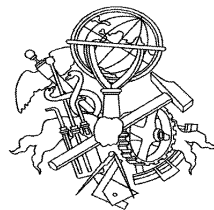


Melhoria do Planeamento e Programação da Produção da Empresa AGM

Nuno Miguel Carvalho da Fonseca



Mestrado em Engenharia Electrotécnica e de Computadores
Área de Especialização de Sistemas e Planeamento Industrial
Departamento de Engenharia Electrotécnica
Instituto Superior de Engenharia do Porto

2009

Este relatório satisfaz, parcialmente, os requisitos que constam da Ficha de Disciplina de Tese/Dissertação, do 2º ano, do Mestrado em Engenharia Electrotécnica e de Computadores

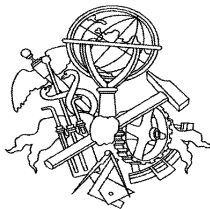
Candidato: Nuno Miguel Carvalho da Fonseca, N° 1030363, 1030363@isep.ipp.pt

Orientação científica: Prof. Paulo António da Silva Ávila, psa@isep.ipp.pt

Prof. João Augusto de Sousa Bastos, jab@isep.ipp.pt

Empresa: Augusto Gonçalves Moreira & Irmão, S.A. (AGM)

Supervisão: Eng. Manuel Tavares



Mestrado em Engenharia Electrotécnica e de Computadores
Área de Especialização de Sistemas e Planeamento Industrial

Departamento de Engenharia Electrotécnica

Instituto Superior de Engenharia do Porto

3 de Dezembro de 2009

À Liliana e aos meus Pais

Agradecimentos

Ao meu orientador interno Engenheiro Paulo Ávila e co-orientador Engenheiro João Bastos, pelo tempo dedicado, pelos conselhos e por todos os ensinamentos transmitidos.

A todas as pessoas das várias áreas pertencentes ao Departamento de Produção da AGM, nomeadamente, a produção, planeamento da produção e matérias-primas, encarregados e chefes, e ainda aos operadores, por todo o tempo dispensado e colaboração prestada ao longo de todo o projecto.

Aos meus orientadores dentro da AGM, Engenheiro Manuel Tavares e Márcio por todo o apoio e compreensão.

À minha esposa Liliana pelo apoio em todos os momentos, pela força e motivação que sempre me inspirou.

Aos meus pais, Torcato e Julieta, pelo apoio ao longo de todo o curso e também pela confiança que sempre depositaram em mim.

Resumo

Com a actual globalização, observa-se um aumento da concorrência ao nível dos diferentes mercados e como consequência, as empresas para sobreviverem necessitam incrementar a sua competitividade tanto a nível nacional como internacional. Para enfrentar a concorrência, para tornar rentáveis os investimentos cada vez mais dispendiosos, as empresas confrontam-se com a necessidade de aumentar a sua produtividade. O caminho mais seguido consiste na redução de custos, através da optimização do seu sistema produtivo nomeadamente reduzindo os diferentes tipos de desperdícios.

Esta dissertação, que decorreu na empresa AGM, da área da metalomecânica, incidiu no estudo do Sistema de Planeamento, Programação e Controlo da Produção (SPPCP) com vista à optimização do seu sistema produtivo. Numa primeira fase efectuou-se um diagnóstico tanto ao processo de planeamento como ao sistema produtivo. Para a realização deste diagnóstico recorreu-se ao método de causa-efeito que caracteriza de uma forma abrangente todo o fenómeno associado ao sistema produtivo. Em função deste diagnóstico foram apontadas duas grandes áreas que se enquadravam no âmbito do trabalho proposto: o processo de aceitação/rejeição e o dimensionamento dos lotes de fabrico com vista à redução de *stocks*.

O diagnóstico realizado na empresa apontou para um nível elevado de atrasos na entrega das encomendas aos clientes. Com vista à redução deste fenómeno foi definido uma abordagem que apontava para a definição de um modelo dinâmico de aceitação/rejeição de encomendas enquadrado com a realidade de funcionamento da empresa.

A segunda área de intervenção incidiu na redução dos stocks intermédios ao nível da planta fabril. A abordagem seguida baseou-se no estudo de metodologias de apoio à decisão que visam o dimensionamento dos lotes de fabrico de acordo com critérios económicos. Utilizando a mesma estrutura de planeamento da empresa foi possível definir uma estratégia de dimensionamento que apresentou resultados promissores na redução dos custos ao nível dos *stocks*.

Palavras-Chave

Dimensionamento de lotes de produção, Planeamento Programação e Controlo da Produção, MRP, Modelo de Aceitação/Rejeição de Encomendas.

Abstract

With the current globalization, an increase of the competition to the level of the different markets has been observed, and as consequence, the companies to survive need to develop its competitiveness in such a way to the national level as international. To face the competition, to become income-producing the expensive investments that are made each time, the companies are collated with the necessity to increase its productivity. The more followed way consists of the reduction of costs, through the optimization of its productive system nominated reducing the different types of wastefulness's.

This thesis, which was made in company AGM, of the area of the metallomechanics, presents a study of the System of Planning, Programming and Control of Production (SPPCP) with sight to the optimization of its productive system. In a first phase a diagnosis was made to the process of planning as to the productive system. For the accomplishment of this diagnosis the cause-effect method was used to characterize this phenomenon associated with the productive system. In function of this diagnosis two great areas had been pointed that if fit in the scope of the considered work: the process of acceptance/rejection and the sizing of the lots of production with sight to the reduction of *stocks*.

The diagnosis carried through in the company pointed to a high level of delays in the delivery of the orders to the customers. With sight to the reduction of this phenomenon a boarding was defined that pointed to the definition of a dynamic model of acceptance/rejection of orders fit with the reality of functioning of the company.

The second area of intervention happened in the reduction of intermediate stocks to the level of the plant manufacturer. The followed boarding was based on the study of methodologies of support to the decision that in accordance with aim at the sizing of the lots of production economic criteria. Using the same structure of planning of the company it was possible to define a sizing strategy that presented promising results in the reduction of the costs to the level of *stocks*.

Keywords

Lot Sizing, Production Planning and Control, MRP, Acceptance/Rejection Model of incoming orders.

Índice

1	INTRODUÇÃO	1
1.1	CONTEXTUALIZAÇÃO	1
1.2	OBJECTIVOS DA DISSERTAÇÃO	2
1.3	METODOLOGIA DO TRABALHO	2
1.4	ESTRUTURA DA DISSERTAÇÃO	3
2	CARACTERIZAÇÃO DO SISTEMA PRODUTIVO DA EMPRESA AGM	5
2.1	APRESENTAÇÃO DA AGM	5
2.2	TIPOLOGIA DO SISTEMA PRODUTIVO DA AGM	7
3	DESCRIÇÃO E ANÁLISE DO SISTEMA DE PLANEAMENTO PROGRAMAÇÃO E CONTROLO DA PRODUÇÃO	15
3.1	ENQUADRAMENTO TEÓRICO.....	15
3.2	DESCRIÇÃO DO SISTEMA	24
3.3	ANÁLISE DO DESEMPENHO DO SISTEMA.....	32
3.3.1	<i>Atrasos nas Encomendas.....</i>	32
3.3.2	<i>Stocks Intermédios</i>	37
3.3.3	<i>Instabilidade do Planeamento.....</i>	38
4	PROPOSTAS DE MELHORIA	39
4.1	CAUSAS DOS PROBLEMAS DETECTADOS NA EMPRESA	39
4.1.1	<i>Atrasos na Entrega das Encomendas.....</i>	40
4.1.2	<i>Stocks Intermédios</i>	43
4.1.3	<i>Instabilidade do Planeamento.....</i>	46
4.2	FORMULAÇÃO DE MELHORIA PARA O MODELO DE ACEITAÇÃO/REJEIÇÃO DE ENCOMENDAS	52
4.3	FORMULAÇÃO DE MELHORIA DO DIMENSIONAMENTO DO LOTE	56
4.3.1	<i>Quantificação do estado actual do dimensionamento de lotes.....</i>	56
4.3.2	<i>Modelos de Dimensionamento de Lote</i>	65
4.3.3	<i>Construção do Simulador</i>	70
4.3.4	<i>Simulação dos algoritmos.....</i>	74
4.3.5	<i>Validação dos resultados</i>	78
5	CONCLUSÕES	81
6	BIBLIOGRAFIA	85

Índice de Figuras

Figura 1 – Nove famílias de produtos fabricados pela AGM	6
Figura 2 – Fases principais do ciclo de produção do produto (Ávila e Cavaco, 2008)	16
Figura 3 – Estratégia do PAP de adaptação à procura	19
Figura 4 – Conjunto de procedimentos ao utilizar a filosofia do MRP (Ávila e Cavaco, 2008)	20
Figura 5 – Explosão de um produto X nos seus produtos intermédios	21
Figura 6 – Planeamento de ordens de fabrico ou encomenda realizado pelo MRP (Ávila e Cavaco, 2008)	22
Figura 7 – Equilíbrio entre caudal de entrada e caudal de saída (Ávila e Cavaco, 2008)	23
Figura 8 – Vias de processamento de uma encomenda na empresa AGM.....	26
Figura 9 – Canais directos de comunicação de um cliente com a empresa AGM.....	27
Figura 10 – Exemplo de Proposta de Encomenda (Documento)	28
Figura 11 – Gráfico de análise do nº médio de dias no atraso de encomendas de portas basculantes ...	34
Figura 12 - Gráfico de análise do nº médio de dias no atraso de encomendas de portas seccionadas ...	35
Figura 13 - Gráfico de análise do nº médio de dias no atraso de encomendas de portas de fole	36
Figura 14 – Diagrama de <i>Ishikawa</i> para os atrasos nas encomendas	40
Figura 15 – Diagrama de <i>Ishikawa</i> para análise de <i>Stock</i> Intermédio.....	43
Figura 16 – Diagrama de <i>Ishikawa</i> para análise da instabilidade do planeamento	47
Figura 17 – Tomadas de decisão no processamento de encomendas	53
Figura 18 – Algoritmo da regra <i>Due Date Negotiation</i>	54
Figura 19 – Metodologia do algoritmo heurístico de <i>Silver-Meal</i>	68
Figura 20 – Metodologia da Quantidade Económica de Produção	69
Figura 21 – Simulador de planeamento utilizando o algoritmo <i>Wagner-Within</i>	71
Figura 22 – Simulador de planeamento utilizando a heurística <i>Silver-Meal</i>	72

Figura 23 – Simulador de planeamento utilizando o método Quantidade Económica de Produção	72
Figura 24 – Simulador de planeamento utilizando o método Ordens Periódicas de Lançamento.....	73
Figura 25 – Comparação gráfica entre os diferentes métodos de dimensionamento de lote	77
Figura 26 – Taxas de melhoria dos métodos de <i>lot-sizing</i> face à situação actual da empresa no ano 2008	78
Figura 27 – Comparação de custos entre os métodos WW e SM e o custo actual da empresa	79

Índice de Tabelas

Tabela 1 - Classificação do sistema produtivo da empresa AGM	7
Tabela 2 – Análise ABC das nove famílias de produtos da empresa AGM.....	32
Tabela 3 - N° médio mensal de dias de atraso de encomendas no ano 2008 (portas basculantes)	33
Tabela 4 – N° médio mensal de dias de atraso de encomendas no ano 2008 (portas seccionadas).....	34
Tabela 5 – N° médio mensal de dias de atraso de encomendas no ano 2008 (portas de fole)	35
Tabela 6 - N° médio anual de dias de atraso de encomendas no ano 2008 (classe A de produtos)	36
Tabela 7 - Quantidade de encomendas com atrasos no ano 2008 (produtos classe A).....	37
Tabela 8 – Artigos seleccionados como alvo de estudo para uma situação de melhoria.....	56
Tabela 9 - Situação actual de 2008 (primeiros 3 meses) para o ângulo vertical galvanizado.....	59
Tabela 10 - Situação actual de 2008 (primeiros 3 meses) para a guia galvanizada.....	60
Tabela 11 - Situação actual de 2008 (primeiros 3 meses) para o painel 500 branco	61
Tabela 12 - Situação actual de 2008 (primeiros 3 meses) para a lâmina galvanizada.....	61
Tabela 13 - Situação actual de 2008 (primeiros 3 meses) para o picket interior galvanizado	62
Tabela 14 - Situação actual de 2008 (primeiros 3 meses) para o rolamento c/ anilha.....	62
Tabela 15 - Situação actual de 2008 (primeiros 3 meses) para o perfil superior galvanizado.....	63
Tabela 16 - Situação actual de 2008 (primeiros 3 meses) para o reforço batente galvanizado	63
Tabela 17 - Situação actual de 2008 (primeiros 3 meses) para o tubo RD aço galvanizado	64
Tabela 18 – Resultados obtidos com o algoritmo <i>Wagner-Within</i>	74
Tabela 19 – Resultados obtidos com a heurística <i>Silver-Meal</i>	75
Tabela 20 – Resultados obtidos através do algoritmo quantidade económica de produção (QEP)	75
Tabela 21 – Resultados obtidos através do algoritmo ordens periódicas de lançamento (OPL)	75
Tabela 22 – Desempenho a nível de custo total entre os diferentes métodos.....	77

Acrónimos

AT	–	Total Acceptance
DDN	–	Due Date Negotiation
EWW	–	Extended Wagner-Within
MO	–	Mão-de-obra
MP	–	Matéria(s)-Prima(s)
MRP	–	Material Requirement Planning ou Programação das Necessidades de Materiais
OF	–	Ordem de Fabrico
OPL	–	Ordens Periódicas de Lançamento
PAP	–	Planeamento Agregado da Produção
PCP	–	Planeamento Programação e Controlo da Produção
PDP	–	Plano Director de Produção
PFW	–	Present and Future Workload
QEP	–	Quantidade Económica de Produção
SM	–	Heurística de Silver-Meal
SPPCP	–	Sistema de Programação, Programação e Controlo da Produção
SS	–	<i>Stock</i> de Segurança
TWK	–	Total Work Content
WW	–	Algoritmo de Wagner-Within

1 Introdução

1.1 Contextualização

Sendo um aluno do último ano do Mestrado de Sistemas e Planeamento Industrial, surgiu a possibilidade de realizar uma dissertação na área de melhoria do planeamento e programação da produção na empresa AGM, a qual se enquadra na área metalomecânica ligeira na produção de portas. Tendo desde o início o objectivo de realizar um estágio curricular onde desenvolveria a dissertação, esta oportunidade veio de acordo com as minhas expectativas. O âmbito deste documento é relatar o estudo e análise quantitativa e qualitativa do desempenho da AGM, cujo *core* da empresa é o fabrico de portas. A empresa actualmente tem suportado custos elevados, os quais têm vindo a ser originados pelos grandes níveis de *stock* de material intermédio que têm mantido período após período. Uma outra dificuldade que a empresa deseja ultrapassar e, essa sim é grave para a sua sobrevivência e competitividade com outras empresas semelhantes, é referente aos atrasos que tem tido na entrega das encomendas, o que leva os clientes a fazer inúmeras reclamações e, por vezes, a desistir de algumas encomendas.

1.2 Objectivos da Dissertação

O objectivo geral desta dissertação é compreender, estudar e propor melhorias ao actual sistema de planeamento programação e controlo da produção da empresa AGM. Após uma análise de todos os problemas que a empresa enfrenta, serão propostas melhorias no âmbito do dimensionamento dos lotes de produção com apoio em modelos matemático-computacional para o auxílio de decisões, visando uma optimização do seu sistema de planeamento da produção.

Devido ao objectivo principal englobar diversas tarefas, sentiu-se a necessidade de o subdividir nas seguintes fases:

- Procurar suporte bibliográfico para o entendimento das várias fases do planeamento e programação da produção;
- Caracterização do sistema produtivo da empresa;
- Descrição de como a tarefa de planeamento e programação da produção é efectuada na empresa;
- Identificação dos principais problemas e custos associados ao modo como essa função é desempenhada no seio da empresa;
- Propostas de alterações que visam a sua melhoria;
- Validação das propostas de alterações, de desempenho e financeira.

1.3 Metodologia do Trabalho

A metodologia de investigação seguida consistiu num estudo de caso com recolha de dados no campo. Estes dados foram posteriormente trabalhados e para isso realizou-se um diagnóstico com recurso ao método de causa-efeito (diagramas de *Ishikawa*). Este estudo que se realizou numa primeira fase do trabalho incidiu na avaliação qualitativa e quantitativa do objecto de estudo que é o SPPCP da empresa AGM.

Em função dos resultados do diagnóstico inicial, foram posteriormente definidas às áreas de intervenção e de propostas de melhoria. Estas áreas corresponderam ao processo de aceitação/rejeição das encomendas a clientes e o dimensionamento dos lotes de fabrico com vista à redução de *stocks*.

Numa terceira fase to trabalho, realizou-se uma pesquisa bibliográfica com vista à fundamentação das propostas de melhoria ou alteração ao SPPCP.

De seguida decorreu uma fase de implementação no qual foi definido um modelo de aceitação/rejeição das encomendas para avaliação pela empresa e simultaneamente construído um sistema de apoio à decisão para dimensionamento dos lotes de fabrico com recurso a um protótipo informático.

1.4 Estrutura da Dissertação

No que respeita à estrutura desta dissertação, esta está subdividida em 5 capítulos base, e foi estruturada para que o leitor consiga seguir facilmente toda a análise realizada na empresa AGM ao longo de 6 meses e verifique que, durante todo este tempo se foi tentando determinar quais os principais problemas que a empresa enfrenta e quais poderiam ser alvo de melhoria no âmbito desta dissertação.

No Capítulo 1 é descrita a motivação de realizar esta dissertação, apresentando a área de estudo em que se insere, bem como, quais os objectivos principais a ser atingidos.

Quanto ao Capítulo 2, é apresentada a empresa AGM, descrevendo qual a área de mercado que explora, alguma informação histórica acerca da mesma, e quais os principais produtos que fabrica. Este capítulo pode ser considerado uma introdução ao estudo já que é analisada qual a tipologia do sistema produtivo, descrevendo cada uma das suas características.

O Capítulo 3 descreve e apresenta uma análise sobre o Sistema de Planeamento, Programação e Controlo da Produção da AGM, iniciando com um resumido enquadramento teórico sobre todos os temas que são abordados nesta secção, de forma a que o leitor se consiga integrar no estudo que é seguidamente apresentado. Toda esta descrição foca-se na situação actual da empresa, isto é, descreve a forma como a empresa age desde uma proposta de uma encomenda até a sua expedição e analisa possíveis problemas.

Com os principais problemas detectados, no Capítulo 4 são apresentadas algumas propostas de melhoria para combater as principais causas dos problemas definidos como os mais graves actualmente na empresa. Cada uma das formulações de melhoria apoiou-se em documentos bibliográficos e estudos realizados por diversos autores, tendo sido uma das propostas simulada, cujos resultados são apresentados e analisados.

Por fim, no Capítulo 5 são tecidas algumas conclusões sugerindo-se também algumas propostas de trabalho futuro.

2 Caracterização do Sistema Produtivo da Empresa AGM

2.1 Apresentação da AGM

A AGM é uma empresa que está inserida na área metalomecânica. Esta empresa foi fundada no dia 13 de Maio de 1975, e a sede/fábrica localiza-se na área de Vila Nova de Gaia, mais propriamente em Serzedo. Conta também com algumas filiais distribuídas por todo o país.

Na sua produção inserem-se vários tipos de portas, efectuando produção por encomenda. Esta comporta consigo tecnologia avançada em alguns dos seus processos de fabrico. Os seus produtos dividem-se em nove famílias (Figura 1), cada uma com diferentes modelos, e cada um desses modelos destaca-se devido ao seu diferenciado tipo de acabamento e estrutura. Sendo assim as nove famílias são:

- Porta Basculante
- Porta de Fole

- Porta Seccionada
- Grade Lagarto
- Grades de Enrolar
- Porta de Segurança
- Porta Corta-fogo
- Resguardo de Banho
- Porta de Vidro



Porta Basculante



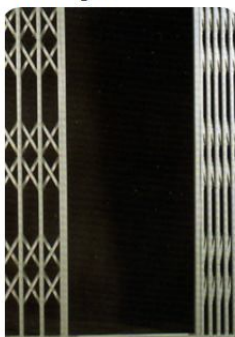
Porta de Fole



Porta Seccionada



Grade Lagarta



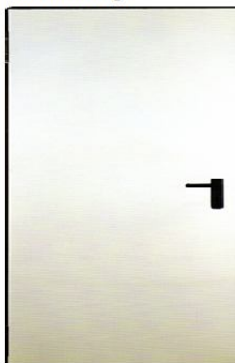
Grade de Enrolar



Porta de Segurança



Porta Corta-Fogo



Resguardo de Banho



Porta de Vidro



Figura 1 – Nove famílias de produtos fabricados pela AGM

2.2 Tipologia do Sistema Produtivo da AGM

Como primeira fase de uma análise sobre a empresa AGM, é necessário realizar uma classificação do seu sistema de produção. Este tipo de classificação é bastante importante na medida em que esta identifica e caracteriza qual o tipo de produção do sistema, o tipo de produtos que produz e quais as quantidades. Estas e outras características do sistema produtivo são apresentadas abaixo (Tabela 1).

Tabela 1 - Classificação do sistema produtivo da empresa AGM

Parâmetros	Classificação
Implantação	Oficinas de Fabrico Aberta ou Fechada (Job Shop) ou Implantação por Processo
Fluxos dos Materiais	Intermitente
Relação com o Cliente ou Método Operativo	Montagem por Encomenda
Quantidades Produzidas dum Mesmo Produto	Pequenas Séries (produção por lotes)
Tipologia da Estrutura dos Produtos ou Classificação VAT (Chase, R. & Aquilano, N., 1995, pág 860)	Convergente (A) Estrutura em T
Variabilidade dos Produtos Produzidos	Diferenciados
Gama Operatória	Diferenciadas
Natureza dos Produtos	Discreta
Caracterização da Procura	Procura Variável Procura Estável
Organização	Flexível
Produção no Espaço	Distribuída

- **Tipo de Implantação**

A AGM caracteriza-se por ter um tipo de implantação *Job Shop*, também denominada, por Oficinas de Fabrico. Existem algumas características que são facilmente visíveis quando se visitam as três instalações de produção. A forma como a maquinaria se encontra distribuída pelas plantas fabris englobada nas várias gamas operatórias, é uma característica de um *Job Shop*. Outra característica que foi verificada é: a diversidade de produtos produzidos, os quais são produzidos em pequenas quantidades e apenas por encomenda. Relativamente ao nível de processo, os trajectos ou *routings* dos produtos são muito variados, bem como os tempos de processamento nas diversas fases da sua produção. Uma grande dificuldade neste tipo de implantação é conhecer o estado de ocupação de uma dada secção ou na planta fabril no geral

quando é lançada uma ordem de fabrico, mesmo sabendo qual o percurso que o produto segue para ser finalizado. A AGM evita ao máximo ter nível de *stocks*, mas existe algum *stock* de produtos intermédios, devido ao facto de toda a matéria-prima ser transformada para que as máquinas não parem de trabalhar.

- **Fluxos de Materiais**

Através de uma análise a todos os edifícios de produção da AGM, verifica-se que o fluxo dos materiais é, sem dúvida, intermitente. Em termos de equipamento utilizado, este é flexível e universal. A maquinaria caracteriza-se por ser flexível existindo várias ferramentas e moldes que vão sendo inseridos à medida dos diferentes artigos produzidos. Um exemplo será a forma como a chapa é transformada através da perfiladora, a qual molda a chapa criando perfis de diversas formas. Em cada um dos subprodutos não existem mais que cinco operações. Apenas na montagem final, onde se conjugam todos os subprodutos, existe um maior número de operações. Quanto às ordens de fabrico existe um elevado número que é executado de forma simultânea. Um outro aspecto são as entradas no sistema, que se apresentam variáveis, como será possível verificar ao longo da descrição da caracterização do sistema produtivo.

Em relação à quantidade produzida de cada artigo, esta caracteriza-se como baixa, não existindo uma produção em massa. Cada um dos produtos tem diferentes clientes, os quais não têm uma requisição superior a 200 unidades do mesmo artigo, ou dos vários artigos, mensalmente.

No que respeita ao método de trabalho, este apresenta-se muito variável, pois não obedece a um plano ou a uma norma específica. O método de trabalho já está de certa forma mecanizado e organizado por parte dos trabalhadores, mas denota-se que, dependendo da carga de trabalho, a condição do trabalho altera-se completamente, existindo maior investimento de tempo nas ordens de fabrico com maior prioridade, passando a haver uma menor ordem ou sequenciação no trabalho realizado neste último caso.

Ligado a este aspecto está directamente o planeamento da produção, que, segundo dados recolhidos, está em constante alteração. Por exemplo, quando chega uma encomenda de um cliente prioritário, o planeamento passa para segundo plano, focando-se apenas nessa

encomenda. Notam-se algumas deficiências no planeamento da produção, desde a forma como este é realizado, até a forma como é controlado ou gerido. O planeamento da produção tanto dos produtos como matérias-primas, pelos dados recolhidos, é realizado através de *Microsoft Excel* e um *software* personalizado para a AGM. Segundo o que foi verificado, por serem produtos produzidos por encomenda, o planeamento é realizado a curto prazo. Um dos problemas deste tipo de planeamento é este basear-se apenas na experiência de trabalho de cada programador, não atendendo a métodos de planeamento. Existem duas pessoas responsáveis pelo planeamento da produção, sendo que um trata de todos produtos (excepto Portas Seccionadas) e o outro, utiliza o *software Microsoft Excel* para programar a produção. Existe uma terceira pessoa que trata de planear as necessidades de matéria-prima necessária para responder atempadamente às encomendas. O planeamento, tanto de necessidades de matéria-prima como o de produção, será explicado com maior rigor mais adiante.

- **Relação com o Cliente ou Método Operativo**

A AGM tem como método operativo a montagem por encomenda, ou seja, possui um número básico de produtos/modelos, os quais podem ser personalizados a nível de dimensões e cor (através da operação de lacagem). Existe uma gama de medidas em características como largura e comprimento, entre outros, existindo também o factor da cor de cada um dos produtos. A montagem dos produtos só é efectuada após a chegada de uma encomenda. No que se refere a produtos intermédios, alguns são produzidos para *stock*, mas dimensionados de forma incorrecta. Existem também produtos intermédios que têm natureza exterior (adquiridos em fornecedores), e existe um produto (porta corta fogo) que é comprado a um fornecedor e vendido directamente ao cliente final.

Devido ao facto de a produção se efectuar apenas mediante encomenda, o tempo de resposta ao cliente apresenta-se mais moroso do que se existisse produção para *stock*. Como agravante existem variáveis que afectam constantemente o planeamento da produção, contribuindo para um atraso ainda maior na entrega de uma dada encomenda, como será demonstrado.

- **Quantidades produzidas de um mesmo produto**

Nesta característica da topologia do sistema produtivo da AGM, temos uma produção de pequenas séries. Existe uma grande diversificação de produtos produzidos em pequenas

quantidades/volumes. As suas gamas operatórias são também diferentes, onde cada um dos produtos utiliza apenas algumas das operações existentes na planta fabril. Em relação à sequenciação de operações, existe alguma semelhança em alguns produtos, mas, de uma forma geral, todos eles seguem sequências diferentes. Alguns dos meios utilizados são de elevado custo, como por exemplo a operação de lacagem, que é um dos casos mais recentes implantados na fábrica.

Na AGM, todos os produtos sofrem de um grande período de espera entre as diferentes operações pelas quais passam, existindo *buffers* intermédios e criando-se, em algumas operações como a de lacagem, enormes filas de espera, originando um grande estrangulamento na produção, provocando atrasos nas encomendas.

- **Tipologia da Estrutura dos Produtos**

Dos produtos existentes, é possível verificar que todos têm uma tipologia convergente (A), pois a partir de várias matérias-primas ou produtos intermédios, é formado o produto final. A tipologia em estrutura T também poderá ser considerada. Segundo informação recolhida, alguns produtos intermédios que formam o produto final, sofrem o mesmo caminho operacional até à última operação, de onde nascem diversos produtos.

- **Variabilidade dos Produtos Produzidos**

Na AGM existem 9 famílias de produtos, desdobrando-se cada um deles em vários modelos.

- **Gama Operatória**

Os produtos têm gamas operatórias diferenciadas, pois, apesar de no processo de transformação passarem por máquinas que são partilhadas por vários produtos, têm operações diferenciadas, assim como processos de montagem, entre outros.

- **Natureza e Volume dos Produtos**

A natureza dos produtos caracteriza-se por ser discreta, sendo o volume dos produtos baixo mas com grande diversidade.

- **Caracterização da Procura**

A procura na AGM, ultimamente, tem-se revelado de alguma forma estável, existindo até alguma preocupação em responder ao volume de pedidos de encomenda a tempo e horas. De certa forma, é possível caracterizar a procura dos produtos como um sistema híbrido, dependendo das necessidades do exterior. Uns dos clientes mais “assíduos” da AGM são as construtoras.

- **Organização**

A organização apresenta-se rígida. O director principal da empresa, devido a ter maior poder dentro desta, impele a entrada de encomendas, o que põe em causa todo o planeamento. Algumas regras e/ou alterações que foram propostas, nunca chegaram a ser implementadas, e quando revistas não foram aceites. Um dos casos é a realização de inventário, cuja actividade não tem plenitude na fábrica apesar de alguns membros da AGM já terem proposto alterações. Com o exterior a AGM tem uma relação muito flexível, realizando encomendas de produtos já predefinidos, assim como engenharia por encomenda. Para combater a crise que envolve a indústria nacional, a empresa aceita todo o tipo de encomendas. Como consequência deste acto, devido a várias deficiências em algumas actividades e por impossibilidade de cumprimento de prazos, o ambiente de trabalho torna-se bastante crítico, despoletando falta de motivação nos trabalhadores. Contudo, a AGM é uma empresa que tenta acompanhar a concorrência e investe em novas tecnologias e processos. Um dos casos mais recente é o processo de lacagem.

- **Produção no Espaço**

A produção apresenta-se como distribuída. Tal como já foi referido, existem 3 edifícios de produção, os quais estão próximos, mas fisicamente separados. Uma das desvantagens é o

tempo dispensado para transporte de subprodutos e mesmo dos produtos finais para embalagem e posteriormente o carregamento. Toda a produção foi agregada pelas gamas operatórias de cada um dos produtos como tentativa de redução de deslocação dos produtos intermédios. Esta característica pertencente à topologia do sistema produtivo é visível através das plantas dos edifícios, a qual está num ficheiro *AutoCad* em anexo digital (Planta_AGM.dwg) devido a não ser possível apresentar no documento com adequada visibilidade.

- **Input Humano**

Na AGM, sendo uma oficina de fabrico, o input humano é crucial, pois os processos de produção não são totalmente automatizados, e grande parte das operações pelos quais os produtos passam necessitam de grande input humano, tal como a solda, balancés, e até mesmo o transporte intermédio dentro da planta fabril. Existe uma especialização orientada por profissões por parte dos operários, onde existe bastante trabalho individual mas algum é também partilhado, principalmente em operações que exigem maior rigor como a solda.

- **Gestão da Produção e de Operações**

A gestão da produção e de operações já foi anteriormente referida, mas importa salientar alguns pontos. No que se refere aos *stocks* de matéria-prima estes são mínimos, pois o material é encomendado segundo as necessidades, sendo o excesso imediatamente transformado em produtos intermédios. Estes também não têm elevado *stock*, sendo essa uma das políticas da empresa, já que *stocks* acarretam custos. A deslocação de alguns materiais é extensa, tendo, por vezes, um percurso exagerado e desnecessário. Algumas matérias-primas devido às suas dimensões e peso são de movimentação e controlo complexo. Quanto à produtividade, seria necessário realizar um estudo pormenorizado, mas de momento satisfaz as encomendas (apesar de alguns atrasos) e, desta forma, pode-se verificar que é possível aumentar o rendimento e melhorar alguns procedimentos. No campo da gestão de operações, existe uma grande complexidade nas ordens de fabrico e também no controlo da capacidade, muito derivado da incerteza dos tempos de conclusão da produção de um dado produto quando existe um número elevado de encomendas. Verifica-se que esta gestão tem de ser melhorada, pois existem muitas ordens de fabrico lançadas em simultâneo para responder aos

pedidos de encomenda, e existem produtos que acabam por se perder, outros são forçados a ser produzidos em último lugar comparando com encomendas que entraram no sistema mais recentemente, alguns não são possíveis produzir devido a ultrapassar o horário de funcionamento da fábrica, entre outros factores. Muitos dos atrasos existentes nas encomendas são devidos à presente política que a AGM utiliza, pois devido à existência de uma crise no mercado, a empresa aceita todas as encomendas que surgem, não tendo capacidade produtiva necessária para responder atempadamente aos pedidos.

3 Descrição e Análise do Sistema de Planeamento Programação e Controlo da Produção

3.1 Enquadramento Teórico

Nas empresas industriais, a gestão de produção é uma componente bastante importante do seu funcionamento, na medida em que sem ela é criada uma desorganização a nível da produção, isto é, pode originar situações críticas que podem por em causa toda a fiabilidade que devem transmitir a um dado cliente. Como sistema intrínseco a esta gestão existe o planeamento, programação e controlo da produção (PCP), o qual é fundamental para coordenar todas as actividades inerentes à satisfação da procura do mercado.

O PCP comporta duas tarefas que estão directamente interligadas, as quais permitem que sejam definido numa escala temporal quais serão os artigos a produzir, no que se refere à

quantidade a fabricar e qual a sua qualidade (planeamento). Quando surgem desvios significativos entre o que estava planeado e o que foi produzido, é necessário realizar determinadas correcções no sistema fabril (controlo). Como se pode depreender, num meio fabril existe um elevado número de variáveis com grande complexidade de previsão, as quais podem condicionar todo o sistema produtivo e criar a impossibilidade de cumprir com o plano de produção. Como medida correctiva deverá existir um controlo sempre que é realizado um planeamento para que o que estava planeado e o que acontece na realidade tenha o menor desvio possível.

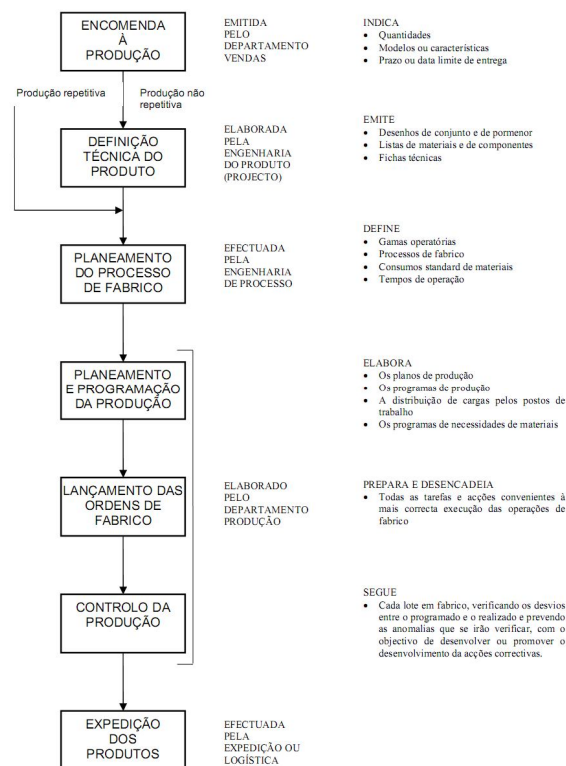


Figura 2 – Fases principais do ciclo de produção do produto (Ávila e Cavaco, 2008)

A Figura 2 pretende demonstrar todas as actividades inerentes ao processo de produção para que, de uma forma simples, se entenda a posição que o PCP ocupa no ciclo de produção de um dado produto.

O planeamento programação e controlo da produção, é um sistema constituído por diversas fases onde, todas elas se concentram nos seguintes objectivos:

- Verificação da viabilidade de responder atempadamente e a custos admissíveis, aos pedidos de encomenda que chegam do departamento de vendas;

- Caso este último não seja viável, então dever-se-á proceder à negociação com o departamento de vendas e este, posteriormente com o cliente, para a alteração de datas de entrega dos produtos acabados;
- Deverão ser conduzidas acções que obriguem o cumprimento das datas de entrega dos produtos tal como acordado com o cliente;
- Nos vários sectores da produção, é necessário que haja um balanceamento de cargas;
- É necessário que os custos de produção sejam minimizados sempre que possível, através da redução do tempo de improdutividade tanto das máquinas como dos operários, equilíbrio das cargas de trabalho em cada posto, dependendo da sua capacidade e adaptação dos horários de trabalho consoante os níveis de procura e capacidade de resposta (trabalho por turnos, horas extra);
- Controlar de uma forma sistemática, os desvios do que estava planeado e tomar as medidas correctivas sempre que necessário;
- Escalonar devidamente as acções de manutenção preventiva;

Caso a capacidade que o sistema produtivo comporta, seja inferior à carga que chega devido à procura existente, a empresa deve investir em soluções, como a compra de novos equipamentos ou subcontratação de determinadas operações.

Para que todos estes objectivos sejam atingidos com a máxima taxa de sucesso é necessário que a organização tenha na sua posse algumas informações que são fundamentais para planear de forma correcta. A empresa deverá ter programas e previsões fiáveis das vendas já integrando as respectivas datas de entrega. Será de salientar que estas previsões deverão ter por base bons modelos de previsão adaptados à área de mercado em que a empresa actua, para que os desvios do previsto sejam os mínimos, e não prever através da experiência do responsável por esta função.

A um nível estrutural, a empresa deverá ter a informação sobre os seus produtos organizada, no que se refere a processos de fabrico dos produtos, tempos de duração da produção e lista de materiais que formam cada produto que a empresa fabrica. Relativamente a níveis de *stock*, é prudente que se saiba qual a quantidade mantida em armazém e quais são as previsões para as próximas entradas.

No que respeita à mão de obra (MO) é importante que se tenha informação da alocação actual de cada operário em cada secção, para se verificar se está correctamente ajustado ao posto

segundo o seu grau de qualificação. Quanto às máquinas e ferramentas, deverão existir também inventários e informações sobre o seu estado de funcionamento e obsolescência.

Tal como já foi referido, o PCP é constituído por diversas fases, as quais se deverão desencadear pela seguinte ordem:

- Planeamento Estratégico
- Planeamento Agregado da Produção (PAP)
- Plano Director de Produção (PDP)
- Programação das Necessidades de Materiais (MRP)
- Lançamento das Ordens de Fabrico
- Alocação
- Sequenciação
- Escalonamento Detalhado
- Controlo da Progressão

No âmbito da dissertação apenas algumas destas fases foram exploradas no estudo à empresa AGM, tal como será apresentado ao longo do documento, sendo por isso importante que essas mesmas fases sejam contextualizadas e descritas seguidamente.

Planeamento Agregado da Produção

O Planeamento Agregado da Produção, pretende posicionar estrategicamente a organização para que esta responda atempadamente aos pedidos dos clientes. Tal como a sua designação indica, este planeamento agrega por inteiro todos os *outputs*, não tendo em conta as quantidades dos artigos individualmente, ou as suas variantes de cor e tamanhos. O horizonte temporal deste planeamento pode ter uma duração de meses ou anos sendo actualizado normalmente de uma forma mensal, o qual estabelece níveis de saída dos produtos por família para os períodos futuros, para projectar o impacto que estes *outputs* têm nos níveis de *stock*, ocupação da mão-de-obra, entre outros. Quando uma empresa realiza um plano deste tipo é fulcral que adopte uma estratégia que seja a mais aconselhável possível para o mercado onde se integra. No caso da empresa AGM, talvez a melhor estratégia seria a adaptação à procura, satisfazendo a procura para o período em causa, em que o volume de mão-de-obra é variável consoante as necessidades, tal como a imagem abaixo (Figura 3) o representa.

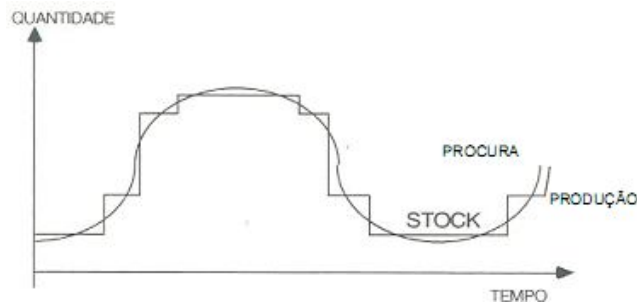


Figura 3 – Estratégia do PAP de adaptação à procura

Existem diversas estratégias que uma empresa pode adoptar, como por exemplo, optar por uma produção variável, excesso permanente da capacidade, flexibilização em termos de horário, ou então uma combinação de várias estratégias.

Plano Mestre de Produção

Seguindo a sequência, surge agora o Plano Mestre de Produção ou também denominado por Plano Director de Produção (PDP) o qual recebe a informação vinda do PAP. Neste planeamento existe a desagregação do plano agregado em produtos específicos ou grupos de produtos, definindo quais os períodos em que deverão estar concluídos e quais as suas quantidades. Ao receber as informações das previsões da procura, das ordens dos clientes e o plano agregado da produção, este irá gerar os dados do que produzir, quando produzir e quanto produzir. Quanto à correlação entre o PDP e o PAP em termos de horizontes temporais de planeamento, o PDP insere-se no horizonte do PAP, sendo normalmente mais curto e deve ser actualizado semanalmente.

Em suma, o PDP tem por objectivo concentrar toda a informação de cada um dos produtos no que respeita a quantidades e datas de entrega para que esta seja utilizada pelo sistema de programação de necessidade de materiais (MRP).

Programação de Necessidades de Materiais (*Material Requirements Planning*)

A programação de necessidades de materiais é um sistema que tem como principio apoiar a gestão da produção de uma organização, mais especificamente a gestão de processos discretos, orientado para a gestão de fluxos de materiais e para as capacidades em sistemas de produção complexos. Quer-se com isto dizer que estes sistemas englobam vários estágios de produção, contemplando os aprovisionamentos das matérias-primas (MP), formação de

subconjuntos e conjuntos de peças intermédias até à montagem dos produtos finais. Como objectivos gerais o MRP tem (Corrêa e Gianesi, 1993):

- Diminuir custos de *stock* e rotatividade;
- Diminuir custos de compra de materiais e de transporte;
- Diminuir custos de passagem de encomenda;
- Melhorar o atendimento ao cliente;
- Diminuir a improdutividade, evitando que haja falta de materiais, e minimização de tempos de *setup*;
- Previsibilidade tanto para manutenção de equipamentos, como para compras e produção.

O MRP é constituído por um conjunto de procedimentos de natureza determinística, os quais têm a função de servir tipologias de sistemas produtivos do tipo *job shop* e produções em massa. Este tipo de planeamento foi originalmente criado no início da década de 70 por Oliver W. Wight, não contemplando métodos sofisticados nem científicos para a sua gestão da produção, sendo, desta forma, um planeamento menos automatizado e um pouco massivo.

Neste sistema de gestão, é percorrida toda a árvore de um dado produto, e são geradas as ordens de encomenda dos materiais, o fabrico dos componentes dos diferentes níveis da árvore, através do PDP. No fluxograma abaixo, pretende-se demonstrar todo o conjunto de procedimentos por detrás do MRP.

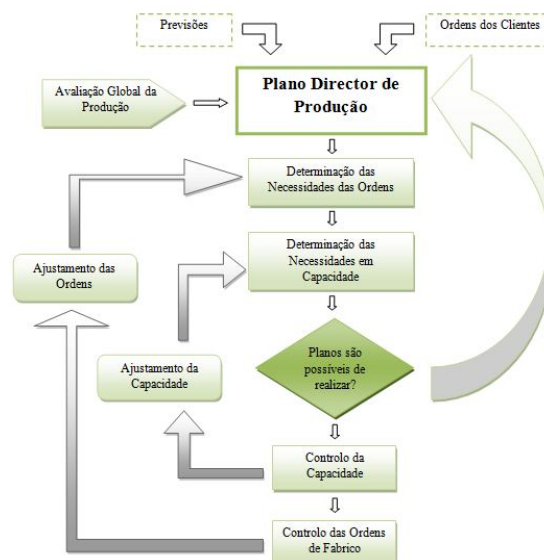


Figura 4 – Conjunto de procedimentos ao utilizar a filosofia do MRP (Ávila e Cavaco, 2008)

Como é possível verificar na imagem acima (Figura 4), o MRP analisa várias funções e actividades, destacando-se a previsão de vendas que lhe permite antecipar a necessidade de um dado cliente, o PDP, tal como já foi referido, o planeamento de ordens onde todas as ordens de fabrico são planificadas de acordo o PDP. O planeamento de capacidade é também uma outra actividade participante do MRP, em que se verifica o ponto de saturação da capacidade, verificando-se se é possível satisfazer uma nova ordem de encomenda sem que se afecte as que já estão planeadas ou em curso. Caso esteja, deve-se tomar as correcções devidas.

Por exemplo para um produto X, para o cálculo das necessidades de material necessário, o MRP realiza a explosão do produto tal como a imagem abaixo a mostra (Figura 5).

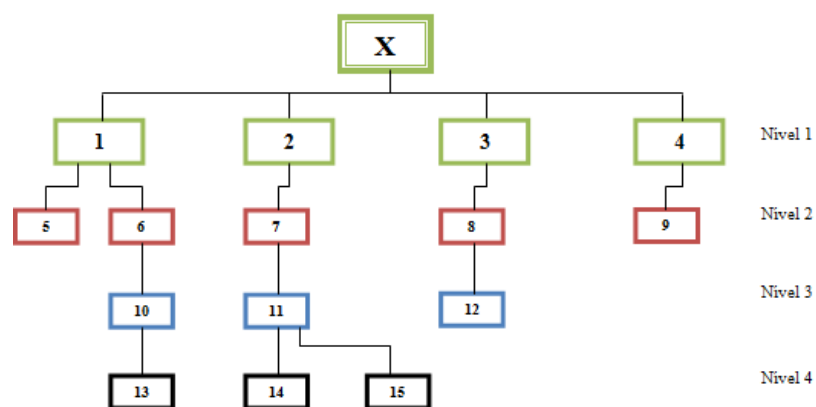


Figura 5 – Explosão de um produto X nos seus produtos intermédios

Seguidamente, em termos de cálculo das necessidades de materiais, o MRP considera a estrutura do produto com os vários níveis de fabrico, o tempo de reposição para cada subproduto (o qual pode ser fabricado internamente ou encomendado a fornecedor), a quantidade de lote de compra, e as necessidades especificadas no PDP. É de salientar que um dado produto intermédio pode ser utilizado por diversos produtos e isso deve ser tomado em conta neste planeamento.

Quanto às quantidades a fabricar ou a encomendar, o MRP deve considerar métodos de *lot sizing*, também denominados por métodos de dimensionamento de lotes de produção (*Lot for Lot*, *Silver-Meal*, Quantidade Económica de Produção, entre outros), os quais serão apresentados adiante porque será o enfoque das melhorias a implementar.

Quando o MRP procede à alocação de recursos para um determinado período, existem alguns factores em consideração.

- As necessidades brutas, as quais exprimem todas as necessidades previstas para um produto, quer pelo que já estava anteriormente planeado, quer pelas necessidades actuais a serem planeadas;
- O nível de *stock*, que apresenta as quantidades de um dado material mantido na posse da empresa, o qual inclui *stock* de segurança (SS);
- O *lead-time* que corresponde ao número de períodos de duração entre o lançamento de uma dada ordem de fabrico até à sua conclusão;
- A previsão de entradas de ordens de fabrico ou de encomendas a fornecedores, com as respectivas quantidades e datas associadas.

Um exemplo de planeamento realizado pelo MRP é apresentado abaixo (Figura 6), e, como se pode reparar, o tamanho do lote (determinado por método de dimensionamento de lotes) é conjugado com o planeamento de ordens a lançar e a receber.

PRODUTO: CMA000 (n=0)				LT = 1 sem.				TAMANHO DO LOTE = não há				
Semana				29	30	31	32	33	34	35	36	37
Nec. Brutas					300	400	—	250	400	—	340	200
O. F. Receber					300	400	—	250	400	—	340	200
Stock Disp. Inic. = 0					-300	—	—	—	—	—	—	—
O. F. Planear				300	400	—	250	400	—	340	200	
Novo Stock Disp.					0	0	0	0	0	0	0	0

Figura 6 – Planeamento de ordens de fabrico ou encomenda realizado pelo MRP (Ávila e Cavaco, 2008)

Como se pode depreender, é importante que a capacidade produtiva seja considerada quando se planeia a produção de uma fábrica, pois em casos em que a carga está constantemente acima da capacidade, formam-se filas de espera e surgem assim atrasos na entrega aos pedidos dos clientes. Estes dois conceitos devem estar em concordância, isto é, a carga e a capacidade devem de estar balanceados, tal como mostra a imagem abaixo (Figura 7).

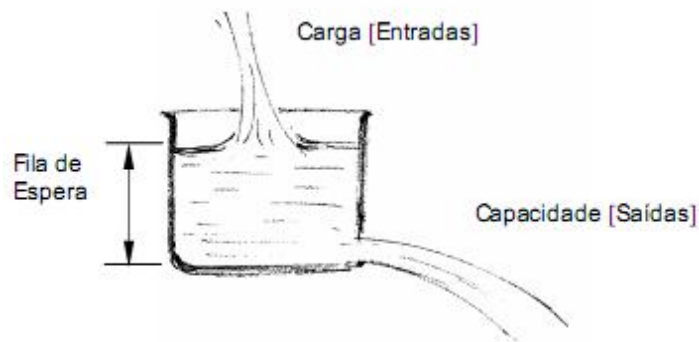


Figura 7 – Equilíbrio entre caudal de entrada e caudal de saída (Ávila e Cavaco, 2008)

De forma a evitar estas situações, a capacidade deve ser alvo de estudo antes de se planejar uma produção, e, por esse motivo, deve-se realizar um planeamento de necessidade de capacidade, o qual está inserido dentro do âmbito do MRP. Para determinar a capacidade disponível numa fábrica é necessário que haja um estudo de tempos e métodos anteriormente, mas, como tal não está inserido nos objectivos deste estudo, este tema não será desenvolvido.

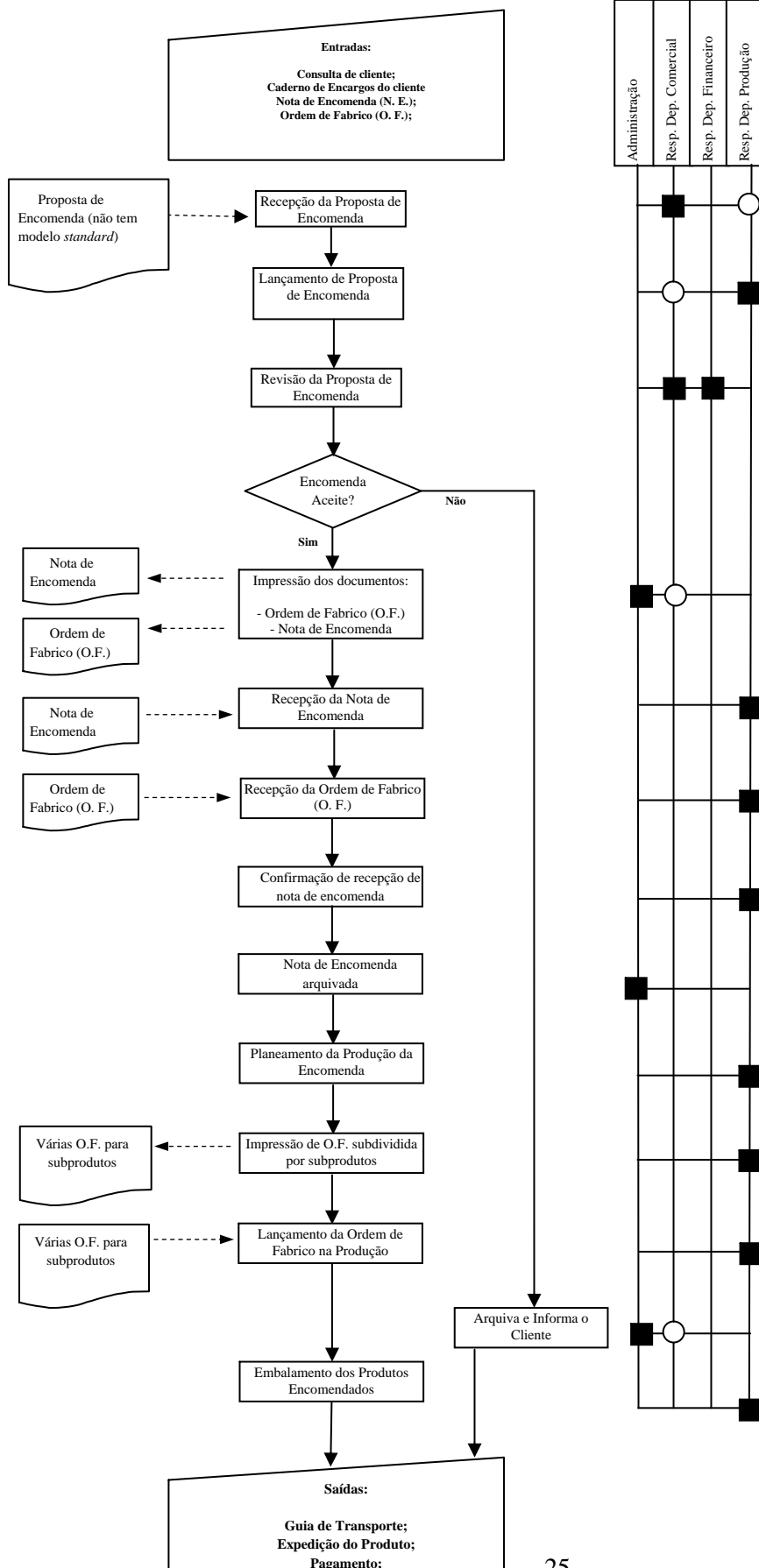
Alocação e Sequenciação

Estas duas actividades, que normalmente são efectuadas em simultâneo, relacionam-se com a escolha/afecção dos recursos produtivos para executar as ordens de fabrico e a sequência/prioridade das mesmas. Em muitos sistemas produtivos estas actividades são efectuadas ao nível do chão da fábrica (*shop floor*), noutros casos ao nível do planeador da produção. As tomadas de decisão associadas à alocação e à sequenciação são tarefas difíceis/complexas em sistemas do tipo *job shop*. Esta área tem sido alvo de muitos esforços de investigação e é normalmente designada por programação detalhada ou fina da produção. Quando a ela está associada o desenvolvimento duma ferramenta de *software*, é normalmente designada pelo acrónimo APS (*Advanced Planning Systems*). Os *softwares* APS são ferramentas especializadas em soluções avançadas de planeamento e programação de operações, capazes de levar em consideração praticamente todas as variáveis e restrições inerentes ao ambiente produtivo, gerando planos de produção viáveis.

3.2 Descrição do Sistema

Para de, uma forma simples, se entender desde o início todo este conjunto de actividades inerentes ao planeamento, programação e controlo da produção da AGM, foi construído um diagrama de processo, que é apresentado seguidamente, descrevendo todos os documentos que circulam no processo de planeamento, em que actividades se enquadram, e quais são as áreas funcionais da empresa. Será de referir que neste diagrama de processo apenas são apresentadas as actividades desde que uma proposta de encomenda é definida e chega à empresa até à sua expedição.

Documentos	Actividades	Áreas Funcionais	Descrição
------------	-------------	------------------	-----------



É recebida uma proposta de encomenda pelos responsáveis do departamento comercial que passam por sua vez para o departamento de Produção.

Realiza-se o lançamento da proposta de encomenda, através do *software* AGM, inserindo campos como tipo de produto encomendado e quantidades, assim como data prevista de entrega.

O departamento financeiro juntamente com o departamento comercial verifica a condição financeira e jurídica do cliente, como por exemplo: possíveis dívidas deste para c/ a empresa, tipos de crédito disponível.

Caso todas as condições do cliente estejam em ordem de forma a não haver risco de não pagamento assim como todos os detalhes da encomenda, então a encomenda é aceite. Em caso contrário, esta é cancelada e o cliente é contactado.

A encomenda é aceite e então são impressos dois documentos: Nota de encomenda que é meramente para fins de facturação e também confirmação por parte do programador da recepção do documento. Este documento circula juntamente com a Ordem de Fabrico (O.F.).

A nota de encomenda é recebida pelo respectivo programador que planeia a produção do produto em causa.

O documento de ordem de fabrico é também recebido pelo respectivo programador, e este será mantido consigo para o planeamento da produção.

O programador de produção assina o documento de nota de encomenda de forma a existir a confirmação que este recebeu também a ordem de fabrico.

A nota de encomenda é enviada para a administração, a qual será arquivada e mais tarde utilizada para facturação na altura de expedição da encomenda.

Tendo em conta a ordem de fabrico, o programador irá inseri-la no seu plano de produção semanal de forma que data de entrega seja respeitada.

Após a O.F. ser lançada no *software* AGM e inserida no planeamento esta é subdividida pelos vários produtos intermédios necessários produzir de forma a constituir o produto final, sendo impressas no final.

Juntamente com outras encomendas, são lançadas na produção as várias ordens de fabrico. Este plano de produção é distribuído nos centros de trabalho todos os dias (no caso de existirem sempre encomendas).

Por via telefónica o cliente é informado sobre a situação da sua encomenda não ser aceite e quais os motivos levados em conta. A proposta de encomenda é arquivada, e caso o cliente queira novamente realizar uma encomenda, então ou se realiza uma nova proposta ou é revista a antiga.

Após a encomenda ser totalmente produzida, todos os produtos são embalados e etiquetados com a sua respectiva descrição, para serem posteriormente expedidos para o cliente final. Esta etiquetagem é impressa e realizada pelo departamento de produção.

Será agora descrita a realização de cada uma destas actividades. De facto, poderá já verificar-se que a actividade de controlo da produção é quase inexistente. Este mesmo controlo, quando é realizado não o é da forma mais assertiva, sendo por isso um défice que a AGM tem, que, deverá ser melhorado, mas para o diagrama acima não foi considerado.

Idealmente existem duas maneiras para realizar uma encomenda: o cliente entra em contacto directamente com a empresa ou, então, um vendedor vai ao seu encontro e regista a sua encomenda. Seguidamente a encomenda é processada para o departamento de produção, como será descrito mais à frente. Além destas duas vias, existe uma outra (a qual não é politicamente correcta e põe em causa todo o planeamento) que é a de quando o director da empresa vai directamente ao departamento de produção e impele uma determinada encomenda. O esquema abaixo (Figura 8) pretende demonstrar as várias vias existentes na AGM para encomenda de produtos.

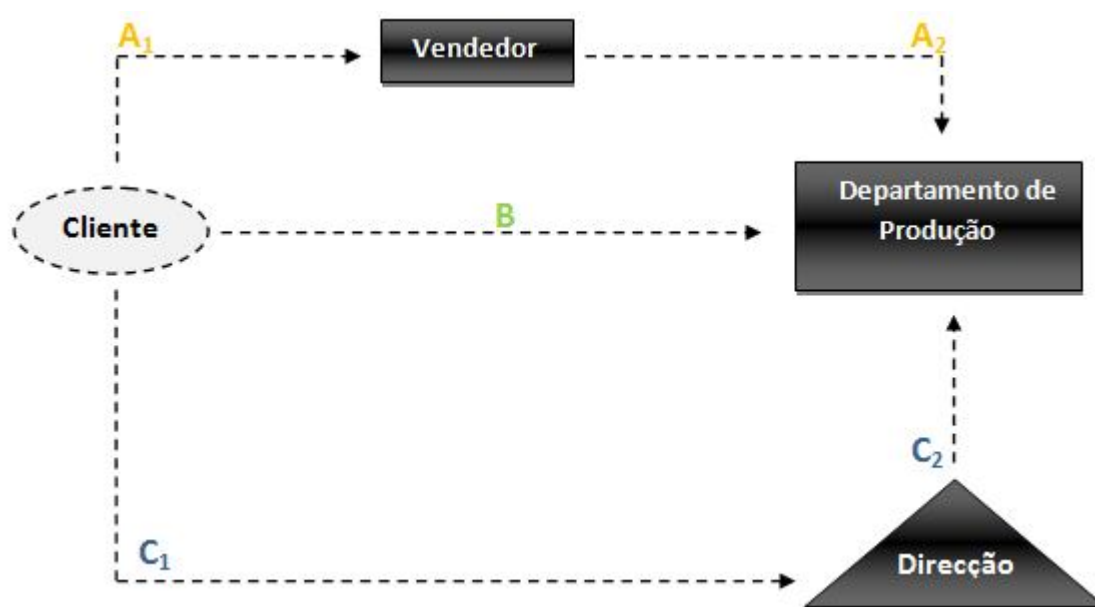


Figura 8 – Vias de processamento de uma encomenda na empresa AGM

Na fase A_1 o cliente é abordado ou aborda um determinado vendedor e é definido qual ou quais os produtos a encomendar. São definidas dimensões (questões estruturais do produto) e uma data de entrega da encomenda. Esta data é definida inicialmente pelo cliente, e o vendedor verifica se é ou não viável responder atempadamente. O vendedor tem duas formas de saber este tipo de informação, alguns conhecem e sabem exactamente como estão a decorrer as ordens de encomenda dentro da empresa e o estado dos pedidos, ou então telefonam ao respectivo programador de produção do produto em causa e verificam se é

possível realizar esta encomenda para a data desejada. A fase A_2 refere-se ao momento em que, após a encomenda ser totalmente definida, onde existem como parâmetros a quantidade de um ou vários produtos, data de entrega e todos os dados técnicos do produto, o vendedor dirige-se à empresa com as propostas de encomenda e entrega ao departamento de produção.

No caso da fase B, o cliente não utiliza nenhum intermediário para a realização da sua encomenda, entrando em contacto directo por via telefónica (1) ou pessoalmente (2) com o departamento de produção. Caso seja um cliente habitual, então este torna-se um processo com menos burocracia, ao contrário de quando se trata de um cliente completamente novo. Neste último caso é necessário que seja criada uma ficha de cliente e só depois a encomenda pode ser realizada. Aqui surgem as hipóteses de um vendedor se dirigir ao local do cliente (3), ou o cliente se dirigir directamente à empresa, ou o cliente realizar por via telefónica a criação de uma ficha de cliente e a sua encomenda. O esquema abaixo (Figura 9) pretende demonstrar todo este processo de comunicação para a definição de uma dada encomenda.

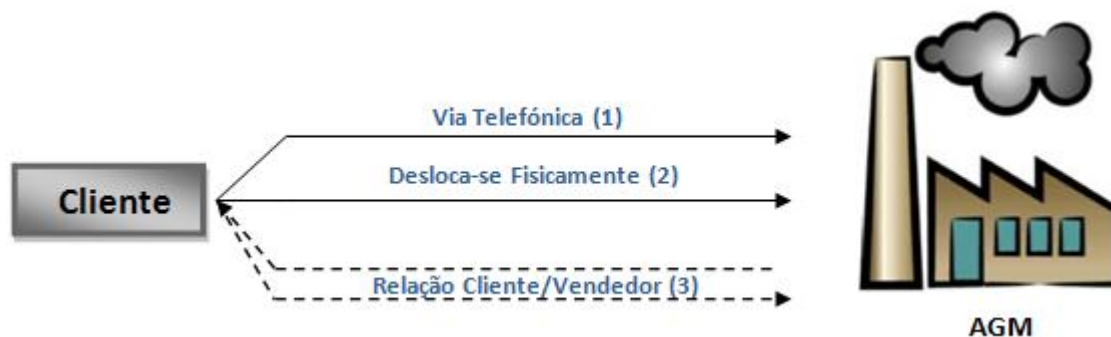


Figura 9 – Canais directos de comunicação de um cliente com a empresa AGM

Seguidamente, na fase C_1 , um dado cliente contacta directamente com o director da empresa, o qual está posicionado no primeiro patamar hierárquico e, por isso, possui o maior poder de decisão dentro da empresa. Normalmente, este tipo de cliente tem um estatuto preferencial, devido a questões económicas ou por uma relação mais pessoal com o Director. Após esta fase segue-se a fase C_2 , na qual o director comunica a encomenda directamente ao departamento de produção, exactamente com os mesmos detalhes técnicos do(s) produto(s) e data desejada para entrega.

Para qualquer uma das fases descritas acima existe sempre uma folha de proposta de encomenda onde estão registados todos os dados da mesma, seja ela realizada por um vendedor ou na empresa directamente. A folha tem o seguinte aspecto, como mostra a

imagem abaixo (Figura 10). Por vezes, quando são vendedores, existem propostas de encomendas que não seguem exactamente este modelo, surgindo num papel normal, ou outro tipo de formato.

Proposta de Encomenda

Identificação

Nº Folha: []
Data: []

Cliente: [] Nº Cliente: [] Nº Contribuinte: [] Telefone: [] Fax: []
Morada: [] Localidade: [] C. Postal: []
C. Pagamento: [] Vendedor: []

Produto

Pos.	Código	Qtd.	Descrição	Largura	Altura	Ped.	O. Esq.	O. Dxt.	Fix.	Fch.	Acabamento	Obs.	Preço Unit.

Aprovação

Empresa (vendedor)

Cliente

Figura 10 – Exemplo de Proposta de Encomenda (Documento)

Tal como na fase A (que engloba as fases A₁ e A₂), na fase B o cliente estabelece uma data preferencial de entrega do material em conjunto com o vendedor. Este, por outro lado, pode saber o estado da programação dos produtos em causa, mas caso não esteja, então entra em contacto por via telefónica com o programador desse mesmo produto. No caso da fase C, a qual engloba as fases C₁ e C₂, é uma situação um pouco mais peculiar, pois não é consultado nenhum tipo de programador ou plano de produção, sendo a data de entrega que o cliente define com o director da AGM a que tem de ser respeitada, e então no departamento de produção, a encomenda é “forçada”, ganhando prioridade sobre todas as outras encomendas. O impacto que este tipo de decisão da direcção da empresa tem sobre o planeamento da produção é enorme e tem obrigatoriamente de ser alvo de melhoria, pois enquanto esta situação se mantiver, independentemente daquilo que se planeia para produzir, irá sempre haver desvios do planeado que se traduzem em atrasos nas encomendas devido à forma como as prioridades são afectadas.

Em relação à forma como a empresa AGM programa a produção, esta utiliza um *software* de gestão da empresa Sage. O pacote de *software* denomina-se por Sage *Next*. Este é um sistema

integrado e com bastante informação que trata de toda a gestão financeira, gestão de cliente e gestão da produção (*stocks*, matérias-primas, entre outros). Além deste *software*, existe o *software* AGM, criado à medida pela empresa Sage que tem como função o processamento de encomendas e até mesmo a verificação do estado das mesmas. Tanto o *software* Sage Next como o AGM, estão interligados e na sua base de dados estão todas as necessidades de matéria-prima para cada família de produto e seus respectivos modelos.

Através de uma análise e explicação dos dois programadores da produção foi retirada a informação necessária para descrever a forma como esta programação é realizada. Existem duas pessoas que estão responsáveis por estas funções. Após a chegada de uma dada folha de proposta de encomenda esta é direccionada para o respectivo programador de produção tendo em conta o produto em questão. Cada uma dessas propostas de encomenda é inserida no programa AGM. Neste *software*, o programador insere o número de nota de encomenda, colocando quais os produtos e as quantidades que lá constam e este calcula imediatamente quais as necessidades de matéria-prima para a encomenda, assim como produtos intermédios (que podem ser comprados a fornecedores, como por exemplo, motores e outro tipo de automatismos). Este *software* encontra-se interligado entre todos os departamentos da empresa, o que permite que a proposta de encomenda ao ser lançada no *software* AGM (existe assim a passagem de um documento de papel para um documento electronicamente formatado), seja seguidamente revista no departamento comercial juntamente com o financeiro, já que estes têm de verificar se o cliente tem condições de pagamento ou se não tem nenhuma dívida para com a empresa. Caso seja um cliente com todas as condições económicas e jurídicas em ordem, então a proposta de encomenda é validada e são impressos dois tipos de documentos.

Um dos documentos é a ordem de fabrico (O.F) sendo o outro documento uma nota de encomenda. Estes dois documentos são enviados para o respectivo programador da produção, e, por sua vez, é assinado o documento de nota de encomenda para ser confirmada a recepção dos mesmos. A única diferença entre os dois documentos, é que na nota de encomenda está discriminado o preço unitário de cada produto e valor total da encomenda, com imposto de IVA e taxas de desconto. Mas o que apenas interessa para o departamento de produção é o documento de ordem de fabrico, o qual é constituído pelos campos: N° de nota de encomenda, Cliente, Quantidade, Designação do Produto, Data de entrada de encomenda e Data de entrega. Cada ordem de fabrico é subdividida em várias ordens de fabrico sendo estas

distribuídas todos os dias pelos centros de trabalho e detalhando a designação e a quantidade de produto intermédio necessário produzir.

No que respeita ao *software* AGM é necessário definir uma data de previsão para a entrega da encomenda, dado que este campo é importante para informar um dado cliente sobre a data prevista para entrega da sua encomenda, caso seja solicitado.

Quanto ao plano de produção, tal como foi referido acima, todos os dias é distribuído pelos centros de trabalho as respectivas ordens de fabrico, de forma a que os operários tenham conhecimento do que produzir no seu dia de trabalho. Ora este plano contendo o que é necessário produzir sofre alterações constantes, pois existe um número elevado de sobreposição de encomendas, devido à empresa AGM querer aceitar as encomendas de todos os clientes, apesar de não ter capacidade para atender todos os pedidos atempadamente. Há processos que são bastante demorados, principalmente o de lacagem, que pode ser realizado no exterior ou na própria planta fabril. Uns dos graves problemas originados devido a realizar a lacagem no exterior são os longos períodos de tempo que este processo ocupa, tanto a nível de transporte como a própria lacagem. A empresa instalou recentemente maquinaria de lacagem mas neste momento entra em funcionamento muito poucas vezes e só realiza lacagem de material em cor branca. Como agravante, se existir um pedido de um cliente que consista numa quantidade de material apreciável, então essa encomenda ganha prioridade sobre todas as outras, tal como já foi mencionado. Um exemplo dado é o facto de existir encomendas que chegaram em inícios do mês de Novembro de 2008 e ainda não tinham sido satisfeitas, enquanto as encomendas do mesmo produto que chegaram em fins de Novembro do mesmo ano já terem sido remetidas. Relativamente ainda ao planeamento, este baseia-se na experiência de duas pessoas, as quais se informam, por vezes, com os operários de forma a saber a sua apreciação sobre se é possível os pedidos serem satisfeitos para a data prevista. Desta forma, é bastante complicado apenas dois a três membros da empresa gerirem todo este fluxo de encomendas.

Para além das duas ferramentas acima descritas, a gestão das encomendas é efectuada em folhas de cálculo *Microsoft Office Excel* para cada mês de produção e cada produto.

Quanto ao planeamento de matéria-prima, alguns artigos incorporam na sua árvore de produto as mesmas matérias-primas. Normalmente, nestes casos, essas matérias-primas são as mais consumidas e, por isso, são denominadas por matérias-primas primárias. Este tipo de material,

devido ao seu consumo contínuo e sempre necessário para a formação de um produto final, é planeado trimestralmente e, por sua vez, recebe um menor controlo por parte do programador: ao invés de encomendar este tipo de matéria-prima (ex: bobines de chapa) apenas quando uma dada encomenda entra no sistema, este baseia-se num modelo de previsões, que tendo em conta o histórico da empresa, define uma taxa de aumento ou diminuição da necessidade de matéria-prima para encomendar. Segundo o responsável dos aprovisionamentos, este tipo de planeamento trimestral para matéria-prima primária, não tem tido nenhum desvio significativo já que este efectua ajustamentos sempre que é necessário. Em relação à matéria-prima que é utilizada apenas para alguns produtos (matéria-prima secundária), esta é encomendada apenas quando é necessário, e assim sendo, é planeada com uma periodicidade diária. Este tipo de planeamento, tendo em conta a opinião do programador, é assim realizado pois a procura torna-se cada vez mais imprevisível, e, sendo uma variável exterior que o programador não consegue controlar, então toma esta medida como forma a tornar o *stock* quase inexistente.

Posteriormente, com base na lista de fornecedores são seleccionados aqueles que garantam as características de boa qualidade do material, menor tempo de entrega e menor custo de aquisição. Mas o grave problema que está associado a este processo de planeamento é realmente o tempo de entrega de matéria-prima por parte dos fornecedores, desencadeando assim atrasos nas entregas de produto final ao cliente. Caso seja matéria-prima com medidas *standard*, os fornecedores demoram em média até dois dias para efectuar a sua entrega, mas quando, são medidas específicas (o que acontece na maioria dos produtos), a matéria-prima pode demorar mais do que 15 dias. Ainda com maior intervalo de dias na entrega do material estão os automatismos que podem demorar mais do que três meses a chegar a Portugal (são normalmente encomendados a um fabricante da China).

Como ferramenta para realizar o planeamento da matéria-prima, o responsável utiliza o *Microsoft Excel*. Isto deve-se ao facto dos trabalhadores não terem tido formação por parte da empresa Sage, para o manuseamento do *software Sage Next* ou o programa AGM. Segundo informações recolhidas, estes *softwares* incorporam sistemas de alarmes para alertar os programadores sobre uma possível falta de matéria-prima, *stocks* intermédios a um nível muito abaixo do definido, entre outros. Quanto aos *stocks* intermédios, estes não são planeados e, por sua vez, estes são controlados diariamente pelo programador o qual contacta directamente com os trabalhadores e baseia-se na experiência que estes têm. Para cada

material que se torne *stock* é definido um nível de segurança, e sempre que este está abaixo, então é reabastecido.

3.3 Análise do Desempenho do Sistema

Tendo o conhecimento da forma como o processo de planeamento, programação e controlo da produção é realizado na empresa AGM, torna-se necessário proceder a uma análise do seu desempenho. Através do histórico (ano 2008) da empresa é possível realizar um estudo estatístico incidindo na taxa de entrega das encomendas a tempo e, desta forma, também determinar qual a taxa de atraso de entrega das mesmas. Sendo estes atrasos um problema que a empresa atravessa, é necessário verificar se existem mais problemas, e posteriormente (no Capítulo 4) quais as causas que estão por detrás destes.

3.3.1 Atrasos nas Encomendas

Para análise do desempenho do planeamento da produção, atendendo aos atrasos nas encomendas, procedeu-se à classificação ABC das nove famílias de produtos de forma a incidir o nosso estudo sobre as famílias classe A as quais representam o maior número de vendas (saídas), tal como se pode verificar na tabela abaixo (Tabela 2).

Tabela 2 – Análise ABC das nove famílias de produtos da empresa AGM

Família de Produto	Qt. de Produção	Classificação %	Classificação Acumulada %	Curva
Portas Seccionadas	34.717,23	30,02%	30,02%	A
Portas Basculantes	30.102,31	26,03%	56,06%	A
Portas de Fole	24.254,33	20,98%	77,03%	A
Portas de Vidro	12.946,96	11,20%	88,23%	B
Grades Segurança (Lagarto + Enrolar)	12.490,46	10,80%	99,03%	B
Portas de Segurança	894,00	0,77%	99,80%	C
Resguardos de Banho	195,00	0,17%	99,97%	C
Portas Corta-fogo	31,00	0,03%	100,00%	C

Segundo a análise realizada acima, verificou-se que a classe A reúne os seguintes produtos: Portas Basculantes, Portas Seccionadas e Portas de Fole. Para cada uma destas famílias de produtos a empresa forneceu todos os dados referentes à data de entrada de encomenda e data de expedição da mesma, detalhando quais os dias e quais os meses, o que possibilitou realizar uma análise individual por família a nível mensal e uma análise conjunta com todas as famílias a nível anual. Para cada uma das famílias de produto a empresa estabelece 15 dias

úteis para satisfação de uma dada encomenda, e este valor foi tomado em conta para verificar quais as encomendas que ultrapassavam este período tornando-se assim encomendas com atraso na entrega.

No que respeita às portas basculantes, após uma análise de todas as entradas e saídas deste produto em cada um dos meses do ano de 2008, foi retirado o valor médio mensal do número de dias de atraso das encomendas e o seu respectivo desvio-padrão, tal como é possível verificar na tabela abaixo apresentada (Tabela 3).

Tabela 3 - N° médio mensal de dias de atraso de encomendas no ano 2008 (portas basculantes)

	N° Médio de Dias em Atraso nas Encomendas	Desvio Padrão
Janeiro	11,8	7,5
Fevereiro	15,5	11,5
Março	9,5	7,7
Abril	8,5	7,8
Mai	9,7	12,5
Junho	8,5	7,3
Julho	14,6	26,0
Agosto	14,6	8,0
Setembro	6,9	3,2
Outubro	4,3	1,8
Novembro	11,8	5,6
Dezembro	2,0	0,0

Através destes dados, pode-se desde já constatar que os meses de Fevereiro, Julho e Agosto foram o período onde ocorreu o maior número médio de dias de atraso na entrega das encomendas, mas, ao analisar globalmente estes valores verifica-se que os desvios-padrão de cada um dos meses são bastante elevados. Estes valores resultam duma procura bastante imprevisível e da falta de capacidade de resposta da empresa para com os pedidos, tanto por existirem longos períodos de espera da matéria-prima, como elevada carga de trabalho. No gráfico abaixo (Figura 11) estão representados todos estes valores, e, com facilidade, verifica-se que a procura, mesmo sendo imprevisível, segue um trajecto descendente, existindo assim ainda alguns picos.

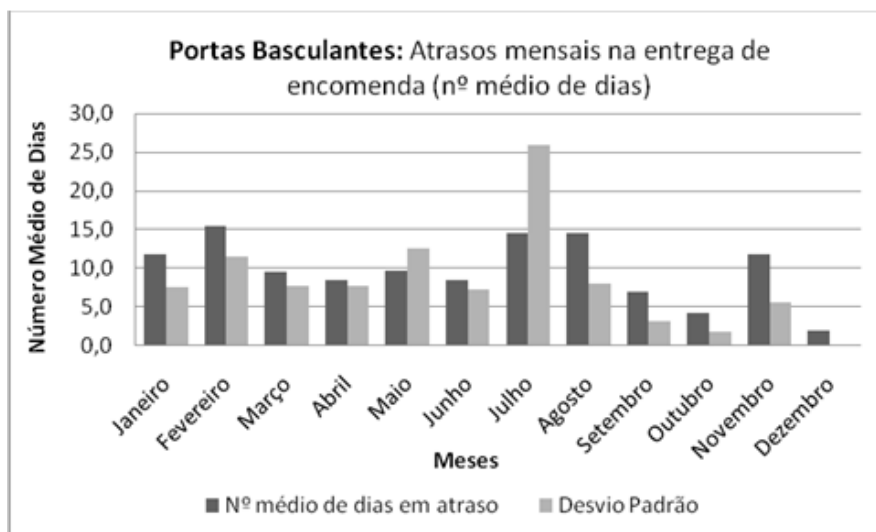


Figura 11 – Gráfico de análise do nº médio de dias no atraso de encomendas de portas basculantes

Quanto às portas seccionadas, foi realizada uma mesma análise e, compilando todos os dados de entrada e saída de encomendas para todos os meses do ano de 2008, obtiveram-se os seguintes resultados apresentados na tabela abaixo (Tabela 4).

Tabela 4 – Nº médio mensal de dias de atraso de encomendas no ano 2008 (portas seccionadas)

	Nº Médio de Dias em Atraso nas Encomendas	Desvio Padrão
Janeiro	12,9	10,6
Fevereiro	9,2	7,8
Março	13,5	22,6
Abril	17,6	23,2
Maio	14,7	14,0
Junho	9,9	8,7
Julho	10,2	11,2
Agosto	20,3	7,2
Setembro	5,5	4,0
Outubro	6,2	7,9
Novembro	10,9	6,3
Dezembro	2,3	0,8

No caso das portas seccionadas, os meses de Abril, Maio e Agosto apresentam um número médio de dias de atraso nas encomendas superior aos restantes meses, mas tal como é possível reparar no gráfico (Figura 12) abaixo, os atrasos na entrega deste produto sofrem uma grande oscilação, havendo picos de atraso das encomendas com um número médio de 20 dias.

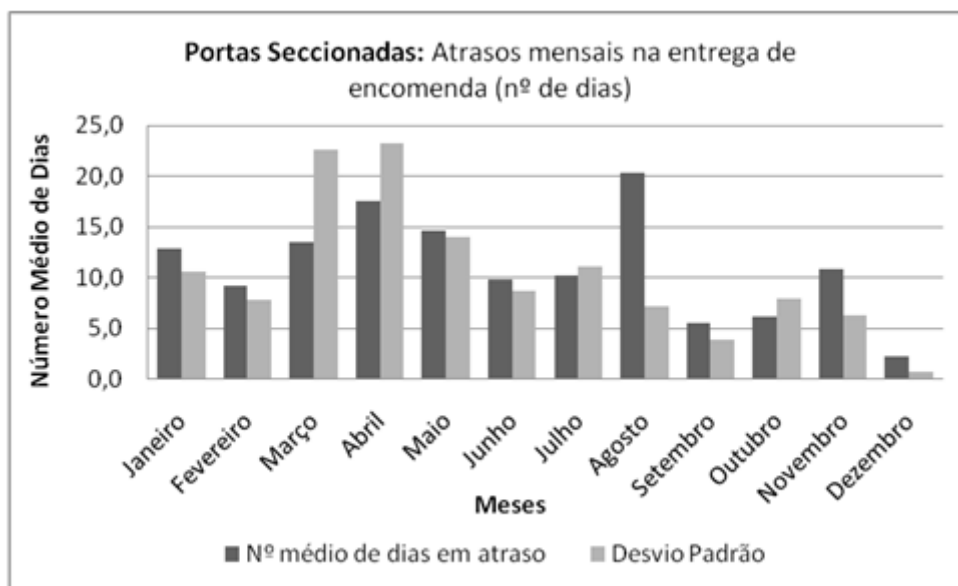


Figura 12 - Gráfico de análise do nº médio de dias no atraso de encomendas de portas seccionadas

Uma outra família de produto pertencente à classe A é a porta de fole, e uma análise igual, incidindo no número médio de dias de atraso de entrega de encomendas foi realizada. Os dados cedidos pela empresa foram filtrados (retirada informação confidencial), retirando apenas a informação importante, tendo-se obtido os seguintes resultados (Tabela 5).

Tabela 5 – Nº médio mensal de dias de atraso de encomendas no ano 2008 (portas de fole)

	Nº Médio de Dias em Atraso nas Encomendas	Desvio Padrão
Janeiro	12,4	13,6
Fevereiro	13,1	17,9
Março	9,6	5,7
Abril	11,9	15,7
Mai	18,2	13,6
Junho	11,1	6,4
Julho	12,0	10,0
Agosto	20,2	12,3
Setembro	6,7	3,8
Outubro	5,2	5,0
Novembro	10,2	6,1
Dezembro	5,0	0,0

Segundo estes dados e numa base comparativa entre as análises realizadas a estas três famílias de produtos, este é, sem dúvida, um dos produtos onde ocorreu o maior número de atrasos nas encomendas no ano de 2008, tal como se pode verificar abaixo na representação gráfica destes resultados (Figura 13).

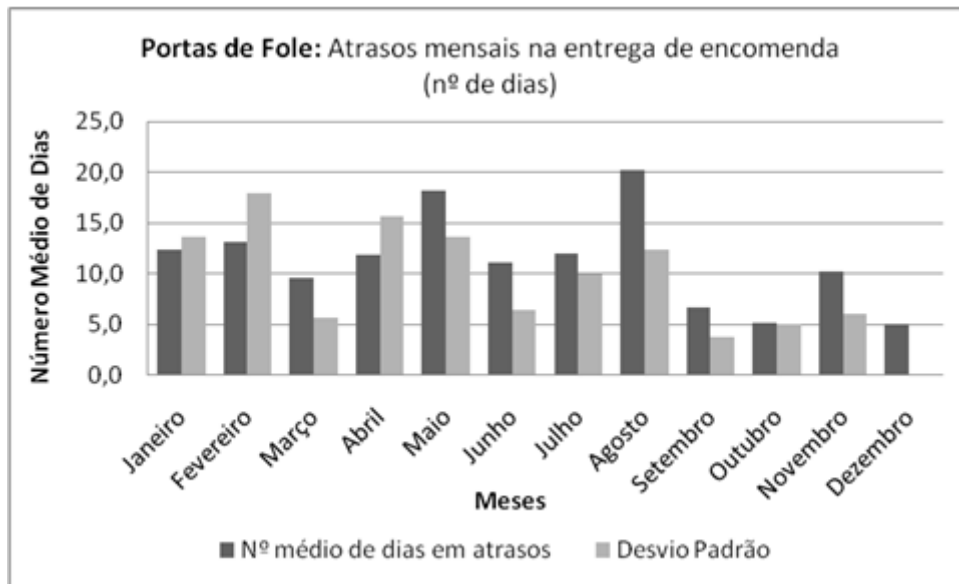


Figura 13 - Gráfico de análise do nº médio de dias no atraso de encomendas de portas de fole

Resumindo os dados das três famílias para o período anual, obtiveram-se os resultados expostos na Tabela 6.

Tabela 6 - Nº médio anual de dias de atraso de encomendas no ano 2008 (classe A de produtos)

	Nº Médio de Dias em Atraso nas Encomendas	Desvio Padrão
Portas de Fole	12,3	12,7
Portas Basculante	11,3	12,9
Portas Seccionadas	12,2	14,4

Na Tabela 6 verifica-se que o número de dias de atraso é muito semelhante nas três famílias de produtos, havendo apenas uma discrepância no desvio padrão das portas seccionadas em relação aos restantes produtos e isto deve-se ao facto de existirem algumas encomendas que têm valores de atraso bastante maiores que os restantes atrasos.

Para além da análise do atraso em dias das encomendas, torna-se também necessário realizar uma análise da quantidade de encomendas com atraso na entrega. Para isso, foram analisadas as mesmas três famílias de produtos que correspondem à classe A num período anual (ano 2008), e foram assim contabilizadas as encomendas com atrasos, obtendo os resultados que se encontram na tabela abaixo (Tabela 7).

Tabela 7 - Quantidade de encomendas com atrasos no ano 2008 (produtos classe A)

	Nº Total de Encomendas (2008)	Nº Total Atrasos Encomendas (2008)	Taxa de Atrasos
Portas de Fole	1372	904	65,9%
Portas Basculante	2502	1304	52,1%
Portas Seccionadas	2751	1640	59,6%

Com estes resultados é possível verificar que quanto às portas de fole apenas 468 encomendas foram entregues sem atraso, e, por isso, conclui-se que existe uma taxa de atraso de 65,9% para este artigo. Referente às portas basculantes mais de metade do total de encomendas sofreu atraso registando-se assim uma taxa de atraso para este produto na ordem dos 52,1%. Por fim, as portas de fole, sendo o produto com maior número de vendas, têm também bastantes atrasos na entrega ao cliente final existindo assim uma taxa de atraso de 59,6%.

Sabendo que as três famílias de produtos analisadas representam o maior volume de vendas para a empresa em 2008 e mais de metade sofreram atrasos (58%), e que essas têm atrasos médios de 12 dias, este é realmente um défice que a AGM necessita rapidamente de resolver. Torna-se assim necessário determinar quais os problemas que a empresa está a atravessar e quais os seus efeitos.

3.3.2 Stocks Intermédios

À medida que a empresa vai produzindo os seus diversos produtos intermédios, muitos deles, por serem utilizados na maioria das montagens dos produtos finais e, dessa forma, terem uma elevada taxa de utilização, são normalmente produzidos para *stock* para que exista imediata disponibilidade do material assim que chegam encomendas. Juntamente com estes stocks intermédios surgem os custos de posse, que segundo os responsáveis da produção, são custos que actualmente a empresa acarreta desnecessariamente já que a quantidade de material que necessitam diariamente não justifica a quantidade de material mantida em stock. Este é um problema com graves consequências no que respeita a custos e espaço ocupado desnecessariamente. Para a análise deste problema não existem dados na empresa que possam comprovar numericamente este caso, mas é de facto uma situação que necessita de uma melhoria.

3.3.3 Instabilidade do Planeamento

Tal como já foi referido, as pessoas responsáveis pelo planeamento da produção na AGM não utilizam qualquer tipo de método de gestão da produção, e baseiam-se apenas na experiência que foram adquirindo ao longo dos anos de trabalho. Sendo este um factor que já agrava severamente a estabilidade e exequibilidade de um plano de produção, existe também o factor em que muitas vezes aquilo que planeiam é posto em causa, na medida em que, a direcção altera e/ou coloca ordens de fabrico na produção sem dar aos planeadores qualquer tipo de conhecimento, criando assim um desvio do planeado com o que acontece na realidade.

O dimensionamento de lotes de produção tanto para este problema como para o de *stocks* intermédios é um método muito importante, pois actualmente este não está a ser tido em consideração e por isso o aumento de custos, o aumento de espaço ocupado e a instabilidade do planeamento torna-se inevitável.

4 Propostas de Melhoria

4.1 Causas dos problemas detectados na empresa

Através do estudo até aqui realizado na empresa, foi possível detectar alguns problemas, todos eles internamente correlacionados e que, por vezes, sofrem um efeito de encadeamento. Para analisar esta situação torna-se fundamental uma estruturação que verifique quais os problemas globais e/ou qual a sua origem. Por esta mesma razão é utilizada uma análise baseada no diagrama de *Ishikawa* ou também denominado por diagrama de causa-efeito. Nesta técnica são analisados os efeitos em enfoque (problemas globais) sendo as causas para estes mesmos efeitos exploradas em seis vertentes: Máquinas, Mão-de-obra, Meio Ambiente, Medição, Métodos e Materiais.

É certo que a empresa AGM enfrenta, neste momento, vários problemas, mas como problemas globais detectados na análise feita no capítulo anterior temos:

- Atrasos na entrega das encomendas;
- *Stocks* intermédios;
- Instabilidade do planeamento.

4.1.1 Atrasos na Entrega das Encomendas

Os atrasos existentes na entrega das encomendas têm origens diversas, algumas com um peso mais significativo que outras, mas todas elas estão a contribuir para um mau desempenho da actividade da empresa. Este efeito tem um elevado impacto na AGM, na medida em que prejudica a imagem da empresa perante o mercado na qual está inserida, provocando a insatisfação de muitos clientes, provocando, possivelmente, a redução do número de encomendas. No diagrama abaixo apresentado (Figura 14), estão descritas as várias causas que resultam no atraso das encomendas.

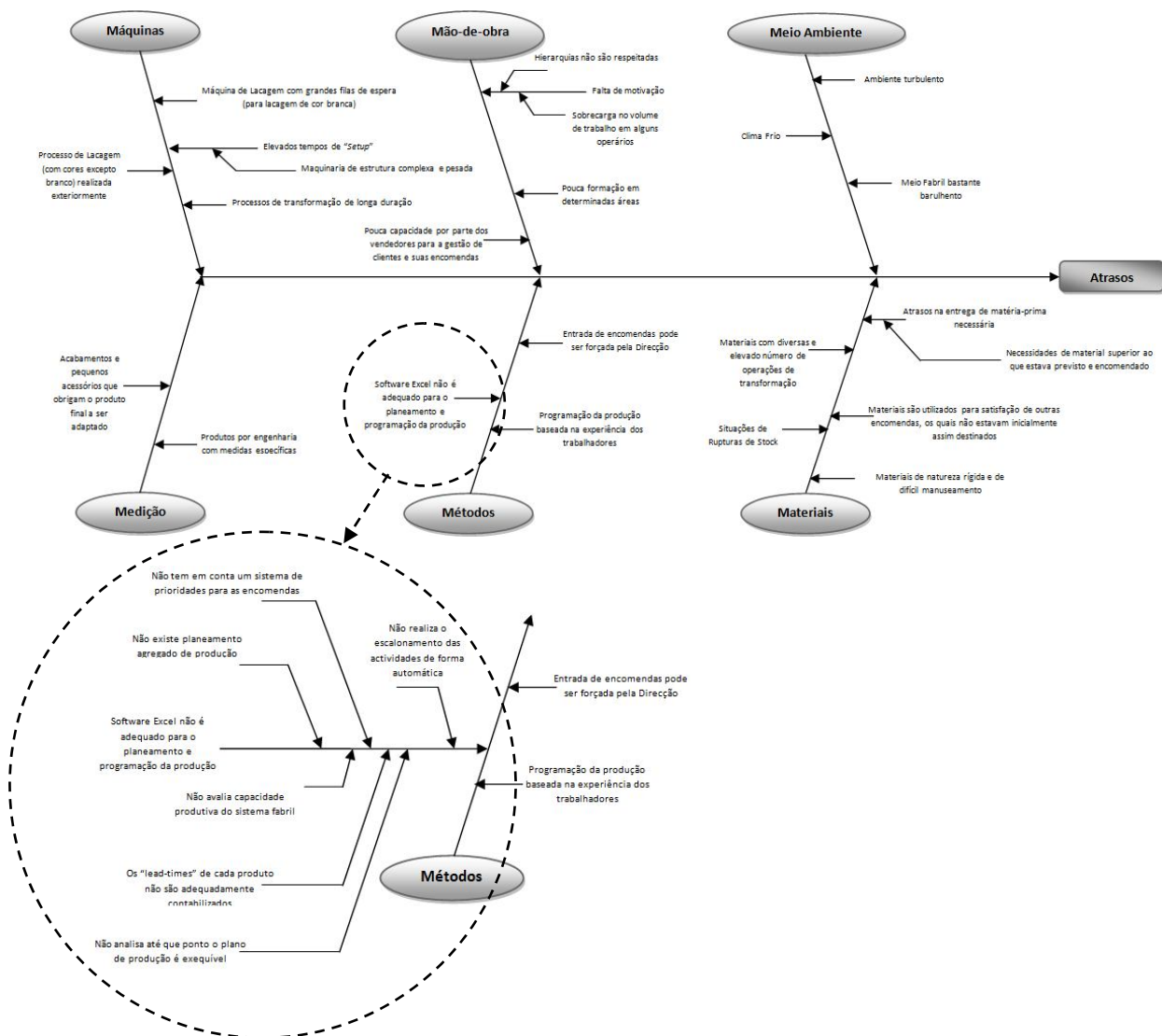


Figura 14 – Diagrama de Ishikawa para os atrasos nas encomendas

Seguidamente as causas apresentadas acima serão analisadas em cada uma das vertentes mostrando qual a sua contribuição para o atraso existente na entrega das encomendas.

Materiais:

- Quando as matérias-primas são encomendadas, normalmente já estão afectadas a uma determinada encomenda, mas por vezes estas são utilizadas para satisfazer outras encomendas que não estavam inicialmente planeadas, ficando a encomenda inicial, pendente de uma nova chegada de matéria-prima.
- Surgem assim alguns problemas que aumentam substancialmente o tempo de resposta à conclusão de uma encomenda, ou seja, existem por vezes atrasos por parte dos fornecedores na entrega do material encomendado e, quando este material chega e começa a ser transformado, passa por processos tanto de transformação como transporte que levam longos períodos a serem concluídos.

Máquinas:

- Devido à complexidade da estrutura da maquinaria presente na planta fabril, de elevada dimensão e peso, sempre que é necessário um novo *setup*, gera uma elevada morosidade do processo.

Mão-de-obra:

- Devido à inexistência de formação profissional dos trabalhadores e ao facto destes se guiarem apenas pela experiência adquirida ao longo do tempo, não existe nenhuma metodologia ou técnica em prática que possibilite a minimização de tempo ou movimentos de uma dada operação.
- Existem muitos trabalhadores (não só a nível fabril mas também de escritório) que têm uma sobreposição de funções a desempenhar o que lhes desperta um elevado nervosismo, culminando num trabalho desorientado, gerando oportunidade para possíveis enganar e distrações.
- Aliado a este nervosismo está também o facto de as hierarquias não serem totalmente respeitadas, dado por exemplo, quando algum programador dá uma ordem de fabrico, por vezes essa mesma ordem fica pendente pois o director da empresa deu maior prioridade a uma outra encomenda que lhe foi requisitada directamente por um cliente.
- Existe uma gestão pouco eficiente da carteira de clientes por parte dos vendedores, pois por vezes algumas encomendas que estes formulam e posteriormente entregam ao departamento comercial da AGM contêm erros. O cliente, admitindo, que a sua encomenda no que respeita a questões estruturais (dimensões, acabamentos) foi correctamente

registada pelo vendedor, vem posteriormente a verificar que esta, depois de produzida, não corresponde ao seu pedido. Quando estas situações ocorrem (são registadas em documentos denominados por boletins de ocorrência) existem vendedores que não admitem o seu erro, e, na tentativa de satisfazer o cliente, a empresa produz novamente o que realmente o cliente deseja, o que implica mais tempo e maiores custos e por isso a data de entrega da encomenda não será respeitada.

- Desencadeia-se assim uma falta de motivação nos trabalhadores, pois perdem a noção de como reagir a certas situações e a sua organização de trabalho é questionada constantemente, existindo também mais tempo dispendido pelos trabalhadores escusadamente, contribuindo negativamente para o prazo de entrega das encomendas.

Meio Ambiente:

- A nível climático, os trabalhadores encontram-se num meio bastante frio de inverno e muito quente no verão (tanto na planta fabril como os escritórios), factor que cria algum desconforto para laborar.
- A comunicação existente entre os vários trabalhadores é quase sempre realizada em elevado tom de voz, devido ao barulho ensurdecido da maquinaria em funcionamento, e a não existir nenhum tipo de altifalante ou sistema de comunicação directo entre os escritórios (programadores) e o meio fabril.
- Denota-se um meio ambiente turbulento na medida em que existe demasiada pressão exercida na maioria dos trabalhadores, isto é, é-lhes exigido respostas imediatas de resolução para um acumular de situações que não foram criadas pelos mesmos.

Métodos:

- Existem graves problemas tanto nos processos que permitem a entrada de uma encomenda no sistema de produção, como a metodologia e *software* que apoia o planeamento da produção. Tal como foi referido acima, as hierarquias existentes na empresa não estão a ser respeitadas e o que acontece é que o director da AGM consegue, a qualquer altura, impelir a entrada de uma encomenda na produção sem dar muitas vezes conhecimento aos programadores de produção. Ora, isto significa que encomendas que já estavam planeadas passem a ser produzidas com um atraso, mas, mais do que isso, esta situação provoca uma inconsistência no planeamento da produção. Este mesmo planeamento também não é realizado da melhor forma, sendo para isso utilizada a ferramenta Excel (tal como já foi referido), a qual não funciona com nenhum tipo de sistema de prioridades, não avalia a

capacidade nem a carga actual da fábrica, os *lead-time* de cada produto não são contabilizados correctamente, e, por isso, este mesmo planeamento realiza-se unicamente com base na experiência de cada um dos programadores.

Medição:

- A empresa AGM realiza projectos por engenharia, dos quais resultam produtos que necessitam de um estudo aprofundado na sua estrutura pois não são construídos segundo medidas *standard*, resultando assim num maior período necessário para a sua construção.
- Todos os artigos podem, caso o cliente assim o deseje, incorporar um ou mais tipos de acabamentos, os quais acrescentam também mais tempo para que um artigo seja concluído, isto porque, os *routings* que os produtos tomam são bastante diferenciados e prolongados.

4.1.2 Stocks Intermédios

Um outro problema que a AGM enfrenta, considerando-o também como um problema global, é o dos *stocks* intermédios, que apesar de não serem muito elevados, acarretam custos e espaço fabril para a empresa. Na imagem abaixo apresentada (Figura 15) encontra-se a análise deste problema recorrendo uma vez mais ao diagrama de *Ishikawa*.

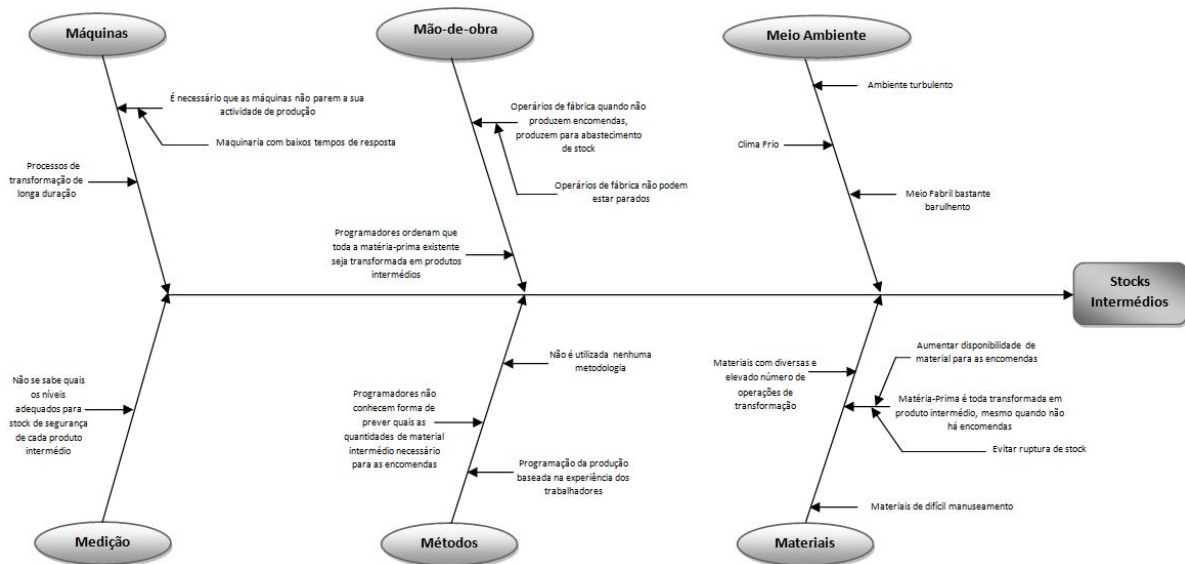


Figura 15 – Diagrama de *Ishikawa* para análise de *Stock* Intermédio

Segundo os responsáveis pelo departamento de produção da empresa, é necessário que exista *stock* intermédio para cada um dos produtos intermédios, isto porque, quando chega um

volume de encomendas para satisfazer, a empresa não tem capacidade suficiente para produzir elevados volumes de artigos num período normalmente de quinze dias úteis. De forma a aumentar o tempo de resposta, são criados os denominados *stocks* de segurança em cada posto de trabalho que realize a montagem dos vários produtos intermédios. Esta e outras razões para a existência deste tipo de *stock* foram estruturadas no diagrama acima apresentado (Figura 15) e estão seguidamente apresentadas.

Materiais:

- Para aumentar o tempo de resposta aos pedidos que chegam à empresa, segue-se a política de que toda a matéria-prima que dá entrada na planta fabril seja transformada em produtos intermédios.
- Mesmo no caso de não existir nenhuma encomenda em processamento, toda a matéria-prima é transformada com o objectivo de abastecer um determinado nível de *stock*, o qual a empresa considera SS.
- Este *stock* de segurança de material intermédio é mantido em recipientes perto de cada um dos postos de trabalho (postos de montagem), sendo abastecido sempre até um nível que cada um dos trabalhadores do respectivo posto, avalie como conveniente, de acordo com a sua experiência.
- A causa referente ao errado dimensionamento de stock de segurança apontada por alguns elementos da empresa relaciona-se com o facto de não saberem qual a quantidade de material que vão necessitar e, por isso, produzem em excesso para evitar situações de ruptura de *stock*.
- Devido ao material regularmente utilizado (aço) ser de natureza rígida, de difícil manuseamento, passar por diversificadas e um elevado número de operações de transformação, os seus tempos de conclusão tornam-se maiores. Devido a isto preferem transformar toda a matéria-prima disponível de uma só vez, para poupança de tempo e aumento na resposta ao cliente.

Máquinas:

- A maquinaria presente nos três espaços fabris de produção, caracteriza-se por uma estrutura bastante complexa cujas diferentes ferramentas com as quais trabalham comportam um elevado peso. Desta forma, sempre que é necessário mudar uma dada ferramenta, são necessárias várias horas (geralmente entre quatro a dez horas). Caso uma ferramenta seja montada apenas em função da chegada de uma dada encomenda, o tempo

que o produto final levaria a estar concluído seria bastante longo, e, por isso, a empresa necessita para cada material intermédio, que aquando a montagem de uma dada ferramenta numa dada máquina, seja transformada de uma só vez toda a matéria-prima necessária.

- Devido aos tempos de *setup* de cada máquina serem elevados, a empresa não permite que as máquinas parem, e justificam tal acontecimento pelos baixos tempos de resposta e os custos que estas tomam na mudança de uma dada ferramenta e no seu arranque.

Mão-de-Obra:

- Quando os trabalhadores de cada posto não estão a produzir nenhum tipo de encomenda, comunicam ao departamento de produção qual o nível a que se encontram os *stocks* de segurança, e caso seja necessário abastece-los, então é lançada uma nova ordem de fabrico.
- Muitas vezes, mesmo quando não é necessário abastecer nenhum dos recipientes de *stock* de segurança, os trabalhadores são ordenados pelos programadores de produção a transformar toda a matéria-prima. Isto acontece porque uma política corrente da empresa, é que os operários não podem estar parados.
- Existe a falta de formação por parte dos programadores que planeiam as necessidades de matéria-prima como a produção de um produto final.

Medição:

- No que respeita a produtos por encomenda, a matéria-prima apenas é encomendada ao fornecedor quando todo o estudo sobre a estrutura do produto se encontra concluída, de forma a não existir nenhum aumento (excesso/desperdício) de *stock* intermédio.
- Quanto aos produtos que são encomendados regularmente, devido às suas medidas nem sempre serem iguais, como por exemplo a largura e/ou altura, existe um factor que influencia a quantidade de matéria-prima necessária para constituir os vários produtos intermédios, e, devido a não existir conhecimento para saber quais são os níveis adequados do *stock* de segurança para cada produto intermédio, são lançadas ordens de fabrico para a transformação de toda a matéria-prima existente.

Métodos:

- Quanto ao planeamento da produção, o programador de matéria-prima para materiais que são utilizados pela maioria dos produtos, como por exemplo, as bobines de chapa, já consegue utilizar previsões trimestrais, as quais não sofrem grandes desvios do planeado sendo sempre controladas. Mas quanto aos outros materiais, não existe nenhuma metodologia ou técnica de previsão para a sua utilização, na medida em que, a procura sofre grandes alterações, e neste momento (ano de 2009) está a tornar-se cada vez mais oscilante.
- Como medida para minimizar o nível de *stock* existente na fábrica, este programador encomenda o mínimo de material necessário para que possa responder rapidamente a um determinado volume de encomendas. Mas, na realidade o que está a acontecer é uma contradição, pois existem encomendas de matéria-prima, a qual é mais tarde transformada em produto intermédio para abastecer *stocks* de segurança, mas no fim resulta igualmente em *stock* intermédio enquanto o material não é utilizado.
- Esta programação de materiais secundários necessários para uma dada encomenda, é uma variável externa que neste momento nenhum programador está a conseguir controlar, pois está a ser conduzida pela procura do mercado, e por isso, baseiam-se apenas na experiência. Este acto está a resultar na existência de excesso de *stock* desnecessariamente.

Tal como na análise realizada anteriormente, referente aos atrasos de entrega nas encomendas, as mesmas causas existentes ligadas directamente à vertente do meio ambiente aplicam-se também nesta análise, na medida em que estas não só contribuem para uma má organização do trabalho (provocando desorientação e desconforto nos trabalhadores) mas também para decisões não fundamentadas. Desta forma, é possível concluir que um estudo focado na capacidade produtiva disponível da empresa com o objectivo de melhoria se demonstraria uma mais-valia, pois seria possível saber qual o fluxo produtivo existente, possibilitando assim um planeamento de produção baseado em previsões com maior consistência, diminuindo possíveis desvios e desta forma eliminar *stocks* intermédios.

4.1.3 Instabilidade do Planeamento

Como último problema global a ser analisado, apresenta-se a instabilidade do planeamento de produção. Muitas causas associadas a este efeito estão presentes e ligadas directamente às duas análises realizadas anteriormente, tal como será possível verificar. Algumas das

principais causas desta instabilidade surgem da pouca flexibilidade que existe por parte da direcção da empresa, e também por falta de formação das pessoas que estão encarregues deste planeamento de produção. O pouco respeito pelas hierarquias, que supostamente deveriam existir na estrutura da empresa, desmotiva os programadores de produção, pois tudo o que planeiam, é muitas vezes posto em causa. Estes e outros factos estão presentes no diagrama abaixo apresentado (Figura 16).

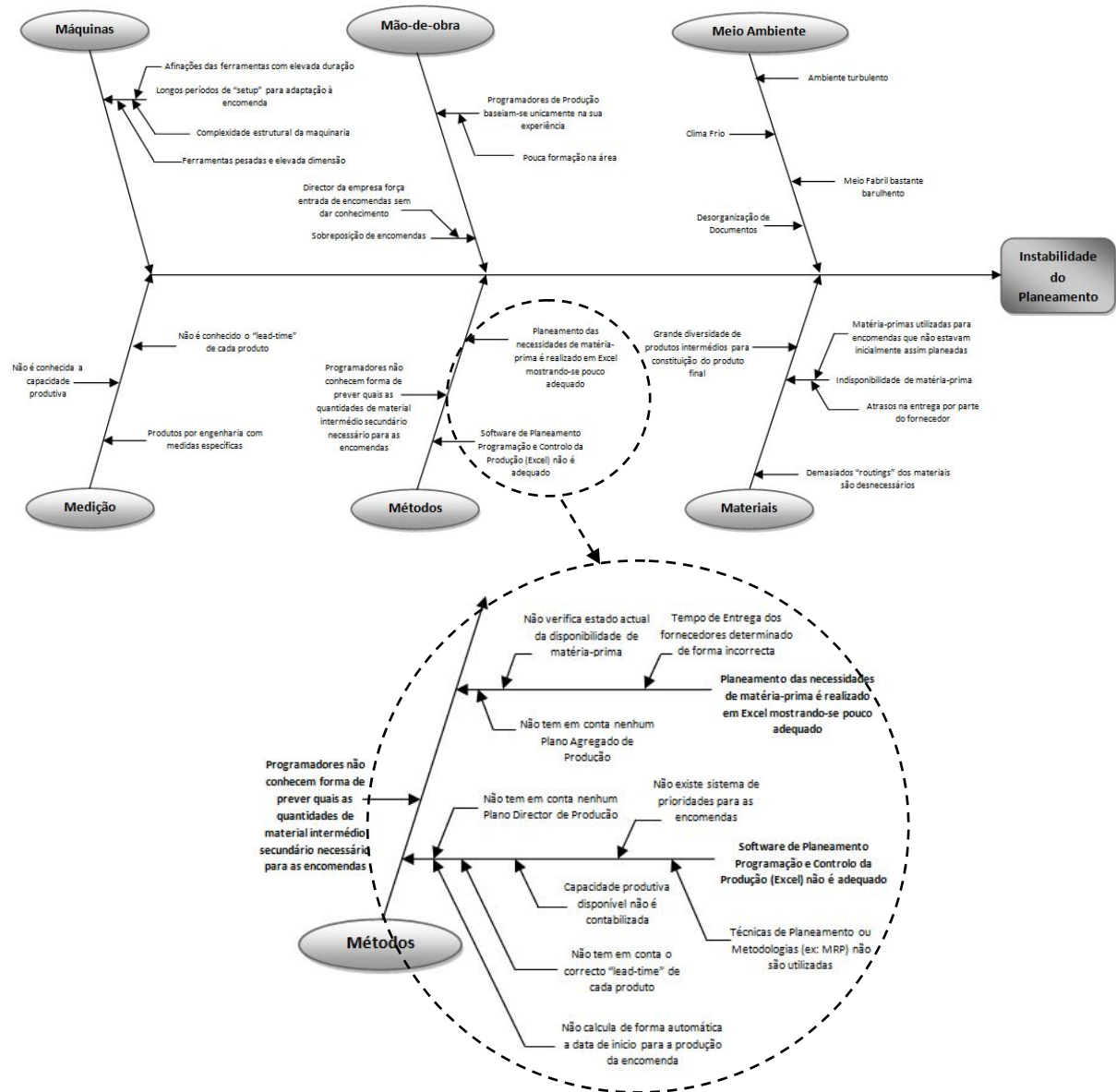


Figura 16 – Diagrama de Ishikawa para análise da instabilidade do planeamento

Para analisar as razões que causam a instabilidade do planeamento da produção, estas foram organizadas em seis vertentes, através do diagrama de Ishikawa apresentado acima.

Máquinas:

- Para todas as encomendas que chegam à empresa, sempre que possível, são agrupados todos os produtos da mesma classe, de forma a saber o que é necessário produzir de cada produto. Após a realização destes grupos, as ordens de fabrico são lançadas pela produção e as máquinas começam a ser preparadas para iniciar a produção. Devido aos longos tempos de *setup* que as máquinas levam para a adaptação às encomendas, e que variam muito dependendo da ferramenta a utilizar, o planeamento realizado pelos programadores sofre alguns desvios, no que respeita, ao tempo que tinham planeado/previsto para a conclusão da encomenda.
- Isto deve-se ao facto da maquinaria comportar alguma complexidade na sua estrutura, as ferramentas que estas utilizam para transformar os materiais são pesadas e de grande dimensão.
- Existem sempre afinações finais nas ferramentas, as quais levam por vezes longos períodos de tempo, criando assim desvios do esperado.
- Os programadores não conseguem prever estes desvios, pois esta é uma variável que depende do tipo de ferramenta(s) e/ou dos trabalhadores que realizam a sua montagem na máquina.

Materiais:

- A grande diversidade de produtos intermédios (entre noventa a cento e vinte subprodutos) que constituem cada um dos produtos finais, provoca algumas situações de esquecimento por parte dos trabalhadores a nível fabril, no que respeita a montagens no produto final. Esta causa tem uma ligação directa com vertente de mão-de-obra, mas é algo que está também a acontecer devido a este grande número de subprodutos.
- Existem demasiados *routings* nos materiais, os quais são, desnecessários, mas que actualmente existem devido ao *layout* presente nos espaços fabris e, desta forma, os produtos muitas vezes têm de ser transportados de uma área da fábrica para outra, apenas para fazer uma operação e, por fim, voltar ao ponto de onde partiram. O contributo negativo que este factor tem para a instabilidade do planeamento baseia-se no facto que, por vezes, um produto quase terminado é esquecido no armazém, aumentando assim o atraso na entrega do mesmo, criando uma sobreposição de encomendas para o programador planear.

- Uma outra causa para esta instabilidade é também a indisponibilidade que existe, por vezes, da matéria-prima. Esta situação acontece normalmente por duas razões: pode existir um atraso na entrega da MP por parte do fornecedor ou, então, a MP pode ter sido utilizada para satisfação de uma dada encomenda à qual não estava adjudicada inicialmente e, assim, a encomenda a ser satisfeita necessita que chegue novamente outra remessa de MP.

Mão-de-Obra:

- Uma das causas principais para a instabilidade do planeamento é o facto de existir uma enorme sobreposição de encomendas em determinados períodos do ano. Muitas destas situações acontecem porque o director da empresa a qualquer momento impele a entrada de uma dada encomenda na produção (tal como já foi referido), e para agravar a situação, não dá conhecimento ao departamento de produção. Isto significa que qualquer que seja o planeamento realizado pelos programadores de produção, este será posto em causa, e o que planearam não terá nenhuma consistência.
- Analisando a forma como os programadores planeiam a produção, verifica-se que os métodos que estes usam baseiam-se exclusivamente na sua experiência, comunicando sempre que é necessário com os operários de fábrica para saber qual a situação do caudal de saída da produção. Esta situação acontece, pois os programadores não detêm consigo nenhum tipo de formação específica para esta actividade.

Meio Ambiente:

- O meio ambiente, tanto a nível fabril como a nível de escritórios, (onde se encontram os programadores), no que respeita ao clima é frio. Isto origina aos trabalhadores algum desconforto, pondo em causa o seu desempenho.
- Mas o seu desempenho é também afectado pela turbulência existente e pelo barulho que se gera constantemente, tanto por razões de funcionamento da maquinaria como pelo elevar de voz de uns trabalhadores para outros. Estas situações são criadas pelos vários problemas de atrasos na entrega das encomendas, indisponibilidade de MP, assim como, a falta de respeito pelas hierarquias. Todos estes factores afectam os trabalhadores e a forma como realizam e organizam o seu trabalho, desmotivando-os.
- Como resultado existe por vezes uma desorganização na documentação, não se sabendo o paradeiro de documentos. Criam-se assim grandes situações de nervosismo e desorientação.

Medição:

- Tal como já foi referido, a AGM produz produtos por engenharia, os quais estruturalmente, têm medidas específicas, assim como possíveis acabamentos. Estas características além de ocuparem bastante tempo de estudo, implicam também um longo período de tempo para a chegada da MP necessária, os seus respectivos processos de transformação e de montagem. Ora estes tempos são bastante diferenciados de produto para produto, e devido à falta de conhecimento correcto sobre o tempo total necessário para a sua produção, muitas vezes estes produtos acabam por sofrer grandes atrasos na sua entrega, sobrecarregando o plano de produção, surgindo assim como um factor de instabilidade no planeamento.
- Relacionado com esta última causa descrita, está a falta de conhecimento sobre o *lead-time* de cada produto, isto é, nunca houve um estudo de tempos específico para a produção de cada artigo, e daí foi estipulado um tempo útil baseado unicamente na experiência dos operários de fábrica e dos programadores. Este tempo, não sendo realmente o correcto, provoca inconsistência no que está planeado, possibilitando assim a ocorrência de cenários de atrasos e sobreposição de encomendas.
- Com o aumentar de chegada de encomendas, existe directamente um aumento na carga da produção. Directamente relacionada com esta carga (caudal de entrada) está a capacidade produtiva (caudal de saída), a qual não foi alvo de nenhum estudo e, por isso, a empresa tem apenas uma noção do valor desta capacidade. Este factor é bastante prejudicial para o planeamento, já que tudo o que possa vir a ser planeado não tem em consideração o nível actual de capacidade disponível, provocando assim elevados desvios do que estava programado.

Métodos:

- Como já foi referido na análise respeitante aos *stocks* intermédios, o programador de MP, não conhece nenhuma forma de realizar uma previsão correcta sobre qual a quantidade de MP secundária que irá precisar para um dado período de chegada de encomendas, o que provoca uma instabilidade no planeamento. Além de não serem conhecidos os correctos *lead-times* de cada produto, o prazo de entrega de MP é também muito variável por parte dos fornecedores e, por isso, torna-se muito importante que um sistema de previsão adequado a este tipo de materiais seja implementado na empresa.
- Quanto ao *software* utilizado para o planeamento, tanto de matéria-prima como o de produção, este não é de forma alguma o mais adequado.

- No que respeita ao planeamento de MP, o programador utiliza folhas de cálculo Excel. Este tipo de *software* não tem em conta vários factores, aquando a sua utilização, para programar o que comprar e quando comprar. Não verifica o estado actual da disponibilidade de MP, não tem por base um plano agregado de produção (PAP), e o tempo de entrega de MP por parte dos fornecedores presente nos cálculos e previsões realizadas baseia-se em muito, na experiência do programador com a empresa de fornecimento.
- Apesar de a empresa deter consigo os *softwares* Sage Next e o AGM, estes têm funcionalidades que não foram implementadas totalmente e os trabalhadores da empresa nunca tiveram formação para o manuseamento deste tipo de programas, optando pelo *Excel* para a realização do planeamento de produção. As folhas de cálculo criadas por cada um dos programadores apresentam-se demasiado simplistas, como por exemplo: não incorporam nenhum plano director de produção (PDP), não existe sistema de prioridades para as encomendas, a capacidade produtiva disponível não é contabilizada, os tempos de finalização de produção de uma dada encomenda são arbitrados segundo a experiência de cada programador, não calculam de forma automática nem com uso de nenhuma metodologia a data que uma determinada encomenda deverá ser iniciada a produzir.

Após esta análise, focando as principais causas para os três efeitos mencionados acima, é possível determinar quais os problemas que necessitam urgentemente de uma fase de melhoria. Como causas principais por detrás destes efeitos identificou-se:

- A estrutura hierárquica da empresa;
- Ferramentas de planeamento da produção (software e metodologias);
- O sistema de alocação de recursos a uma dada encomenda;
- Gestão de fornecedores;
- Motivação dos trabalhadores;
- Dimensionamento dos lotes de produção de componentes e de matérias-primas;
- Método de aceitação/rejeição de encomendas.

Verifica-se que, tanto os atrasos na entrega das encomendas como a instabilidade do planeamento e os elevados níveis de *stocks* existentes, são em grande parte originados pelo mau dimensionamento dos lotes de produção, isto porque a empresa não se apoia em nenhuma metodologia. Uma outra causa com grande importância no desempenho de

planeamento é a forma como a empresa lida com os *inputs/outputs* de encomendas, na medida em que é necessário que exista um equilíbrio entre a carga que chega e a capacidade disponível para as satisfazer. Como tal, denota-se que a proposta de melhoria às duas últimas causas apresentadas é fundamental uma vez que existe forte percepção da sua contribuição para a melhoria do PCP, isto porque além de se enquadrarem mais no âmbito do mestrado em curso, sustentam a base para a melhoria de boas políticas internas e externas à empresa, assim como metodologias que optimizam custos e o desempenho da mesma no serviço ao cliente.

4.2 Formulação de Melhoria para o Modelo de Aceitação/Rejeição de Encomendas

Em ambientes de produção por encomenda, o controlo das entradas/saídas e, também a carga total de trabalho, devem ser aspectos tomados em especial consideração pela empresa, na medida em que influenciam directamente o desempenho do sistema fabril. O controlo da carga de trabalho tem como função gerir os vários tempos de fabrico, devendo ter sempre em conta que a taxa de entrada de ordens de produção não deve exceder a taxa de saída do sistema fabril (Wight 1970).

Existem decisões que influenciam benéficamente este mesmo controlo e o sistema fabril como um todo, nomeadamente, quando estas são tomadas numa primeira fase de aceitação/rejeição de encomendas utilizando métodos apropriados de rejeição das ordens.

Visto que a empresa AGM tem vindo a aceitar todo o tipo de encomendas, a capacidade de resposta desta perante os clientes é baixa, aumentando o tempo de entrega das encomendas. Desta forma, a melhoria que será apresentada de seguida é um modelo de aceitação/rejeição de encomendas, pois em situações como a da AGM, em que a capacidade é estática e a procura é dinâmica (estando por vezes muito acima da capacidade de resposta da mesma), tem de existir uma selecção de encomendas para aceitar ou rejeitar, dado que rejeitar uma dada encomenda em determinadas situações torna-se mais benéfico do que propriamente aceitar todos os pedidos que cheguem, ignorando completamente as rescrições de capacidade, resultando assim numa elevada taxa de atrasos na entrega das encomendas.

O processo de decisão sobre a aceitação/rejeição de uma dada encomenda (Moreira e Alves 2009) encontra-se inserido num sistema de múltiplas decisões que se distribuem pelas seguintes quatro fases:

- Aceitação, Rejeição ou Negociação de uma ordem de fabrico;
- Definição de Data de Entrega;
- Decisão de lançamento de uma ordem de fabrico para a produção;
- Sequenciação da execução das ordens de fabrico.

Sendo várias as decisões que devem ser tomadas durante o ciclo, desde que uma encomenda chega à empresa até que é expedida, abaixo (Figura 17) é apresentado um diagrama que pretende representar todas estas fases ordenadamente.

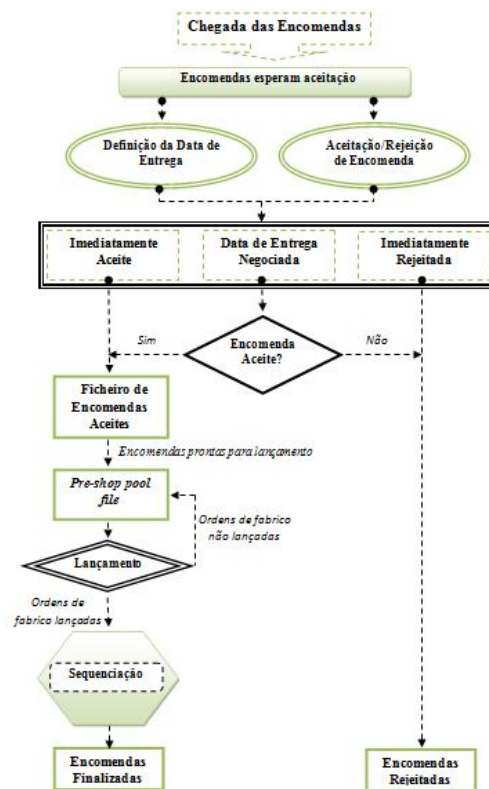


Figura 17 – Tomadas de decisão no processamento de encomendas

Segundo este modelo, o primeiro passo a seguir quando chega alguma encomenda à empresa, é a tomada de decisão por parte do departamento comercial, avaliando se a encomenda deverá ser aceite, rejeitada ou renegociada. Neste processo de decisão incidem três tipos de regras: a aceitação total (*Total Acceptance – AT*), a negociação da data de entrega (*Due Date Negotiation – DDN*) e, por fim, o trabalho actual e futuro (*Present and Future Workload –*

PFW). Para todas estas regras mencionadas, sempre que uma dada encomenda é aceite e pronta para ser lançada, esta deverá ser colocada num ficheiro de ordens de fabrico aceites (*pre-shop pool file*).

A primeira regra (AT) pode ser definida como a política que a AGM está actualmente a adoptar, ou seja, sempre que uma encomenda chega, esta é imediatamente aceite.

No que respeita à regra DDN (Moreira e Alves 2006), quando uma dada encomenda chega, a carga total de trabalho na *job-shop* é computorizada. Se esta carga for menor que um limite pré-definido, então a encomenda é imediatamente aceite, caso contrário, podem existir dois cenários: a negociação da data de entrega com o cliente ou a rejeição da encomenda. No caso de existir uma negociação da data de entrega, uma margem de negociação é introduzida, isto é, uma negociação apenas existe sempre que o limite pré-definido não ultrapassa uma dada percentagem. Então, um atraso na data de entrega da encomenda é proposta ao cliente, e caso ele aceite, a ordem é inserida no ficheiro de ordens, caso contrário a ordem de encomenda é rejeitada. O conceito desta regra é permitir a entrada de novas encomendas, de forma que a carga de trabalho seja apenas ligeiramente maior que a capacidade que a empresa tem.

Para, de uma forma perceptível, se entender a forma como esta regra funciona, o seu algoritmo é apresentado abaixo (Figura 18) sob forma de fluxograma.

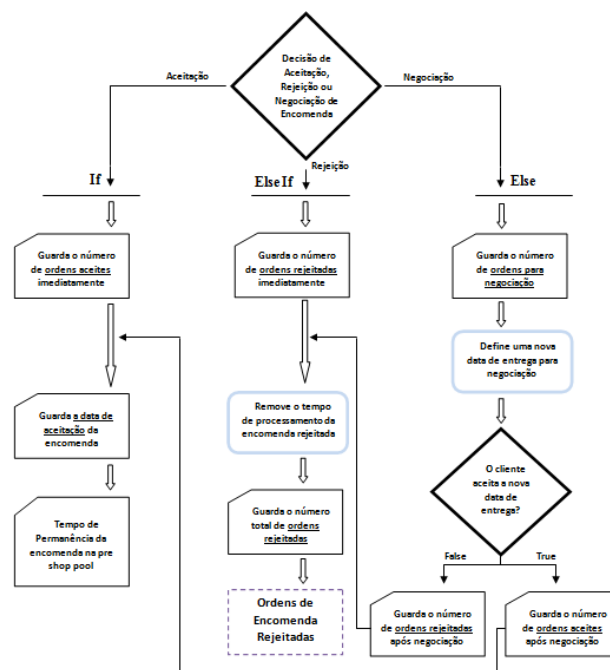


Figura 18 – Algoritmo da regra *Due Date Negotiation*

Sendo assim esta regra toma em consideração as seguintes informações:

- A carga total de trabalhos em processamento e todos os restantes trabalhos que estão em lista de espera no ficheiro de ordens;
- Uma tolerância pré-definida para o limite da carga total de trabalhos;
- As datas de entrega das encomendas.

Quanto à última regra, PFW (Nandi 2000), esta tem em conta todo o trabalho actual e o trabalho futuro, ou seja, ao chegar uma nova encomenda à empresa, se esta ao ser aceite não provocar uma situação em que a carga total de trabalho ultrapasse o seu limite, então a ordem é aceite, caso contrário é rejeitada. O principal objectivo desta regra é controlar a carga de trabalho, fazendo com que esta não aumente exponencialmente, e, por sua vez, ponha em causa os prazos de entrega de encomenda acordados com o cliente.

Conforme apresentado na Figura 18, uma outra decisão deste processo que deve ser tomada em conjunto com a aceitação de uma encomenda, é a definição da data de entrega da mesma (Moreira e Alves 2006), sendo que pode ser calculada através da seguinte expressão (1):

$$DDi = ADi + k_{TWK} \times Pi, \quad (1)$$

Em que: DDi : Data de Entrega da Encomenda i

ADi : Data de Chegada da Encomenda i

Pi : Tempo de Processamento da Encomenda i

k_{TWK} : Factor de Planeamento

Será de referir que este factor de planeamento está ligado directamente com a regra *Total Work Content (TWK)*, a qual tem em conta que na definição da data de entrega, é necessário adicionar um determinado tempo, o qual representa a carga actual da fábrica.

Seguidamente, existem mais duas fases no que respeita ao conjunto de decisões no processamento de uma encomenda, as quais são respectivamente, a decisão de lançamento de uma ordem de fabrico para a produção e a sequenciação da execução das ordens de fabrico, que devem ter por base regras existentes apropriadas. Como ambas necessitam que haja um estudo de tempos e métodos na empresa em todos os processos, e este último não está dentro do âmbito desta dissertação, sugere-se que deveria ser alvo de estudo no futuro para uma

melhoria integral em todo o conjunto de decisões que devem ser tomadas referente ao processamento de uma encomenda.

4.3 Formulação de Melhoria do Dimensionamento do Lote

4.3.1 Quantificação do estado actual do dimensionamento de lotes

Para se proceder à quantificação do estado actual do dimensionamento de lotes foram seleccionados alguns artigos constituintes de cada uma das três famílias de produtos (Porta Basculante, Porta de Fole, Porta Seccionada), para serem alvo de um estudo entre a situação actual da AGM e uma situação de melhoria que será apresentada mais adiante.

Em cada uma das três famílias de produtos, foi escolhido um produto que é encomendado a um fornecedor, e dois produtos que são produzidos internamente, tal como é possível verificar na tabela (Tabela 8) abaixo:

Tabela 8 – Artigos seleccionados como alvo de estudo para uma situação de melhoria

Tipo de Porta	Código de Produto	Descrição do Produto	Produção Interna / Externa
Porta Seccionada	7832001	Ângulo Vertical GLV	Interno
	7080102	Guia P.Sec/P.Basc.	Interno
	2410101	Painel 500 Branco	Externo
Porta Fole	7160101	Lâmina GLV	Interno
	7151001	Picket Interior GLV	Interno
	2090302	Rolamento P.F. c/ Anilha	Externo
Porta Basculante	7051000	Perfil Superior GLV	Interno
	7048001	Reforço Batente GLV	Interno
	1120204	Tubo RD Aço GLV	Externo

É de salientar que a selecção destes artigos não foi realizada de forma aleatória, na medida em que esta amostragem, para ser alvo de estudo de melhoria, necessitava que os produtos em

questão tivessem os tempos de processamento mais críticos e maior quantidade produzida. Quanto aos artigos obtidos no exterior, deveriam ser os que têm maior tempo desde que são encomendados até à entrega por parte do fornecedor. Por estas razões, o director de produção foi questionado e, segundo a experiência e conhecimento do mesmo, estes são os artigos com maiores tempos de processamento, principalmente o tempo de *setup* ou tempo de entrega do fornecedor no caso dos artigos externos.

Para realizar um estudo sobre a situação actual destes produtos no ano 2008, foram recolhidos uma grande diversidade de dados, tais como, tempos de *setup* das máquinas pelas quais passam, quantidades produzidas, tempo que um artigo de fonte exterior leva até a sua chegada à empresa, entre outros. Com estes dados, foi obtida a situação actual da empresa para os primeiros três meses do ano, tendo-se como principal objectivo, verificar quais os níveis de *stock* para cada período, quais os custos tanto de posse como os custos de encomenda, obtendo-se assim um custo total que a empresa suportou nestes meses.

Relativamente aos custos associados a esta gestão de produção, algumas considerações foram tomadas e convém serem referidas. Este tipo de custos é muito difícil de ser determinado, de forma que, através de toda a informação disponibilizada pela empresa, definiu-se que o custo de posse por unidade de artigo e unidade de tempo para qualquer um dos produtos seria (2):

$$h = \frac{pu \times t}{12} \quad (2)$$

Em que:

h: custo de posse por unidade de artigo e unidade de tempo (mensal)

pu: custo unitário do produto

t: taxa anual de posse de *stock*

Esta taxa anual de posse de *stock* foi definida como sendo de 15% (média aritmética), isto porque segundo bibliografia consultada, em média, esta mesma taxa pode representar 10% a 20% do valor investido nos *stocks* (CENCAL 2004).

No que respeita ao custo de aprovisionamento ou também denominado por custo de passagem de encomenda, foram utilizadas duas formas diferentes para calcular este valor, um custo para

os produtos de fonte interna e outro custo para os produtos de fonte externa (encomendados a fornecedor), isto porque a empresa não tem contemplado correctamente estes custos.

A empresa, actualmente, tem como política ter uma margem no custo de venda ao cliente de 53% acima do custo de compra que tem com um dado produto. Desta percentagem, 36% do valor total é retirado para despesas administrativas, sendo que os 17% restantes corresponderão a um valor relacionado com a produção dos artigos e todos os factores que lhe estão adjacentes.

Por essa razão, para os produtos produzidos internamente na empresa o custo de aprovisionamento define-se como (3):

$$a = mo \times ts \times no \quad (3)$$

Onde:

a: custo de passagem de encomenda

mo: custo da Mão Obra por hora

ts: tempo de *setup* da máquina do produto

no: número de operários necessários para operar a máquina (durante o *setup*)

Relativamente aos artigos que são encomendados a um determinado fornecedor, o cálculo deste custo de passagem de encomenda é determinado da seguinte forma (4):

$$a = \frac{pu \times Su \times d}{n} \quad (4)$$

Em que:

a: custo de passagem de encomenda

Su: quantidade total de material que deu entrada no ano

d: taxa de custo em despesas da produção

n: número de entradas de material no ano

Tal como foi referido, o mau dimensionamento dos lotes de produção pode originar tanto atrasos na entrega das encomendas como grandes níveis de *stock* e, por essa razão, foram também calculados estes valores para os artigos em questão, tal como é possível verificar de seguida.

Sendo assim, serão expostas inicialmente as situações dos três artigos constituintes da porta seccionada. Referente ao Ângulo Vertical Galvanizado, este é processado numa perfiladora necessitando de 2 trabalhadores para a operar, sendo que para este artigo, o tempo de *setup* da máquina é de 6 horas.

Através destes dados foi obtido o seguinte cenário (Tabela 9):

Tabela 9 - Situação actual de 2008 (primeiros 3 meses) para o ângulo vertical galvanizado

	Janeiro				Fevereiro				Março				
Semana	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
O.F. Receber	158,466	531,266	723,052	559,944	351,241	275,00	483,11	551,95	625,581	415,613	413,112	520,226	303,794
Nec. Brutas		200,000	2.422,000	4.390,000							12.128,000		
Stock Final			1.209,216	5.039,272	4.688,031	4.413,035	3.929,922	3.377,975	2.752,394	2.336,781	14.051,669	13.531,443	13.227,649
Enc. Atraso	158,466	489,732											

Total de unidade em stock durante 3 meses (valor acumulado)		Total de unidades em atraso (valor acumulado)	
68.557,387		489,732	
Número de Lançamento de Encomendas		Número de atrasos na entrega	
4		2	
Custo de Encomendas	340,32 €	Custo de Posse	0,024 €
Custo de Posse	1.623,096 €	Custo de Lançamento	85,08 €
Custo Total	1.963,416 €		

Como é possível verificar no cenário acima apresentado, este é um artigo que, ligado directamente à porta que constitui, tem uma procura em termos de quantidade um pouco variada, isto porque, tanto para a porta seccionada como para os restantes modelos de portas, os componentes que os constituem variam de quantidades necessárias, dependendo da altura e largura escolhida pelo cliente.

Tendo uma procura constante para este artigo, as quantidades que a empresa emite para fabrico são completamente desproporcionais, chegando a haver atrasos nas primeiras duas semanas de Janeiro. Apesar disso com a enorme quantidade que é produzida pela empresa nas restantes semanas, os atrasos são eliminados, começando a existir excessivos níveis de *stock*, havendo por isso um elevado custo de posse para este artigo. Será de salientar que a quantidade de artigos em atraso na satisfação das necessidades é um valor acumulado, o que quer dizer que existiram 489,732 m² de artigos com atraso.

Um outro artigo que é utilizado tanto na porta seccionada como na porta basculante é a Guia Galvanizada, a qual também é fabricada internamente na perfiladora. Como tempo de *setup* este é de 7 horas, e estão alocados para esta operação 2 operários. A situação em 2008 está apresentada abaixo (Tabela 10), e pode-se verificar que a empresa utilizou a política de produzir uma grande quantidade logo no início do ano de forma a não haver rupturas de *stock* ao longo do tempo.

Tabela 10 - Situação actual de 2008 (primeiros 3 meses) para a guia galvanizada

Semana	Janeiro				Fevereiro				Março				
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
O.F. Receber	334,867	1.394,437	1.447,718	1.399,165	920,445	753,47	1.170,75	1.433,43	1.671,195	1.106,021	1.109,003	1.402,337	849,075
Nec. Brutas	30.927,220												
Stock Final	30.592	29.197,916	27.750,198	26.351,033	25.430,588	24.677,116	23.506,371	22.072,940	20.401,745	19.295,724	18.186,721	16.784,384	15.935,309

Total de unidade em stock durante 3 meses (valor acumulado)	
300.182,398	

Número de Lançamento de Encomendas	
1	

Custo de Encomendas	99,26 €
Custo de Posse	4.007,435 €

Custo de Posse	0,013 €
Custo de Lançamento	99,26 €

Custo Total	4.106,695 €
--------------------	-------------

Tal como é possível reparar, existe uma grande quantidade deste artigo mantido em *stock*, resultando assim num elevado custo de posse. Este talvez seja um bom dimensionamento de lote, face às necessidades que são requisitadas, mas é uma situação que será analisada posteriormente.

Ainda no que se refere à porta seccionada, o Painel 500 de cor branca (cor *standard*) é um dos materiais principais, já que constitui o painel frontal da porta, o qual varia de dimensões consoante as especificações do cliente. Por esta razão, a empresa tem alguma dificuldade em prever qual a quantidade e em que altura encomendar este artigo de forma a não haver atrasos nas encomendas ou níveis de *stock*, pois este material, como é pedido a um fornecedor chinês, demora por vezes 3 a 4 semanas até chegar à empresa. Nos primeiros meses, em 2008, o cenário foi o seguinte (Tabela 11):

Tabela 11 - Situação actual de 2008 (primeiros 3 meses) para o painel 500 branco

Semana	Janeiro				Fevereiro				Março				
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
O.F. Receber	334,867	1.394,437	1.447,718	1.399,165	920,446	753,47	1.170,75	1.433,43	1.671,195	1.106,021	1.109,003	1.402,337	848,075
Nec. Brutas	9,920	1.062,500					1.121,00		375,000	937,500	571,000		
Stock Final													
Enc. Atraso	324,947	656,884	2.104,602	3.503,767	4.424,212	5.177,684	6.348,429	6.660,860	7.957,055	8.125,576	8.663,579	10.065,916	10.914,991

Total de unidade em stock durante 3 meses (valor acumulado)		Total de unidades em atraso (valor acumulado)	
		10.914,991	

Número de Lançamento de Encomendas		Número de atrasos na entrega	
6		13	

Custo de Encomendas	8.200,69 €	Custo de Posse und.	0,102 €
Custo de Posse	- €	Custo de Lançamento	1.366,78 €

Custo Total	8.200,691 €
--------------------	--------------------

Como é possível verificar a taxa de atrasos é bastante elevado, já que nunca chega a existir nenhuma unidade do produto em *stock* e as unidades que chegam à fábrica estão sempre a satisfazer os períodos anteriores. Desta forma, o custo total é baixo pois apenas suporta os custos de pedido de encomenda, mas os custos que a empresa suporta devido aos atrasos existentes serão elevados, mas por não existir forma de os contabilizar (não existe informação na posse da empresa), conclui-se deste cenário que existem em todos os períodos (em análise) um atraso nas encomendas.

Seguidamente, serão analisados alguns dos artigos que constituem a porta de fole, que tal como a Lâmina Galvanizada, também é fabricada na perfiladora e conta com cerca de 6 horas de *setup*, e dois trabalhadores para a operarem.

Tabela 12 - Situação actual de 2008 (primeiros 3 meses) para a lâmina galvanizada

Semana	Janeiro				Fevereiro				Março				
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
O.F. Receber	441,130	2.525,319	2.630,346	2.059,209	907,611	1.517,77	1.162,71	3.168,07	2.100,415	1.756,062	993,198	1.253,427	2.320,868
Nec. Brutas	11.211,044						8.540,00				8.476,000		
Stock Final	10.769,914	8.244,595	5.614,249	3.555,040	2.647,429	1.129,658	8.506,945	5.338,876	3.238,461	1.482,399	8.965,201	7.711,774	5.390,906

Total de unidade em stock durante 3 meses (valor acumulado)	
72.595,447	

Número de Lançamento de Encomendas	
3	

Custo de Encomendas	255,24 €	Custo de Posse	0,022 €
Custo de Posse	1.609,804 €	Custo de Lançamento	85,08 €

Custo Total	1.865,044 €
--------------------	--------------------

Para este produto, a procura é pouco uniforme, mas a empresa, em 2008, apesar de manter elevadas quantidades em *stock*, conseguiu prevenir situações de atraso, tal como se pode verificar acima (Tabela 12).

Relativamente ao Picket Interior Galvanizado, este é um dos artigos com maior utilização nas portas de fole. Produzido também pela perfiladora, tem como tempo de *setup* sensivelmente 7 horas, contando com um operário apenas. Após a recolha de todos os dados, chegou-se ao cenário apresentado na Tabela 13.

Tabela 13 - Situação actual de 2008 (primeiros 3 meses) para o picket interior galvanizado

Semana	Janeiro				Fevereiro				Março				
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
O.F. Receber	249,168	1.496,074	2.588,228	1.955,322	1.079,946	1.543,55	797,50	2.331,93	1.855,159	2.046,532	1.404,618	869,461	1.488,421
Nec. Brutas	24.430,138												26.917,000
Stock Final	24.180,970	22.684,896	20.096,668	18.141,346	17.061,400	15.517,847	14.720,350	12.388,416	10.533,257	8.486,725	7.082,107	6.212,646	31.641,225

Total de unidade em stock durante 3 meses (valor acumulado)	
208.747,853	

Número de Lançamento de Encomendas	
2	

Custo de Encomendas	99,26 €
Custo de Posse	2.510,193 €

Custo de Posse	0,012 €
Custo de Lançamento	49,63 €

Custo Total	2.609,453 €
--------------------	-------------

Para este artigo entraram apenas dois lotes no sistema, mas denota-se que não foram correctamente dimensionados, pois existem sempre elevadas quantidades de material que permanecem em *stock*, aumentando assim os custos totais que a AGM tem de suportar. Um outro produto de fonte exterior, tal como na porta seccionada, é o Rolamento com Anilha, o qual demora cerca de duas a três semanas para ser entregue pelo fornecedor.

Tabela 14 - Situação actual de 2008 (primeiros 3 meses) para o rolamento c/ anilha

Semana	Janeiro				Fevereiro				Março				
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
O.F. Receber	14,000	134,000	153,000	122,000	104,000	112,00	125,00	140,00	124,000	220,000	82,000	48,000	78,000
Nec. Brutas	1.043,000	200,000	4,000		1.000,000				800,000				2,000
Stock Final	1.029,000	1.095,000	946,000	824,000	1.720,000	1.608,000	1.483,000	1.343,000	2.019,000	1.799,000	1.717,000	1.669,000	1.593,000

Total de unidade em stock durante 3 meses (valor acumulado)	
18.845,000	

Número de Lançamento de Encomendas	
6	

Custo de Encomendas	478,65 €
Custo de Posse	150,760 €

Custo de Posse	0,008 €
Custo de Lançamento	79,78 €

Custo Total	629,413 €
--------------------	-----------

Como se verifica acima (Tabela 14), os custos de passagem de encomenda já são pequenos quando comparados com os custos de posse deste material, e é desta forma que se pode concluir que um bom dimensionamento de lote se demonstraria benéfico.

Por último, resta analisar três artigos que constituem a porta basculante, sendo que o Perfil Superior Galvanizado é um deles. Este artigo é produzido na perfiladora e necessita igualmente de 7 horas para o *setup* da máquina, e dois operários para a operar. Para os três primeiros meses de 2008, verifica-se que existe um péssimo dimensionamento de lote, pois a quantidade que é mantida em *stock* durante este período é demasiado elevada, como é possível verificar abaixo (Tabela 15).

Tabela 15 - Situação actual de 2008 (primeiros 3 meses) para o perfil superior galvanizado

Semana	Janeiro				Fevereiro				Março				
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
O.F. Receber	161,564	510,182	970,502	1.368,640	482,243	755,57	474,31	811,20	713,125	438,770	816,346	280,029	630,365
Nec. Brutas	11.580,164			19,077,000									
Stock Final	11.418,600	10.908,418	9.937,916	27.646,276	27.164,033	26.408,467	25.934,162	25.122,965	24.409,840	23.971,070	23.154,724	22.874,695	22.244,330

Total de unidade em stock durante 3 meses (valor acumulado)	
281.195,496	

Número de Lançamento de Encomendas	
2	

Custo de Encomendas	198,52 €	Custo de Posse	0,017 €
Custo de Posse	4.871,712 €	Custo de Lançamento	99,26 €

Custo Total	5.070,232 €
--------------------	-------------

Um outro artigo constituinte da porta basculante é o Reforço de Batente Galvanizado, que comporta pequenas dimensões e é fabricado internamente por dois operários que operam a perfiladora, ocupando 2 horas para o seu *setup*.

Tabela 16 - Situação actual de 2008 (primeiros 3 meses) para o reforço batente galvanizado

Semana	Janeiro				Fevereiro				Março				
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
O.F. Receber	62,000	198,000	400,000	552,000	194,000	292,00	184,00	328,00	278,000	168,000	302,000	108,000	228,000
Nec. Brutas	3.548,000												
Stock Final	3.486,000	3.288,000	2.888,000	2.336,000	2.142,000	1.850,000	1.666,000	1.338,000	1.060,000	892,000	590,000	482,000	254,000

Total de unidade em stock durante 3 meses (valor acumulado)	
22.272,000	

Número de Lançamento de Encomendas	
1	

Custo de Encomendas	28,36 €	Custo de Posse	0,001 €
Custo de Posse	30,067 €	Custo de Lançamento	28,36 €

Custo Total	58,427 €
--------------------	----------

Este é um dos artigos em que a empresa já consegue realizar um planeamento de forma a responder atempadamente aos pedidos de material, sem existirem atrasos, tal como se pode verificar acima (Tabela 16).

Por último, um outro artigo que é alvo de estudo para esta análise é o Tubo Redondo de Aço Galvanizado. Este é o terceiro artigo de fonte exterior, e é o que demora mais tempo a ser entregue pelo fornecedor, cerca de 3 meses, de forma que o seu custo de lançamento é bastante elevado, e é um artigo que deveria ter uma boa metodologia de previsão da procura para minimizar o número de pedidos ao fornecedor. Actualmente, a empresa está perante o seguinte cenário (Figura 23).

Tabela 17 - Situação actual de 2008 (primeiros 3 meses) para o tubo RD aço galvanizado

	Janeiro				Fevereiro				Março				
Semana	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
O.F. Receber	90,554	284,510	532,715	746,701	260,975	413,84	260,85	452,90	398,403	243,693	422,450	153,683	345,448
Nec. Brutas	5.513,701										11.392,500		
Stock Final	5.423,147	5.138,637	4.605,922	3.859,221	3.598,246	3.184,411	2.923,564	2.470,662	2.072,259	1.828,566	12.798,616	12.644,933	12.299,485

Total de unidade em stock durante 3 meses (valor acumulado)	
72.847,669	

Número de Lançamento de Encomendas	
2	

Custo de Encomendas	4.307,276 €
Custo de Posse	1.012,583 €

Custo de Posse	0,014 €
Custo de Lançamento	2.153,64 €

Custo Total	5.319,859 €
--------------------	--------------------

Após todo o estudo realizado com enfoque no sistema de planeamento, programação e controlo da produção da AGM, verifica-se que o seu desempenho está a ser afectado por diversas causas, as quais foram expostas no subcapítulo 4.2. Algumas destas causas são consideradas críticas e deverão ser alvo de melhoria, sem que para isso seja necessário o envolvimento de demasiados custos. Será de salientar que as melhorias que serão propostas têm como objectivo principal corrigir e melhorar o sistema de planeamento e programação da produção, tanto para produtos intermédios como para produtos finais, não pondo de parte o objectivo de também melhorar o sistema produtivo. Contudo, este último necessita que exista um estudo de tempos e métodos.

Assim sendo, as melhorias propostas passarão por um estudo de um correcto dimensionamento de lotes de produção adaptado a cada produto, para que o possível *stock* que exista permaneça muito pouco tempo em posse da empresa e permita uma resposta mais rápida aos pedidos dos clientes.

Neste momento a AGM, no que refere à mão de obra, mantêm um número fixo de trabalhadores, quer existam ou não encomendas, resultando assim num aumento de custos para a empresa desnecessariamente. Existem cenários em que o volume de encomendas para

satisfazer é tão elevado que a MO existente na fábrica não é suficiente, proporcionando assim situações de atraso. Sendo este um outro problema que a empresa enfrenta, é fundamental encontrar uma forma de aumentar a capacidade produtiva face ao aumento da carga. Esta melhoria, passaria pela contratação de trabalho temporário de funcionários, outsourcing ou até mesmo recorrendo a pagamento de horas extra (dependendo da carga existente).

4.3.2 Modelos de Dimensionamento de Lote

Directamente ligado ao planeamento da produção está o conceito de *lot sizing*, também denominado por dimensionamento de lotes de produção. O principal objectivo deste dimensionamento é definir quais as quantidades a produzir para cada artigo em questão por período de tempo, de forma a minimizar os custos totais, os quais englobam custos de preparação das máquinas (custos de *setup*), manutenção de *stocks* e horas-extra, caso seja necessário, tendo sempre em consideração que a procura e os custos variam com o tempo.

Existem diversos métodos de *lot-sizing*, em que cada um se adapta melhor ao tipo de procura existente para os produtos que se pretende dimensionar o lote. Para este estudo foram utilizados quatro tipos de métodos, dos quais uma heurística, e são eles:

- Algoritmo de *Wagner-Within* (WW)
- Heurística de *Silver-Meal* (SM)
- Quantidade Económica de Produção (QEP)
- Ordens Periódicas de Lançamento (OPL)

Algoritmo *Wagner-Within*

O funcionamento do algoritmo de *Wagner-Within* apoia-se num modelo de programação dinâmica, o qual tem por objectivo encontrar as quantidades óptimas de encomenda. Este é um dos métodos que exige maior esforço computacional, devido ao elevado número de iterações que realiza dependendo do espaço temporal em análise. Este algoritmo encontra a solução óptima (Wikipédia 2007), tendo sempre em conta que esse mesmo resultado obedece às duas seguintes regras (Zizler 2007):

- Uma encomenda só chega quando o nível de *stock* chega a um patamar nulo, para evitar acumulações de *stock*;
- Existe um limite superior para o número de períodos que a encomenda durará, isto porque, da mesma maneira que o número de períodos aumenta, os custos de posse dos *stocks*

mantidos também aumentam e, desta forma, torna-se mais rentável realizar nova encomenda do que ter desnecessários custos de posse de *stock*.

No que respeita à metodologia por detrás deste algoritmo, esta obtém a solução ótima através da expressão abaixo (5). O seu mecanismo de cálculo começa por calcular o custo ótimo a partir do último período de tempo (período N) e vai realizando repetitivamente o processo iterativo até ao período inicial (período 1), assumindo sempre que no início de cada mês os níveis de *stock* são nulos, isto é, o algoritmo determina para cada t qual o melhor k correspondente (Gonçalves 2000).

$$C_{t,N+1} = \min_{t < k \leq N+1} \{E_{t,k} + C_{k,N+1}\} \text{ em que } t = N, \dots, 3, 2, 1 \quad (5)$$

Onde:

$C_{t,N+1}$: Custo do melhor conjunto de encomendas, as quais cobrem a procura do mercado desde o início do período N até ao início do período $N+1$. É de salientar que $C_{i,i} = 0$, sendo que o início de um dado período coincide com o fim do anterior.

$E_{t,k}$: Custo de uma determinada encomenda que chega no período t satisfazendo a procura até ao início do período k .

t : Conjunto de períodos para satisfazer as necessidades da procura.

No processo de resolução o algoritmo procura sempre a solução ótima, executando o dimensionamento dos lotes de produção do período a seguir ao último período em estudo, obrigando que os custos de posse e aprovisionamento sejam minimizados, assim como as quantidades de *stocks*.

Este algoritmo engloba-se nos métodos de *lot sizing* para horizontes temporais curtos, pois para maiores horizontes o método exige demasiados recursos computacionais para encontrar a solução ótima do problema, o que não é muito vantajoso na prática. Por essa razão, vários autores têm apresentado algumas modificações deste algoritmo (Heuve e Wagelmans 2004), tentando que ele se adapte a horizontes de planeamento de longo prazo, como por exemplo o *Extended Wagner-Within* (EWW).

Heurística *Silver-Meal*

Acima, foi apresentado o algoritmo de *Wagner-Within*, mas tal como este, vários outros métodos exactos são fiáveis computacionalmente. Contudo, na prática, algoritmos com demasiada exigência computacional não são normalmente utilizados, sendo assim substituídos por simples heurísticas que conseguem chegar a soluções muito próximas (Axsäter 2006), como é o caso da heurística de *Silver-Meal* (SM). Esta foi criada originalmente por Edward Silver e Harlan Meal (Silver e Meal 1973) e a sua metodologia assenta no método da Quantidade Económica de Produção, sendo uma aproximação otimizada do algoritmo de *Wagner-Within*, baseando-se numa função (6) de custo total por unidade de tempo, para que desta forma determine qual a quantidade a ser mandada produzir.

$$CT(T) = \frac{a + h \times P \sum_{i=1}^T (i-1) \times P_i}{T} \quad (6)$$

Onde:

a : custo de passagem da encomenda

h : custo de posse por artigo e por unidade de tempo

P_i : procura no período k

T : número de períodos de tempo nos quais será utilizada a quantidade encomendada

Através da expressão acima, os diferentes valores de T são percorridos, e caso se verifique um crescimento no valor da função, então os valores seguintes deverão também seguir essa tendência (Carravilla 1996). À medida que o algoritmo é percorrido, e o valor de T é incrementado (Gonçalves 2000), caso a condição abaixo (7), seja verdadeira, então quer dizer que o método encontrou o mínimo da função (Figura 19):

$$CT(T+1) > CT(T) \quad (7)$$

Isto quer dizer que o valor óptimo de T foi encontrado (Tersine 1988), e então a quantidade a satisfazer (Q) deverá ser igual ao somatório de toda a procura até esse mesmo valor de T , como seguidamente se encontra demonstrado (8):

$$Q = \sum_{i=1}^T P_i \quad (8)$$

A próxima iteração de T começará no período $T+1$, sendo que este processo vai sendo repetitivo e sequencial até ao fim do planeamento, e de certa forma, pode-se considerar que vai sendo reiniciado sempre que se encontra um mínimo da função.

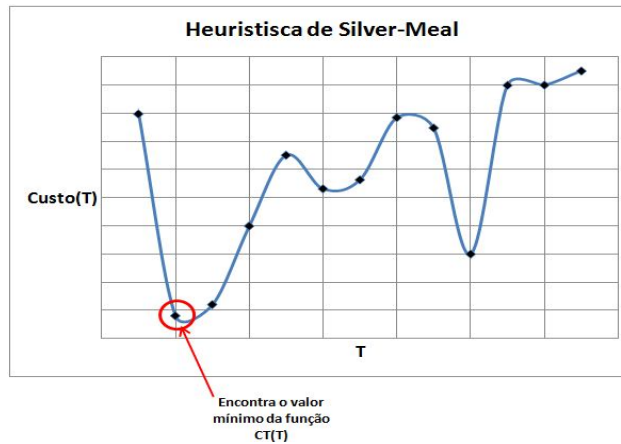


Figura 19 – Metodologia do algoritmo heurístico de Silver-Meal

Relativamente a problemas deste método, no que respeita ao seu desempenho (Wikipédia 2009), é que o algoritmo não está preparado para reagir a situações em que a procura diminui abruptamente com o tempo durante os vários períodos, ou mesmo quando não existe procura num intervalo de grandes períodos de tempo.

Método Quantidade Económica de Produção

No método Quantidade Económica de Produção, tal como o seu nome indica, é determinado o tamanho de um lote de produção com base em modelos matemáticos de gestão económica de *stocks*. Para tal é necessário que sejam previamente calculados os custos de posse por artigo e por unidade de tempo (h) e os custos de passagem de uma encomenda (a), tal como já foi apresentado mais acima. É necessário também saber qual a quantidade de produto consumido durante um dado período (normalmente um ano), e após reunir todos estes dados, a quantidade económica de produção, ou seja, o QEP (Cargal 2006), pode ser calculado pela Fórmula de *Wilson* (9):

$$QEP = \sqrt{\frac{2 \times S \times a}{h}} \quad (9)$$

a : custo de passagem da encomenda

h : custo de posse por artigo e por unidade de tempo

P_i : procura no período k

S : consumo anual médio do artigo

A metodologia por detrás deste método estabelece quantidades de produção fixas, as quais são lançadas em fabrico sempre que o *stock* existente no período $i-1$ não satisfaça as necessidades do PDP para o período i (Ávila e Cavaco 2008). Isto origina situações em que é lançado um lote económico de produção para satisfazer uma quantidade muito inferior ao QEP, podendo no fim de um dado planeamento, originar um nível de *stock* dispensável. Uma desvantagem deste método é que este assume que a procura é sempre constante independentemente do artigo em causa, cuja situação não coincide com os típicos ambientes MRP (Carmo Silva 1994).

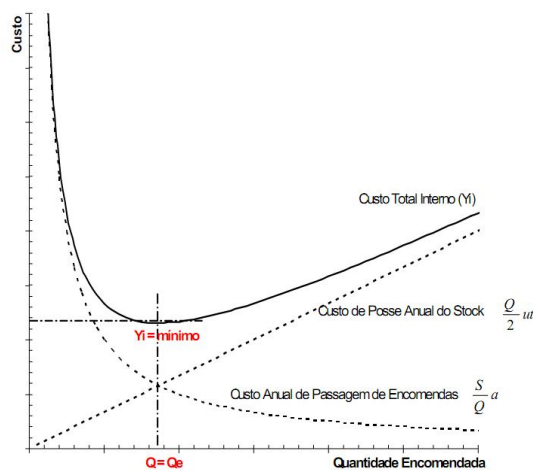


Figura 20 – Metodologia da Quantidade Económica de Produção

Por outro lado, torna possível a percepção do impacto que a variação das quantidades de produção têm face aos custos de preparação para a produção. A imagem acima (Figura 20) pretende demonstrar o conceito por detrás deste método, ou seja, encontrar uma quantidade de produção que economiza ao máximo os custos associados.

Método Ordens Periódicas de Lançamento

Quanto ao método Ordens Periódicas de Lançamento (OPL), este utiliza a fórmula de cálculo da quantidade económica de produção para encontrar um período económico entre ordens de fabrico (Vollmann, et al. 2005), isto porque, no OPL são conjugadas as metodologias de produzir de forma económica ao menor custo possível apenas num determinado intervalo de tempo económico. Normalmente como o planeamento é realizado numa base de tempo constituído por semanas, então convém arredondar para um número inteiro o intervalo de tempo que é obtido pela expressão abaixo (10).

$$OPL = \frac{QEP}{S} \quad (10)$$

Tal como o método QEP, este método também não tem em consideração a variação da procura, originando no fim níveis de *stock* indesejáveis, apesar do método em si otimizar os lançamentos para a produção, não encontra a solução óptima.

4.3.3 Construção do Simulador

Como forma de testar os modelos de dimensionamento de lote, foi construído um simulador, o qual realiza um planeamento de produção para um espaço temporal de 13 semanas, tendo em conta os 4 tipos de métodos de *lot-sizing*. Este simulador foi construído com recurso à linguagem *Microsoft Visual Basic* (versão 6.5) integrada com a ferramenta de cálculo *Excel*, e conta com quatro folhas de cálculo, cada uma com a programação do algoritmo de cada método. Em cada uma destas folhas o utilizador necessita apenas de preencher o PDP e, seguidamente, executar a aplicação, e todo o planeamento é gerado de forma automática, calculando quais as quantidades e em que período as encomendar, totalizando os custos, tanto de posse como de encomenda no final, assim como os níveis de *stock* mantidos em posse em cada período.

Referente à folha de cálculo com o simulador do planeamento, e tendo como método base de *lot-sizing* o algoritmo WW, o utilizador apenas tem de inserir as quantidades de procura para as 13 semanas e o custo de posse por unidade de artigo, assim como o custo de encomenda. De seguida, basta carregar no botão, cujo texto é “Algoritmo *Wagner-Within*” e logo de seguida todo o planeamento é realizado, colocando os períodos que necessitam que exista pedido de encomenda a cor amarela, mostrando sempre qual a quantidade de *stock* final.

Todos os custos, como já foi referido, são calculados e apresentados, onde é calculado também o custo total, tal como é possível ver na imagem abaixo (Figura 21).

Será de realçar que todo o simulador está protegido por uma palavra-chave¹, de forma que o utilizador não consiga alterar nenhum campo além daqueles que têm vindo a ser descritos, por serem necessários para que o algoritmo seja correctamente executado.

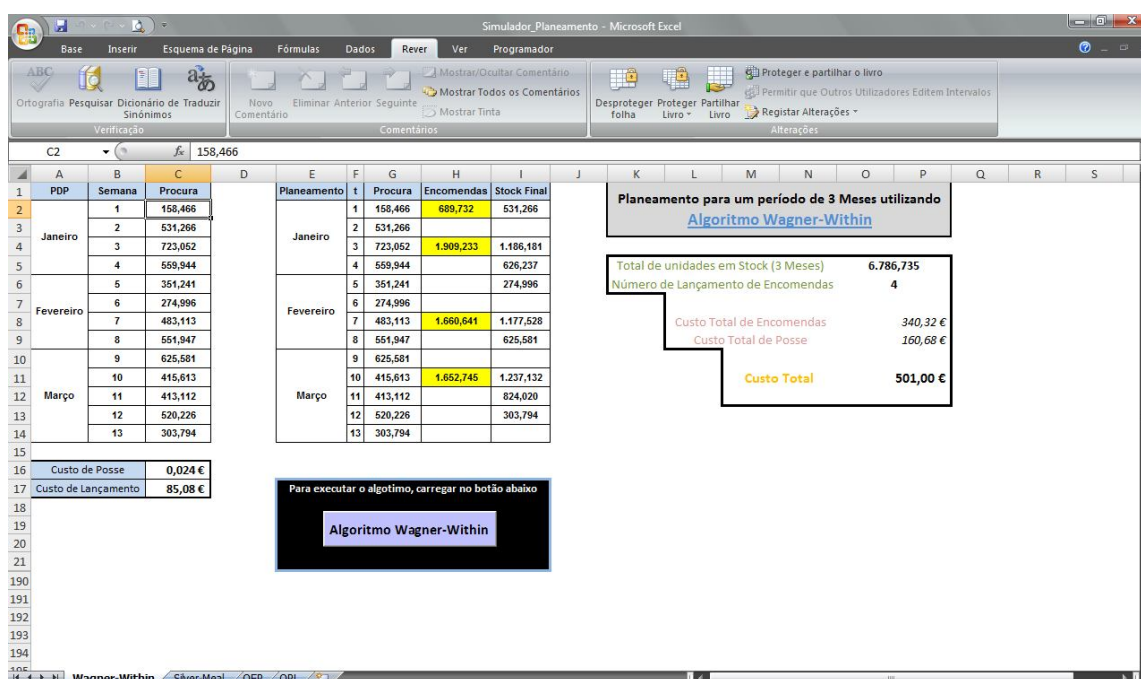


Figura 21 – Simulador de planeamento utilizando o algoritmo *Wagner-Within*

Seguidamente, na folha de cálculo onde se encontra o simulador da heurística SM, o utilizador tem de realizar todos os procedimentos de igual forma como foram descritos acima, carregando no botão com o texto “Heurística *Silver-Meal*” para executar o simulador, como é possível verificar abaixo (Figura 22).

¹ Palavra-chave do Simulador: 123

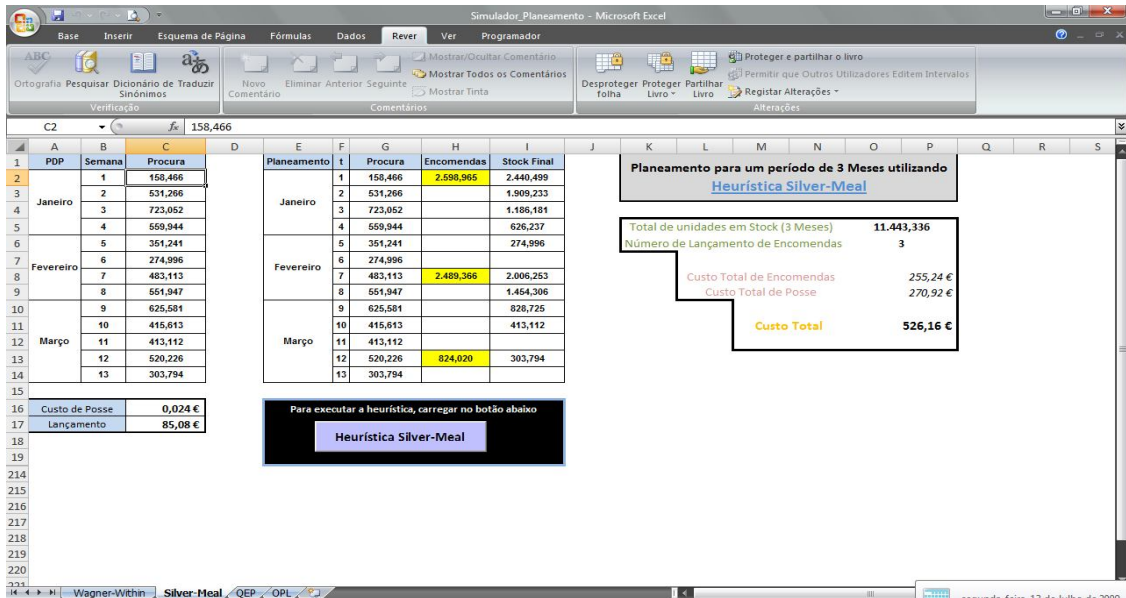


Figura 22 – Simulador de planeamento utilizando a heurística *Silver-Meal*

Quanto ao método QEP, o utilizador é obrigado a preencher qual o consumo anual médio (S) do artigo em questão, para que este calcule qual a quantidade económica a produzir.

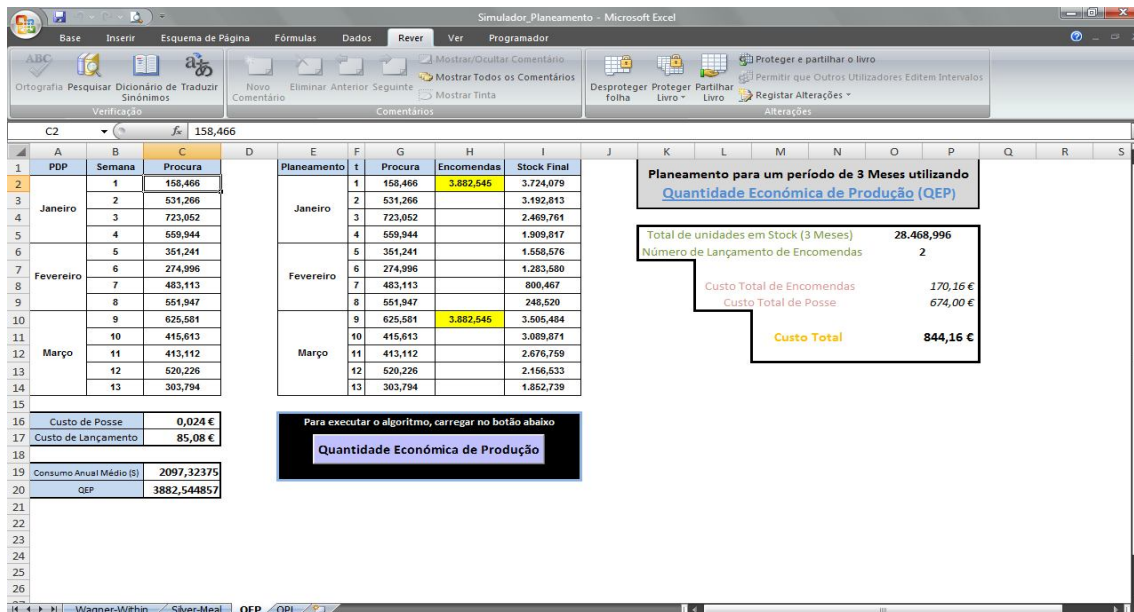


Figura 23 – Simulador de planeamento utilizando o método Quantidade Económica de Produção

Para executar o algoritmo, basta carregar no botão com o texto “Quantidade Económica de Produção”, tal como se pode verificar na imagem acima (Figura 23).

Por último, na última folha de cálculo do simulador, encontra-se o método OPL, no qual o utilizador tem de preencher exactamente os mesmos campos que no método QEP, pois aqui

ele calcula o número de semanas a satisfazer. Para que o algoritmo inicie, é necessário que se carregue no botão cujo texto é “Ordens Periódicas de Lançamento”. Abaixo encontra-se o ambiente de trabalho deste simulador, para este método (Figura 24).

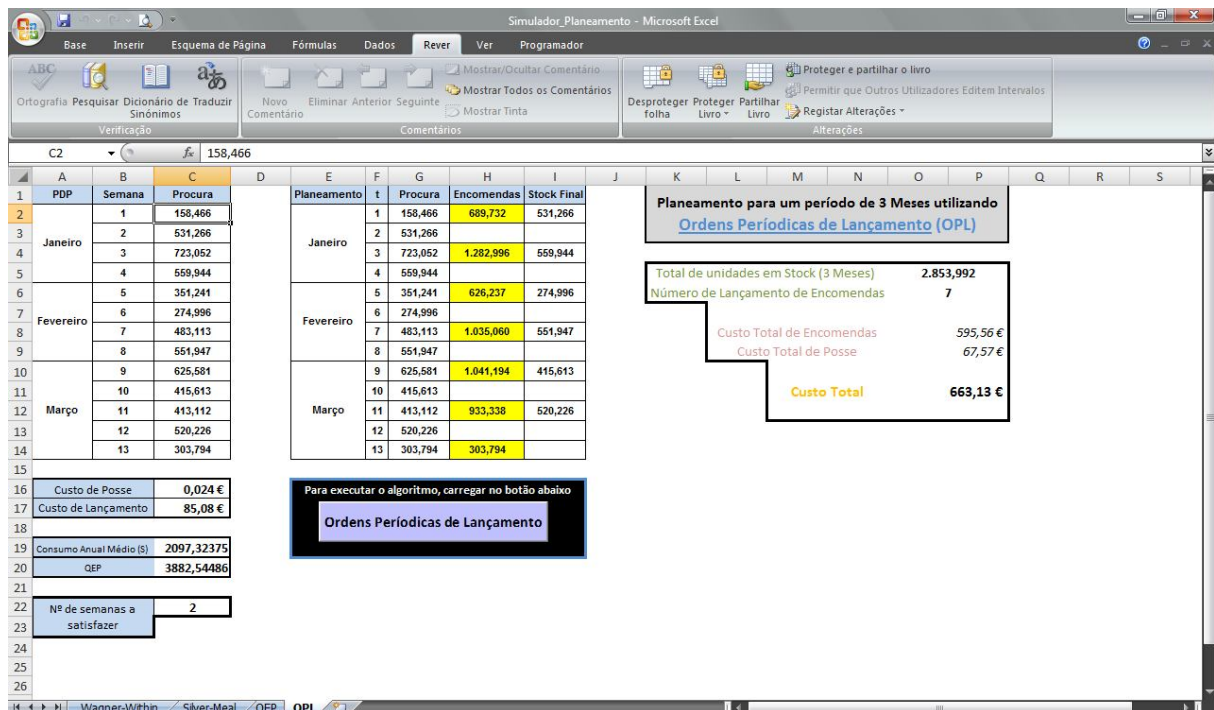


Figura 24 – Simulador de planeamento utilizando o método Ordens Periódicas de Lançamento

Como nota final, neste simulador, sempre que se inicia uma nova simulação, todo o conteúdo das células de “Encomendas”, é limpa para que não existam erros nos resultados apresentados. Referente à sua localização, o simulador encontra-se em anexo digital com o nome de Simulador_Planeamento.xlsm.

Este simulador foi construído com o principal objectivo de ser entregue à empresa AGM, pois após ter chegado aos resultados obtidos com o simulador, verifica-se que estes métodos tornam-se bastante vantajosos para que a empresa reduza os seus custos, entregue as encomendas sem atraso e os níveis de *stock* diminuam.

4.3.4 Simulação dos algoritmos

Após esta descrição de como cada um destes algoritmos funciona, segue-se a simulação de melhoria. Todas estas metodologias foram utilizadas para o dimensionamento de lote para um período de 13 semanas em cada um dos nove produtos. Inicialmente, foi criado o plano director de produção (PDP), o qual continha as necessidades de material para cada período (referentes aos primeiros três meses de 2008), e partir desses dados base foram realizados os cálculos analíticos de cada algoritmo, incluindo a heurística de *Silver-Meal*.

Para cada uma das metodologias eram necessários os custos de posse e de lançamento de encomenda de cada produto, os quais já tinham sido previamente calculados para realizar o estudo da situação actual. Por isso, depois de compilar toda a informação necessária, esta foi organizada em várias folhas de cálculo *Excel*.

Portanto, nesta fase de melhoria simulada, foram diversos os resultados obtidos, e dessa forma, torna-se importante fazer uma avaliação dos resultados. Abaixo são apresentadas quatro tabelas (Tabelas 18, 19, 20 e 21), que contêm esses mesmos resultados agrupados por produto e algoritmo, os quais serão utilizados fundamentalmente, para verificar qual o tipo de algoritmo que melhor se adequa a cada um dos artigos em estudo.

Tabela 18 – Resultados obtidos com o algoritmo *Wagner-Within*

Produto	Algoritmo	Custo c/ Algoritmo	Custo Actual	Melhoria (%)
Ângulo Vertical GLV	Wagner-Within	500,996 €	1.922,148 €	73,94%
Guia P.Sec/P.Basc.	Wagner-Within	626,837 €	4.106,695 €	84,74%
Painel 500 Branco	Wagner-Within	3.760,697 €	8.200,691 €	54,14%
Lâmina GLV	Wagner-Within	798,244 €	1.865,044 €	57,20%
Picket Interior GLV	Wagner-Within	431,943 €	2.609,453 €	83,45%
Rolamento P.F. c/ Anilha	Wagner-Within	149,920 €	629,413 €	76,18%
Perfil Superior GLV	Wagner-Within	543,433 €	5.070,232 €	89,28%
Reforço Batente GLV	Wagner-Within	53,970 €	58,427 €	7,63%
Tube RD Aço GLV	Wagner-Within	2.527,261 €	5.319,859 €	52,49%
	Total	9.393,299 €	29.781,962 €	68,46%

Tabela 19 – Resultados obtidos com a heurística *Silver-Meal*

Produto	Algoritmo	Custo c/ Algoritmo	Custo Actual	Melhoria (%)
Ângulo Vertical GLV	Silver-Meal	526,161 €	1.922,148 €	72,63%
Guia P.Sec/P.Basc.	Silver-Meal	636,160 €	4.106,695 €	84,51%
Painel 500 Branco	Silver-Meal	3.825,826 €	8.200,691 €	53,35%
Lâmina GLV	Silver-Meal	798,244 €	1.865,044 €	57,20%
Picket Interior GLV	Silver-Meal	434,955 €	2.609,453 €	83,33%
Rolamento P.F. c/ Anilha	Silver-Meal	198,879 €	629,413 €	68,40%
Perfil Superior GLV	Silver-Meal	552,946 €	5.070,232 €	89,09%
Reforço Batente GLV	Silver-Meal	53,970 €	58,427 €	7,63%
Tubo RD Aço GLV	Silver-Meal	2.527,261 €	5.319,859 €	52,49%
	Total	9.554,402 €	29.781,962 €	67,92%

Tabela 20 – Resultados obtidos através do algoritmo quantidade económica de produção (QEP)

Produto	Algoritmo	Custo c/ Algoritmo	Custo Actual	Melhoria (%)
Ângulo Vertical GLV	QEP	844,163 €	1.922,148 €	56,08%
Guia P.Sec/P.Basc.	QEP	1.160,743 €	4.106,695 €	71,74%
Painel 500 Branco	QEP	8.543,352 €	8.200,691 €	-4,18%
Lâmina GLV	QEP	1.722,957 €	1.865,044 €	7,62%
Picket Interior GLV	QEP	791,649 €	2.609,453 €	69,66%
Rolamento P.F. c/ Anilha	QEP	415,531 €	629,413 €	33,98%
Perfil Superior GLV	QEP	795,911 €	5.070,232 €	84,30%
Reforço Batente GLV	QEP	97,907 €	58,427 €	-67,57%
Tubo RD Aço GLV	QEP	5.050,594 €	5.319,859 €	5,06%
	Total	19.422,807 €	29.781,962 €	34,78%

Tabela 21 – Resultados obtidos através do algoritmo ordens periódicas de lançamento (OPL)

Produto	Algoritmo	Custo c/ Algoritmo	Custo Actual	Melhoria (%)
Ângulo Vertical GLV	OPL	663,128 €	1.922,148 €	65,50%
Guia P.Sec/P.Basc.	OPL	794,796 €	4.106,695 €	80,65%
Painel 500 Branco	OPL	7.863,516 €	8.200,691 €	4,11%
Lâmina GLV	OPL	1.106,040 €	1.865,044 €	40,70%
Picket Interior GLV	OPL	645,190 €	2.609,453 €	75,27%
Rolamento P.F. c/ Anilha	OPL	263,991 €	629,413 €	58,06%
Perfil Superior GLV	OPL	766,968 €	5.070,232 €	84,87%
Reforço Batente GLV	OPL	68,986 €	58,427 €	-18,07%
Tubo RD Aço GLV	OPL	2.527,261 €	5.319,859 €	52,49%
	Total	14.699,876 €	29.781,962 €	50,64%

De acordo com as tabelas acima apresentadas, é agora possível realizar uma comparação entre cada uma das metodologias testadas e verificar quais os seus resultados. Como se pode

verificar, o algoritmo WW é aquele que apresenta sempre o menor custo total no planeamento quando comparado com os restantes algoritmos testados, isto porque, este algoritmo minimiza os custos, tanto de posse como de encomenda através de um processo repetitivo de iterações para cada período que se planeia, resultando assim num nível de *stock* nulo no último período de planeamento, ou seja, encontra sempre a solução óptima do problema utilizando uma programação dinâmica.

Quanto à heurística de *Silver-Meal*, esta comprova-se como sendo uma aproximação do algoritmo de WW, na medida em que os custos totais a que chega em cada um dos produtos são muito semelhantes. Tal como o algoritmo de WW, este método selecciona a quantidade a encomendar tendo por base as necessidades de cada período, minimizando também os custos de encomenda e de posse para cada período, garantindo que no último período do planeamento o *stock* é nulo. Esta heurística tem a característica de parar sempre que o custo variável por unidade de tempo chega a um mínimo. Ainda referente aos seus resultados, será de salientar que o menor custo total é atingido apenas em três produtos como é possível verificar na tabela 19, sendo estes mesmos custos iguais aos do algoritmo WW.

Relativamente aos algoritmos da Quantidade Económica de Produção e o de Ordens Periódicas de Lançamento, os seus resultados são piores quando comparados com os dois acima referidos. Nas tabelas 20 e 21 é possível verificar que apenas no algoritmo OPL se chega a um custo total óptimo para o produto de Tubo RD Aço GLV. Com estes resultados pode-se concluir que estes métodos não conseguem chegar à solução óptima para o dimensionamento de lotes de produção, isto porque, nenhum deles tem em conta custos de aprovisionamento ou de posse, ou até mesmo níveis de *stock* mínimos. Apenas garantem que, para um dado período, a procura será satisfeita pelo *stock* existente. No algoritmo QEP, este tem em conta os custos de gestão de *stock* e calcula a quantidade a encomendar ao menor custo, enquanto que no OPL, é definido um intervalo de períodos para os aprovisionamentos. Quando comparados, o algoritmo OPL garante melhores resultados que o QEP, pois tem em consideração o histórico da procura do artigo, e calcula tendo em conta a quantidade económica de produção, qual o intervalo de semanas que deverá abastecer ao menor custo possível. Um dos casos mais críticos, são os artigos que necessitam de ser encomendados a fontes exterior, e conclui-se que nenhum destes dois métodos tem capacidade para determinar quando e qual a quantidade a encomendar, tal como se pode ver na representação gráfica abaixo apresentada (Figura 25). Na metodologia por detrás do QEP, verifica-se que para o

Painel 500, o qual comporta um longo período de chegada à empresa devido ao seu fornecedor, atinge um valor de custo total ainda maior que o valor que a empresa teve no ano 2008.

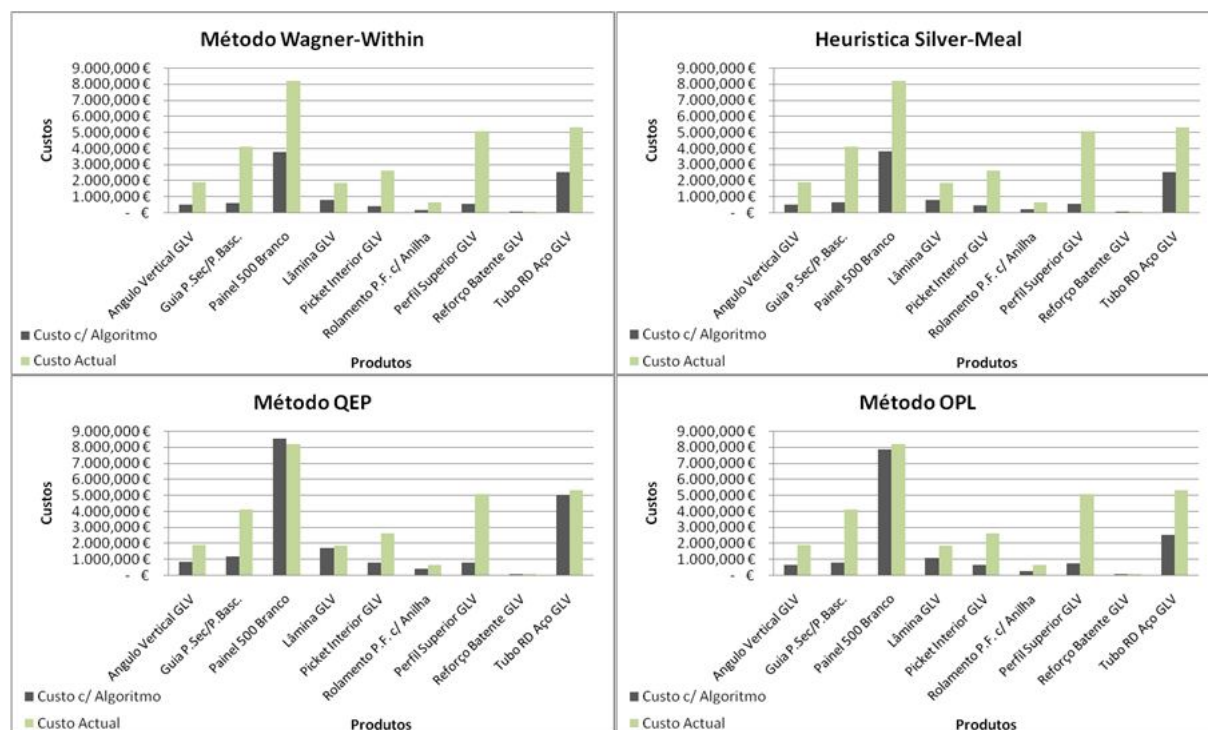


Figura 25 – Comparação gráfica entre os diferentes métodos de dimensionamento de lote

De forma a resumir esta análise no que se refere à comparação entre os resultados obtidos em cada método, está presente abaixo uma tabela (Tabela 22) que apresenta os valores totais de custo tanto da situação que a empresa teve em 2008 como a de situação simulada com os diferentes métodos.

Tabela 22 – Desempenho a nível de custo total entre os diferentes métodos

Planeamento	Custo Planeamento	Custo Actual
Algoritmo Wagner-Within	9.393,299 €	29.781,962 €
Heurística Silver-Meal	9.554,402 €	29.781,962 €
Quantidade Económica de Produção	19.422,807 €	29.781,962 €
Ordens Periódicas de Lançamento	14.699,876 €	29.781,962 €

Como é possível verificar, em qualquer um dos métodos existe uma melhoria substancial no que respeita aos custos totais, mas há que salientar que apenas nos métodos WW e SM os níveis de *stock* são sempre nulos no período anterior ao período em que se pede uma nova encomenda e também no último período do planeamento. Em termos de taxa de melhoria, o

algoritmo WW destaca-se de todos os outros, já que para apenas esta amostra de artigos (nove artigos), tem uma taxa de melhoria face à situação de 2008 perto de 69%, seguido da heurística SM com sensivelmente 68%, tal como é possível ver abaixo (Figura 26).

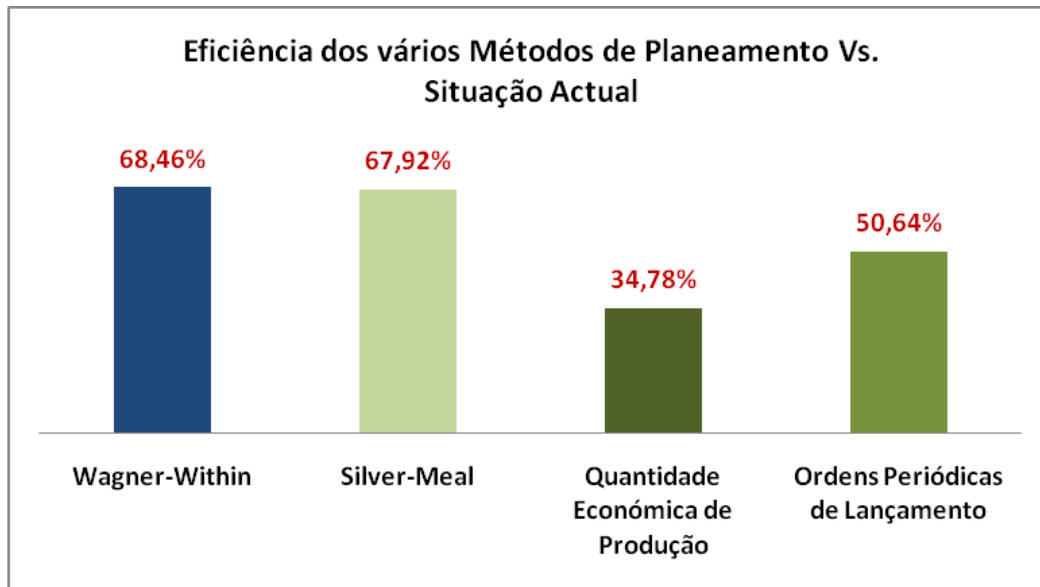


Figura 26 – Taxas de melhoria dos métodos de *lot-sizing* face à situação actual da empresa no ano 2008

4.3.5 Validação dos resultados

Com toda esta simulação de melhoria, verifica-se que o algoritmo WW é o método que garante o custo total mais baixo quando comparado com o actual, para qualquer um dos produtos em estudo. Apesar de ser considerado um método que fornece sempre a melhor solução de um problema (Wikipédia 2007), este foi utilizado em conjunto com outros para se verificar se existia algum que se aproximasse dele no que se refere aos custos. O único que consegue é o método SM, já que esta heurística é uma aproximação que pretende otimizar o algoritmo WW (Wikipédia 2008), e resultados que comprovem isto mesmo, são apresentados abaixo (Figura 27).

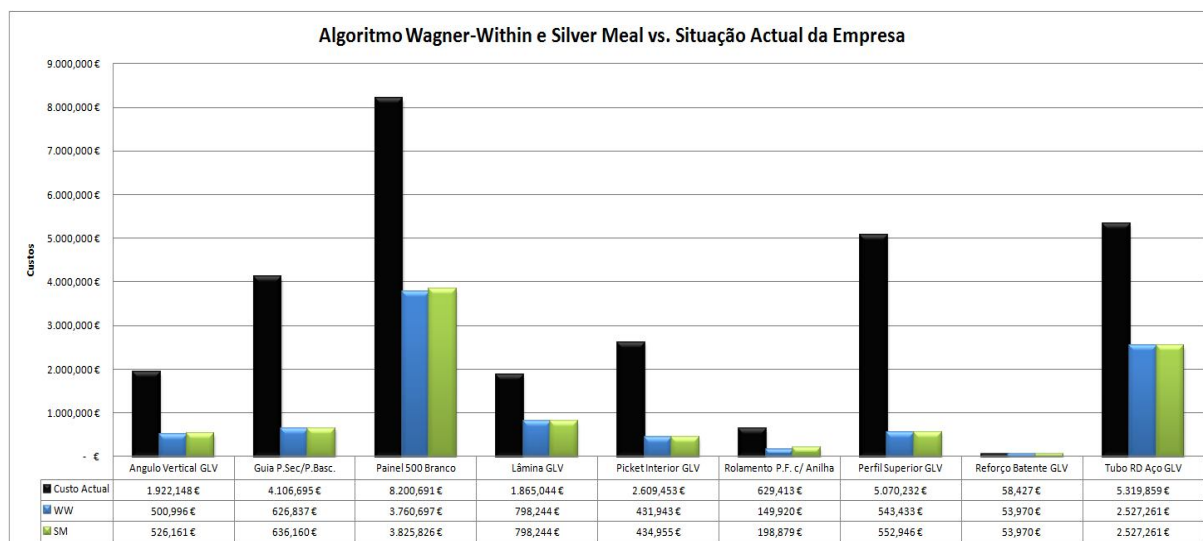


Figura 27 – Comparação de custos entre os métodos WW e SM e o custo actual da empresa

Para todos os artigos simulados nesta proposta de melhoria, o algoritmo WW obteve uma taxa de melhoria sempre superior a 50%, excepto para o Reforço Batente Galvanizado, no qual a empresa está a ter um custo actual muito próximo do óptimo. Isto prova que, se para apenas estes artigos se denota uma melhoria aproximadamente de 69% de redução nos custos, seria aconselhável que a empresa com este exemplo de melhoria o aplicasse aos restantes produtos intermédios. É necessário salientar também que sendo nove famílias de produtos, cada um comportando em média 90 artigos intermédios, faz com que existam cerca de 810 produtos, e se os custos totais actualmente são semelhantes aos apresentados, então a empresa teria não só uma redução drástica nos custos que suporta, bem como um decréscimo enorme no *stock* que possui actualmente e, mais importante, as encomendas seriam planeadas segundo uma metodologia que garantia que não existisse atrasos.

5 Conclusões

Apresentam-se neste capítulo as conclusões gerais desta dissertação, tendo em atenção os objectivos que se propuseram. Apontam-se também áreas para trabalhos futuros no intuito de melhorar o PCP da AGM.

Uma vez que o tema em estudo era muito abrangente e não estavam ainda identificadas pela empresa, as áreas sobre as quais se deveriam propor melhorias, implicou que se fizesse uma análise pormenorizada do desempenho do PCP, seus problemas globais e as suas respectivas causas. Deste modo, este estudo preliminar reuniu informação útil para o desencadeamento de melhorias na empresa.

Segundo esse estudo, verificou-se que, a nível produtivo, os problemas mais graves são os atrasos nas entregas das encomendas e o mau dimensionamento dos lotes de produção. Por essa razão, foram estudados quatro tipos de modelos de dimensionamento de lotes tendo estes sido utilizados para dimensionar a produção de nove produtos, os quais são considerados pela empresa como os mais peculiares de planear devido aos seus longos tempos de preparação ou elevados prazos de entrega do fornecedor. Como resultado, verificou-se que o método que demonstra melhores resultados, em termos de custo total, é o algoritmo de *Wagner-Within*

para todos os artigos analisados. De facto, apesar de existirem alguns métodos que não têm tanta eficiência como o de WW, como é o caso do QEP e OPL, todos eles incluindo o de SM, apresentam uma taxa de melhoria face à situação actual da empresa acima de 30%, excepto para o artigo Reforço de Patente, em que, por exemplo, o método WW tem uma melhoria de 7%. Comparativamente, o método SM tem resultados muito próximos do WW, mesmo sendo uma heurística.

Relativamente a estes métodos de *lot sizing*, as suas metodologias de cálculo são bastante elaboradas, com a excepção do QEP e OPL. Para que estes métodos sejam apresentados à empresa com o propósito de que estes utilizem o que melhor se adequa ao produto a dimensionar, foi criado um simulador de dimensionamento de lotes de produção. Com esta aplicação construída na plataforma de cálculo *Excel*, o utilizador tem apenas de introduzir o PDP, e a partir daí é obtido o planeamento da produção segundo uma filosofia MRP, para os 4 métodos de *lot sizing*. Esta é uma ferramenta que a AGM pode utilizar para um planeamento máximo de 13 semanas, oferecendo a melhor solução tendo em conta o custo.

Uma outra melhoria proposta foca-se na descrição de um modelo de aceitação/rejeição de encomendas. Isto é, para que a capacidade produtiva da empresa esteja nivelada em relação à sua carga, sentiu-se que a empresa deve saber quais as encomendas que deve rejeitar ou renegociar sempre que a capacidade da fábrica é insuficiente face à carga de chegada. Esta proposta de melhoria não foi simulada mas sente-se que a empresa necessita de estruturar as suas decisões fundamentando-se em alguma metodologia, e esta parece ser a mais adequada mediante o mercado em que se insere.

Relativamente a futuros desenvolvimentos de melhoria na empresa, destacam-se os seguintes:

- Realizar um estudo de tempos e métodos em toda a sua produção de forma a avaliar com apoio em métodos adequados qual a capacidade produtiva que dispõe. Com esse estudo poderiam verificar onde realmente estão todos os pontos de estrangulamento da produção e tomar as devidas medidas correctivas.
- Utilizar um software que possibilite o planeamento da produção com o recurso a métodos que considerem os factores mais relevantes do sistema produtivo. Salienta-se a necessidade

de aquando da instalação de um novo software de gestão de produção na AGM, os funcionários que com esta ferramenta irão trabalhar, recebam formação sobre a mesma.

- Estudar e implantar os métodos mais adequados de controlo na produção, para que exista uma melhor organização no processo de fabrico e dos documentos respectivos.
- Procurar um melhoramento contínuo para a gestão da cadeia de abastecimento, com o objectivo que o tempo de resposta dos fornecedores seja mais rápido evitando assim inúmeros atrasos nas encomendas.

Uma mudança de política de planeamento, baseada em estudos e métodos de identificação e reestruturação do processo de recepção e despacho do produto, irá promover a diminuição de custos desnecessários que irão permitir (como ficou provado pelas melhorias apresentadas), um aumento da capacidade económica e investidora da empresa.

Deste modo, pode-se concluir que a presente dissertação se apresenta como uma ferramenta de análise das potencialidades que uma adequada gestão de produção pode provocar para a melhoria da eficiência produtiva, não só da AGM como de variadas PME's, que se apresentam ainda segundo moldes anteriores de produção, baseados apenas na experiência profissional singular e não seguindo uma actuação metodológica e assertiva, tão necessária face à conjuntura de crise que se tem verificado no sector.

6 Bibliografia

Ávila, Paulo e Ismael Cavaco. “Planeamento Programação e Controlo da Produção com MRP.” In *Planeamento Programação e Controlo da Produção com MRP*, de Paulo Ávila e Ismael Cavaco, 1-94. Porto: Instituto Superior de Engenharia do Porto, 2008.

Axsäter, Sven. *Inventory control*. 2ª Edição. Springer, 2006.

Cargal, James M. *The EOQ Inventory Formula*. Montgomery AL 36103, : Troy State University Montgomery, 2006.

Carmo Silva, S. *Organização e Gestão da Produção*. Minho: Universidade do Minho, 1994.

Carravilla, Maria Antónia. *Lot Sizing Lotes Económicos de Produção*. Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, 1996.

CENCAL. “Gestão de Stocks.” In *GPC - Gestão da Produção Cerâmica*, de CENCAL, 125-154. 2004.

Chase, R. & Aquilano. pág. 860. 1995.

Corrêa, Henrique L., e Irineu G. N. Gianesi. *JUST IN TIME, MRP II E OPT - UM ENFOQUE ESTRATÉGICO*. Atlas Administração Contabilidade Economia, 1993.

Gonçalves, José Fernando. *Gestão de aprovisionamentos*. Porto: Publindústria, 2000.

Heuve, Wilco van den, e Albert P.M. Wagelmans. *A comparison of methods for lot-sizing in a rolling horizon environment*. PO Box 1738, 3000 DR Rotterdam, The Netherlands: Erasmus University Rotterdam, 2004.

Moreira, M. Rosário, e Rui Alves. “Does Order Negotiation Improve the Job-Shop Workload Control?” *FEP Working Papers*, 2006: 7-9.

Moreira, M.R., e Rui Alves. “A methodology for planning and controlling workload.” *International Journal of Production Research in a job-shop: a four-way decision-making problem* (Taylor & Francis) Vol. 47, No. 10 (2009): 2805–2821.

Nandi, A. *Input control strategies for make-to-order manufacturing systems via order acceptance/rejection*. Calgary, Alberta: University of Calgary, 2000.

Silver, e Meal. *A heuristic for selecting lot size quantities for the case of a deterministic time-varying demand rate and discrete opportunities for replenishment*. Vol. v14. *Production and Inventory Management*, 1973.

Tersine, Richard J. *Principles of inventory and materials management*. Nova Iorque: Elsevier Science Publishing, 1988.

Vollmann, Thomas E., William L. Berry, D. Clay Whybark, e F. Robert Jacobs. *Manufacturing planning and control systems for supply chain management*. McGraw-Hill Professional, 2005.

Wight, O. “Input/output control: a real handle on lead time.” *Production and Inventory Management Journal*, 1970: 11 (3), 9–30.

Wikipédia. *Algoritmo de Wagner-Whitin*. 18 de Maio de 2007.
http://pt.wikipedia.org/wiki/Algoritmo_de_Wagner-Whitin (acedido em 21 de Abril de 2009).

Wikipédia. *Gestão de stocks*. 6 de Junho de 2008.
http://pt.wikipedia.org/wiki/Gest%C3%A3o_de_stocks#refTersine1988 (acedido em 21 de Maio de 2009).

Wikipédia. *Heurística de Silver-Meal*. 7 de Junho de 2009.
http://pt.wikipedia.org/wiki/Heur%C3%ADstica_de_Silver-Meal (acedido em 22 de Abril de 2009).

Zizler, Markus. “Introduction Theory of Inventory Control.” In *Theory of Inventory Control*, de Prof. Dr. Ingo Morgenstern, 10. Regensburg: University of Regensburg, 2007.