Original Equipment Manufacturer*

PCP – Planeamento e Controlo da Produção

PDP – Plano Diretor de Produção

RFID - *Radio Frequency Identification*

SAP - *Systems, Applications, and Products in Data Processing*

SID – *Shipment Identification*

TI – Tecnologias de Informação

TPS – *Toyota Production System*

1. INTRODUÇÃO

Neste capítulo introdutório é feito um enquadramento do tema abordado ao longo da presente dissertação, os objetivos a que se propõe, a metodologia utilizada na sua elaboração e ainda uma breve explicação sobre como se encontra estruturada.

1.1 Enquadramento

Em ambientes industriais, com estruturas de produto complexas, os sistemas de *Material Requirements Planning* (MRP) são os mais usados para o planeamento de produção e tomada de decisão no fornecimento de materiais. No entanto, na prática, surgem diversas dificuldades, tais como, a incerteza da procura do mercado, recursos com capacidade limitada (Mula et al., 2006), e também a globalização, os avanços na tecnologia e nas técnicas de comunicação e os cada vez mais sofisticados requisitos dos clientes (Hadas et al., 2014). Sabendo que a gestão da produção se apoia no desempenho dos processos de planeamento e controlo da produção, aplicando os procedimentos e técnicas adequados a cada organização (Lima, 2012), e que se pretende que o material certo, na quantidade certa, chegue à linha de produção no momento certo, a questão é: como consegui-lo com a alta complexidade operacional dos dias de hoje e como tomar as decisões de modo a melhor acautelar os riscos (Shi et al., 2020)?

Assim surgiu o interesse na realização da Dissertação numa empresa da indústria automóvel, com fornecedores e clientes espalhados por várias partes do globo, com o objetivo de explorar estes conceitos em contexto prático, e perceber de que modo será possível melhorar o seu desempenho ao longo da cadeia de abastecimento.

1.2 Objetivos

O foco do planeamento e controlo da produção expandiu-se desde as operações de produção interna até às operações da cadeia de abastecimento que ligam fornecedores, produtores e clientes (Olhager, 2013). Assim, para esta proposta de investigação, propõe-se compreender o sistema de MRP em geral, e na empresa em questão em particular, com vista a propor melhorias à cadeia de abastecimento, ao sistema em que está inserida e aos processos que lhe são inerentes. Neste sentido, será essencial monitorizar indicadores relevantes de desempenho e identificar processos que possam não acrescentar valor, tais como, na comunicação e interações existentes com outros departamentos e fornecedores. Para este efeito, será importante mapear a cadeia de abastecimento. Outra componente a ter em conta será a

financeira, isto é, uma gestão mais eficiente deverá, necessariamente, produzir melhores resultados do ponto de vista dos custos.

Assim sendo, espera-se alcançar melhorias para a organização, dentro do setor *Advanced Safety & User Experience*, da Aptiv, considerando os seguintes objetivos:

- Diminuir os *stocks* em 10%;
- Atingir as zero paragens de linha por mês devido a falta de materiais;
- Contratar zero transportes especiais por mês;

1.3 Metodologia

Lançando a questão de partida desta investigação, pode dizer-se que a sua natureza é exploratória, pois o seu objetivo é perceber o que está a acontecer com este tema e também qual a evolução que se tem vindo a verificar na sua implementação, bem como qual o interesse despertado pelos pares a nível de Investigação. Devido a esta natureza e ao tema escolhido, o método utilizado foi único e qualitativo, assentando numa abordagem indutiva, pois segundo Saunders et al., (2019), quando se está interessado em compreender o porquê de algo estar a acontecer, esta é a abordagem a seguir, e interpretativista, que, segundo os mesmos autores, enfatiza que os humanos são diferentes dos fenómenos físicos porque criam sentidos. Quanto ao seu horizonte temporal, pode-se afirmar que esta investigação é longitudinal pois permitiu o estudo da mudança e desenvolvimento do tópico estudado, sensivelmente nos últimos cinquenta anos, visto que nas últimas cinco décadas o conceito de MRP se foi enraizando cada vez mais na realidade das empresas ocidentais. Esta pode ser vista como uma limitação deste trabalho, pois as fontes disponíveis são sobretudo do mundo ocidental, ignorando, em grande parte, a realidade empresarial e investigações científicas existentes em partes mais longínquas do globo. Quanto à estratégia de investigação a aplicar no contexto da empresa, foi desenvolvido pelo mestrando um trabalho do tipo Investigação-ação, que, como o nome implica, leva à mudança e em que o investigador é um participante nesse processo, mais do que um observador (Sharp et al., 2017), envolvendo os colaboradores para perceber qual o estado atual da aplicação da função MRP na empresa, para posteriormente ser possível proceder à submissão de propostas de melhoria e, havendo aceitação destas, a adequada implementação de natureza iterativa do processo de diagnóstico, e subsequente avaliação de resultados.

1.4 Estrutura

A presente dissertação inicia-se com o Capítulo 1, dedicado à Introdução, onde consta a apresentação do tema, os objetivos e a metodologia utilizada. De seguida é feita, no Capítulo 2, a Revisão Bibliográfica e faz-se uma breve abordagem a conceitos *Lean*, seguindo-se a análise ao que é o estado da arte relativa ao tema principal. No Capítulo 3 caracteriza-se brevemente a empresa onde o autor efetuou o trabalho, para de seguida, no Capítulo 4, passar à descrição exaustiva deste e do sistema de MRP atual. Segue-se o Capítulo 5, com as propostas de melhoria elaboradas e a apresentação dos resultados obtidos. Por fim, no Capítulo 6, são retiradas as conclusões e é reservado um espaço para recomendações de trabalho futuro.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Neste capítulo é apresentada a revisão bibliográfica referente aos tópicos utilizados na elaboração da presente dissertação, iniciando-se com abordagem a alguns breves conceitos do Sistema de Produção *Lean*, em forma de enquadramento, passando depois para conceitos específicos de *Material Requirements Planning*.

Assim, será realizada uma revisão referente ao estado da arte relativamente ao papel do MRP no Planeamento e Controlo da Produção, passando pelo papel das Listas de Materiais, até aos parâmetros configuráveis dentro de cada artigo, procurando compreender-se qual o impacto das suas alterações nas necessidades da empresa e como lhe podem trazer um maior benefício. Por fim, será revisto também o papel atual do Planeador de Materiais e de ferramentas como o Intercâmbio Eletrónico de Dados.

2.1 *Lean* e o MRP

O sistema de Produção *Lean* tem entre as suas premissas a produção de acordo com a necessidade do cliente e o fluxo de produção contínuo, puxado de acordo com a procura. Este sistema utiliza ferramentas de gestão visual, como o *Kanban* por exemplo, em processos que não são possíveis de produzir com fluxos contínuos. Além disso, o sistema de Produção *Lean* possibilita que as tomadas de decisão fiquem mais perto da operação, ao permitir que o operador de uma máquina decida qual o componente a produzir e quando, com base em informações disponíveis no chão de fábrica, tais como o *Kanban*.

Os sistemas MRP são baseados no planeamento das previsões de vendas para o cálculo das necessidades de materiais, mesmo quando a forma de produção é produzir contra um pedido, ou seja, toda a base para a extração de informações do sistema é baseada em cálculos originados numa previsão de vendas. Este sistema por sua vez determina todas as atividades que deverão ser feitas, como deverão ser feitas e quando deverão ser feitas. Empresas que utilizam este sistema geralmente possuem a função de Planeamento e Controlo da Produção (PCP). Esta função é a responsável por prover a fábrica de informações. Neste caso todas as decisões já chegam tomadas à fábrica cabendo a esta apenas executar as ordens de produção de acordo com o programado pelo PCP.

Estes dois sistemas parecem incompatíveis, mas na verdade tem havido discussão entre académicos e profissionais sobre a comparabilidade e compatibilidade das duas abordagens (Powell et al., 2013). Embora não seja de todo uma tarefa fácil reconciliar a produção *Just in Time* (JIT) com os sistemas *Enterprise Resource Planning* (ERP), e uma variedade de maneiras existem com este propósito, hoje a necessidade de suporte das Tecnologias de Informação é indisputada (Dixon, 2004).

Por este motivo, e porque a empresa em que se insere a aplicação prática da dissertação aplica os princípios do *Lean* e do JIT, decidiu-se enquadrar previamente alguns conceitos *Lean*.

2.2 Conceitos *Lean*

2.2.1 Sistema de Produção *Lean*

O Sistema Toyota de Produção (TPS) é, segundo Liker (2004), a base de grande parte do movimento *Lean*. Segundo Shingo (2019), o TPS é confundido pelas pessoas com o *Kanban* e com o JIT, mas na verdade o Sistema Toyota de Produção é composto por 80% de eliminação de perdas, 15% de JIT e 5% de *Kanban*. O *Kanban* é uma importante ferramenta para uma empresa trabalhar dentro do conceito do Sistema Toyota de Produção, mas esta ferramenta não se aplica a empresas que não possuem a cultura da eliminação do desperdício. Para Womack & Jones (1997) a designação Sistema de Produção *Lean* foi popularizado para descrever o “ultra-eficiente” processo de gestão da Toyota. Uma empresa *Lean* foca-se na eliminação dos desperdícios no chão de fábrica (Moore & Scheinkopf, 1999). Deste modo, o sistema de Produção *Lean* é um sistema que utiliza menos recursos (inputs) para conseguir os mesmos resultados (outputs), similarmente ao sistema de produção em massa, mas oferecendo a vantagem da escolha para o cliente final (Hines et al., 1998; Womack et al., 1992). Igualmente, Li et al., (2006) defendem que o JIT é um sistema puxado de manufatura que dá aos clientes o que eles pedirem na quantidade certa e no momento certo.

Portanto pode-se dizer que o sistema de Produção *Lean*, tal como o TPS, procura atender às expectativas dos clientes, produzindo os produtos da forma que os clientes necessitam, quando os clientes necessitam e com a qualidade e requisitos que os clientes necessitam. Além de atender a todas estas necessidades, este sistema visa melhorar constantemente os processos de forma a produzir sempre com a menor quantidade de recursos possível, isto sempre atendendo às especificações do produto. Historicamente, a filosofia e modelo de Produção *Lean* têm contribuído para uma grande melhoria na eficiência, velocidade de resposta e flexibilidade na produção das empresas industriais, através da aplicação de processos baseados na redução de desperdícios (Arbós, 2002).

As características mais importantes do TPS são a eliminação de lotes em favor da produção em pequenas quantidades, redução de inventário em processo e a programação da produção baseada na capacidade instalada (Vollmann et al., 2005). Segundo Sánchez & Pérez (2001) o objetivo primário para introduzir o sistema de Produção *Lean* numa indústria é melhorar a produtividade, reduzir tempo de abastecimento, reduzir custos e melhorar a qualidade. Para DeTreville & Antonakis (2006) o *Lean* procura o fluxo

contínuo (*One Piece Flow*), a redução de recursos diretos e indiretos na execução do trabalho, a capacidade para produzir um dado *mix* de produtos, e a eliminação de desperdícios. Para além de todos estes objetivos, o Sistema de Produção *Lean* é focado na melhoria contínua.

2.2.2 *Just in Time*

Autores como Slack et al., (2004) argumentam que o JIT é uma abordagem das operações que visa atender instantaneamente a procura, com qualidade perfeita, com enfoque na redução de desperdício e em redução dos tempos de reabastecimento, contribuindo para a redução dos *stocks*. Esta abordagem na produção possibilita a redução do tamanho dos lotes e a minimização dos níveis de *stock* em processo (Mirza & Malstrom, 1994), podendo-se, portanto, afirmar que o JIT é um sistema que procura coordenar perfeitamente a produção com a procura, produzindo somente os produtos necessários no momento necessário.

Os benefícios que o JIT e, conseqüentemente, o sistema de Produção *Lean* traz para as empresas são, segundo Vollmann et al., (2005):

- redução do tempo de processamento da produção;
- materiais movidos em distâncias mais curtas;
- menos movimentos de material;
- sistemas de Planeamento e Controlo da Produção simplificados;
- tempos de *setup* reduzidos;
- melhores respostas à procura e flutuações do mercado;
- redução de *stocks*;
- redução do custo de mão-de-obra;
- trabalhadores mais satisfeitos;
- redução de espaço;
- redução nos custos da qualidade;
- melhoria da qualidade.

2.2.3 Os Sete Desperdícios

Quando Taichi Ohno começou a desenvolver o TPS, ele procurou identificar todos os desperdícios existentes em ambiente industrial. Chegou à conclusão de que poderia classificá-los em sete diferentes grupos, que englobavam todos os desperdícios intrínsecos a uma atividade industrial. Então, segundo Ohno (1988) estes são:

- Sobreprodução;
- Espera;
- Transporte;
- Sobreprocessamento;
- *Stock*;
- Movimento;
- Defeitos.

2.2.4 Os Cinco Princípios do *Lean*

Womack & Jones (1997) tentaram resumir de forma simples as características fundamentais deste sistema de Produção, terminando por classificar o que ficaria conhecido por os cinco princípios do *Lean*:

- Identificar Valor;
- Eliminar desperdícios;
- Criar fluxo contínuo;
- Estabelecer produção puxada;
- Procurar a perfeição.

2.2.5 Implementação

A implementação do Sistema de Produção *Lean* numa empresa deve iniciar-se, segundo Ahlstrom (2004), pela mudança da mentalidade em relação à qualidade, com o fito de alcançar um fluxo de materiais contendo apenas atividades que acrescentam valor. Todas as atividades que não acrescentam valor devem ser eliminadas do processo. Usar um Mapa de Cadeia de Valor é uma boa forma de mapear os vários processos produtivos, no qual é possível representar, de maneira gráfica, o fluxo de materiais e de informação, de modo que seja mais facilmente identificável onde existem desperdícios, restrições e

subutilização de materiais e equipamentos (Rother, 1999). Segundo Gulyani (2001), a implementação do *Lean* envolve três mudanças essenciais:

- Reestruturação de toda cadeia de abastecimento;
- Organização da produção ao longo da linha de montagem por entregas JIT;
- Gestão da Qualidade Total.

Um outro ponto fundamental é a mudança de mentalidade necessária à aplicação do *Kaizen*, que é a melhoria incremental e contínua de uma atividade, com o foco na eliminação dos desperdícios. Esta prática, segundo Imai (1997) proporciona resultados significativos ao longo do tempo e deve ser implementada constantemente e de forma transversal a toda a organização.

Na mesma linha de pensamento estão Kojima & Kaplinsky (2004), demonstrando que o foco principal de mudança deve ser em três áreas: flexibilidade e logística, qualidade, e melhoria contínua.

2.3 Material Requirements Planning

Segundo Orlicky (1975), os tradicionais sistemas de reposições de *stocks*, que se baseavam nos conceitos de lote económico e na classificação de Pareto, não são adequados para a gestão de *stock* no ambiente industrial. Este autor defende que uma das principais falhas dos sistemas tradicionais era considerar a procura estável e constante. O modelo, apresentado por Orlicky permite o cálculo das necessidades de materiais ao longo dos vários períodos de tempo, e conseqüentemente a redução dos níveis de *stock*, necessitando para isso das seguintes informações base:

- **Plano Diretor de Produção** – fornece a informação do que produzir, quando e em que quantidades, ou seja, prevê a procura do produto final e quando o produto terá de estar disponível;
- **Listas de Materiais** – contém a informação sobre os componentes constituintes de cada produto final, de forma a determinar as quantidades necessárias a produzir/adquirir dos mesmos para obter o produto final;
- **Níveis de *stock*** – contempla a informação sobre quantas unidades há disponíveis de cada item em cada período, e dessa forma, torna-se possível calcular as quantidades a adquirir ou aprovisionar.

Nada disto seria possível em tão grande escala sem o uso dos computadores. O uso, em massa, do computador trouxe uma mudança profunda no comportamento das empresas e a geração das

necessidades de materiais tornou-se um facto comum por meio de aplicações computadorizadas (Correa & Giansi, 1993).

2.3.1 O Planeamento de Materiais no Planeamento e Controlo da Produção

Segundo Vollmann et al., (2005), o MRP é uma ferramenta básica para elaborar a função do planeamento detalhado de materiais na manufatura de componentes e na sua montagem até serem produtos acabados. O objetivo principal desta ferramenta é providenciar a peça certa no momento certo, de modo a cumprir os prazos e quantidades definidos pelo Plano Diretor de Produção. É de realçar que aqui se está a falar de todo o tipo de artigos: desde matéria-prima ou componentes comprados a fornecedores, passando por produtos semiacabados e subprodutos, até a produtos acabados produzidos pelos diferentes setores da empresa – a função do MRP é integrá-los a todos no mesmo sistema e gerar um plano detalhado de todos ao mesmo tempo. Esta função foi desenhada para ajudar ambientes de planeamento de produção complexos a obter um melhor planeamento da produção, reduzir os custos de produção e aumentar os níveis de satisfação dos clientes (Stevenson et al., 2005). A sua finalidade é otimizar a utilização de recursos, tais como equipamentos e mão-de-obra, e prevenir o excesso de *stocks*. O facto de os registos deste plano serem gerados para cada período de tempo é fundamental para compreender o Planeamento e Controlo da Produção, sendo que a introdução do sistema JIT e da filosofia *Lean* tem levado a que as empresas continuamente melhorem o seu sistema MRP ou modifiquem a sua abordagem.

A estrutura geral do Sistema de PCP de uma empresa que utiliza o MRP é, segundo Vollmann et al., (2005), a apresentada na Figura 1.

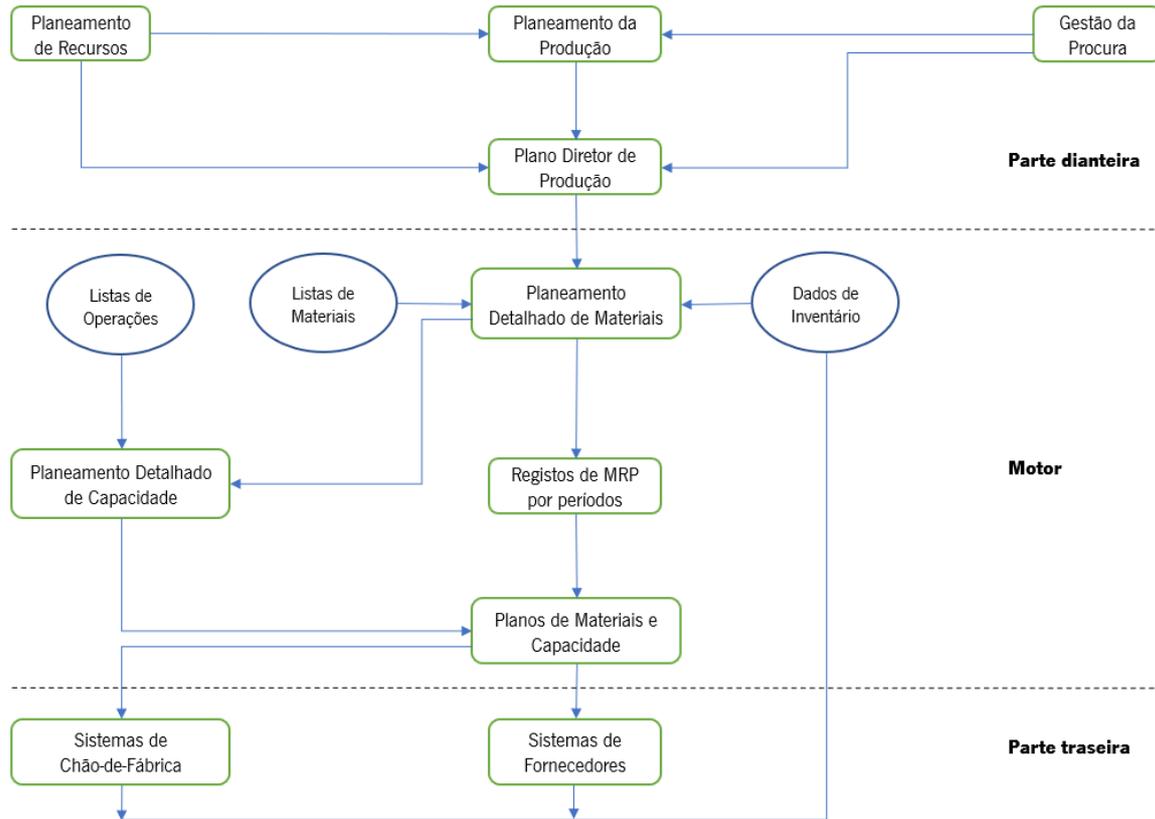


Figura 1 - Sistema de Planeamento e Controlo da Produção
(Baseado em Vollman et al, 2005)

A chamada parte frontal do sistema integra a Gestão da Procura com o Planeamento da Produção e o Planeamento de Recursos gerando assim o Plano Diretor de Produção (PDP), que é o plano que tem como objetivo definir tudo o que deve ser produzido, bem como definir a alocação, necessidades de mão-de-obra e recursos produtivos (Tushman & Anderson, 1997), enquanto a parte traseira, (ou sistema de execução), gere o abastecimento de materiais e lida com a programação e controlo da produção.

Pode dizer-se que a figura central neste esquema é o planeamento detalhado de materiais, gerado pelo “motor” do sistema. Isto mais não é do que traduzir o PDP, que planeia a produção a médio prazo por Produtos, num plano detalhado de materiais com todas as necessidades de matérias-primas e componentes, período a período. Para gerar esta informação, o MRP necessita ainda de obter dados das Listas de Materiais, para saber quais os componentes que entram em cada artigo e em que quantidades; e também de obter informação sobre o Inventário, porque para se saber quantos artigos é necessário produzir deve antes saber-se quantos artigos tem em *stock*, quantos já estão alocados a outras necessidades, e quantos já estão encomendados.

Tomando como um exemplo a produção de um farolim traseiro usado em pequenos reboques, cujos componentes são:

- uma blindagem;
- uma lente;
- uma calota;
- duas lâmpadas;
- dois terminais;
- quatro parafusos.

Tendo em conta que cada reboque precisa de 2 farolins, se a empresa receber uma encomenda de 20 reboques, e tem-se 5 em *stock*, então só se precisará de 30 blindagens, 30 lentes, 30 calotas, 60 lâmpadas, 60 terminais e 120 parafusos. Este é o tipo de informação gerada pelo MRP, mas é preciso que se tenha presente a ideia de que o planeamento para a produção de farolins só pode ser feito depois do planeamento para os reboques, sob pena de, neste caso, não se considerarem os 5 reboques já existentes em *stock*.

Um ponto importante a acrescentar é que a informação obtida pode ainda ser usada para ajudar a gerar os planos detalhados de capacidade, fundamentais para o correto e eficiente planeamento da produção, ao detalhar o momento em que os materiais são necessários.

2.3.2 O Processamento dos Registos

Os registos obtidos pelo MRP são o resultado do cálculo do sistema, e portanto, o elemento fundamental do mesmo. Estes serão alvo de análise por parte do gestor industrial e, assim, servirão de apoio à tomada de decisões de planeamento. De uma forma simples os registos de MRP, que se podem apresentar conforme a Tabela 1, produzirão a seguinte informação para cada artigo:

- **Necessidades brutas:** a procura esperada durante cada período;
- **Receções programadas:** Ordens previstas a ser recebidas no início de cada período;
- **Stock disponível:** O *stock* inicial do artigo e o *stock* esperado no final de cada período;
- **Lançamentos previstos:** Ordens de abastecimento planeadas para o início de cada período.

Tabela 1 - Registos de MRP
(Baseado em Orlicky, 1975)

Lead Time = 2

Tamanho do lote = 20

Período	1	2	3	4	5	
Necessidades Brutas	5	10	20	8	15	
Receções Programadas		20	20		20	
Stock Disponível	7	2	12	12	4	9
Lançamentos Previstos		20		20		

De realçar que o período de tempo a que se refere a figura pode ser um dia, uma semana ou um mês. De qualquer modo a lógica de cálculo do MRP será sempre a mesma.

O momento em que está a ser feita a análise (o momento atual) é o instante inicial do período 1. O *stock* inicial de 7 unidades é mostrado na linha do *stock* disponível à esquerda do período 1, precisamente por já existir antes do período 1. O número de períodos para o qual existe visibilidade é chamado horizonte de planeamento. Neste caso, por simplificação, são 5 períodos, mas na prática podem ser até vários anos.

Na linha das necessidades brutas encontra-se a procura do artigo para um dado período de forma independente dos outros períodos. Deste modo é permitido incluir fatores como a sazonalidade, pedidos especiais, e identificar facilmente períodos em que não se antevê qualquer pedido para esse artigo. A necessidade bruta será satisfeita se no período em causa existir *stock* disponível e irá ser subtraída a este. O artigo só estará disponível se existir em inventário, se for recebido através de uma receção programada ou então por via de um lançamento previsto planeado atempadamente. Esta verificação da disponibilidade dos artigos coloca-se no início de cada período, isto é, o planeamento deverá ser feito de modo a que qualquer ordem de abastecimento esteja em *stock* no início do período em que a necessidade bruta seja requerida.

A terceira linha reflete as receções programadas, ou seja, aqui ficam registadas as previsões de entrega para cada período de todos os pedidos em aberto; estes tanto podem ser ordens de compra a fornecedores como ordens de produção a outros setores da empresa, que foram emitidos previamente ao momento atual com vista a satisfazer uma necessidade bruta. Num caso ou no outro, uma receção programada representa um compromisso: para uma ordem de produção interna, significa que os materiais foram reservados para a mesma, e que foi planeado o centro de trabalho necessário para a executar; se se falar de uma ordem de compra, um compromisso semelhante é efetuado pelo planeamento do fornecedor.

Neste exemplo, o *stock* inicial é de 7 unidades, pelo que as necessidades brutas do período 1 de 5 podem ser satisfeitas. No período 2 existe procura para mais 10 unidades, o que significa que esta não pode ser satisfeita com as 2 unidades existentes, logo, esta será colmatada com uma receção programada de 20 neste período. De realçar que, como o *Lead Time* é de 2 períodos, esta receção não podia ter sido lançada no período 1. Teve, portanto, de ser planeada num momento anterior ao cálculo deste MRP, por exemplo, se se assumir que aqui se fala em dias, e que o MRP corre diariamente, então esta receção programada tem origem num lançamento previsto emitido nos dias anteriores (no máximo até ao dia anterior). De referir que, para as receções programadas, assume-se que estas são recebidas no início de cada período, de modo que seja possível produzir e satisfazer as necessidades brutas ao longo do período.

Já a linha relativa ao *stock* disponível é referente ao fim do período, isto é, no final de cada período qual será o número de unidades que estarão disponíveis e que transitarão para o período seguinte. É de salientar que o número de unidades disponível é diferente das existências da empresa, uma vez que estas vão sendo alocadas às diferentes necessidades da produção; apenas o *stock* não alocado é considerado *stock* disponível. Em suma, o *stock* disponível de um período será o *stock* disponível do período anterior somando-lhe as receções programadas e subtraindo-lhe as necessidades brutas.

Na última linha está representada a informação sobre os lançamentos previstos, isto é, quando é que se deve emitir uma ordem de produção ou de compra de modo a que se receba um novo abastecimento de material atempadamente. Na prática, o MRP está a sugerir que naquele período se deve emitir uma ordem de produção ou de compra para que o *stock* disponível nunca fique negativo, ou seja, é o facto de o *stock* disponível ficar negativo que espoleta o MRP a introduzir uma determinada quantidade nos lançamentos previstos; para impedir que o *stock* disponível fique negativo, o MRP sugere um lançamento previsto num dos períodos anteriores em função do *Lead Time*. Neste caso o *Lead Time* é de 2 períodos, portanto o lançamento previsto é registado 2 períodos antes, para que possa desencadear uma receção programada no mesmo período em que o *stock* disponível ficaria negativo. Na Tabela 1 está assinalado a azul a relação entre os lançamentos previstos e as receções programadas por eles desencadeados. De notar que, por exemplo, no período 1 bastaria um lançamento previsto de 8 unidades para satisfazer as necessidades brutas do período 3, no entanto, a informação de que se dispõe é que para este artigo o tamanho do lote é de 20, portanto, uma ordem de um múltiplo de 20 unidades terá de ser emitida. Note-se ainda que, sendo os lançamentos previstos apenas sugestões de ordens, eles não geram automaticamente receções programadas; será necessária uma ação por parte da gestão industrial para, de facto, emitir a ordem de produção ou compra e convertê-la definitivamente numa receção

programada. Enquanto o lançamento for apenas uma sugestão, os materiais não estão comprometidos com a sua produção.

2.3.3 Listas de Materiais

Um ponto importante que não se pode esquecer é que o MRP é gerado para todos os artigos da empresa ao mesmo tempo, o que implica saber quais os componentes que são consumidos em todos os produtos. Sabendo que existem produtos com vários processos de sub-montagem, é de vital importância que essa informação esteja corretamente introduzida no sistema de modo a que o MRP seja capaz de efetuar os cálculos corretamente. Existem várias formas de representar as Listas de Materiais, ou *Bill of Materials* (BOM), dos artigos, tais como as Listas Multinível, as Listas de Nível Único; a Rede de Scheer (Scheer, 1994) ou a representação por Matriz. Sendo que talvez a mais popular seja a Estrutura em Árvore, aqui representada na Figura 2, tendo por base o exemplo dado anteriormente dos farolins para reboques:

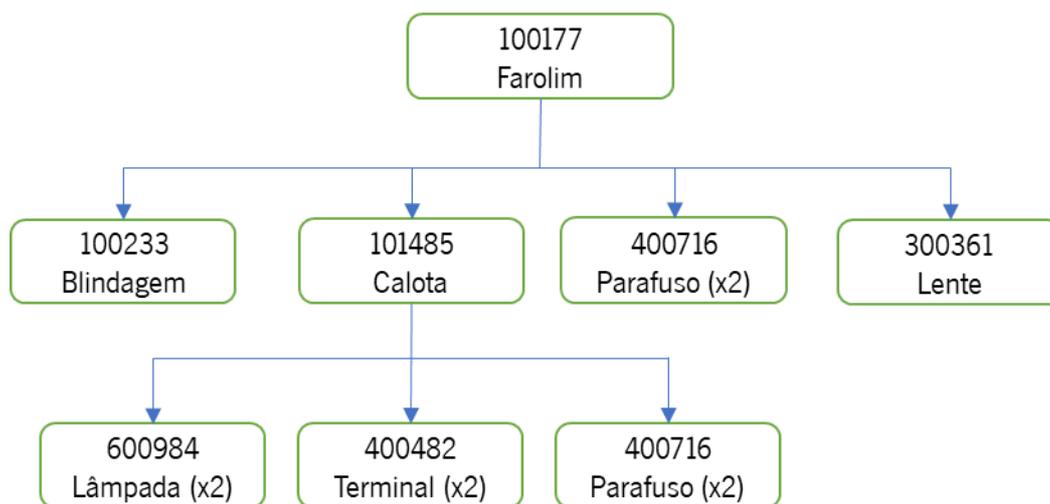


Figura 2 - Estrutura em Árvore

Este diagrama mostra de maneira simples que para montar uma unidade do artigo n.º 100177 é precisa uma unidade do artigo n.º 101485. Este, por sua vez, necessita de 2 unidades de 3 componentes diferentes. O nível em que os artigos se encontram também representam, até certo ponto, a sua precedência, isto é, o Farolim só pode ser montado se a Calota já estiver montada, e nunca antes. No entanto, é preciso compreender bem que o Farolim não precisa das Lâmpadas nem dos Terminais, mas sim, apenas, da Calota; se existir *stock* suficiente de Calotas, não existirão necessidades para Lâmpadas – fisicamente estas já estarão incorporadas nas Calotas.

Toda esta informação será útil para que o MRP possa causar a chamada explosão dos produtos, que mais não é do que uma metáfora para a transformação dos requisitos de materiais dos produtos finais

em requisitos de todos os componentes necessários à sua produção, com o suplemento de ter em consideração o *stock* existente em inventário e as receções programadas, o que transforma as necessidades brutas em necessidades líquidas. As datas e quantidades requeridas de ordenação para todas as matérias-primas, componentes e subconjuntos para atender ao programa de montagem final, pode ser calculado e a computação em si, consiste no processo de explosão propriamente dito do MRP (Gibson P. et al., 1995).

Um estudo pormenorizado da gestão dos recursos de produção deve necessariamente começar pelos cálculos das necessidades líquidas, por forma a definir, a partir das necessidades independentes, todas as necessidades dependentes (Alain Courtois et al., 2007). São estas necessidades líquidas que serão passadas de componente para componente ao longo do sistema, o que nos leva ao conceito de Procura Dependente, ou seja, a procura dos vários componentes dependerá da procura dos componentes que estão num nível acima. Ou seja, tomando exemplo da Figura 2, isto significa que a procura de Terminais depende da procura de Calotas, e esta depende da procura de Farolins. Por seu lado, a procura de Farolins considera-se Procura Independente, uma vez que é sujeita à procura do mercado, que é exterior à empresa e não controlada por esta. A previsão da procura é um processo essencial para o planeamento e controlo da produção. O método mais simples é a repetição do último valor da série histórica, ou seja, estimar que a procura do próximo período seja igual ao período imediatamente anterior, no entanto, este procedimento, normalmente produz estimativas bastante variáveis (Lustosa et al., 2013), o que atualmente não é aceitável. É de total interesse a compreensão dos tipos de procura existentes para a escolha das técnicas de planeamento a serem aplicadas para cada produto. Tais procedimentos complementam a caracterização do item de procura independente fornecendo exemplos de itens que são obtidos através do processo de previsão, tais como os itens acabados ou produtos finais e as peças de reposição ou sobresselentes (Adam & Ebert, 1986). Esta procura deverá ser prevista pela função de Gestão da Procura, através do contacto com os Clientes, e será fundamental tanto para gerar previsões de Vendas como de previsões de Compras. Ao utilizar este princípio elementar do MRP, a empresa já estará a aumentar a sua eficiência, pois terá sempre as suas Compras diretamente ligadas às Vendas.

2.3.4 O Agendamento da Produção pelo MRP

Saber estas necessidades líquidas indica quantas unidades de cada artigo irão ser precisas para satisfazer as encomendas da empresa, mas não diz quando é que são precisas. No entanto foi dito desde o início deste trabalho que uma das características do MRP era a segmentação período a período. Ora, de modo a que o MRP possa calcular qual o momento em que se deve produzir um determinado artigo,

tem de saber qual o *Lead Time* de todos os artigos e as suas precedências. Uma das limitações de alguns sistemas é, precisamente, não ter em consideração os diferentes *Lead Times* dos componentes e planeá-los todos de modo que estejam disponíveis o mais cedo possível, para que se possa começar a produção o mais cedo possível. Na Figura 3 assume-se que há *stock* disponível de Calotas e supor os seguintes *Lead Times*:

- Farolim: 2;
- Blindagem: 2;
- Calota: 3;
- Parafuso: 1;
- Lente: 1.

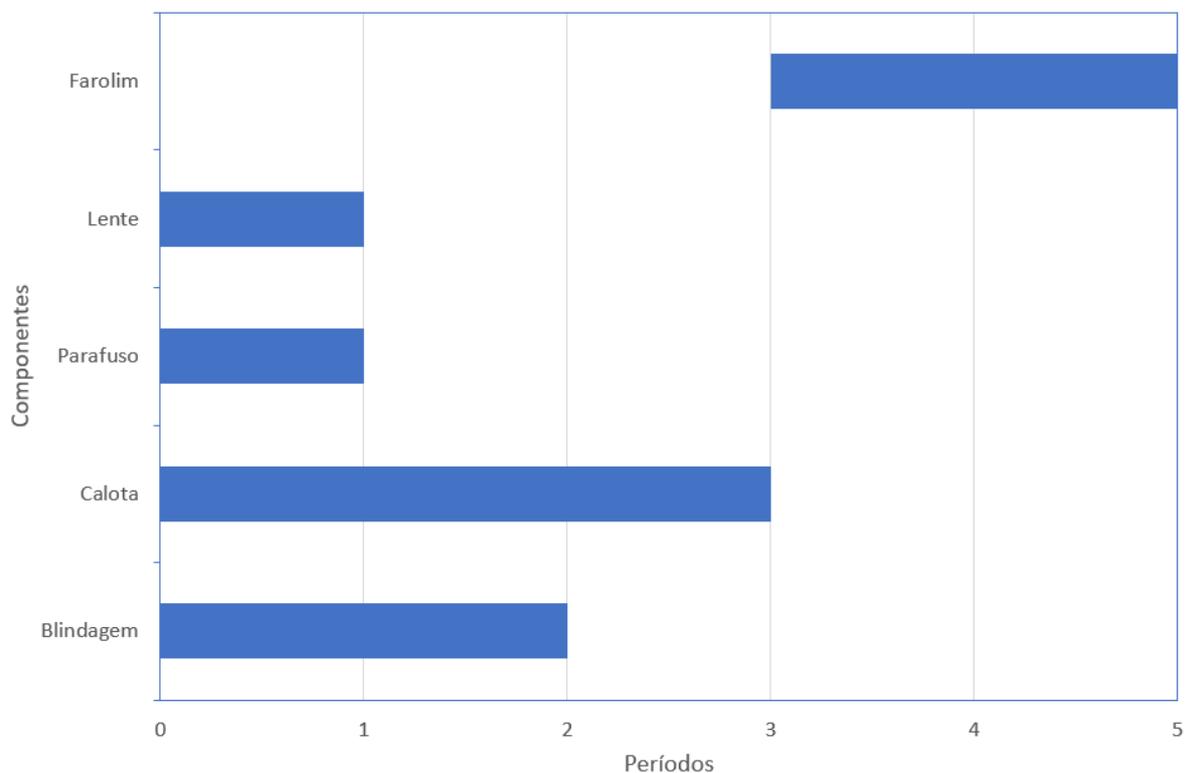


Figura 3 - Diagrama de Gantt com agendamento o mais cedo possível

Com este método pode verificar-se que a entrega dos componentes (quer por produção interna quer por compra) começa-se logo no instante atual, pelo que a Lente e o Parafuso estão disponíveis logo no período 1 e a Blindagem no período 2. À primeira vista isto pode parecer boa ideia, todavia, como a Calota só está pronta no momento 3, a produção do Farolim só pode começar a partir daí. Logo, os *stocks* de Lentes estarão a aguardar, desnecessariamente, durante 2 períodos. Isto vai contra os princípios do *Lean*, nomeadamente quanto à criação de fluxo contínuo e quanto ao JIT, não esquecendo

que causa inventário em vias de fabrico, o que significa desperdício de espaço, de manuseamento, bem como de dinheiro, materiais, mão-de-obra e equipamentos que podiam ser utilizados noutras ordens de produção.

Uma sugestão muito mais eficiente é a exemplificada na Figura 4, que representa o agendamento da produção o mais tarde possível:

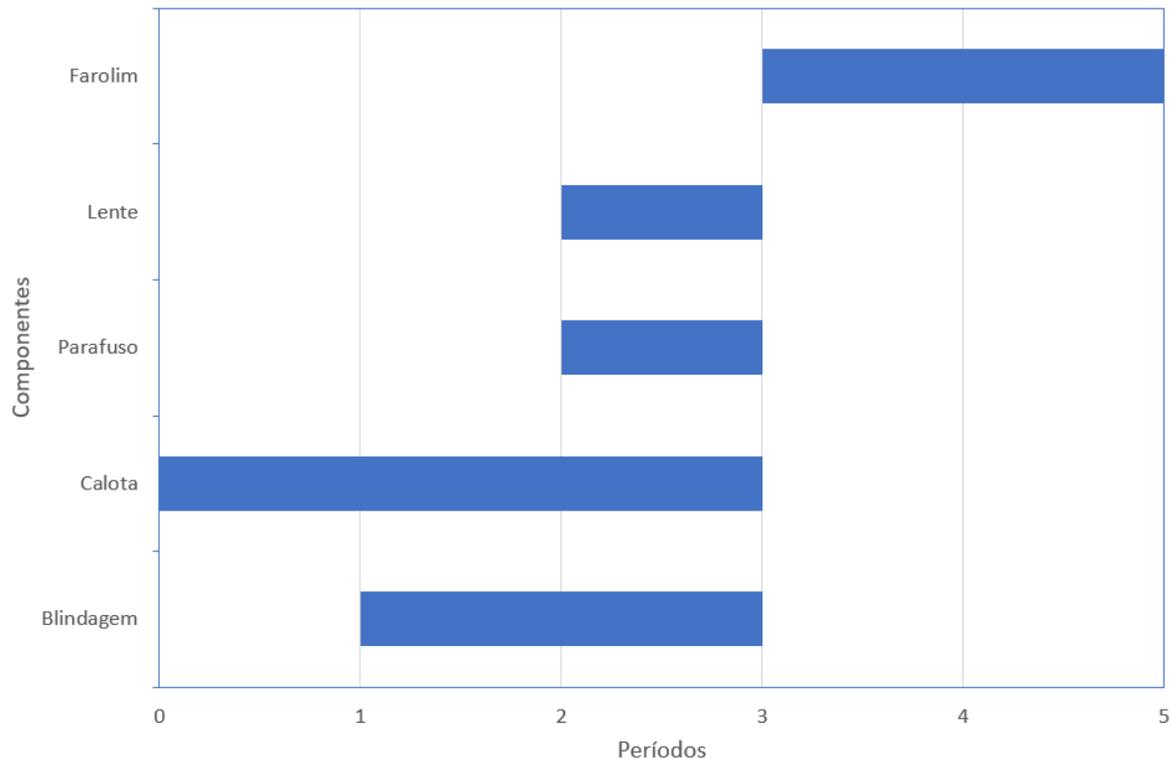


Figura 4 - Diagrama de Gantt com agendamento o mais tarde possível

Neste caso, os componentes são agendados para ficarem disponíveis no último instante em que ainda é possível montar o Farolim de modo a cumprir o prazo estabelecido, ou seja, a premissa aqui é o agendamento de trás para a frente. Comparando com o método representado pela Figura 3 é facilmente perceptível que isto permite libertar recursos (materiais, equipamentos, mão-de-obra, etc...) para produzir outros produtos que têm prazos de entrega mais curtos. Numa leitura mais aprofundada, percebe-se ainda que traz outras vantagens na medida em que facilita a geração de fluxo contínuo e de produção puxada. O MRP atinge os benefícios do agendamento inverso e executa a explosão das necessidades brutas para líquidas. De facto, a combinação destes dois conceitos é o coração do MRP (Vollmann et al., 2005).

2.3.5 Processamento

Sabendo da complexidade dos processos produtivos da atualidade, exponenciados ainda mais pela Indústria 4.0 e pela Customização em Massa, onde uma empresa pode ter milhões de produtos e componentes, importa perceber que o cálculo do MRP para todos eles é uma tarefa custosa. Portanto, é imperativo colocar as seguintes questões: com que frequência deverão os registos ser processados e se deverão eles ser todos processados ao mesmo tempo? Processar todos os registos ao mesmo tempo significa que o planeamento de todos os artigos será eliminado, para depois ser reconstruído para todos eles, começando pelos produtos finais. Porém, isto pode requerer uma grande capacidade de computação, e assim levar a uma sobrecarga do sistema informático da empresa, afetando assim outros utilizadores e equipamentos, inclusivamente os produtivos. Por esse motivo, muitas empresas optam por correr o seu MRP quando o sistema está mais folgado e o impacto é menor, por exemplo, durante a noite ou aos fins-de-semana. Note-se que correr o MRP semanalmente pode levar a que os registos fiquem desatualizados rapidamente: neste cenário, a meio da semana irá usar-se um planeamento que foi efetuado no início da semana, quando ainda não se dispunha de todos os dados agora disponíveis, uma vez que entretanto já aconteceram defeitos, reclamações, correções de *stock*, atrasos nas entregas, etc... Uma execução mais frequente dos registos de MRP aumenta os custos de computação, através dos custos com computadores, servidores, software e pessoal técnico, mas resulta também em menos erros de planeamento, o que a longo prazo mais do que compensará os custos.

2.3.6 *Stock* de Segurança e *Lead Time* de Segurança

Um dos parâmetros que pode ajudar a combater os riscos inerentes à variação da procura e ao próprio processo produtivo é o estabelecimento de um *Stock* de Segurança para um dado artigo. Isto mais não é do que um valor mínimo de *stock* definido pela gestão industrial que não deve ser ultrapassado (este passa a ser o novo “zero” para o artigo), obrigando assim o sistema a emitir encomendas para mais quantidade do que o necessário. Isto, na prática, como se pode observar na Tabela 2 funciona como uma almofada ou como uma margem de segurança porque o MRP vai passar a efetuar os cálculos de modo a que o *stock* disponível não baixe do valor de segurança:

Tabela 2 - Registo de MRP com Stock de Segurança

Período		1	2	3	4	5
Necessidades Brutas		5	8	15	1	15
Receções Programadas		20	20			20
Stock Disponível	5	20	32	17	16	21
Lançamentos Previstos		20			20	

Stock de Segurança = 15
Lead Time = 1
Tamanho do lote = 20

Aqui pode observar-se que o MRP nunca deixa o *stock* disponível chegar a um nível abaixo de 15 unidades, que é o valor do *Stock* de Segurança. Sem o lançamento previsto do período 1, iria haver no período 2 um *stock* disponível de 12 unidades, no entanto, o *stock* de segurança obriga a fazer uma encomenda, o que eleva o *stock* disponível para 32, o que, considerando a procura deste artigo poderá ser demasiado conservador. No período 4 o *stock* previsto é de 16, o que não chega a espoletar uma sugestão de encomenda, o que vem a acontecer uma vez mais no período 5. Neste exemplo pode parecer que a gestão está a ser demasiado cautelosa, mas convém lembrar que este artigo pode estar sujeito a condições de fornecimento contratualmente muito exigentes e que, por isso, o gestor não queira arriscar a sua quebra. Assim, o *stock* de segurança funciona como uma ferramenta de mitigação do risco inerente à operação da Cadeia de Abastecimento (Lambert & Stock, 2001).

Outro parâmetro equiparado, mas com um conceito diferente, é o do *Lead Time* de Segurança, que se traduz em fazer com que as ordens de produção ou ordens de compra sejam lançadas e planeadas para chegar à fábrica 1 ou mais períodos antes do que seria realmente necessário. De notar que isto não será exatamente o mesmo que aplicar um *Lead Time* aumentado, como se tenta demonstrar na Tabela 3:

Tabela 3 - Registo de MRP com Lead Time de Segurança

Período		1	2	3	4	5
Necessidades Brutas			5	25		15
Receções Programadas			22		15	
Stock Disponível	8		25	0	15	0
Lançamentos Previstos		22		15		

Lead Time = 1
Lead Time de Segurança = 1
Lote a lote

Pode aqui observar-se que o MRP tem a facilidade de não ter de encomendar uma quantidade fixa, ou múltiplos dela, mas o ponto principal que impera analisar não é esse: no período 3 são necessárias 25 unidades, e o MRP calcula um lançamento previsto logo para o período 1, com receção programada para

o período 2 (porque o *Lead Time* é de 1), e não espera pelo último momento possível que seria o período 3 (porque o *Lead Time* de Segurança é 1). Aqui, a diferença para um *Lead Time* de 2 é que, nesse caso, existiria o lançamento previsto no período 1 e a receção programada no período 3, sem margem temporal para falhas nos tempos de entrega.

Estes dois parâmetros podem ser utilizados no mesmo artigo em simultâneo, no entanto, é preciso ter em conta que, de certa forma, está-se a enganar o sistema pelo que se deve usá-los com moderação para não desperdiçar recursos (mais uma vez: dinheiro, mão-de-obra, equipamentos, etc...). Compreender bem estes conceitos pode ser uma boa maneira de acautelar os riscos. Uma forma de simples de assimilar quando se deve usar qual deles é pensar que o *Stock* de Segurança está ligado a quantidades, enquanto o *Lead Time* de Segurança está ligado ao tempo. Isto é, quando existe incerteza quanto às quantidades de um artigo (por defeitos, variações na procura...), deve-se usar o *Stock* de Segurança. Mas se por outro lado, a incerteza seja gerada mais pela variabilidade do tempo de entrega dos fornecedores ou dos prazos de entrega pedidos pelos clientes, deve optar-se pelo *Lead Time* de Segurança.

2.3.7 Ordens Planeadas Firmes

Os fundamentos do MRP são aplicados a todos os artigos de cada vez que o MRP é processado, isto significa que, à medida que vai havendo alterações decorrentes do dia-a-dia normal de uma empresa, o MRP gerado hoje será diferente do que foi gerado ontem. Portanto os lançamentos previstos podem também hoje ser muito diferentes dos que estariam planeados ontem. Quando se quer prevenir esta variabilidade no lançamento das ordens, que se repercutirá nas necessidades brutas dos componentes subsequentes, o MRP permite que se crie uma Ordem Planeada Firme, que tal como o nome indica é uma ordem fixa, que o MRP não consegue alterar quando faz os seus cálculos de rotina, quaisquer que tenham sido as alterações nas variáveis. Estas apenas podem ser alteradas por um utilizador cujo perfil tenha permissões para tal. Isto permite ao gestor garantir alguma estabilidade para aquele artigo num dado momento, ou como forma de colmatar temporariamente desperdícios por defeitos, pelo menos enquanto não se define um *stock* de segurança. Do mesmo modo, é possível manipular as Ordens Planeadas Firmes para terem um *Lead Time* diferente do que está definido em sistema, por exemplo, se o meio de transporte for alterado, ou então se for recebida uma encomenda especial de um cliente que obrigue a fábrica a fazer turnos extra para cumprir um determinado prazo.

2.3.8 Codificação de Baixo Nível

Observando a Figura 2 percebe-se que o componente 400716 – Parafuso é utilizado em dois níveis diferentes da lista de materiais. Isto significa que ao passar as necessidades líquidas de 100177 – Farolim para as necessidades brutas do 400716 – Parafuso é preciso ter em conta que, no nível seguinte, o artigo 101485 – Calota também irá ter necessidades líquidas a transferir para os Parafusos. Se se processarem os registos para este componente, comum a vários níveis da Lista de Materiais, antes de todas as suas necessidades brutas terem sido acumuladas, o processamento terá de ser repetido. Para evitar repetições de computação os sistemas MRP devem atribuir uma Codificação de Baixo Nível a cada artigo da Lista de Materiais, em que o número mais baixo representa o nível mais alto da Lista de Materiais. Neste caso seria o nível 0 para o Farolim; 1 para a Blindagem, Calota, Parafuso e Lente; e o 2 para a Lâmpada, Terminal e Parafuso. De notar aqui que neste momento o Parafuso foi recodificado de nível 1 para nível 2, sendo este último o definitivo. Estes códigos determinam a sequência pela qual os materiais são planeados: o sistema planeia primeiro os de nível 0, depois os de nível 1 e assim sucessivamente.

2.3.9 Requisitos Interligados

O MRP cria um registo das ligações entre todos os lançamentos previstos ou ordens já emitidas e as respetivas necessidades brutas. É assim possível ver o grosso dos pedidos para um dado artigo, mas também ver ao detalhe qual a ordem que está a dar origem a uma determinada necessidade. Assim, no nível 0, os registos ligados podem mostrar a encomenda do cliente que está especificamente a dar origem àquela necessidade bruta. Ao invés, nos artigos com codificação de nível mais altos irão mostrar quais as ordens planeadas de artigos acima na Lista de Materiais que têm necessidades. Porém, estes poderão ser também de nível 0 se forem vendidos como peças de serviço, e aí os requisitos interligados irão mostrar uma encomenda de cliente para um componente.

A grande vantagem de ter acesso a estes registos é ser possível ligar a primeira matéria-prima da cadeia de abastecimento até à ordem final do cliente. Reparando bem, isto funciona como o oposto do processo de explosão, e é de extrema utilidade porque tem carácter seletivo: através dos requisitos interligados pode ver-se qual o impacto que uma potencial falha de um componente terá nas ordens de produtos finais, quais afeta e que clientes afeta. Isto permite melhor detetar falhas, acautelar os riscos, e avisar e negociar atempadamente com os clientes.

2.3.10 Receções Programadas e Lançamentos Previstos

Já foi anteriormente referido que um Lançamento Previsto não dá imediatamente origem a uma Receção Programada, pois esta já representa um compromisso, enquanto aquela ainda requer uma ação por parte do utilizador até se transformar num compromisso. Para além disso, os Lançamentos Previstos geram necessidades líquidas, que explodirão para necessidades brutas de outros componentes e assim por diante. As Receções Programadas (para itens produzidos internamente) já geraram essas necessidades e já têm o respetivo material alocado à sua ordem de produção, pelo que, nos registos de MRP dos componentes não existirão as respetivas necessidades brutas: as quantidades necessárias desses componentes já foram previamente atribuídos às ordens de produção, daí a diferença entre o conceito de *stock* existente e de *stock* disponível. Para uma verdadeira compreensão do funcionamento do MRP é fundamental compreender esta distinção e a diferença entre Receção Programada e Lançamento Previsto.

2.3.11 O Planeador de MRP

O utilizador que mais lida com a informação gerada pelo MRP é o Planeador de MRP (ou Planeador de Materiais) que é uma função inserida no departamento de Planeamento e Controlo da Produção, Logística ou Compras, dependendo da estrutura da empresa. As suas decisões são limitadas, na medida em que não podem, por exemplo, alterar os planos para os produtos finais, ou o que é que se vai produzir primeiro na fábrica, no entanto as suas ações têm impacto nos registos do MRP e no seu cálculo. Sabendo que um sistema de MRP pode comportar milhões de artigos, e daí milhões de registos, um bom Planeador de MRP é essencial para o bom funcionamento do planeamento de materiais e da produção, uma vez que deve analisar e trabalhar uma quantidade muito grande de informação, que se pode tornar tarefa impossível mesmo com o apoio de meios informáticos. Para ajudar a lidar com este nível de dados, as equipas de Planeadores dividem os artigos por famílias, por fornecedores ou por localização geográfica, ficando depois cada Planeador encarregue de tratar da sua lista de artigos. Ainda assim, é de referir que se trata de grandes quantidades de registos a consultar. É tarefa do Planeador analisar os dados e interpretar quais deles necessitam de ações. Segundo Vollmann et al., (2005) as principais ações que o Planeador deve tomar são:

1. Lançar ordens (isto é, lançar ordens de compra ou ordens de produção quando indicado pelo sistema);
2. Reagendar os prazos de entrega de ordens em aberto existentes quando desejável;

3. Analisar e atualizar os fatores de planeamento do sistema dos artigos sob o seu controlo. Isto envolve coisas como alterar o dimensionamento de lotes, *Lead Times*, percentagem de tolerância de defeitos, ou *stocks* de segurança;
4. Reconciliar erros ou inconsistências e tentar eliminar as causas-raiz desses erros;
5. Encontrar áreas problemáticas chave que requeiram ações agora para prevenir crises futuras;
6. Usar o sistema para resolver os problemas de falta de materiais críticos para que as ações possam ser capturadas nos registos para os próximos processamentos. Isto significa que o Planeador trabalha dentro das regras formais do MRP, e não através de métodos informais;
7. Indicar em que é que melhorias futuras do sistema (outputs, diagnósticos, etc.) tornariam o trabalho do Planeador mais fácil.

2.3.12 Códigos de Exceção

Visto que apenas uma pequena parte dos artigos requer a atenção do utilizador, o MRP gera Códigos de Exceção a cada ciclo de processamento para cada item que potencialmente necessite de ação, ajudando-o assim a filtrar quais devem ser as suas prioridades.

Estes Códigos de Exceção são geralmente divididos em duas categorias gerais: dentro da primeira inclui-se a verificação da validade dos dados introduzidos, isto é, verificação de datas fora do horizonte de planeamento, de artigos inválidos, e de outras verificações de incongruências (Vollmann et al., 2005).

A segunda categoria é a mais útil para o Planeador, uma vez que o suporta diretamente na sua atividade de planeamento. Aqui caem os artigos que requerem um Lançamento Previsto, as ordens cujos *Lead Times* precisem de ser revistos, Receções Programadas cujo prazo de entrega ou quantidade não seja compatível com o plano de produção atual, sugestões de cancelamento de ordens, Receções Programas com data anterior à atual e que, portanto, já deviam ter sido recebidas. Por fim, nesta categoria recaem ainda as situações em que um produto final não pode ser entregue ao cliente porque uma ordem não foi emitida a tempo (e portanto agora só poderá ser cumprida se os *Lead Times* dos vários componentes forem comprimidos), e também aquelas em que as quantidades alocadas são superiores ao *stock* existente (neste caso, torna-se necessário receber mais peças em breve).

2.3.13 Gestão de Alterações

Como é sabido, num ambiente industrial as coisas por vezes correm mal, ou pelo menos, não como foi planeado. De modo a que o MRP funcione devidamente, é importante que as mesmas condições de uma fábrica sejam replicadas no sistema. Para isso é preciso contar com defeitos, cargas danificadas, erros de contagem, tempos de trânsito maiores do que o previsto, alterações nas necessidades dos clientes,

listas de materiais incorretas, alterações de engenharia, problemas de qualidade dos materiais, atrasos na produção dos fornecedores, etc. Tendo isto em conta, facilmente se percebe que o sistema deve contemplar meios que possibilitem ao Planeador replanear as suas transações.

Suponha-se o seguinte cenário, conforme representado pela Tabela 4:

Tabela 4 - Registo de MRP - Gestão de alterações - antes

Lead Time = 2

Tamanho do lote = 15

Período	1	2	3	4	5
Necessidades Brutas	30	15	25	0	20
Receções Programadas	30		30		15
Stock Disponível	15	15	0	5	5
Lançamentos Previstos	30		15		

Aqui o Planeador depara-se com este cenário e executa o lançamento da ordem planeada no período 1, isto depois de o sistema ter verificado que existem materiais disponíveis para a produzir. Assumindo que tudo corre bem, uma receção programada será introduzida para o período 3, uma vez que o *Lead Time* é de 2. A mesma coisa aconteceria com as 15 unidades previstas para lançar no período 3, mas neste caso, assume-se que o utilizador ainda não lançou a ordem para a produção ou fornecedor, e por isso o MRP não cria a receção programada correspondente.

Olhando para a Tabela 4 constata-se que o plano é viável e consegue satisfazer as necessidades até ao período 5. Todavia, ao longo do período 1 acontecem vários eventos com implicações neste artigo:

1. O departamento de vendas pediu 2 peças para amostras no período 3;
2. As 20 unidades pedidas para o período 5 foram antecipadas para o período 4;
3. As requisições para este artigo foram de 20 em vez de 30 durante o período 1;
4. A receção programada de 30 para o período 1 foi recebida mas 5 unidades foram rejeitadas pelo controlo de qualidade;
5. Houve uma contagem de inventário que descobriu que existem mais 10 peças no *stock*;
6. As necessidades brutas para o período 6 foram definidas como 10.

No final do período o sistema corre o MRP novamente e gera os novos registos. O horizonte de planeamento, conforme a Tabela 5, é agora bastante diferente do que se tinha antes do período 1:

Tabela 5 - Registo de MRP - Gestão de alterações - após

Período	2	3	4	5	6
Necessidades Brutas	15	27	20	0	10
Receções Programadas		30	15		
Stock Disponível	30	15	18	13	3
Lançamentos Previstos	15				

Lead Time = 2

Tamanho do lote = 15

Olhando agora para os registos quase se poderia dizer que já não se trata do mesmo artigo. Verifica-se agora que o lançamento previsto para o período 3 tem de ser antecipado, e será emitido imediatamente. O resultado final continua a ser exequível apesar de ser completamente diferente do plano inicial, anterior ao período 1.

Este exemplo é importante para se perceber que as alterações nos dados provocam alterações nos cálculos do MRP, e por isso todas as alterações que aconteçam, fisicamente ou nas previsões, devem ser refletidas no Sistema de Planeamento e Controlo da Produção. A alteração mais evidente é antecipar um lançamento previsto e criar um novo, sugestões que o MRP gera automaticamente. Mas podia acontecer que alterações no sentido contrário fizessem com que a receção programada para o período 3 já só fosse necessária para o período 4, e aí o MRP iria sugerir ao Planeador, criando um alerta através de um Código de Exceção, que pedisse à fábrica ou ao fornecedor (dependendo do tipo de ordem) que reagendasse, ou seja, adiasse a entrega. Isto porque pode acontecer que a ordem esteja a consumir recursos de outras ordens que realmente estejam a ser necessárias para mais cedo, o que pode levar a problemas com o cumprimento de prazos de outras encomendas.

Neste caso está-se a considerar apenas os registos de um único artigo, no entanto as alterações são muitas vezes causadas por um conjunto de fatores espalhados por vários artigos, de diferentes níveis na lista de materiais. Isto acontece devido ao efeito da explosão dos artigos, que faz com que uma alteração nas necessidades líquidas de um artigo se reflita nas necessidades brutas dos componentes um nível abaixo na lista de materiais e assim sucessivamente, como se fosse uma cascata.

2.3.14 Acordos de Fornecimento

Tal como mencionado por várias vezes ao longo deste trabalho, o Planeador de Materiais poderá ter a seu cargo um número muito grande de artigos, e portanto terá também um número muito grande de ordens de compra a emitir diariamente. Para isto terá de despender muito tempo e estabelecer muitos contactos (trocas de correspondência e telefonemas). Porém, é prática comum no âmbito das relações

comerciais os compradores negociarem acordos-quadro que dão cobertura à satisfação das necessidades durante um período de tempo mais longo (de Carvalho et al., 2017) que são negociados antecipadamente, com condições bem especificadas, tais como: preço, tempo de trânsito, *Lead Time*, dimensão dos lotes, quantidade mínima de encomenda, volume de encomendas mínimo anual (ou semestral, ou qualquer outro prazo temporal negociado). Isto facilita muito o trabalho do Planeador de Materiais pois salta uma série de etapas, e apenas tem de pedir ao fornecedor, com a ajuda do MRP, qual a quantidade que quer e quando quer.

2.3.15 Intercâmbio Eletrónico de Dados

Com a grande quantidade de artigos que o Planeador de MRP normalmente tem de lidar, principalmente tendo em conta a Indústria dos tempos de hoje, com as empresas a tentarem diferenciar-se com a customização em massa, torna-se difícil ao utilizador executar manualmente e em tempo útil todas as tarefas que estão a seu cargo. Para fazer face a estas responsabilidades o sistema pode, e deve, incorporar a função de *Electronic Data Interchange* (EDI), ou Intercâmbio Eletrónico de Dados, que se trata da troca de dados ou documentos numa forma eletrónica padronizada de sistema para sistema, entre parceiros de negócio e sem intervenção humana. As transmissões de dados através do EDI permitem poupar tempo e dinheiro, melhorar a eficiência e produtividade, reduzir erros de transferência de dados, melhorar a rastreabilidade e comunicação, e promover a experiência positiva dos clientes.

Através do EDI é possível fazer com que o sistema envie automaticamente vários tipos de documentos com muito maior rapidez e poupando os recursos humanos de ter de fazer tarefas rotineiras e repetitivas.

Alguns destes documentos são:

- Ordens de compra;
- Documentos de faturação;
- Notificações de expedição;
- Documentos alfandegários;
- Notificações de embarque;
- Documentos de inventário;
- Notificações de pagamento.

No caso das ordens de compra, concretamente, isto é de extrema utilidade ao utilizador porque lhe permite alterar as quantidades e/ou datas de entrega manualmente e deixar que o EDI envie as ordens de compra automaticamente aos fornecedores. Para além disto, é possível deixar o MRP alterar os pedidos a fornecedores automaticamente, o que levará a que este processo seja totalmente automático.

2.3.16 Horizonte Fixo de Planeamento

No entanto, recomenda-se aqui que seja acordado com o fornecedor um horizonte fixo de planeamento, dentro do qual não se podem alterar os pedidos, por exemplo: se o horizonte fixo combinado for de 3 períodos, o MRP não pode alterar (ou eliminar) as quantidades nem as datas de entrega que estão dentro do período 1, 2 e 3. Se for necessário alterar, o sistema deve apenas permitir ao utilizador fazê-lo de forma manual, à semelhança das Ordens Planeadas Firmes, o que implicará negociar com o fornecedor. A incorporação e combinação destes fatores no sistema permite ao utilizador filtrar mais fácil e eficazmente quais os artigos em que se deve focar, dando prioridade às ordens de compra colocadas para o horizonte fixo de planeamento e orientando-se pelos códigos de exceção gerados pelo MRP, e deixar os cálculos e comunicações automáticas para o sistema informático.

3. CARACTERIZAÇÃO DA EMPRESA - APTIV

Neste capítulo é feita uma breve apresentação da empresa onde o presente projeto de dissertação decorreu. Principiando por apresentar de forma resumida o historial da empresa, assim como a sua missão e estrutura organizacional. De seguida são apresentados os seus produtos e alguns dos seus clientes/marcas mais relevantes.

3.1 Apresentação

A Aptiv é uma empresa multinacional com mais de 190.000 colaboradores em 46 países. Esta empresa em Braga teve origem na Delphi Powertrain, e atualmente emprega cerca de 1000 pessoas. No contexto desta Dissertação o trabalho foi realizado na fábrica de Braga, mas foi essencialmente desenvolvido para a fábrica DE32 - Engelskirchen-Osberghausen, na Alemanha, que conta com cerca de 300 colaboradores.

3.2 Missão e Valores

A missão da empresa é descrita como “Proporcionar um futuro da mobilidade mais seguro, mais verde, e mais conectado”.

A cultura da empresa “representa um sistema de valores e convicções organizacionais que servem como um denominador comum para unir a nossa força de trabalho diversa e transmitir como selecionamos, promovemos e recompensamos as nossas melhores pessoas. O resultado é uma cultura de execução, criando valor para todos os nossos interessados”.

3.3 Segmento e Produtos

A Aptiv tem vários setores de atividade, mas estas duas fábricas inserem-se no segmento de *Advanced Safety & User Experience*. A parte de *Advanced Safety* está relacionada com a segurança dos veículos, tais como airbags, sensores de travagem e deteção de movimento, e o *User Experience* está relacionado com o interior dos veículos, ou seja, computadores de bordo e controlos do cockpit.

3.4 Mercados e Clientes

Os seus mercados de atuação localizam-se nos mais diversos países e os seus clientes são diversos fabricantes de automóveis OEM (*Original Equipment Manufacturer*) de várias gamas diferentes. Por motivos de confidencialidade não serão aqui divulgados.

4. DESCRIÇÃO E ANÁLISE DO SISTEMA DE MRP ATUAL

Neste capítulo pretende descrever-se o funcionamento do sistema de MRP da empresa, quais as ferramentas utilizadas neste contexto e qual o impacto que o Planeador de Materiais pode ter no decorrer do seu funcionamento. Serão também identificados alguns problemas e possíveis oportunidades de melhoria. De realçar que quando é referido o Planeamento de Materiais será explorado o sistema MRP no que concerne aos artigos comprados a fornecedores, uma vez que foi este o contexto em que o autor desta Dissertação se inseriu, e não o Planeamento de Produção.

4.1 Material Requirements Planning

O sistema de MRP da empresa está inserido no ERP da mesma, neste caso o SAP (*Systems, Applications, and Products in Data Processing*). Este software contempla múltiplas funcionalidades, abrangendo e dando suporte a diversos departamentos. Todavia, para efeitos deste trabalho, o foco apenas será naquelas que interferem com o MRP. Na sua base este sistema utiliza os cálculos de MRP tradicionais já abordados no Capítulo 2 deste trabalho, mas contempla ainda outras funcionalidades que se tentará explanar ao longo das próximas páginas. O período de tempo utilizado é o dia, e o MRP é calculado diariamente, o que se pode encarar como uma mais-valia. Para além disso, também irão ser apresentadas outras ferramentas utilizadas pelo Planeador de Materiais para executar as suas tarefas.

4.1.1 Mestre de Materiais

Primeiramente importa elencar alguns dos parâmetros que é possível configurar no Mestre de Materiais do SAP. Nas figuras 5 e 6 é representado o menu do SAP onde estes parâmetros são editáveis. Com cada um deles podem aplicar-se os conceitos básicos de MRP e ajustá-los de acordo com as necessidades do planeamento e controlo da produção da empresa. Relativamente à Figura 5 pode-se destacar:

- *ABC Indicator* – nível de importância do material de acordo com a classificação ABC a partir da Lei de Pareto. A transação MC41 permite reclassificar os artigos de acordo com os consumos do último mês. A equipa de TI (Tecnologias de Informação) executa esta tarefa rotineiramente de modo a garantir que esta classificação esteja sempre atualizada;
- *Reorder Point* – Ponto de encomenda; nível de *stock* a partir do qual deve ser desencadeada uma nova encomenda e iniciar o processo de reabastecimento;

- *Planning time fence* – número de dias úteis do horizonte fixo de planeamento; dentro deste prazo, os pedidos são firmes e o MRP não recalcula as encomendas a fornecedores, devendo o utilizador alterá-las se necessário. Este período deve ser acordado com o fornecedor, de modo a que exista sintonia entre as partes, todavia em muitos casos, por precaução, a empresa introduz no seu sistema um *planning time fence* mais longo do que o acordado, para garantir que não há faltas de material;
- *MRP Controller* – código individual do Planeador de Materiais a quem o artigo está atribuído;
- *Lot size data* – neste grupo de campos, pode definir-se o dimensionamento de lotes estabelecendo um valor mínimo, máximo ou múltiplos de um valor; para além de custos de encomenda, custos de posse e percentagem aceitável de defeitos.

The screenshot displays the SAP Material Master configuration for material 28763548 (CABLE-ASM 2-POL G5 RX 80) at plant DE32 (APTIV Engelskirchen DE32). The interface is divided into several sections:

- Material and Plant:** Material 28763548, Plant DE32.
- General Data:**
 - Base Unit of Measure: PC (Piece)
 - Purchasing Group: 797
 - MRP group: Z002
 - ABC Indicator: C
 - Valid from: (empty)
- MRP procedure:**
 - MRP Type: P1 (MRP, fixing type -1-)
 - Reorder Point: (empty)
 - Planning time fence: 15
 - MRP Controller: EB3
- Lot size data:**
 - Lot size: PK (Period lot size acc. to plng calendar)
 - Minimum Lot Size: 500,000
 - Maximum Lot Size: (empty)
 - Fixed lot size: (empty)
 - Maximum stock level: (empty)
 - Ordering costs: (empty)
 - Storage costs ind.: (empty)
 - Assembly scrap (%): (empty)
 - Takt time: (empty)
 - Rounding Profile: (empty)
 - Rounding value: 1,000
 - Unit of Measure Grp: (empty)

Figura 5 - Mestre de Materiais 1

Passando para a Figura 6 destaca-se um grupo de parâmetros relacionado com a Aquisição dos materiais e de seguida outros diretamente ligados ao planeamento destes, nomeadamente:

- *Goods Receipt Processing Time* – tempo de trânsito do material, em dias úteis, desde que é expedido até chegar ao armazém da empresa. É tido em conta pelo MRP nos cálculos de reabastecimento e também nas notificações de expedição;
- *Planned Delivery Time* – dias de calendário necessários para obter o material, desde que a ordem de compra é executada até ser recebido no armazém;
- *Planning calendar*: dias de expedição do fornecedor, pode ser um dia da semana ou a combinação de vários dias. Se por exemplo este valor estiver definido para segunda-feira e quinta-feira, então o MRP irá efetuar os cálculos de modo a que as datas de envio de material sejam sempre segundas-feiras ou quintas-feiras e, tendo em conta o tempo de trânsito, dentro destas, a data que melhor convenha ao planeamento de materiais;
- *Safety stock* – *stock* de segurança;
- *Safety time* – *lead Time* de segurança;
- *Service level (%)* – nível de serviço (%); quando maior a percentagem, maior será o *stock* de segurança calculado pelo sistema para compensar o consumo adicional ou atrasos em entregas;
- *Coverage profile* – perfil de cobertura do artigo, na prática funciona como um *stock* de segurança. O sistema permite escolher, através da lista constante na figura 7, vários perfis que variam entre 1 dia até 14 semanas, sendo o cálculo efetuado a partir da média do consumo previsto para o horizonte das 2 semanas seguintes (até 14, conforme o que for selecionado). A partir desse valor médio, o MRP calcula as ordens de compra para que tenham sempre uma cobertura mínima para o número de dias (ou semanas) selecionado neste parâmetro.

MRP 1		MRP 2		MRP 3		MRP 4		Plant data / stor. 1		Plant d...		
Material	28763548	CABLE-ASM 2-POL G5 RX 80										
Plant	DE32	APTIV Engelskirchen DE32										
Procurement												
Procurement type	F	Batch entry	<input type="checkbox"/>									
Special procurement	30	Prod. stor. location	0010									
Quota arr. usage	3	Default supply area	<input type="text"/>									
Backflush	1	Storage loc. for EP	0010									
JIT delivery sched.	1	Stock det. grp	<input type="text"/>									
<input type="checkbox"/> Co-product		<input type="button" value="Joint production"/>										
<input type="checkbox"/> Bulk Material												
Scheduling												
In-house production	<input type="text"/>	days	<u>Planned Deliv. Time</u>	12								days
<u>GR Processing Time</u>	4	days	<u>Planning calendar</u>	Z18								
SchedMargin key	000											
Net requirements calculation												
<u>Safety Stock</u>	<input type="text"/>											
<u>Min safety stock</u>	<input type="text"/>											
<u>Safety time ind.</u>	2		<u>Service level (%)</u>	<input type="text"/>								
STime period profile	<input type="text"/>		<u>Coverage profile</u>	005								
			<u>Safety time/act.cov.</u>	1								days

Figura 6 - Mestre de Materiais 2

Coverage profile (1) 22 Entries found

Restrictions

✓ ✕ 🏠 🏠 ⚙️ 🔄 🖨️

Prof.	Name
001	1 Day bank - 2 weeks horizon
002	2 Day bank - 2 weeks horizon
003	3 Day bank - 2 weeks horizon
004	4 Day bank - 2 weeks horizon
005	5 Day bank - 2 weeks horizon
006	6 Day Bank - 2 weeks horizon
007	7 Day Bank - 2 weeks horizon
008	8 Day Bank - 2 weeks horizon
009	9 Day Bank - 2 weeks horizon
010	10 Day Bank - 2 weeks horizon
W03	3 Week Bank - 4 weeks horizon
W04	4 Week Bank - 4 weeks horizon
W05	5 Week Bank - 8 weeks horizon
W06	6 Week Bank - 8 weeks horizon
W07	7 Week Bank - 8 weeks horizon
W08	8 Week Bank - 8 weeks horizon
W09	9 Week Bank - 12 weeks horizon
W10	10 Week Bank - 12 weeks horizon
W11	11 Week Bank - 12 weeks horizon
W12	12 Week Bank - 12 weeks horizon
W13	13 Week Bank - 14 weeks horizon
W14	14 Week Bank - 14 weeks horizon

Figura 7 - Perfis de cobertura

4.1.2 Transações-base do SAP

Uma das transações que o Planejador de MRP utiliza diariamente é a MD04, cujo exemplo é visível na Figura 8, que lhe permite introduzir um artigo e ver imediatamente o seu *stock* atual, as requisições de material que serão necessárias (DepReq), os envios que já foram expedidos pelo fornecedor (ShipNt), e as receções programadas para o futuro (SchLne). É possível alternar a vista entre data de chegada e data de partida dos materiais, e aplicar filtros tais como mostrar apenas requisições ou apenas abastecimentos conforme as necessidades de análise do utilizador. No quadro podem ver-se ainda códigos de exceção e sugestões de reagendamento.

A..	Date	MRP ...	MRP element data	Rescheduling date	Exception	Receipt/Reqmt	Available Qty	St...
	09.10.2022	Stock					13.962,000	
	06.10.2022	DepReq	28618056			340,000-	13.622,000	0010
	07.10.2022	DepReq	28618056			1.600,000-	12.022,000	0010
	10.10.2022	DepReq	28618056			1.600,000-	10.422,000	0010
	11.10.2022	DepReq	28618056			1.104,000-	9.318,000	0010
	12.10.2022	ShipNt	0222880994/05509310...	18.10.2022	15	1.850,000	11.168,000	0010
	12.10.2022	DepReq	28618056			1.600,000-	9.568,000	0010
	13.10.2022	DepReq	28618056			1.600,000-	7.968,000	0010
	14.10.2022	ShipNt	0222892298/05509310...	19.10.2022	15	967,000	8.935,000	0010
	14.10.2022	DepReq	28618056			1.600,000-	7.335,000	0010
	17.10.2022	SchLne	0550931051/00150 *	20.10.2022	15	75,000	7.410,000	0010
	17.10.2022	DepReq	28618056			1.600,000-	5.810,000	0010
	18.10.2022	DepReq	28618056			1.600,000-	4.210,000	0010
	19.10.2022	SchLne	0550931051/00150 *	20.10.2022	15	2.000,000	6.210,000	0010

Figura 8 - Vista geral da transação MDO4

Na Figura 9 encontra-se a mesma informação mas agrupada por dias, semanas ou meses, conforme a necessidade de análise. Na coluna “*Actual coverage*” consta a valiosa informação quanto ao número de dias úteis de cobertura com o *stock* e a procura atuais: este indicador deverá ser tanto maior ou menor quanto o perfil de cobertura escolhido. Se o perfil escolhido for “010” então a cobertura tenderá sempre para 10 dias. O MRP irá sempre recalculer os seus pedidos ao fornecedor de maneira a que sejam recebidos, com base no tempo de trânsito, antes de a cobertura baixar dos 10 dias.

Quando há aumentos significativos no plano de produção (o que é comum), isto leva muitas vezes a que esta cobertura não seja respeitada, principalmente quando as encomendas se encontram no horizonte fixo de planeamento, em que é necessária intervenção manual por parte do utilizador, e também porque já há menos tempo para agir, logo, existe maior risco de que o fornecedor não consiga cumprir com a alteração de prazo e/ou quantidade pedidos. Quando se fala no horizonte variável, o sistema consegue recalculer-se permanentemente de modo a que cumpra sempre o perfil de cobertura, pelo menos no seu planeamento teórico, pois não se sabe ainda se o fornecedor tem capacidade para cumprir com as alterações.

Quando acontece o inverso, isto é, grandes reduções de pedidos de clientes, há também um problema: as encomendas que se encontram no período fixo não irão ser eliminadas pelo MRP automaticamente, pelo que o fornecedor irá continuar a receber os EDI e a entregar peças como previsto. Aqui, o utilizador poderá alterar os pedidos manualmente, mas existe sempre a possibilidade, frequente, de o fornecedor

alegar que não pode cancelar entregas que estejam dentro do período fixo, ou com pouco tempo de antecipação, por já ter tido custos de produção e/ou matéria-prima. Nestas situações a cobertura do artigo ficará muito acima do inicialmente estabelecido pelo perfil de cobertura (Figura 7). Isto leva, inevitavelmente a excessos de *stock*, com impacto a nível financeiro e de operações, sobretudo na armazenagem.

De resto, é de notar que, os perfis de cobertura atribuídos aos artigos se encontram, em muitos casos, desajustados. É sabido que, após o início da crise logística mundial que ainda se vive atualmente, a empresa optou por subir os seus perfis de cobertura de forma a acautelar os seus riscos. Nalguns casos optou-se, por exemplo, por 4 ou 8 semanas de cobertura, logo, facilmente se percebe que esta política em nada se enquadra com a filosofia do *Lean* e do JIT, e que acarreta grandes custos para a empresa, não contribuindo, antes pelo contrário, para o objetivo atual de redução de inventário.

No seguimento desta política, e ainda no campo da configuração dos parâmetros, foi também decidido aumentar o tempo de trânsito dos materiais (*Goods Receipt Processing Time*) como forma de mitigar os atrasos na cadeia logística, principalmente nos transportes marítimos vindos da Ásia. Também aqui, esta decisão afeta diretamente a prevenção de paragens de linha, mas sobrecarrega o nível de inventário, pois obriga o MRP a aumentar as encomendas para compensar um tempo de trânsito superior.

A.	Period/segment	Plnd ind.re...	Requirements	Receipts	Avail. quantity	ATP quantity	Actual coverage
	Stock				13.962,000	33,000	7,8
	M 10/2022	0,000	26.164,000-	14.892,000	2.690,000	0,000	2,2
	31.10.22 End of Planni						
	M 11/2022	0,000	33.040,000-	36.000,000	5.650,000	0,000	3,4
	M 12/2022	0,000	28.000,000-	27.000,000	4.650,000	0,000	2,3
	M 01/2023	0,000	48.707,000-	49.000,000	4.943,000	0,000	4,1
	M 02/2023	0,000	27.615,000-	28.000,000	5.328,000	0,000	4,0
	M 03/2023	0,000	38.004,000-	39.000,000	6.324,000	0,000	6,0
	M 04/2023	0,000	27.453,000-	28.000,000	6.871,000	0,000	6,0
	M 05/2023	0,000	32.923,000-	29.000,000	2.948,000	0,000	3,1
	M 06/2023	0,000	27.531,000-	28.000,000	3.417,000	0,000	7,1

Figura 9 - Vista em somatório da transação MD04

Clicando em cada uma das linhas é possível ir mais ao detalhe sobre a sua origem: relativamente às requisições, conforme a Figura 10, pode subir-se na lista materiais e até ver qual o pedido do cliente que lhe deu origem, ou descer na mesma e ver quais as ordens que a antecedem.

The screenshot shows a dialog box titled 'Additional Data for MRP Element'. It contains the following fields:

Dependent reqmt	3572817897	000005
Requirement Qty	1.600,000	PC
Reqmts date	14.10.2022	
Pegged reqmt	28618056	SENSOR-ASM VO11US P319/V331
Planned order	6717411703	

At the bottom right, there is a toolbar with icons for: checkmark, undo, redo, edit, refresh, print, save, star, and close.

Figura 10 - Detalhe da requisição de materiais

Quanto aos avisos de expedição, representados na Figura 11, é mostrada a informação de partida e de chegada, bem como a referência do envio, ou *Shipment ID* (geralmente o número da Guia de Remessa ou Fatura), para mais facilmente esclarecer dúvidas com o fornecedor e/ou transportador.

The screenshot shows a dialog box titled 'Additional Data for MRP Element'. It contains the following fields:

Purch. Doc.	550931051	0	202	Vendor	1035303
Qty	1.850,000			Registered	06.10.2022 14:56
Delivery Note No.	22006803			Inb. Deliv.	222880994
Route				Goods Receiving Pt	DE32
Confirm. Cat.	IA			Unload.Point	
				Net Price	372,00 / 1.000
Exceptn message	15 = Reschedule out (20.10.22/14.10.22)				
	07 = Finish date in the past				

At the bottom right, there is a toolbar with icons for: checkmark, undo, redo, edit, refresh, print, save, star, and close.

Figura 11 - Detalhe do aviso de expedição

Na Figura 12 pode ver-se que no que toca aos fornecimentos planeados é mostrada a informação relativa ao Acordo de Fornecimento, sendo possível fazer ligação ao mesmo para consultar ou alterar os pedidos, quer sejam de curto ou de longo prazo.

Plant	DE32	DE32	Engineering DE32																
Vendor	1035303	1035303	PROVIDER ELECTRONIC COMPONENTS E...																
Light	Material	MRP Area	Material Description	A MRP...	StckdS	1st R...	2nd R	1	2	3	4	5	6	7	8	Plant stock	Cde	ABC...	B...
	28236176	DE32	CABLE ASM-4POL 2TX	✓EB3	2,6	999,9	999,9							2		190,000	002	C	PC
	28367598	DE32	CABLE ASM-2POL 1RX MB10US	✓EB3	2,8	999,9	999,9							1		968,000	002	C	PC
	28374534	DE32	CABLE ASM - 4-POL 1XTX - 80MM	✓EB3	6,4	999,9	999,9							3		1.840,000	002	C	PC
	28618071	DE32	CABLE ASM-4POL 2XTX VO11US	✓EB3	7,8	999,9	999,9							6		13.962,000	002	A	PC
	28086890	DE32	CABLE ASM-2POL	✓EB3	9,1	9,7	9,7							3		4.791,000	002	B	PC
	28571530	DE32	CABLE ASM 4POL 1XTX 180MM	EB3	9,3	999,9	999,9							2		3.410,000	003	B	PC
	28663909	DE32	CABLE-ASM 2POL 1XRX L663	EB3	9,4	9,4	9,4							4		3.013,000	002	B	PC
	28379205	DE32	CABLE ASM 4POL 1XTX VV250GP	EB3	9,5	999,9	999,9							2		2.451,000	003	C	PC
	28277695	DE32	CABLE 4POL TX	EB3	10,7	441,1	441,1							3		5.339,000	002	B	PC
	28618067	DE32	CABLE-ASM 2POL 1XRX VO11US	EB3	10,9	999,9	999,9							3		18.761,000	002	A	PC
	28439494	DE32	CABLE-ASM 2POL 1XRX MA30NU	EB3	11,3	999,9	999,9									453,000	003	C	PC
	28093935	DE32	CABLE ASM-2POL VV354	EB3	12,0	999,9	999,9									422,000	003	C	PC
	28663908	DE32	CABLE-ASM 4POL 2TX L663	EB3	12,1	12,1	12,1							2		3.485,000	002	B	PC
	28234983	DE32	CABLE ASM 2-POL 1XRX VV30NU	EB3	12,4	999,9	999,9							4		146.201,000	003	A	PC
	28516017	DE32	CABLE ASM 4POL 1TX ALM95 SLAVE	EB3	12,7	999,9	999,9							2		323,000	002	C	PC
	28610954	DE32	CABLE-ASM - 4-POL G3 2TX 140+150	EB3	13,0	999,9	999,9							3		43.638,000	002	A	PC

Figura 13 - Lista gerada pela transação MD07

Salienta-se que nem sempre os artigos com menos dias úteis de cobertura são aqueles que devem merecer a maior atenção por parte do Planeador de Materiais. Tomando por exemplo a Figura 13, se os dois primeiros artigos, que têm menos de três dias de cobertura, tiverem uma notificação de expedição (ShipNt) já aberta, e o terceiro artigo da lista não a tiver, então talvez este último deva receber a prioridade na lista de tarefas do Planeador, embora tenha quatro dias a mais de cobertura em relação aos dois primeiros. Assumindo que estes serão fornecidos em breve e verão aumentar os seus dias de cobertura, deixarão de ser um problema premente, ao passo que o terceiro não tem material em trânsito e poderá estar a necessitar de uma ação por parte do utilizador (tal como organização de transporte, confirmação de EDI por parte do fornecedor, etc...). Quanto mais depressa esta situação for detetada, mais facilmente se evitam as paragens de linha e a contratação de transportes especiais.

4.1.3 Clear-To-Build

Outra ferramenta muito útil na análise das necessidades produtivas é a plataforma *Clear-To-Build* (CTB), que mais não é do que uma plataforma que retira informação do SAP, atualizada semanalmente, onde é possível analisar o *stock* atual, o plano de produção, as quantidades em trânsito e, com base nisto, o *stock* projetado para cada semana. Aqui existe a vantagem de poder escolher vários filtros, tais como, material, fábrica do grupo AS&UX, tipo de componente, número de semanas de visibilidade (até um máximo de 15) e fornecedor.

Com base neste conjunto de filtros é possível gerar uma multiplicidade de combinações que permitem ao Planeador de Materiais ter uma melhor noção do estado atual dos seus fornecimentos. Isto é especialmente válido para aqueles fornecedores que fornecem globalmente várias fábricas do grupo Aptiv

e não apenas um local. Na prática, como se pode ver na Figura 14, e no Anexo 1, isto torna mais facilmente visíveis potenciais ruturas de *stock* e possibilita a antecipação de medidas de contenção.

Projection Weeks
4

Material Component

ANALYZE EXPORT TABLE

Component Groups None selected

MRP Controller None selected

Plant All selected (1...)

Suppliers List ALPS Input a supplier

Show only PC UOM Components

Show only Critical Components

Filters

In transit Not available

COMPONENT	PLANT	UOM	COMPONENT GROUP	ACTUAL STOCK	PRODUCTION PLAN				INTRANSIT				STOCK PROJECTION			
					2022-41 10/10/2022	2022-42 17/10/2022	2022-43 24/10/2022	2022-44 31/10/2022	2022-41 10/10/2022	2022-42 17/10/2022	2022-43 24/10/2022	2022-44 31/10/2022	2022-41 10/10/2022	2022-42 17/10/2022	2022-43 24/10/2022	2022-44 31/10/2022
TOTALS					100934	149557	167050	98562								
28009872		PC	EO25	220725	22356	46980	30618	35235	0	0	0	0	198369	151389	120771	85536
28051449		PC	EO25	77281	4720	28800	71392	0	0	0	0	0	72561	43761	-27631	-27631
28087799		PC	EO05	16189	1908	2004	2052	2369	0	0	0	0	14281	12277	10225	7856
28097809		PC	EO72	14680	4320	4320	4320	4320	4800	3200	0	800	15160	14040	9720	6200
28131340		PC	EO72	43752	3792	4428	2952	3492	0	0	0	0	39960	35532	32580	29088

Figura 14 - Plataforma Clear-To-Build

Uma das medidas de contenção que pode facilmente ser tomada é pedir ao fornecedor que retire um compromisso com uma fábrica, que dele não necessite no imediato, para o adicionar numa outra que dele precise. Isto seria o caso, por exemplo, da Figura 15, em que a terceira fábrica poderia ceder a sua Receção Programada para a semana 42 em favor da primeira fábrica, para que esta ficasse coberta. Esta operação deve ser feita de acordo com um controlador global do fornecedor, se existir, caso contrário, por acordo entre as fábricas e o fornecedor.

Outra das medidas é a mera transferência de *stocks* entre fábricas “irmãs” do Grupo Aptiv, isto é, uma fábrica com uma rutura de *stock* em vista pede a uma outra com cobertura suficiente para que lhe venda e envie o material necessário. Utilizando o mesmo exemplo da Figura 15, seria possível à terceira fábrica transferir material para qualquer uma das outras duas sem com isso afetar a sua cobertura.

Isto é especialmente útil porque permite às fábricas resolverem problemas facilmente e sem grandes entraves, uma vez que se trata de um procedimento comum, enraizado e bem oleado, bastando ao MRP da fábrica compradora contactar o seu homólogo na fábrica vendedora, ter o seu consentimento e enviar-lhe uma ordem de compra e as instruções de expedição.

Projection Weeks: 4 Material: 28266848 Component: 28266848 ANALYZE EXPORT TABLE

Component Groups: None selected

MRP Controller: None selected

Plant: All selected (1...)

Suppliers List: None selected Input a supplier

Show only PC UOM Components

Show only Critical Components

Filters

In transit Not available

COMPONENT	PLANT	UOM	COMPONENT GROUP	ACTUAL STOCK	PRODUCTION PLAN				INTRANSIT				STOCK PROJECTION			
					2022-41 10/10/2022	2022-42 17/10/2022	2022-43 24/10/2022	2022-44 31/10/2022	2022-41 10/10/2022	2022-42 17/10/2022	2022-43 24/10/2022	2022-44 31/10/2022	2022-41 10/10/2022	2022-42 17/10/2022	2022-43 24/10/2022	2022-44 31/10/2022
TOTALS					94463	101553	97274	64472								
28266848	0000-0000-000000000000	PC	EC41	2788	4032	5696	3024	2380	5000	0	0	0	3756	-1940	-4964	-7344
28266848	0000-000000	PC	EC41	5465	26280	23376	23206	17852	35000	30000	0	0	14185	20809	-2397	-20249
28266848	0000-000000000000	PC	EC41	139471	64151	72481	71044	44240	100000	2500	0	0	175320	105339	34295	-9945

Figura 15 - Análise do CTB

4.1.4 Common File

O *Common File* é, como o nome indica, um ficheiro em comum, guardado numa pasta partilhada, para todos os envolvidos no planeamento de produção da fábrica. É gerado todas as quintas-feiras, exportando informação constante no SAP, e calcula a cobertura de todos os materiais considerando já todos os materiais em trânsito. Na prática isto é efetuado num ficheiro Excel, disponível no Anexo 2, e consiste em agrupar as somas das requisições de todos os materiais para os próximos dez dias úteis, subtraí-las ao *stock* existente e somar-lhes o respetivo material em trânsito: se o resultado final (Delta) for positivo, o item tem cobertura durante os dez dias e pode sair da lista; caso contrário, existe uma potencial quebra nesse mesmo período.

Cabe ao Planeador de MRP verificar este ficheiro no final de cada semana, de forma a que consiga antever os problemas emergentes da semana seguinte, pois por vezes, no meio de centenas de artigos, alguns podem passar-lhe ao lado ao longo das suas análises habituais. Para o ajudar, pode filtrar a informação por material, fornecedor ou código de controlador, entres outros.

Mas a função primordial deste ficheiro é a de servir como ponte de comunicação entre os Planeadores de MRP e as equipas de operações, armazém e de planeamento da produção. Para isso existe um campo destinado a que se insiram comentários sobre o estado dos abastecimentos (em trânsito, em conversação, bloqueado por qualidade...) e outro para inserir os números de rastreio, caso existam. Assim, durante o processo de planeamento, de abastecimento, ou já durante a produção, quando houver alguma rutura de *stock*, ou possibilidade de que tal aconteça, qualquer membro de qualquer uma destas

equipas pode aceder ao ficheiro e verificar a informação atualizada e, assim, evitar ter de ir em busca da informação através de outros meios. Por tudo isto, torna-se imperativo que o Planeador garanta que este ficheiro se encontre em todos os momentos atualizado e com a informação mais simples e clara possível.

4.1.5 Buy Sheet File

Como é fácil de perceber, o sistema de MRP da empresa baseia-se fortemente nos Acordos de Fornecimento. No entanto, estes não existem para todos os artigos, e neste caso podem passar facilmente despercebidos pelo Planeador, ao não aparecerem diretamente ligados a nenhum fornecedor. É o caso do material da Figura 16, que tem baixa procura e já não tem acordo de fornecimento. Nestes casos o SAP **sugere** ao utilizador (PIOrd.) que emita uma ordem planeada de compra, mas nada envia através do EDI, ao contrário do que aconteceria se o material estivesse inserido num acordo de fornecimento válido.

A.	Date	MRP ...	MRP element data	Rescheduli...	E..	Receipt/Reqmt	Available Qty
	11.10.2022	Stock					228,000
	29.07.2022	PIOrd.	5647953240/SDeb*	26.10.2022	15	500,000	728,000
	25.10.2022	---->	End of Planning Tim...				
	26.10.2022	PIOrd.	8041020063/SDeb			1.000,000	1.728,000
	27.10.2022	DepReq	DED505040201			240,000-	1.488,000
	28.10.2022	PIOrd.	8025827316/SDeb			500,000	1.988,000
	28.10.2022	DepReq	DED505040201			240,000-	1.748,000
	31.10.2022	DepReq	DED505040201			240,000-	1.508,000
	02.11.2022	DepReq	DED505040201			240,000-	1.268,000

Figura 16 - Artigo sem acordo de fornecimento

Para ajudar a facilitar a deteção destes casos, a equipa de tratamento de dados envia mensalmente à equipa de Planeadores de Materiais um ficheiro compilando todos os artigos que contemplem estas sugestões de compra, denominado *Buy Sheet File*, ou Ficheiro de Ordens de Compra. Um exemplo deste ficheiro pode ser visto na Figura 17, sendo possível filtrar por código de controlador, ou por fornecedor, entre outros. O problema aqui é que muitas vezes esta informação se encontra desatualizada, pois muitos destes casos são de materiais pouco utilizados. Também por esse motivo, se tornam difíceis de encontrar

no mercado, e frequentemente o Planeador de MRP se vê obrigado a pedir a ajuda do Departamento de Compras para que possa procurar *stock* disponível no mercado e/ou Departamento de Engenharia para oferecer potenciais alternativas ao original.

Material	Part description	Start date	Demand	SA	SAP Action	FC Check date	FC Check	FC valid to	Census supplier
28246114	RESONATOR-SAW_304.365MHZ SM	28/07/2022	500.000	NO SA		04/10/2022	NO FC FOUND		
9397711	IC-BIP.U3742REC-ASK	07/11/2022	2000.000	NO SA		04/10/2022	NO FC FOUND		
DED9420039020	CAP- 39P :50V :2% 0805 COG	13/07/2022	42.000	NO SA		04/10/2022	NO FC FOUND		
DED9250004731	RES-SM,4K7 :1% 0805	15/08/2022	5000.000	NO SA	See MRP File	13/09/2022	FC224122	None	
28714570	RES-SM,0.01,1W,1%,0805	17/07/2023	10000.000	551071459		20/07/2022	FC223342	None	None
28257191	CAP-SM, 620PF, 1%, 50V, COG, 0603,	11/10/2022	10000.000	NO SA	See MRP File	04/10/2022	NO FC FOUND		
DED9425003390	CAP- 3N3 100V 10% 0805 X7R	25/08/2022	20000.000	NO SA	See MRP File	04/10/2022	NO FC FOUND		
28257192	CAP-SM,51PF,1%,50V,COG,0603	13/10/2022	10000.000	NO SA	See MRP File	04/10/2022	NO FC FOUND		
28394556	CABLE ASM - 4-POL G2 2TX - 2X200	13/07/2023	500.000	NO SA	See Procurement File	13/09/2022	FC222701	Procurement	Procurement
28394557	CABLE ASM - 2-POL G2 1RX - 120	29/06/2023	500.000	NO SA	See Procurement File	13/09/2022	FC222701	Procurement	Procurement
28027676	CIR BD-GM00RF	24/08/2022	8500.000	NO SA		04/10/2022	NO FC FOUND		
16087831	RES-SM,0805 3.3K,5%	30/09/2022	10000.000	NO SA	See MRP File	20/07/2022	FC220410	None	None

Figura 17 - Buy Sheet File

Assumindo que existem peças disponíveis, o Planeador deve, juntamente com o Departamento de Compras, requerer as informações necessárias por parte do fornecedor (quantidade mínima de fornecimento, dimensão dos lotes, tempo de entrega, preço...) e, proceder à emissão de uma Ordem de Compra. Cada controlador deverá preencher, no campo dos comentários, informação relativa ao estado atual da encomenda da peça, para que qualquer interveniente possa consultar o que foi feito até ao momento.

Nos casos em que a procura do artigo seja suficientemente grande e regular ao longo do tempo, poderá o Planeador sugerir que se abra um Acordo de Fornecimento para o dito artigo, de modo a que não seja necessário estar periodicamente a abrir uma Ordem de Compra, uma vez que este processo se pode tornar de veras moroso e lento.

Embora seja uma minoria, ainda assim o número de peças neste ficheiro costuma ser bastante elevado, o que faz com que o tempo despendido seja muito grande, principalmente em comparação com o esforço necessário para encomendar um artigo com Acordo de Fornecimento válido. O facto de o ficheiro apenas ser enviado mensalmente também não contribui para a rapidez do processo, uma vez que pode surgir procura para um artigo a meio do mês sem que seja dado qualquer alerta aos Planeadores, e sem que estes tenham outra maneira de aceder a esta informação.

Há outro fator que concorre para a complicação deste processo. Trata-se de as linhas de sugestões de compra "PIOrd" não desaparecerem do plano de produção do artigo após a emissão da ordem de compra. Ou seja, a empresa pode emitir uma ordem de compra, receber o *stock*, satisfazer a procura do cliente, e o sistema MRP continuará a sugerir que se emita uma ordem planeada firme. Isto dá origem a que muitos artigos que já não são necessários voltem a aparecer no *Buy Sheet File*, quando este for

gerado no mês seguinte, e portanto, serão novamente alvo da atenção do Planeador sem necessidade, gerando ineficiência.

4.1.6 Subcontratação

Nos casos em que a empresa necessita de subcontratar serviços, o Planeador pode e deve utilizar a transação ME20, que gera um relatório, tal como o da Figura 18, mostrando todos os materiais que se encontram localizados num armazém exterior ao da empresa, mas que não deixam de ser sua propriedade. Através deste mapa pode ver-se qual a quantidade em *stock* no subcontratado e qual a quantidade necessária para satisfazer as requisições de material previstas: se a diferença entre uma e outra for positiva o saldo é assinalado a verde; se for negativa, o *stock* atual não é suficiente e é apresentado a vermelho, tornando-se necessário enviar mais material para o fornecedor subcontratado.

Material	Plnt Short Text	Batch	Req/Receipt qty	SC Stock
				Available SC Stock
<input type="checkbox"/> 12204655	DE32 JUMPER-FIX, 70MM, GM			7.300,000 PC
<input type="checkbox"/> 28006655	DE32 CABLE-2POL-MB06US			5.134,000 PC
	Requirements via SC Orders		1.965,00 PC	3.169,000 PC
<input type="checkbox"/> 28006656	DE32 CABLE-2POL-MB06US			1.004,000 PC
	Requirements via SC Orders		732,00 PC	272,000 PC
<input type="checkbox"/> 28025345	DE32 SENSOR-US,RX MA40S4			75.347,000 PC
	Requirements via SC Orders		223.517,00 PC	148.170,000- PC
<input type="checkbox"/> 28025346	DE32 SENSOR-US, TX MA40S4			143.564,000 PC
	Requirements via SC Orders		391.257,00 PC	247.693,000- PC
<input type="checkbox"/> 28240075	DE32 ULTRASONIC TRANSMITTER T4008A2			921.265,000 PC
	Requirements via SC Orders		13.002.711,00 PC	12.081.446,000- PC
<input type="checkbox"/> 28240082	DE32 ULTRASONIC RECEIVER R4008A2			533.259,000 PC
	Requirements via SC Orders		7.039.436,00 PC	6.506.177,000- PC
<input type="checkbox"/> 28291686	DE32 ULTRASONIC SENSOR NIPPON 10 MM TX			348.290,000 PC
	Requirements via SC Orders		4.708.576,00 PC	4.360.286,000- PC
<input type="checkbox"/> 28291687	DE32 ULTRASONIC SENSOR NIPPON 10 MM RX			194.595,000 PC
	Requirements via SC Orders		2.987.949,00 PC	2.793.354,000- PC
<input type="checkbox"/> DED690500012	DE32 RCVR S/A- US/10MM/CLASS A			2.821,000 PC
<input type="checkbox"/> DED690500016	DE32 RCVR S/A- US RX 5.0MM, MA40S4R-6CA BUS			198,000 PC
<input type="checkbox"/> DED690500022	DE32 TRANSMITTER- US/10MM/CLASS A			300,000 PC

Figura 18 – Lista gerada pela ME20

No entanto, o utilizador deve aqui consultar os detalhes do item, tal como na Figura 19, para ver em que data irá precisar de peças, pois neste caso o sistema é “cego” nesse aspeto, e a procura do artigo pode estar ainda a uma longa distância no tempo. Os detalhes aqui mostrados mais não são do que os gerados pela transação MD04, no entanto, as linhas mencionam “SubReq” ao contrário de “DepReq” para distinguir uma requisição de subcontratação de uma requisição de produção interna. Note-se ainda que

em cada linha pode ver-se a referência do artigo que terá origem após o processo de subcontratação, a ver na Figura 22.

Material	28319645	HEADER-06 COND,M,RA,TH,2.54MM,2R,MQS B-L					
MRP area	DE32	Aptiv OSB DE32 AS&UX					
Plant	DE32	MRP type	P1	Material Type	HALB	Unit	PC
A..	Date	MRP ...	MRP element data	Rescheduli...	E..	Receipt/Reqmt	Available Qty
	14.10.2022	MatSub	0001068478				1.820,000
	29.09.2022	SubReq	28690147			39,000-	1.781,000
	29.09.2022	SubReq	28690147			240,000-	1.541,000
	29.09.2022	SubReq	28690147			960,000-	581,000
	20.10.2022	SubReq	28690147			840,000-	259,000-
	31.10.2022	SubReq	28690147			360,000-	619,000-
	03.11.2022	SubReq	28690147			600,000-	1.219,000-

Figura 19 - Detalhe do artigo em posse do fornecedor

Quando o Planeador decidir que é oportuno e justificável enviar peças, pode criar aqui mesmo um envio de forma simples, conforme a Figura 20 demonstra, pois o único campo obrigatório é a quantidade. Assim que o envio estiver criado, entrará na esfera normal da equipa de expedição que tratará de despachar o material.

The screenshot shows a 'Create Delivery' dialog box with the following fields and values:

- Vendor: 1035303
- Material: 28006656
- Plant: DE32
- Shipping Point: DE32
- Stor. Location: (empty)
- Batch: (empty)
- Quantity: 1000 (highlighted with a red box)
- Unit: PC

Figura 20 - Criação de envio para subcontratado

Note-se que nestes casos, a saída do *stock* não é uma de tipo tradicional, mas sim uma transferência de *stock* para o armazém subcontratado, isto é, passa de uma localização para outra, continuando a fazer parte do *stock* da empresa, como se pode comprovar pela Figura 21, que é o resultado da transação MMBE, onde se veem duas localizações de *stock* para o mesmo artigo, uma interna e outra externa.

Client/Company Code/Plant/Storage Location/Batch/Special Stock		RecValSit	Unrestricted use
Full		0,000	80.000,000
5291		0,000	80.000,000
0010 Raw, WIP, Final GE07H07		0,000	80.000,000
Stock Provided to Vendor		0,000	194.595,000

Figura 21 - Vista geral do stock do artigo

Assim que o serviço é feito pelo fornecedor e o respetivo artigo é recebido pelo armazém da Aptiv, é processada a sua entrada em sistema, e acontece ao mesmo tempo o consumo do item que consta no inventário em posse do subcontratado, conforme o exemplo ilustrado pela Figura 22, em que se pode ver o movimento de receção a positivo e o de consumo a negativo.

Line	Material	Mat. Short Text	Direction	Qty in UnE	E...	M...	St...	Storage Bin	SLoc
1	28690147	HEADER-06 COND REEL ASM	+	960,000	PC	101	0010	3B04A04	Raw, WIP, Final
1	28319645	HEADER-06 COND,M,RA,TH,2.54MM,2R,MQS B-L	-	960,000	PC	543			

Figura 22 - Receção de subcontratação

Com este mecanismo é possível saber-se a todo o momento quantas peças o fornecedor ainda consegue produzir com o *stock* atual em sua posse, e quando é que precisará de receber mais de modo a poder satisfazer as necessidades. Na prática isto nem sempre funciona assim, porque é comum haver desvios nas quantidades registadas no SAP comparando com as quantidades existentes no armazém do fornecedor, ou porque os envios e receções não são corretamente registados, ou porque há peças sucata e não declaradas pelo fornecedor. Para colmatar esta lacuna e prevenir que estes erros enganem o MRP e o Planeador, são efetuadas verificações trimestrais junto dos fornecedores e as respetivas correções para que as diferenças de *stock* não se acumulem ao longo do tempo.

Porém, realizar esta troca de informação com o fornecedor apenas trimestralmente pode não ser o suficiente, pois em três meses podem ser produzidas muitas peças, e conseqüentemente, acumularem-se erros de *stock* no inventário do armazém externo até que as correções sejam efetuadas. Contudo, detetou-se aqui que nem sempre as correções são efetuadas quando se verificam erros: é prática habitual apenas serem efetuadas correções quando as diferenças, positivas ou negativas, sejam superiores a 500€. Sabendo que na empresa há componentes extremamente pequenos e de valor unitário muito baixo (na ordem das décimas de cêntimo), facilmente podem ser ignoradas correções de *stock* de largos milhares de peças. Esta situação está longe de ser a ideal, visto que o envio de informação errada ao MRP pode traduzir-se numa falha de fornecimento, e é sabido que a falha de componentes de reduzido valor pode originar paragens de linha de produtos de alto valor económico, tal como qualquer outro componente.

Nos casos da subcontratação, as falhas de fornecimentos são agravadas pelo facto de a Aptiv ter de enviar novas peças ao subcontratado, aguardar que este execute o serviço, para por fim enviá-las de volta à Aptiv. Isto é assumindo que a Aptiv tem peças novas em sua posse, pois se não as tiver, ainda terá de as encomendar ao respetivo fornecedor e esperar pelo seu envio.

Todos estes passos adicionais contribuem para o aumento do *Lead Time* destes artigos, e até pela sua natureza fora do comum, as suas quebras são mais propensas a não serem detetadas atempadamente, pelo que é imperativo que a fiabilidade da informação destes seja garantida.

4.2 Intercâmbio Eletrónico de Dados

Como já foi anteriormente explicado, o Intercâmbio Eletrónico de Dados, ou em inglês *Electronic Data Interchange* (EDI), é a transmissão estruturada de dados entre organizações por meios eletrónicos e é usado para transferir documentos eletrónicos ou dados de negócio de um sistema computacional para outro sistema computacional. A Aptiv usa o seu EDI na versão EDIFACT, norma D97.A.

A Gestão da Cadeia de Abastecimento da Aptiv AS&UX obriga os seus fornecedores a cumprir com os requisitos de EDI para efeitos de *Lean* e para garantir processos de negócio eficientes. Se um fornecedor não conseguir usar o EDIFACT, em alternativa poderá usar o Aptiv *WebEDI* disponível no Portal do Fornecedor da Aptiv. Neste caso deverá aceder a este portal diariamente para verificar se há novos pedidos ou alterações aos mesmos. Se o fornecedor não conseguir cumprir com a utilização de nenhuma destas hipóteses, será removido da Lista de Fornecedores Aprovados da empresa e poderá vir a ser impedido de fornecer materiais. No entanto, existe uma terceira via, geralmente usada por fornecedores mais tradicionais, para os quais é difícil arranjar substituto por fornecerem peças antigas, que consiste em o SAP enviar um email diretamente ao fornecedor com os dados.

4.2.1 Tipos de Mensagens

Os tipos de mensagens ou dados trocados estão demonstrados na Tabela 6:

Tabela 6 - Troca de Mensagens

EDIFACT	WebEDI	Descrição
DELFOR	View Forecast	Plano com a previsão de entregas (Forecast)
DELJIT	View Ship Schedules/ KANBAN CALLS	Plano de expedição JIT
ORDERS	View Orders	Ordens de compra
ORDCHG	View Orders	Alterações a ordens de compra
GENERAL	View GENERAL Messages	Mensagens informativas gerais
DESADV	View Advance Ship Notices/ Create Advance Ship Notice	Notificações de expedição (enviadas pelo fornecedor)
RECADV	View Receiving Advice	Receções de material (enviadas ao fornecedor)

Aqui pode ver-se o tipo de dados enviados pelo EDI e o seu equivalente no Portal Aptiv *WebEDI*. Importa salientar sobretudo a diferença fundamental entre o DELFOR e o DELJIT:

O DELFOR contém todas as previsões de pedidos de material para um determinado Acordo de Fornecimento, por semana, até ao máximo de 104 semanas, e é enviado apenas como um **plano previsional**, para servir de orientação ao planeamento do fornecedor. Portanto, o DELFOR é considerado o plano de longo prazo; ao invés, o DELJIT é o plano de curto prazo.

O DELJIT é enviado se existir no DELFOR algum pedido para as próximas duas semanas, e especifica, por dias, quando é que o fornecedor deve expedir o material (o MRP efetua os cálculos já a considerar o tempo de trânsito, em dias úteis). Isto deve ser encarado pelo fornecedor como uma **autorização de fornecimento**, se não existir DELJIT, não deve existir fornecimento. De ressaltar que o MRP não

considera as quantidades em trânsito nos seus cálculos: enquanto a receção de material não for criada, o MRP assume que a quantidade está em atraso por parte do fornecedor e continuará a ser incluída no EDI.

Tanto no DELFOR como no DELJIT, de cada vez que é enviado um novo pacote de dados (que é numerado sequencialmente) este substitui o anterior: a informação que é considerada válida é sempre a mais recente. O sistema faz sair automaticamente o EDI todas as quintas-feiras ao fim da tarde.

4.2.2 Fluxo de Saída

Uma equipa dedicada da Aptiv trata da certificação dos fornecedores para efeito de EDI. Em consequência, com base nesta classificação, o fluxo de saída do EDI para o DELFOR e DELJIT, é representado pela Figura 23:

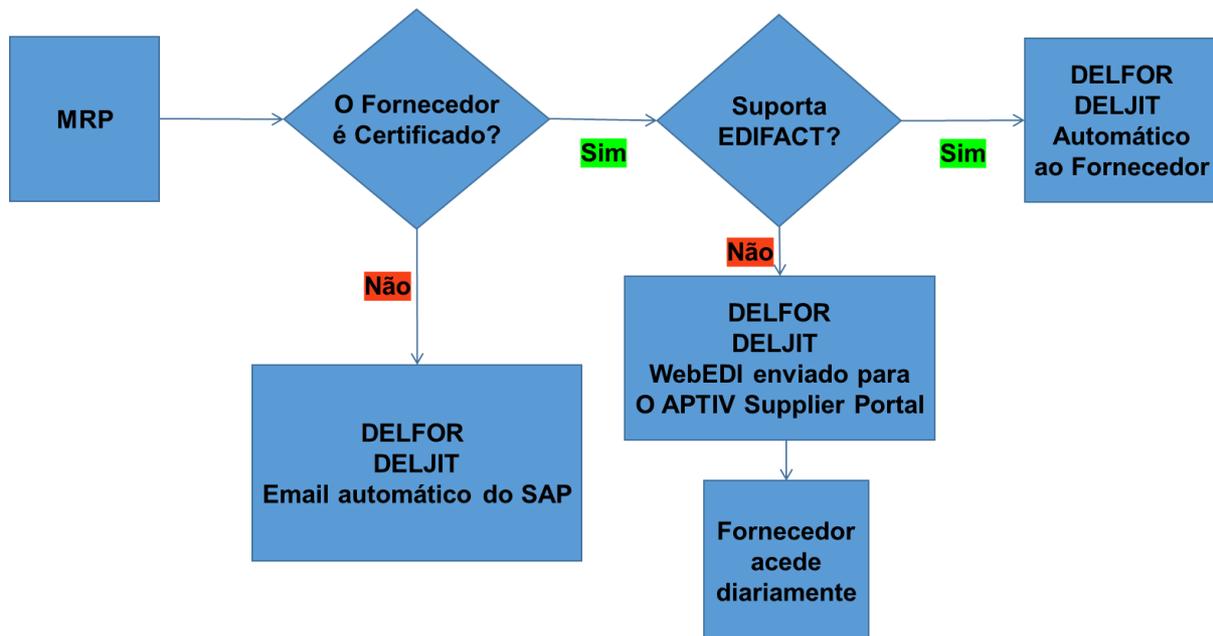


Figura 23 - Fluxo de saída do EDI

4.2.3 JIT e Forecast

É possível verificar através da Transação ME39 do SAP, qual a informação enviada pelo EDI, por artigo, ao fornecedor. Na figura 24 pode constatar-se que aqui é gerado todo o histórico dos envios de EDI, neste caso, semanal e à quinta-feira, pelo que se pode seleccionar o mais recente ou um dos anteriores. Existe ainda a possibilidade de estabelecer uma comparação entre dois JIT ou dois *Forecasts*: isto é de extrema utilidade quanto há aumentos ou diminuições nos pedidos e é preciso confirmar com o fornecedor se a informação está correta, e qual a sua evolução.

Overview: Releases Against Sched. Agreement 550930996, Material 283792

Sched. lines/release JIT scheds. FRC scheds. Messages per release

Vendor Material Creation/Transmission Purch. MRP Reconc. Data

Vendor: 1035303
 Vendor Mat.:
 Overdel.Tol: 5,0 Underdel.Tol: 5,0 Unlimited
 E-Mail Address:

JIT Schedules				FRC Schedules			
Rel. No.	Rel. Date	Time of...	Cum. i	Rel.No.	Rel. Date	Time of...	Cum. i
0		00:00:00		0		00:00:00	
134	29.09.2022	19:06:15		156	29.09.2022	19:26:33	
133	22.09.2022	19:06:00		155	22.09.2022	19:26:32	
132	08.09.2022	19:05:49		154	15.09.2022	19:26:49	
131	01.09.2022	19:05:43		153	08.09.2022	19:26:33	
130	25.08.2022	19:05:43		152	01.09.2022	19:26:51	
129	18.08.2022	19:05:25		151	25.08.2022	19:26:16	
128	11.08.2022	19:05:17		150	18.08.2022	19:25:30	
127	04.08.2022	19:05:18		149	11.08.2022	19:25:48	
126	21.07.2022	19:05:50		148	04.08.2022	19:25:27	

Figura 24 - Vista geral dos envios por EDI

A Figura 25 demonstra o detalhe individual do pedido JIT para o artigo. Na parte superior pode ver-se informação sobre quando o EDI foi transmitido e também pormenores relativos ao último recebimento deste material em sistema. Na parte inferior vêem-se os pedidos para as próximas duas semanas, por dias. Tal como referido anteriormente, os dias aqui constados são os dias em que o fornecedor deve expedir o material.

Schedule Lines for JIT Schd. (Material 28379205)						
Releases ▶ Messages per release						
Release No.	134		Created on	29.09.2022		
Cum. Recd Qty	140.201,000			19:00:04		
Date of Last Del.	14.09.2022		Transmission	29.09.2022		
Last D. Note No.	22006335			19:06:15		
Last GR	15.09.2022		End Prdn Go-Ahead	13.10.2022		
Last GR Qty	495,000		End Mtl Go-Ahead	27.10.2022		
Order Unit	PC		AgrCumQty	0,000		
Neither backlog nor immediate requirement exi... <input type="checkbox"/>			(Auto) UnloadPt			
			Release Horizon	14.10.2022		
D	Deliv.Date	Time	Scheduled Qty	Cum. Schd. Qty	S/line ty.	BOMex... Crea. Ind.
D	06.10.2022	00:00:00	40,000	140.241,000		B
D	11.10.2022	00:00:00	500,000	140.741,000		B
D	13.10.2022	00:00:00	1.500,000	142.241,000		B

Figura 25 - Planeamento JIT

De igual modo pode consultar-se a mesma informação para o *Forecast*, representada na Figura 26. Aqui, a diferença é que os pedidos são agrupados por semanas e o horizonte temporal máximo é de 104 semanas. Constata-se também que a informação do *Forecast* nas primeiras duas semanas do horizonte se sobrepõe à do JIT: na primeira semana são precisas 40 peças, referentes ao pedido JIT do dia 06/10. Na segunda semana são necessárias 2000 peças, referentes ao somatório de 500 + 1500 dos dias 11/10 e 13/10 do pedido JIT.

Schedule Lines for FRC Sched. (Material 28379205)

Releases Messages per release

Release No.	156	Created on	29.09.2022
Cum. Recd Qty	140.201,000		19:00:04
Date of Last Del.	14.09.2022	Transmission	29.09.2022
Last D. Note No.	22006335		19:26:33
Last GR	15.09.2022	End Prdn Go-Ahead	13.10.2022
Last GR Qty	495,000	End Mtl Go-Ahead	27.10.2022
Order Unit	PC	AgrCumQty	0,000
		(Auto) UnloadPt	
Neither backlog nor immediate requirement exi...	<input type="checkbox"/>	Release Horizon	13.10.2024

D	Deliv.Date	Time	Scheduled Qty	Cum. Schd. Qty	S/line ty.	BOMex...	Crea. Ind.
W	40.2022	00:00:00	40,000	140.241,000			B
W	41.2022	00:00:00	2.000,000	142.241,000			B
W	42.2022	00:00:00	0,000	142.241,000			B
W	44.2022	00:00:00	500,000	142.741,000			B
W	45.2022	00:00:00	500,000	143.241,000			B
W	46.2022	00:00:00	500,000	143.741,000			B
W	47.2022	00:00:00	1.000,000	144.741,000			B
W	48.2022	00:00:00	1.000,000	145.741,000			B
W	49.2022	00:00:00	1.000,000	146.741,000			B
W	51.2022	00:00:00	1.000,000	147.741,000			B
W	52.2022	00:00:00	2.000,000	149.741,000			B
W	01.2023	00:00:00	2.000,000	151.741,000			B
W	02.2023	00:00:00	1.500,000	153.241,000			B

Figura 26 - Planeamento Forecast

A transação ME38 funciona de modo muito similar, mas tem a função extra de permitir que se alterem as quantidades e/ou datas de expedição, tal como nos mostra a Figura 27.

Maintain Sch. Agmt Schedule : Delivery Schedule for Item 000									
Agreement	550930996		Quantity	535.241,000		PC			
Material	28379205		CABLE ASM 4POL 1XTX VW250GP						
Cum. Rec. Qty	141.195,000		Old Qty	140.201,000		C			
C	Delivery D...	Scheduled Quantity	Time	F	C	St.DelDate	Purchase ...	Item	Cum. Sch. Qty
D	06.10.2022	1.000,000		1	B	06.10.2022			141.195,000
D	11.10.2022	500,000		1	B	11.10.2022			141.195,000
D	13.10.2022	500,000		1	B	13.10.2022			141.241,000
D	13.10.2022	500,000		1	B	13.10.2022			141.741,000
D	13.10.2022	500,000		1	B	13.10.2022			142.241,000
D	08.11.2022	500,000			B	08.11.2022			142.741,000
D	10.11.2022	500,000			B	10.11.2022			143.241,000
D	22.11.2022	500,000			B	22.11.2022			143.741,000
D	24.11.2022	500,000			B	24.11.2022			144.241,000
D	29.11.2022	500,000			B	29.11.2022			144.741,000

Figura 27 - Alteração ao pedido

No entanto, não basta alterar os pedidos para que o fornecedor deles tenha conhecimento. Torna-se necessário aguardar pela próxima quinta-feira ao final da tarde para que os EDI saiam automaticamente. Idealmente, e em alternativa, existe a possibilidade de utilizar a transação ME9E, espelhada na Figura 28, para enviar o EDI relativo a um único Acordo de Fornecimento manualmente, o que se pode tornar numa tarefa morosa se existirem muitas alterações para fazer, pois é necessário gerar de forma manual um DELJIT e enviá-lo, e fazer o mesmo para o DELFOR separadamente, o que funciona como um entrave a este procedimento.

Apesar disso, esta transação torna-se, de facto, importante nomeadamente quando há ruturas de *stock*, alterações ao plano, quebras por defeitos, etc. e é necessário pedir ao fornecedor que envie material fora do seu plano habitual. Assim fica formalizado o pedido e o fornecedor pode dar seguimento à encomenda.

Message Output								
Purch.Doc.	Vendor	Name 1	PGr Doc.		Date			
Msg.	Lng	Partner	Role	Created on	Time	Time N	User name	Output Device
550802521	1040431	TECMAPLAST				701	09.03.2018	
<input checked="" type="checkbox"/>	LPJ2	EN	1040431	BA	11.10.2022 10:13:24	1	DJTL3F	
<input checked="" type="checkbox"/>	LPJ3	EN	1060197	3P	11.10.2022 10:13:24	1	DJTL3F	

Figura 28 - Envio manual de EDI

Outra funcionalidade que se mostra útil é trazida pela transação Y_DN3_47000245, que permite a criação de um mapa com todos os pedidos de todos os artigos, linha a linha, que foram enviados aos respectivos fornecedores. Esta transação permite alguma flexibilidade, conforme pode ver-se na Figura 29, tal como filtrar por Planeador de MRP, fornecedor, material, número de semanas do horizonte, entre outros.

Vendor Schedule Report			
Plant	<input checked="" type="checkbox"/>		
MRP Controller	<input type="checkbox"/>	to	<input type="checkbox"/>
Vendor	<input type="text"/>	to	<input type="text"/>
Scheduling Document	<input type="text"/>	to	<input type="text"/>
Material Number	<input type="text"/>	to	<input type="text"/>
Release Transmitted Date	<input type="text" value="29.09.2022"/>	to	<input type="text" value="08.10.2022"/>
Period to Analyze			
Number of Weeks	<input type="text" value="52"/>		
Release Type selection			
<input checked="" type="radio"/> DELFOR Schedules			
<input type="radio"/> DELJIT Schedules			
Display Options			
<input checked="" type="radio"/> ALV Grid Display			
<input type="radio"/> Normal list			

Figura 29 - Transação para gerar Relatório de EDI

Na Figura 30 pode ver-se o relatório gerado, sendo possível exportá-lo para outros formatos, tais como .xls, para melhor ser manipulado.

Delphi Automotive Systems									
User :		DJTL3F							
Run Date :		08.10.2022							
Run Time :		06:30:10							
Plant :		DE32							
Rel.Trans.Date:		09/29/2022 To 09/29/2022							
Vendor Schedule Report - DELFOR Schedules									
MR..	Vendor	Schedule A	Item...	Rel. No.	Rel. Date	Material N	Material Description	Delv.Date	Quantity
E98	1037073	550549035	20	332	29.09.2022	28139758	FOAM-AS-ROSA-36X37.5X0.5CM	11.09.2023	4.800,000
E98	1037073	550549035	30	290	29.09.2022	28487932	PARTITION-IMC100-103605	26.09.2022	278,000
E98	1037073	550549035	40	280	29.09.2022	28487933	PARTITION-IMC100-73464	26.09.2022	450,000
E98	1037073	550549035	50	263	29.09.2022	28437863	CTN-EXP-6769780-VOLVO	26.09.2022	545,000
E98	1037073	550549035	60	277	29.09.2022	28378953	CTN-ESD-MONTIERT-EXP-552X362X...	26.09.2022	1.033,000
E98	1037073	550549035	70	189	29.09.2022	28614353	PALLET-WOOD-V10-V12-1140X790X...	26.09.2022	390,000
EB2	1002750	550239136	40	586	29.09.2022	DED9020001...	DIO- BAV103 SOD-80 ST5	26.09.2022	10.000,000
EB2	1002750	550239136	150	738	29.09.2022	12202539	DIO-RECT,S3G,DO214	02.01.2023	1.700,000
EB2	1002750	550239136	150	738	29.09.2022	12202539	DIO-RECT,S3G,DO214	10.04.2023	1.700,000
EB2	1002750	550239136	150	738	29.09.2022	12202539	DIO-RECT,S3G,DO214	25.09.2023	0,000
EB2	1002750	550239136	180	660	29.09.2022	9402857	DIO-SHTKY,SMC		0,000

Figura 30 - Exemplo de Relatório de EDI

Aqui encontram-se exemplos de algumas linhas com pedidos de zero quantidade, o que pode aparentar ser um erro, mas na verdade trata-se de anular um pedido para essa data: o pedido pode ter sido cancelado, adiado ou antecipado para outra data, e para garantir que a data original fica em branco, o MRP envia um pedido a zero para a mesma, para que fique limpa.

Os mapas aqui gerados, juntamente com os comparativos da transação ME38 são muito úteis para verificar se o fornecedor está a cumprir com o plano de entregas. Geralmente, quando o fornecedor envia peças a menos, isso reflete-se na falta de peças e no défice de cobertura visível na transação MD04 e MD07, que tem como possíveis consequências as paragens de linha.

Mas pode também acontecer o inverso, isto é, que o fornecedor envie peças a mais do que o previsto. Estes casos passam mais despercebidos porque uma cobertura em dias úteis excessiva não atrairá a atenção do Planeador facilmente, e requer uma análise manual dos EDI comparativamente às receções de material. Devido à instabilidade da procura, os EDI dos artigos pode ser muito variável de semana para semana, o que faz com que analisar o cruzamento entre os vários envios de EDI e as receções de material para detetar eventuais envios excessivos se torne uma tarefa demorada e pouco eficaz, sobretudo quando se trata de centenas de artigos. A falta de um método simples e concreto para controlar estes envios em excesso não facilita a redução de inventário atualmente posta em prática, e a sua ineficiência permite que este seja, nalguns casos, aumentado.

4.2.4 Ordens de Compra

O tipo de mensagem ORDERS envia ao fornecedor as ordens de compra que não estejam abrangidas por um acordo de fornecimento (ou ordens planeadas firmes), com os detalhes de quantidades específicas e prazos de entrega específicos.

Caso haja alterações a estas ordens, será enviada pelo EDI a mensagem ORDCHG para que a ordem original seja substituída. Também é possível enviar lembretes ou cancelamentos.

4.2.5 Notificações de Expedição

Dentro deste tópico, uma das funcionalidades mais úteis é o envio de Notificações de Expedição, ou em inglês, *Advanced Shipping Notice (ASN)*. Pode ver-se na Tabela 6 que se trata do tipo de mensagem DESADV, e neste caso, é o fornecedor que envia a notificação de que expediu um envio (ou ainda vai expedir). A partir daqui, quando o MRP for recalculado, irá considerar que o material será recebido na data prevista, com base no *Goods Receipt Processing Time*.

É extremamente importante para a Aptiv que os fornecedores consigam emitir estas mensagens, pois a complexidade da organização e o ritmo de trabalho obrigam a que se saiba o máximo de informação possível sobre o material em trânsito. Caso os fornecedores tenham limitações a este nível é possível preencher um formulário em Excel, conforme a Figura 31, e enviar à equipa da Central de Dados da Aptiv, e esta tratará de inserir a ASN no sistema.

Advanced Ship Notice E-mail Form for CentralDataTeam - Lieferavis Formular					
Delphi Electronics & Safety					
Company Name:	<input type="text"/>	Delphi Destination Plant:	<input type="text"/>	(DE31,DE32,DE38,DE39,H004,U001,PL02)	
<small>Lieferanten Name:</small>		<small>Delphi Lieferwerk:</small>			
Vendor Number:	<input type="text"/>	SID#:	<input type="text"/>		
<small>Lieferanten Nummer:</small>		<small>Lieferschein Nummer:</small>			
Carrier PRO#:	<input type="text"/>				
<small>Tracking Nummer:</small>					
Master Bill of Lading:	<input type="text"/>				
<small>Frachtbrieftnummer:</small>					
SCAC Code:	<input type="text"/>				
<small>Spediteur Nummer:</small>					
Transportation Mode: (1)	<input type="text"/>				
<small>Transport Modus:</small>					
Excess Transportation?	No <input type="checkbox"/>	Yes <input type="checkbox"/>	if yes please complete the reason, responsibility and TA		
<small>Sondertransport Nein / Ja - falls Ja, bitte den Grund, die Verantwortlichkeit und die TA Freigabe Nummer angeben</small>					
Reason for Excess Transportation: (2)	<input type="text"/>				
<small>Grund für den Sondertransport:</small>					
Responsibility for Excess Transportation: (3)	<input type="text"/>				
<small>Verantwortlich für den Sondertransport:</small>					
Transportation Authorization Number (TA):	<input type="text"/>				
<small>Sondertransport Freigabe Nummer:</small>					
Dispatch Date:	<input type="text"/>	Dispatch Time:	<input type="text"/>		
<small>Versand Tag</small>		<small>Versand Zeit :</small>			
Equipment:	<input type="text"/>	Equipment #:	<input type="text"/>		
<small>Transportmittel:</small>		<small>Kennzeichen:</small>			
Gross Weight:	<input type="text"/>				
<small>Brutto Gewicht:</small>					
Net Weight:	<input type="text"/>	LBR	<input type="text"/>	KGM	<input type="text"/>
<small>Netto Gewicht: in Pound in Kilogramm</small>					(Put X into the box)
----- IMPORTANT - ALL FIELDS ABOVE THIS LINE MUST BE COMPLETED! -----					
<small>WICHTIG - alle Felder oberhalb dieser Linie müssen ausgefüllt werden</small>					
Delphi Material #	Manufacturing Duns #	Container Type	# of Containers	Qty per Container	
<small>Delphi Material Nummer #</small>	<small>DUNS Nummer des Herstellwerks #</small>	<small>Behälter Typ</small>	<small>Anzahl der Behälter</small>	<small>Menge pro Behälter</small>	
<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	
<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	
<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	
<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	

Figura 31 - Formulário para Notificação de Expedição

Outra vantagem destas notificações é facilitar o processo de recepção de materiais no armazém. Segundo Carvalho et al., (2017), de forma a evitar congestionamentos nos cais de descarga e na zona de recepção, as chegadas devem ser previamente marcadas com base no *Advanced Shipping Notice* (ASN). Caso o fornecedor coloque nas caixas as etiquetas especificadas pela Aptiv, apresentadas na Figura 32, com a identificação do envio por códigos de barras (*Shipment ID*), é possível ao armazém efetuar a recepção dos materiais diretamente no *Scanner PDA*.

(1) CONSIGNEE 		(2) UNLOAD POINT/STOR LOC/USAGE CODE HU04	
(3) SA/PO NO (K) 0551120874 		(4) SUPPLIER ADDRESS  SLOVAKIA, S NITRA	
(8) CUSTOMER PART (P) 28470944 		(5) NET WT (KG)	(6) GROSS WT (KG)
		(7) NO OF BOXES	
(9) QUANTITY (Q) 50 		(10) PART DESCRIPTION BRACKET-MRR, FOE-B479	
(12) SUPPLIER - ID (V) 662583090 		(11) SHIPMENT ID (2S) TEST 	
(15) PACKAGE - ID (S) 8720927 		(13) DATE D010822	(14) ENGINEERING CHANGE LEVEL
		(16) Lot Number (1T) 2345678 	

Figura 32 - Exemplo de etiqueta

De resto, é possível aos fornecedores gerarem estas etiquetas no Portal Aptiv *WebEDI*.

É também aconselhado aos fornecedores que enviem uma lista detalhada com as embalagens enviadas e quais os seus conteúdos, volumes e pesos, vulgo *Packing Slip*, em inglês, e que contenha também o *Shipment ID* (SID) em formato de código de barras, tal como na Figura 33.

Packing List

Shipped from:
600005

Invoiced To:

Vendor Code:
1072414

Ship to Funloc: **319839**

SHIPPING MARK:

Brand: **sexperia**

Order No. : **115055450**

Purchase Order No: **0550711647**

Order Line: **1**

Specification/Description: **74BC4094D/C5**

Customer Part Nbr: **28065638**

Item/12NC: **935690223118**

Box Nbr: **1**

Master Carton ID: **HK6349203 00010001**

Dimensions (mm): **350 x 350 x 40**

Inner Boxes COO: **1 CN**

Quantity: **2500**

Order Line Quantity: **2500**

Pack Slip No: **HK6349203**

Dest Conf Date: **12-SEP-22**

SHIP TO:
319839

SHIP VIA:
319839

EUROPEAN COMPLIANT HALOGEN FREE

Figura 33 - Exemplo de um Packing List/Slip

4.2.6 Fluxo de Entrada

É do interesse da Aptiv que os fornecedores cumpram com estes requisitos, pois isso faz com que o processo de recepção de materiais seja mais rápido e eficaz, e também para os Planeadores de MRP (e outros utilizadores do SAP) se torna muito mais fácil o acesso à informação, evitando ter de contactar o fornecedor por email ou telefone para saber se os envios de materiais estão, ou não, em andamento. O fluxo de entrada do EDI para as Notificações de Expedição está representado na Figura 34:

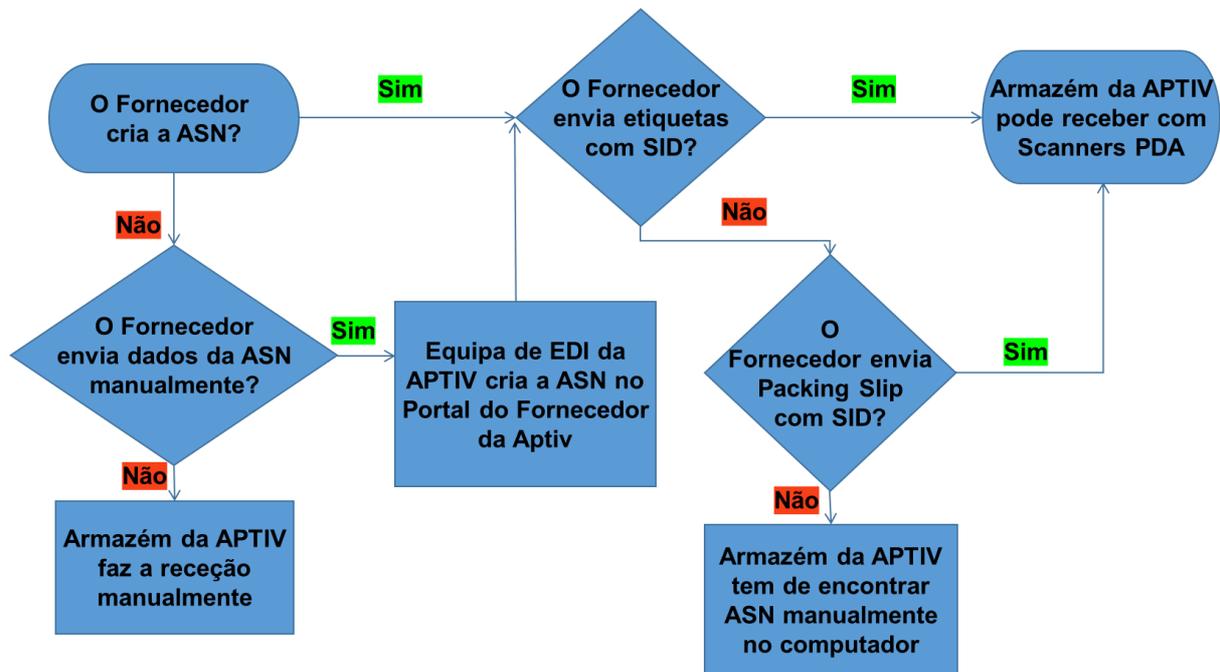


Figura 34 - Fluxo de entrada de EDI

Mas é também do interesse do fornecedor agilizar este processo, não só porque oferece um melhor serviço ao seu cliente, mas também porque quanto mais rápido o processo for, mais cedo se iniciará e validará o processo de pagamento, de acordo com as condições estabelecidas no Acordo de Fornecimento. O fornecedor é notificado através da Mensagem do tipo RECADV de que o armazém da Aptiv registou a receção do material e que o processo de pagamento foi iniciado.

Quando, pelo contrário, o SID na ASN não coincide com o SID no *Packing Slip*/Guia de Remessa/Fatura (ou não existe sequer qualquer Guia de Remessa) o processo de receção pode atrasar-se, o que dá origem a vários problemas, tais como o armazém deixar os materiais bloqueados na área de receção, enquanto aguarda por novos documentos ou instruções, e também ao não dar início ao processo de pagamento da fatura, o que em último caso pode levar o fornecedor a bloquear entregas por falta de pagamento.

Outro problema é o armazém registar a receção de material manualmente, tendo assim de despender mais tempo para tratar do procedimento, e correndo ainda o risco extra de digitar um número de SID diferente da ASN ao efetuar a receção. Isto leva a que a ASN se mantenha em aberto indefinidamente (até que o utilizador a apague manualmente), o que induz o Planeador a pensar que tem material em trânsito quando na verdade ele já chegou e já está em sistema. Em último caso, esta situação pode causar paragens de linha ou transportes especiais por não se detetar atempadamente que o material em trânsito já não existe, pois o MRP continuará a considerá-lo nos seus cálculos.

5. ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

Tendo sido feita a análise ao sistema atual de MRP da empresa e identificadas algumas das suas lacunas, o objetivo deste capítulo é elencar algumas propostas de melhoria que foram apresentadas, verificar qual o seu estado de implementação e finalmente o seu impacto nos resultados.

5.1 Propostas de Melhoria

Este subcapítulo destina-se a listar as propostas de melhoria sugeridas pelo autor deste trabalho à Direção de Controlo de Produção e Logística da Aptiv. Na Tabela 7 pode ver-se um resumo das propostas apresentadas à Direção de Controlo de Produção e Logística, e o estado atual de cada uma delas.

Tabela 7 - Resumo das propostas apresentadas

N.º	Proposta	Rejeitada	Em Avaliação	Implementada	Comentário
1	Formação sobre ASNs				Proposta aceite; formação aos fornecedores em estudo
2	ME9E				Proposta rejeitada por ter pouco impacto
3	ASNs no MD07				Proposta aceite; em estudo pelo IT
4	Buy Sheet File				Ficheiro enviado quinzenalmente; Nova transação em estudo
5	PIOrd. por eliminar				Proposta aceite; em estudo pelo IT
6	Correções de Subcontratação				Correções são agora efetuadas mensalmente
7	Perfis de Cobertura				Coberturas a ser alteradas gradualmente
8	Envios em Excesso				Proposta aceite; em fase de testes
9	Stock/Faturação				Faturação deverá ser incorporada no próximo ano

1. **Problema:** Quando o SID na ASN não coincide com o SID enviado fisicamente o processo de receção pode atrasar-se, por exemplo, ao não dar início ao processo de pagamento da fatura. Outro problema é o armazém registar a receção de material manualmente, o que leva a ASN a manter-se em aberto, o que induz o Planeador e o próprio MRP a pensar que tem material em trânsito quando na verdade ele já chegou e já está em sistema.

Proposta: Dar formação na área aos operadores do armazém e atribuir a responsabilidade de registar as receções em sistema apenas aos mais qualificados/chefes de turno; dar formação também aos fornecedores, nomeadamente quanto ao *WebEDI*, e explicando-lhes a importância da criação das ASN e dos SID.

Esta proposta encontra-se já em andamento, tendo sido ministrada formação, em Julho, aos operadores de armazém, organizada em conjunto pela equipa de Planeadores com o responsável da área de receção, com o fim de alertar para as consequências de introduzir as receções em sistema erradamente, com destaque para as introduções manuais, que merecem

atenção redobrada. A fase seguinte desta ação será virada para os fornecedores, estando em elaboração uma formação por parte da equipa de EDI via online. Aqui a ideia é apresentar aos fornecedores como se processam os envios de EDI, o que significam as mensagens enviadas, e quais as alternativas a este, com destaque para a apresentação das funcionalidades da plataforma *WebEDI*, deixando espaço aos fornecedores para esclarecer as suas dúvidas e registar as suas dificuldades de interação com a plataforma. Prevê-se realizar esta sessão semestralmente, sendo esta periodicidade mais tarde revista.

2. **Problema:** A transação ME9E, que permite ao utilizador enviar manualmente as encomendas através de EDI, só permite enviar um Acordo de Fornecimento de cada vez, isto é, só é possível enviar um DELJIT ou um DELFOR referente a um único Acordo de Fornecimento por cada vez que se corre esta transação, o que leva a que, se forem feitas várias alterações às encomendas, é necessário correr manualmente a transação várias vezes.

Proposta: Alterar o SAP de modo a agrupar todos os DELJIT e DELFOR de qualquer Acordo de Fornecimento e enviar de uma vez todos os que estiverem pendentes.

Esta proposta foi rejeitada, pelo menos para já, por se considerar que o impacto da medida não justifica o trabalho que teria de ser investido por parte da equipa de TI, podendo vir a ser revista mais tarde.

3. **Problema:** Na listagem criada pela transação MD07 (conferir a Figura 13) o utilizador vê-se obrigado a consultar os diversos artigos que têm pouca margem de cobertura, um por um, quando na verdade alguns destes já estão em trânsito e têm ASN aberta (ShipNt).

Proposta: Sugere-se a criação de uma coluna com indicação de ASNs abertas. Com esta indicação, o Planeador poderia focar-se mais rapidamente nos itens com pouca cobertura e sem cargas em trânsito.

Esta proposta está em fase de desenvolvimento pela equipa de TI, tendo surgido posteriormente a ideia da inclusão de um filtro para retirar da listagem os artigos com ASN em curso, em substituição da coluna mencionada, ou então avançar para as duas alternativas.

4. **Problema:** O *Buy Sheet File* só é atualizado uma vez por mês, conforme foi explicado no subcapítulo 4.1.5 *Buy Sheet File*, o que pode não ser o suficiente caso surjam requisições de

material a meio do mês que não tenham acordo de fornecimento. Embora estes itens sejam uma minoria, não deixa de ser um processo que se pode, e deve melhorar.

Proposta: Pedir à equipa de tratamento de dados que envie o ficheiro quinzenalmente. Em alternativa, pedir à equipa do SAP que facilite uma transação onde cada Planeador possa aceder a uma lista de materiais com sugestões de compra autonomamente a qualquer momento.

Esta proposta foi aceite, tendo a periodicidade deste ficheiro passado a ser quinzenal a partir de Agosto. Isto obriga os Planeadores a verificar com maior regularidade esta lista, o que permite detetar mais antecipadamente potenciais ruturas de *stock* e evitar paragens de linha e custos com transportes especiais associados. Mas o ideal seria implementar a segunda parte da proposta, isto é, desenvolver uma transação no SAP para que cada Planeador pudesse consultar e extrair esta lista a qualquer momento, sem depender de terceiros. Esta proposta está a ser estudada pela equipa de TI mas não se preveem grandes avanços antes de 2023.

5. **Problema:** No seguimento do ponto anterior, as sugestões de compra “PIOrd.”, associadas a materiais sem acordo de fornecimento, quando surgem nunca mais desaparecem; isto significa que mesmo depois da compra ser efetuada, e a necessidade satisfeita, a linha “PIOrd.” continuará a existir e, portanto, continuará a surgir nos próximos *Buy Sheet Files* desnecessariamente.

Proposta: Criar uma rotina no SAP que elimine automaticamente estas linhas após a criação de uma Ordem de Compra, ou após a receção do *stock*, quando o artigo já tiver cobertura suficiente.

Tal como a proposta número 3, também esta proposta foi aceite e encontra-se a ser desenvolvida pela equipa de TI. Ainda assim, depois de debatido este problema foi encontrada uma solução temporária que consiste em eliminar o horizonte fixo de planeamento do artigo, correr o MRP para o mesmo manualmente, e, caso não haja mais necessidades de compra, a sugestão “PIOrd.” não voltará a aparecer. No final deve-se voltar a introduzir o horizonte fixo de planeamento tal como estava. Este procedimento resolve o problema, no entanto, está longe de ser o ideal pois requer a execução de transações manuais que consomem algum tempo, pelo que a implementação do automatismo é muito recomendável.

6. **Problema:** As correções da Subcontratação só são efetuadas trimestralmente e tendem a ignorar diferenças cujo valor financeiro seja pequeno, isto é, inferior a 500€, o que pode causar

erros de *stock* significativos para o Planeador. Se existir um desvio de alguns milhares de peças cujo custo unitário seja de décimas de cêntimo, o impacto financeiro é muito pequeno e poderá ser ignorado.

Proposta: Pedir listagens aos fornecedores mensalmente e proceder às devidas correções, qualquer que seja a quantidade ou valor dos itens. O *stock* errado do item pode causar uma análise errada do Planeador; por mais pequeno e barato que seja o componente, este tem sempre a capacidade de gerar paragens de linha em produtos de alto valor económico.

Esta proposta foi aceite, tendo já sido implementada desde Agosto e cumprindo o princípio de corrigir os *stocks* independentemente do seu valor, o que tem contribuído para uma maior fiabilidade dos registos e, conseqüentemente para menos ruturas de *stock* nos artigos subcontratados.

7. **Problema:** A crise logística causada pela pandemia de COVID-19 fez com que a Aptiv, tal como muitas outras empresas, aumentassem os seus perfis de cobertura e os tempos de trânsito dos artigos (o parâmetro *Goods Receipt Processing Time* que pode ver-se na Figura 6) de modo a poder acautelar os seus riscos de operação. A política da empresa foi a de aceitar este novo paradigma e suportar os custos extraordinários de inventário e de transporte. O panorama logístico global foi melhorando, e embora tenha surgido ainda a Guerra na Ucrânia (que dificultou, por exemplo, o transporte de comboio da Ásia para a Europa), é melhor hoje do que há alguns meses. No entanto, as coberturas e os tempos de trânsito mantiveram-se inalterados até hoje.

Proposta: Alterar os perfis de cobertura e os tempos de trânsito dos artigos, de modo a que se aproximem mais da realidade. Isto também terá impacto na prossecução dos objetivos de inventário, pois em muitos casos a gestão de topo pede que se reduza o peso do *stock* em itens cujo perfil é muito alto, sendo portanto impraticável cumprir com a cobertura estipulada e ao mesmo tempo reduzir o seu *stock*.

Esta proposta foi aceite e está a ser implementada desde Maio. Foi pedido pela Direção que a alteração dos perfis de cobertura seja gradual para não haver um aumento repentino dos riscos corridos pela empresa, pelo que a avaliação feita pelo Planeador deve ser cautelosa e ir reduzindo as coberturas patamar a patamar (ver a Figura 7), aproximando-se do modelo *Just in Time* que a empresa pretende praticar, mas que tem sido, de certo modo, descartado. Esta proposta tem um grande impacto em todos os objetivos, pois é necessário manter um certo

equilíbrio entre reduzir *stock* e manter as linhas a funcionar, sabendo que a pressão para reduzir inventário é muito alta, especialmente no final do ano, e também porque os custos extraordinários suportados durante os anos de maior crise pandémica continuam a ter repercussões hoje, e a empresa necessita de aliviar esse esforço que foi feito e obter agora algum retorno.

Do mesmo modo os tempos de trânsito, sobretudo dos transpores marítimos oriundos da Ásia, deverão ser reduzidos, pois estavam sobrestimados, para evitar atrasos de fornecimento. Também isto implicava que o MRP forçasse encomendas maiores para compensar o tempo de trânsito inflacionado. Estes tempos serão reduzidos gradualmente e ajustados de acordo com as avaliações aos transportadores.

8. **Problema:** Relacionados com o ponto anterior de redução de inventário estão também os envios em excesso por parte dos fornecedores, em comparação com os EDI enviados. É imperativo, portanto, que a Aptiv consiga controlar até que ponto o fornecedor não está a cumprir para com os seus pedidos. Esta análise nem sempre é simples de se realizar uma vez que as encomendas se alteram muitas vezes, até diariamente, no caso de alguns itens, e não existe uma transação ou mapa definido para efetuar facilmente esta avaliação.

Proposta: Introduzir no SAP um bloqueio, ou pelo menos um alerta, para que durante o processo de receção o armazém saiba quando há envios em excesso, e o que pode ou não receber.

Esta proposta foi aceite e já se encontra concluída desde Setembro, mas dada a sua complexidade necessita ainda de alguns testes adicionais de verificação por parte da equipa de TI. A ideia aqui é, em caso de envio do fornecedor não autorizado pelo DELJIT, gerar um aviso para que o armazém não receba o material, para que, em último caso, a mercadoria possa ser rejeitada e devolvida ao fornecedor. Pretende-se que este processo seja gradual até se perceber qual o impacto real destes envios no peso de inventário, pois a devolução de cargas pode causar excessivos conflitos com os fornecedores, portanto numa fase inicial o ideal seria não bloquear as receções, mas gerar um registo dos alertas para posterior análise por parte do Planeador de Materiais.

9. **Problema:** Relativamente ao valor de inventário, é sabido que o objetivo definido foi de reduzir 22% até ao final do ano e que até agora o desempenho tem sido positivo. Porém, o valor de

inventário só por si poderá não ser totalmente fiável para esta análise pois não tem em conta a real atividade da empresa.

Proposta: Comparar o valor de inventário com o volume de faturação da empresa. Isto poderá dar uma noção mais exata da evolução do *stock*, pois o inventário pode até aumentar se em contrapartida o volume de negócios da empresa disparar e mesmo assim o seu peso relativo irá diminuir, e vice-versa. Esta seria uma análise mais próxima da realidade pois a atual nada nos diz sobre a real necessidade de ter ou não o atual nível de *stock*.

Esta proposta foi aceite mas só deverá ser implementada no próximo ano, estando a ser tratada a ligação com os dados financeiros necessários, por parte do departamento financeiro. Assim a equipa poderá ter uma noção da incorporação de matéria-prima dos produtos e estabelecer objetivos mais realistas em função do volume de negócios.

5.2 Resultados

Este subcapítulo pretende mostrar através de que indicadores se monitorizaram os objetivos propostos na introdução desta dissertação.

5.2.1 Redução de Inventário

Um dos objetivos lançados como premissa para este trabalho havia sido a redução do valor de inventário na fábrica DE32 - Engelskirchen-Osberghausen em 10%. À medida que o tempo passou e o trabalho foi sendo desenvolvido, mais concretamente em maio, foi lançado à equipa o desafio de reduzir este valor em 22% até ao final do ano.

De modo a que a equipa consiga saber qual o valor do inventário em todos os momentos, é possível usar a transação MCBE, que gera um mapa, apresentado na Figura 35, com todos materiais valorizados. Isto permite identificar quais os materiais com mais peso no Inventário da empresa e atuar nos que têm maior impacto e margem para redução.

Material	Valuated stock	ValStockValue	Val.stk rec qty	Val.stk iss qty	ValStockRecValue	Total usage
Total	489764.233,081 ***	EUR	149439.995,405 ***	228733.797,281 ***	EUR	154562.483,455 ***
46759	86.422,515 G	0,00 EUR	1.259.992,098 G	1.173.578,019 G	0,00 EUR	974.081,970 G
46760	0,000 G	0,00 EUR	0,000 G	0,000 G	0,00 EUR	0,000 G
46779	0,000 ML	0,00 EUR	0,000 ML	0,000 ML	0,00 EUR	0,000 ML
88861	0,000 CM	0,00 EUR	0,000 CM	0,000 CM	0,00 EUR	0,000 CM
88874	0,000 CM	0,00 EUR	0,000 CM	0,000 CM	0,00 EUR	0,000 CM
9352534	0,000 PC	0,00 EUR	0,000 PC	0,000 PC	0,00 EUR	0,000 PC
9353794	0,000 PC	0,00 EUR	0,000 PC	0,000 PC	0,00 EUR	0,000 PC
9355525	13.259,000 PC	67,63 EUR	0,000 PC	144,000 PC	0,01 EUR	144,000 PC
9355527	0,000 PC	0,00 EUR	0,000 PC	0,000 PC	0,00 EUR	0,000 PC
9355528	10.375,000 PC	43,16 EUR	0,000 PC	936,000 PC	4,07 EUR	936,000 PC
9355533	15.539,000 PC	64,65 EUR	0,000 PC	4.076,000 PC	7,08 EUR	4.056,000 PC
9355536	16.047,000 PC	81,84 EUR	0,000 PC	1.560,000 PC	0,01 EUR	1.560,000 PC
9355537	6.985,000 PC	29,05 EUR	0,000 PC	3.082,000 PC	3,62 EUR	2.496,000 PC
9355538	27.775,000 PC	115,54 EUR	10.000,000 PC	10.144,000 PC	51,64 EUR	144,000 PC
9355539	9.794,000 PC	30,07 EUR	0,000 PC	0,000 PC	0,00 EUR	0,000 PC

Figura 35 - Valor de inventário

Para ajudar nesta monitorização, foi criado um ficheiro partilhado, com base na Lei de Pareto para que cada Planeador se focasse principalmente nos seus materiais com maior peso. Os seus campos base estão demonstrados na Figura 36, e consistem fundamentalmente no número de peças no início e no fim de cada mês. Os valores introduzidos para cada final do mês são as previsões geradas pelo MRP, conforme já foi visto na Figura 9, uma vez que aqui estão contempladas as previsões de receções programadas e de requisições de material. À medida que o tempo vai passando, as previsões vão, naturalmente, sendo substituídas pelos níveis de *stock* reais. Nas últimas colunas estão colocadas fórmulas que convertem as quantidades em euros ao mesmo tempo que refletem qual o valor da redução de *stock* que é atingida mês após mês.

Article	Supplier	Start of Sep	actual week sto	End of Sep	Start of Oct	End of Oct	End of Nô	Pri	Reduction til Se	Reduction til o	Reduction til No
28270365	STMICROELECTRONICS SA	982,724	1,203,230	1,499,529	1,318,762	1,365,869	1,029,499	1.48	-496,659.15 €	-69,623.44 €	497,149.84 €
28443539	NXP SEMICONDUCTORS NETHERLANDS B.V.	193,392	187,239	162,723	177,717	106,063	52,843	7.91	242,442.61 €	566,434.60 €	420,711.33 €
28618990	STMICROELECTRONICS SA	627,077	609,542	659,663	596,842	792,263	913,423	0.75	-24,548.07 €	-147,216.86 €	-91,273.68 €
28293507	RENESAS ELECTRONICS EUROPE GMBH	561,861	554,203	699,071	637,918	555,497	306,737	0.65	-89,174.19 €	53,566.26 €	161,671.69 €
28603160	NXP SEMICONDUCTORS NETHERLANDS B.V.	487,947	769,016	614,934	756,315	452,134	348,734	0.81	-103,069.33 €	246,889.30 €	83,924.88 €
28619571	NXP SEMICONDUCTORS NETHERLANDS B.V.	114,303	123,767	109,716	119,181	99,516	87,916	2.54	11,629.36 €	49,856.43 €	29,409.34 €
28601458	NXP SEMICONDUCTORS NETHERLANDS B.V.	98,668	65,322	69,560	59,353	58,800	61,299	5.77	167,978.96 €	3,191.30 €	-14,421.44 €
28286551	RENESAS ELECTRONICS EUROPE GMBH	208,636	175,621	160,630	172,637	123,155	83,775	1.02	48,766.68 €	50,266.07 €	40,004.00 €
28427663	MICROCHIP TECHNOLOGY OPERATIONS (PH	180,794	211,793	226,035	206,813	175,333	135,953	1.13	-51,035.49 €	35,511.97 €	44,423.81 €
28503564	NXP MANUFACTURING (THAILAND) LIMITE	184,665	183,001	157,998	188,473	102,838	99,118	1.17	31,158.07 €	100,057.06 €	4,346.50 €
28246387	NXP MANUFACTURING (THAILAND) LIMITE	204,393	200,543	179,519	197,452	158,079	131,839	0.70	17,377.84 €	27,507.35 €	18,332.18 €
28374708	RENESAS ELECTRONICS EUROPE GMBH	193,218	175,279	161,588	166,491	195,735	149,847	0.79	24,860.40 €	-22,985.06 €	36,066.84 €
28455867	MICROCHIP LIMITED	466,636	514,478	423,133	504,951	439,469	386,317	0.33	14,140.24 €	21,284.30 €	17,276.55 €
28556018	INFINEON TECHNOLOGIES AG	333,433	319,847	298,693	306,092	267,889	232,849	0.38	13,321.11 €	14,649.00 €	13,436.14 €
28291686	NIPPON CERAMIC CO., LTD.	424,597	616,910	608,945	591,732	426,772	144,188	0.35	-64,396.89 €	57,624.22 €	98,712.92 €
28240082	NIPPON CERAMIC CO., LTD.	566,074	803,927	764,227	744,746	497,244	269,744	0.35	-69,816.00 €	87,203.32 €	80,155.94 €

Figura 36 - Ficheiro para ações de inventário

No final do ficheiro, há uma coluna com lugar para comentários e ações a tomar para cada material em específico. Aqui há vários caminhos a seguir, sendo estes os mais comuns:

- **Partilhar peças com outras fábricas do Grupo Aptiv** – este é o caminho mais simples, pois é facilmente visível para o Planeador através da transação MMBE (Figura 21) ou da plataforma *Clear-To-Build* (Figura 15) quais as fábricas Aptiv que também consomem o artigo, e

quais delas poderão não ter uma boa cobertura para o mesmo. Desta forma todos ganham: a fábrica DE32 reduz o *stock*, a fábrica que compra o *stock* aumenta a sua cobertura, e do ponto de vista do Grupo Aptiv em termos globais, evita comprar material que na verdade já estava em posse do Grupo;

- **Alterar a cobertura** – tal como descrito detalhadamente na proposta de melhoria número 7, é comum os perfis de cobertura estarem desadequados da realidade, e isto leva a que os níveis de *stock* sejam diferentes do pretendido. Isto verifica-se em grande parte porque durante os anos da pandemia COVID-19, com o grande bloqueio logístico que se verificou, a empresa se viu forçada a aumentar em muito os tempos de trânsito e, em paralelo, os perfis de cobertura dos itens. Embora não se possa considerar que a situação atual tenha voltado aos níveis de eficiência que existiam pré-pandemia, existiram melhorias, pelo que os níveis de cobertura podem ser reduzidos, ainda que gradual e prudentemente, e isso leva, inevitavelmente, a que os níveis de *stock* existente baixem;
- **Eliminar pedidos fixos** – tal como explicado anteriormente, as encomendas a fornecedor que estão dentro do horizonte fixo de planeamento não são recalculadas pelo MRP, e portanto, se houver uma quebra repentina na procura, estes pedidos não serão automaticamente eliminados, sendo para isso necessária uma ação manual por parte do utilizador, o que causará um excesso de *stock*. Isto requer um grande trabalho de análise, com a ajuda dos códigos de exceção, e entendimento com o fornecedor, pois, normalmente, para estes não é vantajoso ver as suas encomendas serem anuladas.
- **Controlar envios em excesso** – Outra maneira de mitigar o valor excessivo do inventário é controlar os envios excessivos por parte do fornecedor, isto é, quando o fornecedor envia peças sem ter recebido o pedido JIT para esse dia/semana. Estes casos podem acontecer porque o fornecedor ignorou o EDI ou porque o seu sistema não é suficientemente eficaz para tratar a informação recebida, ou por não planear adequadamente os seus envios. De qualquer das maneiras, também esta situação causa excesso de *stock* e deve ser alvo de atenção por parte do Planeador, por exemplo, através da análise dos EDI enviados (Figuras 25 e 26) e verificando se já estão registadas receções de material efetuadas para entregas que só deveriam acontecer em datas futuras, o que nem sempre se afigura fácil, tal como explicado na proposta de melhoria número 8.
- **Vender a distribuidores** – Normalmente o último recurso neste processo é vender a distribuidores, que são empresas dedicadas apenas à compra e venda destes materiais, não

contemplando qualquer parte industrial na sua atividade de negócio. A Aptiv por vezes, em situações de último recurso, vê-se obrigada a adquirir materiais nestes distribuidores a fim de impedir paragens de linha, mas sendo que os preços por eles praticados são de tal modo proibitivos, não é aconselhável fomentar a sua atividade vendendo-lhes materiais. Porém, há situações em que não havendo qualquer outra alternativa (materiais obsoletos, por exemplo), esta é uma possibilidade a ter em conta de forma a poder escoar o *stock*. Esta análise será feita caso a caso de modo a que a empresa não se desfaça de ativos que vai necessitar mais tarde, com a possibilidade de ter de os recomprar a preços muitíssimo superiores.

A evolução ao longo dos meses pode ver-se na Figura 37, e considerando que, uma vez que o desafio foi proposto em Maio, o nível zero é o mês de Abril, visto que o valor de referência tomado nessa altura foi o valor de inventário do último mês. Neste gráfico, portanto, o valor indicado para cada mês reflete a diferença relativamente ao mês de Abril:

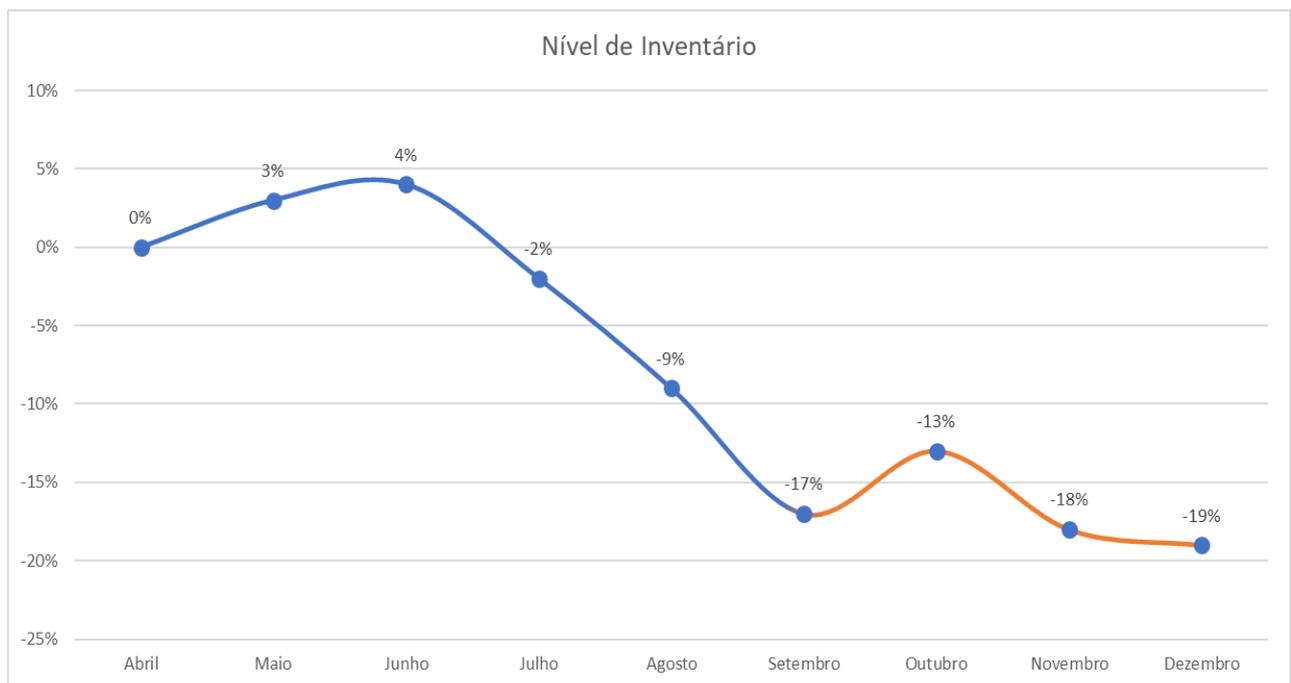


Figura 37 - Evolução do valor de inventário com base em Abril

Analisando o gráfico verifica-se que a trajetória inicial do valor de inventário era ascendente e pouco se alterou até Junho. Isto deveu-se ao facto de os procedimentos ainda não estarem bem definidos e enraizados, tais como a utilização das ferramentas mostradas nas Figuras 35 e 36. E também porque

de Maio para Junho não houve muito tempo para atuar nesta área, pelo que não foi possível despender uma grande fatia de tempo a analisar, por exemplo, se havia fábricas Aptiv disponíveis para receber peças ou se os fornecedores estavam a cumprir com os EDI. A partir daí pode dizer-se que as medidas começaram a surtir efeito, com destaque para os meses de Agosto e Setembro, sabendo que os meses de férias reduziram a atividade da empresa, e também que nesta fase houve a falta de componentes críticos para a empresa no mercado internacional que afetaram bastante o seu nível de produção, o que fez com que os Planeadores conseguissem adiar várias entregas de material que não iriam ser consumidos.

A partir de Outubro os resultados são previsões (daí a distinção por cores) e é expectável que o valor de inventário volte a subir, por ser reposta a atividade normal da empresa. Mas a partir daí a trajetória descendente deverá continuar, devendo fixar-se em Dezembro numa redução de 19% face a Abril, o que significa que não atinge os 22% definidos inicialmente.

Ainda assim, constata-se que, fechando o mês de Setembro com menos 17%, e sendo o objetivo inicial tão ambicioso, este é um resultado muito satisfatório e que já está a ter impacto na estabilidade financeira da empresa.

5.2.2 Paragens de Linha

Outro objetivo importantíssimo foi definido pela equipa logo desde Março: atingir as zero paragens de linha por mês devido a falta de materiais. Este talvez seja o objetivo que mais diretamente se relaciona com o desempenho do Planeador, uma vez que quanto melhor fizer o seu trabalho, e melhor acautelar os riscos, menos probabilidade de haver paragens de linha haverá.

Para avaliar o desempenho dos Planeadores foi criado um mapa individual, mostrado na Figura 38 com a evolução mensal relativa às paragens de linha, cuja causa tenha sido a falta de material de um dos seus fornecedores. De referir aqui que só são tidas em conta as paragens de linhas não planeadas que afetem diretamente os clientes, ou seja, que parem as linhas dos clientes OEM.

Date	Month	Material	Line-down	Supplier	Issue	Comment
22/mar	March	28557103	MB20		Raw material shortage	Supplier's global capacity reduced; parts on allocation
06/abr	April	28572454	Ultrasonic		Supplier can't deliver on time	Supplier claims critical parts file sent with too many changes comparing to the EDI
11/abr	April	9396313	CCIOM		Lost Stock	Warehouse error
09/jun	June	28663877	F188		Plan greatly increased	Couldn't quickly find parts with the supplier; no other plants to share; no parts on brokers
24/ago	August	12240660	GM11		DHL Ocean didn't deliver on time	Couldn't arrange air freight on time

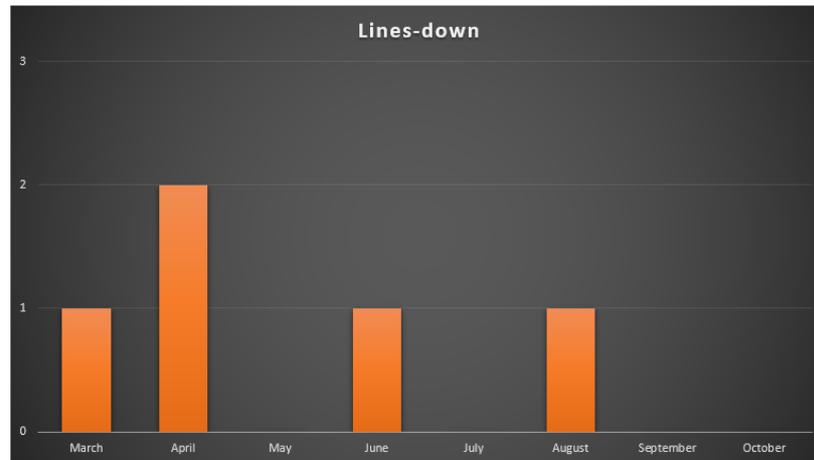


Figura 38 - Número de paragens de linhas

Este indicador é particularmente relevante, pois as indemnizações praticadas, em caso de paragens de cliente, são particularmente avultadas neste setor, pelo que o impacto de uma única paragem de linha pode ter consequências desastrosas para a saúde financeira e imagem da empresa. Pelo que este objetivo se torna, de certa forma, o mais relevante comparando com os outros apresentados neste trabalho, pois o impacto das reduções de inventário pode significar uma poupança significativa para a empresa, mas uma redução demasiado drástica poderá pôr em causa as coberturas dos materiais e provocar paragens de linha mais facilmente. É portanto de extrema importância que o Planeador encontre um equilíbrio entre estes dois pontos.

No mapa é possível ver também os detalhes sobre cada uma das paragens e uma breve explicação das causas das mesmas. Estas causas podem ser variadas, tais como erros de planeamento, atrasos no transporte, faltas de matéria-prima e erros de contagem. Cabe ao Planeador antecipar todos os estes problemas e mitigá-los, jogando também com o *Coverage Profile* dos artigos, que tal como já foi explicado tem vindo a ser alterado gradualmente, e acompanhando diariamente a sua evolução. De resto, as outras propostas de melhoria implementadas, tais como as alterações nas correções de subcontratação e no *Buy Sheet File* têm ajudado a reduzir os riscos de paragens de linha. Espera-se ainda que a conclusão da ação de formação sobre as ASN venha a ter também um impacto positivo neste indicador a longo prazo. Outro parâmetro a considerar em todos os momentos é o Indicador ABC do artigo, pois as faltas de material dos itens de nível A quase sempre causam um grande transtorno à produção e impactam rapidamente os clientes OEM.

5.2.3 Transportes Especiais

Por fim, outro grande objetivo relacionado com o desempenho do Planeador de MRP é o número de transportes especiais realizados e o valor despendido com estes. Este indicador tem uma certa relação inversa com o anterior, uma vez que para evitar paragens de linha é muitas vezes necessário contratar transportes urgentes, isto é, fora do âmbito recorrente agendado previamente pela logística da empresa. Estes transportes recorrentes podem ser diários, semanais ou com qualquer outra frequência determinada antecipadamente em conformidade com o que estiver definido com o campo *Planning calendar* (ver o subcapítulo 4.1.1 Mestre de materiais). Todos os transportes que saírem deste âmbito são considerados transportes urgentes ou especiais, independentemente do seu modo de transporte. Também para estes casos existe um mapa-resumo para cada Planeador relativo a cada um destes transportes, aqui apresentado na Figura 39, e o respetivo gráfico na Figura 40:

Datum	Forwarder	From	Costs in Euro	Vendor	Reason	PN
01/03/2022	Sped Inpex	GER	390 €	8126	Inventory Loss	9396303
03/03/2022	Sped Inpex	GER	390 €	8126	Inventory Loss	9396422
17/03/2022	SWIDA	CZ	369 €	8126	Inventory Loss	28437240
30/03/2022	Sped Inpex	GER	390 €	8126	Customer Line-Down	16087462
09/04/2022	Sped Inpex	HU	440 €	8126	Line-Down	28394361
13/04/2022	Sped Inpex	GER	390 €	8126	Inventory Loss	16031164
02/06/2022	SWIDA	HU	690 €	8126	Inventory Loss	9400211
20/06/2022	SWIDA	GER	340 €	8126	Inventory Loss	16083812
22/06/2022	Sped Inpex	GER	490 €	8126	Inventory Loss	16031588
05/09/2022	DHL	CHN	6 587 €	8126	Boat delays; capacity issues	28663894
09/09/2022	DHL	CHN	9 336 €	8126	Boat delays; capacity issues	28676145
12/09/2022	DHL	CHN	8 836 €	8126	Boat delays; capacity issues	28663894
19/09/2022	DHL	CHN	5 947 €	8126	Boat delays; capacity issues	28676145
23/09/2022	DHL	CHN	10 477 €	8126	Boat delays; capacity issues	28663877
12/10/2022	Arin	FRA	488 €	8126	Planning	28572454
12/10/2022	Emea Xpress	CZ	310 €	8126	Planning	28557103

Figura 39 - Mapa de detalhes de Transportes Especiais



Figura 40 - Gráfico resumo de Transportes Especiais

Através desta análise é possível ver se o Planeador acautelou devidamente os riscos, pois, se o fizer, não terá tão frequentemente de recorrer a transportes especiais. Isto será geralmente verdade, embora também haverá casos em que as falhas são causadas por outros departamentos (erros de inventário, erros de planeamento, problemas de qualidade...) ou por entidades externas (atrasos nos transportes, falhas do fornecedor, faltas de matéria-prima na origem...), pelo que tudo isto terá de ser tido em conta. Concretamente, olhando para a figura, percebe-se que nos primeiros meses o Planeador se viu obrigado a organizar alguns transportes especiais. Em Maio, Julho e Agosto não foi necessário qualquer transporte especial, pelo que se depreende que os procedimentos estariam a ser corretamente apreendidos. De referir que todas as propostas de melhoria contribuíram para a melhoria deste indicador, porque no geral, melhoraram a eficiência do sistema, com destaque para as alterações ao processo de subcontratação e à formação sobre ASN (ainda por concluir) por conseguir evitar surpresas desagradáveis, que causam muitas vezes a contratação de transportes especiais. Espera-se também que a proposta de inclusão das ASN na MD07 também traga uma melhoria neste indicador, ao ajudar o utilizador a dar prioridade aos artigos certos atempadamente.

O pico da contratação destes transportes verificou-se, de longe, em Setembro, quando o atraso de vários navios e o esgotamento da capacidade de um fornecedor da China obrigaram a Aptiv a ter de organizar vários transportes aéreos para colmatar as faltas de material. De referir que este fornecedor estava

atribuído a um outro Planeador da equipa, e foi alterado para o autor deste trabalho em final de Agosto, altura em que esta potencial falha foi detetada. As falhas de comunicação em tempo útil com o fornecedor não deixaram outra hipótese que não fosse esta.

Nos restantes meses o valor gasto é incomparável, e no entanto, o número de transportes especiais não é muito diferente. Isto ocorre naturalmente porque esses transportes foram efetuados por meios terrestres, através de carrinhas expresso. Por este motivo, o comparativo entre os valores gastos não será um comparativo muito equilibrado, ao invés do número de ocorrências, que tiveram origem numa falha de planeamento.

Conjugando a análise deste indicador com o do capítulo anterior verifica-se que o valor gasto em Setembro foi muito dispendioso, sem paralelo com os meses anteriores, mas em contrapartida não houve qualquer paragem de linha. Pesando os prós e contras, a avaliação feita é de que compensou o investimento em transportes por via aérea, pois os custos imputados por paragens de linha seriam, muito provavelmente, bastante superiores, na ordem dos milhões de euros. No entanto a abordagem mais correta, eficiente e lucrativa seria ter monitorizado devidamente os transportes por via marítima e antecipar o problema, em lugar de esperar pelo último instante para organizar os transportes aéreos. Este princípio é válido para todos os artigos e todos os fornecedores da empresa, e se for aplicado devidamente trará grandes benefícios à organização a nível financeiro e produtivo. Por tudo isto, é essencial acompanhar a evolução deste indicador, ainda mais porque os perfis de cobertura estão a ser reduzidos.

6. CONCLUSÕES

Neste capítulo apresentam-se as conclusões obtidas após o desenvolvimento desta dissertação, bem como algumas limitações e propostas para trabalhos futuros sobre o tema.

6.1 Considerações Finais

Chegando ao fim deste trabalho pode concluir-se que um Sistema MRP tem um papel central no Planeamento e Controlo da Produção, ao ser capaz de transformar os planos gerais da produção nos planos detalhados individuais necessários para cumprir esses planos. Fornece também informação para desenvolver os Planos de Capacidade e estabelece a ligação aos sistemas de chão-de-fábrica que executam a produção. Sem este sistema seria impossível à empresa garantir o nível de produção e eficiência existentes, devido à elevada complexidade de cálculos e alterações ao planeamento que surgem em todos os momentos.

Olhando para as questões de partida, foi possível melhorar o sistema através de um estudo aprofundado do sistema de MRP e da apreensão dos seus conceitos e parâmetros. Depois desta fase foram feitos vários ajustes para que se pudesse acautelar melhor os riscos e também para reduzir, sustentadamente, o valor de inventário. Isto permitiu que se atingissem os objetivos definidos, ainda que não totalmente, mas, ainda assim, de maneira bastante satisfatória, nomeadamente quanto ao Nível de Inventário, cuja redução não atingiu os 22%, mas que, fazendo uma avaliação crítica, parece ter sido alcançada uma redução significativa. Nos restantes objetivos é notada uma evolução clara desde o início do trabalho até à presente data.

Pode ser vista como uma limitação a quantidade de propostas que ficaram em curso, pois seria interessante ver o seu impacto no desempenho do sistema futuramente, mas aqui o fator incontornável do tempo também tem o seu peso. Neste domínio, pode-se afirmar que ter uma empresa com uma grande estrutura tem os seus prós e contras, pois por um lado existem departamentos com capacidade para fazer as melhorias (por exemplo, a nível de TI), mas por outro, é por vezes difícil fazer com que as coisas aconteçam no meio de uma estrutura tão pesada.

Por fim, é de referir que se nota ao longo de todo o trabalho que é dado um grande destaque ao papel do Planeador de Materiais, o que é normal visto que é esta a função do autor na empresa, mas também porque é ele quem mais lida com o MRP no dia-a-dia. No entanto, qualquer sistema industrial deve ser visto como tendo impacto em toda a organização, e, na verdade, todos os departamentos concorrem para o MRP com tipos de informação diferentes, e quanto mais exata for, melhor o sistema funcionará,

pelo que se conclui que todos os departamentos têm a sua quota parte de responsabilidade para o bom ou mau desempenho do MRP.

6.2 Recomendações Futuras

Sendo o sistema tão complexo, muito mais haveria a desenvolver nesta dissertação, tal como evidenciar mais cenários práticos e alternativas aos meios de atuação do Planeador. Por outro lado, seria interessante a exploração mais aprofundada de todos os parâmetros do Mestre de Materiais, pois existe uma multiplicidade deles e, portanto, podem realizar-se várias combinações possíveis, o que poderia dar azo a um estudo extensivo sobre este tema.

Noutra vertente, é de vital interesse o estudo do desempenho do MRP num ambiente mais sofisticado em termos de Tecnologias de Informação, tal como o RFID (*Radio Frequency Identification*) e a IoT (*Internet of Things*), em contexto do chão-de-fábrica, pois estas ferramentas deverão aumentar a precisão da informação, o que só ajuda à fiabilidade dos cálculos do MRP

Outro tópico neste domínio que parece ter sido ainda pouco estudado é o desempenho do MRP em contexto de referência genérica, que deverá tornar-se cada vez mais comum devido aos avanços da Indústria 4.0 e da Customização em Massa, que ganha cada vez mais terreno nas mais diversas áreas de negócio. Fica ainda por responder a questão se o MRP, que continua a ser muito usado e popular, irá conseguir acompanhar todos estes progressos tecnológicos, ou se se irá tornar obsoleto e ser substituído por outro sistema mais enquadrado com uma indústria em evolução exponencial.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Adam, E. E., & Ebert, R. J. (1986). *Production and Operations Management: Concepts, Models, and Behavior*. Prentice-Hall.
- Ahlstrom, P. (2004). Lean service operations: translating lean production principles to service operations. *International Journal of Services Technology and Management*, 5(5/6), 545. <https://doi.org/10.1504/IJSTM.2004.006284>
- Alain Courtois, Chantal Martin-Bonnefous, & Maurice Pillet. (2007). *Gestão da Produção* (5ª). Lidel.
- Arbós, L. (2002). Design of a rapid response and high efficiency service by lean production principles: Methodology and evaluation of variability of performance. *International Journal of Production Economics*, 80, 169–183.
- Correa, H., & Gianesi, I. (1993). *Just in Time, MRPII e OPT: Um enfoque estratégico*.
- de Carvalho, J. C. (2017). *Logística e gestão da cadeia de abastecimento* (2.ª ed.). Edições Sílabo.
- DeTreville, S., & Antonakis, J. (2006). Could lean production job design be intrinsically motivating? Contextual, configurational, and levels-of-analysis issues. *Journal of Operations Management*.
- Dixon, D. (2004). The truce between lean and IT: Technology can help enable the elimination of waste. *Industrial Engineer*.
- Gibson P., Greenhalgh G., & Kerr R. (1995). *Manufacturing Management: Principles and Concepts*.
- Gulyani, S. (2001). Effects of Poor Transportation on Lean Production and Industrial Clustering: Evidence from the Indian Auto Industry. *World Development*.
- Hadas, Ł., Stachowiak, A., Cyplik, P., Jozwiak, I., & Fertsch, M. (2014). Availability of material streams in hybrid push/pull shop floor control system. *IFAC Proceedings Volumes*.
- Hines, P., Rich, N., & Esain, A. (1998). Creating a lean supplier network: A distribution industry case. *European Journal of Purchasing & Supply Management*, 4, 235–246. [https://doi.org/10.1016/S0969-7012\(98\)00015-X](https://doi.org/10.1016/S0969-7012(98)00015-X)
- Imai, M. (1997). *Gemba Kaizen: A Commonsense, Low-Cost Approach to Management*. McGraw-Hill.
- Kojima, S., & Kaplinsky, R. (2004). The use of a lean production index in explaining the transition to global competitiveness: the auto components sector in South Africa. *Technovation*, 24, 199–206.
- Lambert, D., & Stock, J. (2001). *Strategic Logistics Management, Fourth Edition, (New York, McGraw-Hill, 2001)*.

- Li, L., Fonseca, D., & Chen, D.-S. (2006). Earliness-tardiness production planning for just-in-time manufacturing: A unifying approach by goal programming. *European Journal of Operational Research*, 175, 508–515. <https://doi.org/10.1016/j.ejor.2005.06.009>
- Liker, Dr. J. K. (2004). *Toyota Way: 14 Management Principles from the World's Greatest Manufacturer* (First edition.). McGraw-Hill Education.
- Lima, R. M. (2012). Integrating Production Planning and Control Business Processes. *International Journal of Productivity Management and Assessment Technologies*, 1(4), 1–21. <https://doi.org/10.4018/ijpmat.2012100101>
- Lustosa, L., Mesquita, M., Oliveira, R., & Quelhas, O. (2013). *Planejamento E Controle Da Produção*. Elsevier Brasil.
- Mirza, M. A., & Malstrom, E. M. (1994). Required setup reductions in JIT driven MRP systems. *Computers & Industrial Engineering*, 27(1–4), 221–224. [https://doi.org/10.1016/0360-8352\(94\)90275-5](https://doi.org/10.1016/0360-8352(94)90275-5)
- Moore, R., & Scheinkopf, L. (1999). *Theory of Constraints and Lean Manufacturing: Friends or Foes?*
- Mula, J., Poler, R., & Garcia, J. P. (2006). MRP with flexible constraints: A fuzzy mathematical programming approach. *Fuzzy Sets and Systems*, 157(1), 74–97. <https://doi.org/10.1016/j.fss.2005.05.045>
- Ohno, T. (1988). *Toyota Production System*. Productivity Press.
- Olhager, J. (2013). Evolution of operations planning and control: from production to supply chains. *International Journal of Production Research*, 51(23–24), 6836–6843. <https://doi.org/10.1080/00207543.2012.761363>
- Orlicky, J. (1975). *Material Requirements Planning – The New Way of Life in Production and Inventory Management*. McGraw-Hill.
- Powell, D. J., Bas, I., & Alfnes, E. (2013). *Integrating Lean and MRP: A Taxonomy of the Literature* (pp. 485–492). https://doi.org/10.1007/978-3-642-41263-9_60
- Rother, M. (1999). *Learning to See: Value Stream Mapping to Create Value and Eliminate Muda*.
- Sánchez, A., & Pérez, M. (2001). Lean indicators and manufacturing strategies. *International Journal of Operations & Production Management*, 21, 1433–1452. <https://doi.org/10.1108/01443570110407436>
- Saunders, M., Lewis, P., Thornhill, A., & Bristow, A. (2019). «*Research Methods for Business Students*» Chapter 4: Understanding research philosophy and approaches to theory development (pp. 128–171).
- Scheer, A.-W. (1994). *Business Process Engineering*. Springer Berlin Heidelberg.

- Sharp, J. A., Peters, J., & Howard, K. (2017). *The Management of a Student Research Project* (3rd ed.). Routledge.
- Shi, Y., Wang, T., & Alwan, L. C. (2020). Analytics for Cross-Border E-Commerce: Inventory Risk Management of an Online Fashion Retailer. *Decision Sciences*, *51*(6), 1347–1376. <https://doi.org/10.1111/dec.12429>
- Shingo, S. (2019). *A Study of the Toyota Production System From an Industrial Engineering Viewpoint* (A. P. Dillon, Ed.). Routledge.
- Slack, N., Chambers, S., & Johnston, R. (2004). *Operations Management* (4th ed.). Pearson Education.
- Stevenson, M., Hendry, L. C., & Kingsman, B. G. (2005). A review of production planning and control: the applicability of key concepts to the make-to-order industry. *International Journal of Production Research*, *43*, 869–898.
- Tushman, M., & Anderson, P. (1997). *Managing strategic innovation and change: A collection of readings*. Oxford University Press.
- Vollmann, T. E., Berry, W. L., Whybark, D. C., & Jacobs, F. R. (2005). *Manufacturing Planning and Control for Supply Chain Management* (5th ed.). McGraw-Hill.
- What is EDI: Electronic Data Interchange? | IBM. (n.d.). Retrieved July 24, 2022, from <https://www.ibm.com/topics/edi-electronic-data-interchange>
- Womack, J. P., & Jones, D. T. (1997). Lean Thinking—Banish Waste and Create Wealth in your Corporation. *Journal of the Operational Research Society*, *48*(11), 1148–1148. <https://doi.org/10.1038/sj.jors.2600967>
- Womack, J. P., Jones, D. T., & Roos, D. (1992). The machine that changed the world. *Business Horizons*

ANEXOS

ANEXO 1 – CLEAR-TO-BUILD

Projection Weeks:
 Material:
 Component:

Component Groups:

MRP Controller:

Plant:

Suppliers List:

Show only PC UOM Components
 Show only Critical Components

Filters

In stock
 In transit
 Not available

COMPONENT	PLANT	UOM	COMPONENT GROUP	ACTUAL STOCK	PRODUCTION PLAN				INTRANSIT				STOCK PROJECTION			
					2022-43 24/10/2022	2022-44 31/10/2022	2022-45 07/11/2022	2022-46 14/11/2022	2022-43 24/10/2022	2022-44 31/10/2022	2022-45 07/11/2022	2022-46 14/11/2022	2022-43 24/10/2022	2022-44 31/10/2022	2022-45 07/11/2022	2022-46 14/11/2022
TOTALS					14088	11372	10156	10440								
28581126	0401-Subaru	PC	EC69	9704	0	0	0	1308	0	0	0	0	9704	9704	9704	8396
28581126	0401-Subaru	PC	EC69	4750	2748	2180	2684	2684	0	0	0	0	2002	-178	-2862	-5546
28581126	0401-Subaru	PC	EC69	20428	5400	4176	5400	3984	0	9000	0	0	15028	19852	14452	10468
28581126	0401-Subaru	PC	EC69	12926	2940	2016	2072	2464	0	0	0	0	9986	7970	5898	3434
28581126	0401-Subaru	PC	EC69	5989	3000	3000	0	0	0	0	0	0	2989	-11	-11	-11

Figura 41 - Clear-To-Build

ANEXO 2 – COMMON FILE

Plnt	Material	Material Description	Total avail stock	Net reqmts qty	Missing quantity	MRP	Vendor	Vendor Name	In Transit	Availability Date	Delta	Comments	Tracking
DE32	9368908	IC-LIN, BTS621L1-E3128A, SMD TO220AB7	519	960	441	EB2			886	13/09/2022	445	886 pcs ETA 14.09, from HU04, DHL - delivered	6490363390
DE32	9370660	IC-BSP452,HI SIDE DRIVER	3128	3129	1	Z02					-1		
DE32	9372624	CAP-TA,SM,22UF,25V	131	640	509	EB2					-509	current ETD december 15th	
DE32	9387761	XSTAL-4,90625MHZ,SM	210	400	190	EB4					-190	PO placed waiting for ETA confirmation	
DE32	9394492	T-FPS-BUK127/50DL-SOT223	3404	3840	436	EB2					-436	searching on the market - still didnt find parts	
DE32	9396465	RES-SM,10,1/10W,5%,0402	9642	11800	2158	EB2	1007211	WORLD ELECTRONICS CORPORATION	10 000	12/10/2022	7842	Next ETD 24.10 (10K) - CONFIRMED IN THE FILE	
DE32	9396561	RES-SM,100K,1/10W, 5%	158416	188406	29990	EB2	1007211	WORLD ELECTRONICS CORPORATION			-29990	Next ETD 24.10 (170K) - confirmed in the file	985813740
DE32	9397711	IC-BIP,U3742REC-ASK	38	960	922	EB3					-922	No parts found on the market; Escalated to Adrian, Filiz	
DE32	9398577	CAP-SM,0.22UF,0603	68359	219938	151579	EB4	1055670	WORLD ELECTRONICS CORPORATION	525 000	21/10/2022	373421	covered until 11/11 - more parts to be sent on 21/10	
DE32	9399935	IC-LSD,DUAL,BTS3408G,S08	784	35400	34616	Z02	1010458	WORLD ELECTRONICS CORPORATION	15 000	18/10/2022	-19616	15k to be sent next week	
DE32	9402541	IC-VNB35NV04, POWER MOSFET, D2PAK	7146	9633	2487	EB2					-2487	SB approved- PO is being created- 3k	
DE32	12202398	IC-TLE4279GM, PG-D50-14-30	717	960	243	Z02	1010458	WORLD ELECTRONICS CORPORATION			-243	DA31 is able to share - Infineon also has material on their wh (different version - verifying if v	
DE32	12213618	CIR BD-PO03AZ	326	960	634	EB2					-634	PO done 1k - ETD july 2023	
DE32	12245344	HOUSING-V000TM	61	180	119	EB8					-119	No open orders; 1049pcs in stock full covered	
DE32	16087538	RES-SM,0805 2.49K1%	12205	19880	7675	EB2	1007211	WORLD ELECTRONICS CORPORATION			-7675	50K ETD 24.10 - CONFIRMED BY SUPPLIER	
DE32	16089764	CAP-SM,3.3PF,50V,10	710	1953	1243	EB2					-1243	parts arrive in cotober 25th	
DE32	16167496	CAP-SM,0603,18PF	563	1280	717	EB4	1055670	WORLD ELECTRONICS CORPORATION	12 000	14/10/2022	11283	12k missing booking - full covered	
DE32	16191467	ELECTRONIC CAPACITOR	2686	2856	170	EB4	1064265	WORLD ELECTRONICS CORPORATION	10 000	12/10/2022	9830	Covered until 30/12 - next shipment planned for 16/12	
DE32	16234289	DIO-SHTKY, SMA	26448	31058	4610	Z06	1013921	WORLD ELECTRONICS CORPORATION			-4610	100k cw 43	
DE32	16237772	RESISTOR	53925	62116	8191	EB2	1007211	WORLD ELECTRONICS CORPORATION	40 000	12/10/2022	31809	Next ETD 24.10 (20K) - confirmed in the file , plus they deliver 30k from 31-10 (KOA will be c	
DE32	21000883	CONN-54WAY PINBLOCK	0	480	480	EB8					-480		
DE32	28002749	XSTR-NPN/PNP,SOT363	29388	31502	2114	Z06	1004275	WORLD ELECTRONICS CORPORATION			-2114	Covered until cw 46	
DE32	28013962	CONN-76POL, CODE B	106	160	54	EB8					-54		
DE32	28022154	CAP-SM,470PF,50V,ESD	311934	333516	21582	EB2	1015794	WORLD ELECTRONICS CORPORATION			-21582	GVP asked to share 100k to PL02 / 150K will arrive w44 + 70k will be transfered from PL02	
DE32	28033212	RELAY-SPST 30A	295	800	505	EB2					-505	SENT A QUOTE REQUEST to panasonic	
DE32	28060106	CIR BD-FOE POWER	122	160	38	EB2					-38	Sent a quote request to MOS electronic	
DE32	28071061	IC-SFET,BUK107-50DL	0	6532	6532	EB2					-6532	part not approved to use - last parts received from broker glaubitz - porsche is analyzing with	
DE32	28093935	CABLE ASM-2POL,VW354	221	264	43	EB3	1035303	WORLD ELECTRONICS CORPORATION			-43	494 booked	
DE32	28108005	RELAY-SPDT,DUAL,PIP	39671	58240	18569	EB4	1073101	WORLD ELECTRONICS CORPORATION	30 000	18/10/2022	11431	30k missing booking (coverage until 16/11/2022)	
DE32	28111879	CAP-ELS,100UF,35V	110936	119598	8662	EB4	1010358	WORLD ELECTRONICS CORPORATION			-8662	Covered until 20.01.23	
DE32	28118770	HOUSING TOP VO10BC	91	320	229	EB3	1085874	WORLD ELECTRONICS CORPORATION			-229	Covered until December	
DE32	28119043	IC-HSD, BTS4160DGA, DUAL, PG-D50-14-37	115	160	45	EB2					-45	2510 pcs will be sent by Infineon	
DE32	28125723	HOUSING ASM-BOTTOM,ATA MB00AZ	22	92	70	EB3	1085874	WORLD ELECTRONICS CORPORATION			-70	No info; Kanban sent by warehouse	
DE32	28149238	CONN EXT 4 PIN LEADFREE	49947	189567	139620	EB3	1061881	WORLD ELECTRONICS CORPORATION	1 372 000	03/11/2022	1232380	742k incoming	HKGB57584
DE32	28182975	HOUSING TOP FCIOI	4107	12565	8458	EB2	1060518	WORLD ELECTRONICS CORPORATION			-8458	6480 PCS etd 21.10 (morning)	
DE32	28182977	HOUSING TOP C/RCIOI	7059	11150	4091	EB2	1060518	WORLD ELECTRONICS CORPORATION			-4091	3K PCS etd 21.10 (morning)	
DE32	28182978	HOUSING BOTTOM FCIOI	7055	12565	5510	EB4	1003047	WORLD ELECTRONICS CORPORATION	2 600	24/10/2022	-2910	2600 pcs to arrive on 25/10 + 5200 pcs will be sent next week	
DE32	28182980	HOUSING BOTTOM RCIOI	4069	11150	7081	EB4	1003047	WORLD ELECTRONICS CORPORATION			-7081	Supplier in backlog, waiting for next delivery confirmation	
DE32	28214469	DOUBLE HEADER 2 X 29 WAY	7050	23715	16665	EB4	1086954	WORLD ELECTRONICS CORPORATION			-16665	Covered until 08/11 - next delivery on week 43 (14240 pcs)	
DE32	28214503	DOUBLE HEADER 29 WAY 2X6,3 C/RCIOI	4887	7003	2116	EB4	1086954	WORLD ELECTRONICS CORPORATION			-2116	Covered until 09/11 - 2592 pcs in transit	
DE32	28226932	CIR-BD PO01AZ NEW SAW	366	960	594	EB8					-594		
DE32	28234984	HOUSING ECU VW 1TX	2155	4598	2443	EB3	1085874	WORLD ELECTRONICS CORPORATION	750	21/10/2022	-1693	No info; Kanban sent by warehouse	
DE32	28234987	HOUSING ECU VW 2TX	23673	105935	82262	EB3	1085874	WORLD ELECTRONICS CORPORATION	3 000	21/10/2022	-79262	No info; Kanban sent by warehouse	
DE32	28241944	HEADER 16-P,M,R/A,PH,1.1MM,LF	4098	6372	2274	EB4	1012121	WORLD ELECTRONICS CORPORATION	2 156	19/10/2022	-118	2156 missing booking - covered until 06/11	
DE32	28246114	RESONATOR-SAW, 304.365MHZ,SM	228	960	732	EB3					-732	No parts found on the market; Escalated to Catalina	
DE32	28269034	HOUSING VW20NU SMALL PCB GENERIC 1TX	2648	4621	1973	EB3	1085874	WORLD ELECTRONICS CORPORATION			-1973	No info; Kanban sent by warehouse	
DE32	28277699	HOUSING 3 CABLE	1448	4797	3349	EB3	1085874	WORLD ELECTRONICS CORPORATION			-3349	No info; Kanban sent by warehouse	
DE32	28277783	HOUSING-BSG,LWR,PA66GF20GB10	6789	9800	3011	EB4	1084273	WORLD ELECTRONICS CORPORATION			-3011	covered until 03/11	
DE32	28282157	CIR BD-FO00BC LR ELECTRONIC	21	120	99	EB2					-99		
DE32	28286817	CABLE ASM,4POL,2KTX,VOLVO	812	960	147	EB2	1026202	WORLD ELECTRONICS CORPORATION			-147	474 booked	

Figura 42 - Common File