



isec
Engenharia

DEFINITIVO

MESTRADO EM ENGENHARIA E
GESTÃO INDUSTRIAL

**Planeamento e Gestão da Produção na
Indústria de Moldes**

Autor

Manuel António de Almeida Reis

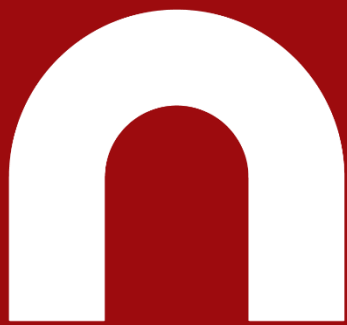
Orientador

José Luís Ferreira Martinho

INSTITUTO POLITÉCNICO
DE COIMBRA

INSTITUTO SUPERIOR
DE ENGENHARIA
DE COIMBRA

Coimbra, outubro 2021



isec

Engenharia

DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA QUÍMICA E
BIOLÓGICA

Planeamento e Gestão da Produção na Indústria de Moldes

Relatório de Estágio de Natureza Profissional para a obtenção do
grau de Mestre em Engenharia e Gestão Industrial

Autor

Manuel António de Almeida Reis

Orientador

José Luís Ferreira Martinho

Supervisor na empresa

Moldit – Indústria de Moldes, S.A.

Hugo Daniel Rodrigues de Almeida

INSTITUTO POLITÉCNICO
DE COIMBRA

INSTITUTO SUPERIOR
DE ENGENHARIA
DE COIMBRA

Coimbra, outubro 2021

"A ciência é sobre saber, a engenharia é sobre fazer".

Henry Petroski

AGRADECIMENTOS

No decorrer do Mestrado em Engenharia e Gestão Industrial, vivenciei coisas que jamais irei esquecer. Conheci e convivi com pessoas que de algum modo contribuíram para que me tornasse uma pessoa melhor em todos os sentidos, quer profissionalmente, quer pessoalmente.

A elaboração deste documento não seria possível sem o contributo e apoio de algumas pessoas, às quais não poderia deixar de agradecer.

Em primeiro lugar agradeço à minha família pelo incentivo e apoio constante que me deram ao longo desta etapa da minha vida, e sobretudo pela possibilidade de ingressar num curso superior. Sem eles, nada disto seria possível, e só me resta agradecer pelos princípios e valores que me inculcaram e por todo o sacrifício que fizeram no decorrer destes anos.

Gostaria também de expressar o meu agradecimento à *Moldit – Indústria de Moldes, S.A.* e aos seus colaboradores pela oportunidade de estágio, excelente integração e auxílio nas minhas dificuldades.

Agradeço também a toda a equipa envolvente nos diversos departamentos com os quais contactei, nomeadamente, à Engenheira Ana Santos, e especialmente, ao meu supervisor Engenheiro Hugo Almeida, por me conduzirem de forma irrepreensível neste novo desafio, tentando sempre inculcar os seus conhecimentos, para que desenvolvesse competências neste ramo industrial, bem como, pela disponibilidade que sempre demonstraram para esclarecer as dúvidas existentes.

Ao meu orientador, Professor Doutor José Luís Ferreira Martinho, um muito obrigado pela sua ajuda e orientação, e acima de tudo, pela disponibilidade que sempre demonstrou quando necessário, e por sempre acreditar e incentivar que era possível.

Agradeço também, à Nísia Gomes pelo apoio incondicional demonstrado, por todos os momentos partilhados e por sempre acreditar que eu era capaz.

Por fim, agradeço aos meus colegas de curso e amigos pelas noites bem passadas, pelas horas de estudo, mas acima de tudo, pelo companheirismo demonstrado nestes anos.

Afirmo com toda a certeza, de que Coimbra ficará para sempre na minha memória, todas as recordações e momentos que passei aqui jamais serão esquecidos.

A todos dedico este relatório.

Manuel Reis

Coimbra, outubro 2021

RESUMO

Cada vez mais se denota que existe um crescimento exponencial da competitividade na indústria, levando a que as empresas sintam necessidade de melhorar os seus processos. A filosofia *Lean* é tida como uma solução que permite às empresas garantir a eficácia e eficiência dos seus processos.

No presente relatório expõe-se as atividades de estágio realizadas na *Moldit – Indústria de Moldes, S.A.*, nomeadamente, o planeamento da produção, o mapeamento de fluxo de valor de um molde, e por fim, uma análise a uma máquina de fresagem CNC, com o foco na melhoria contínua.

Relativamente ao planeamento da produção, o objetivo concerne em conhecer a indústria com algum detalhe e como é feito todo o planeamento da produção numa empresa de moldes, através da ferramenta *Microsoft Project*, e a elaborar algumas propostas de melhoria.

Paralelamente, é analisado o processo produtivo de um molde, tendo por base a filosofia *Lean*, onde se aplicou o *Value Stream Mapping*. Aqui, o objetivo passa por identificar os estrangulamentos no processo e as fontes que se traduzem em elevados desperdícios e que impossibilitam o encurtamento do *lead time* de fabrico do molde, procurando tornar o processo produtivo o mais otimizado possível, reduzindo os custos associados.

Como última atividade, é exposto uma análise realizada a uma máquina de fresagem CNC. Nesta, o objetivo passa por estudar a metodologia de trabalho que impera neste recurso e, através de um estudo crítico, propor ações de melhoria que visem, não só a sua melhoria de funcionamento, mas também a otimização do fluxo das peças que passam por este recurso.

Por fim, apresenta-se uma síntese do trabalho realizado, visando diversas propostas de melhoria para as diversas atividades desenvolvidas, e alguns trabalhos futuros a realizar, de forma a dar continuidade ao trabalho desenvolvido.

PALAVRAS-CHAVE: Planeamento da Produção, *Lean*, Melhoria Contínua, Mapeamento de Fluxo de Valor, Desperdícios.

ABSTRACT

It is increasingly denoted that there is an exponential growth in competitiveness in the industry, leading to companies feeling the need to improve their processes. The Lean philosophy is seen as a solution that allows companies to ensure the effectiveness and efficiency of their processes.

This report presents the internship activities carried out at Moldit – Indústria de Moldes, S.A., namely production planning, value flow mapping of a mold, and finally, an analysis of a CNC milling machine, with a focus on continuous improvement.

Regarding production planning, the goal is to know the industry in some detail and how all production planning is done in a mold company, through the Microsoft Project tool, and to develop some improvement proposals.

In parallel, the production process of a mold is analyzed, based on the Lean philosophy, where value stream mapping was applied. Here, the goal is to identify bottlenecks in the process and sources that translate into high waste and that make it impossible to shorten the lead time of mold manufacturing, seeking to make the production process as optimized as possible, reducing the associated costs.

As a last activity, an analysis performed to a CNC milling machine is exposed. In this, the objective is to study the working methodology that prevails in this resource and, through a critical study, propose improvement actions that aim not only its improvement of operation, but also the optimization of the flow of parts that pass through this resource.

Finally, a synthesis of the work carried out is presented, aiming at several proposals for improvement for the various activities developed, and some future work to be carried out, in order to continue the work developed.

KEYWORDS: Production Planning, Lean, Continuous Improvement, Value Stream Mapping, Waste.

ÍNDICE

AGRADECIMENTOS	iii
RESUMO	v
ABSTRACT	vii
ÍNDICE DE FIGURAS	xiii
ÍNDICE DE TABELAS	xvii
SIMBOLOGIA E ABREVIATURAS	xix
1 INTRODUÇÃO	1
1.1 Enquadramento do Estágio	1
1.2 Objetivos e Metodologia	2
1.3 Estrutura do Relatório	2
2 REVISÃO DA LITERATURA	5
2.1 A Indústria de Moldes	5
2.1.1 Evolução da Indústria de Moldes em Portugal	5
2.1.2 Sistema Produtivo na Indústria de Moldes	8
2.2 Gestão de Projetos	13
2.2.1 Designação do Termo Projeto	13
2.2.2 O que é a Gestão de Projetos?	15
2.2.3 O Papel de um Gestor de Projetos	16
2.3 A Gestão <i>Lean</i>	17
2.3.1 <i>Toyota Production System</i> (TPS)	17
2.3.2 <i>Lean Thinking</i>	19
Os Três Mudas	21
Os Sete Desperdícios	21
Ferramentas <i>Lean</i>	22
2.3.3 <i>Value Stream Mapping</i> (VSM)	26
Descrição do Método	26
Vantagens e Desvantagens da Aplicação da Ferramenta	29
3 APRESENTAÇÃO DA EMPRESA	31
3.1 <i>Grupo Durit</i>	31
3.2 <i>A Moldit – Indústria de Moldes, S.A.</i>	32

3.2.1	Evolução Histórica.....	32
3.2.2	<i>Moldit Industries</i>	33
3.2.3.	Produtos e Mercado	34
3.2.4.	Políticas de Gestão.....	36
3.3	Estrutura Organizacional	38
3.3.1	Engenharia	39
3.3.2	Planeamento e Gestão de Projetos.....	39
3.3.3	Produção de Moldes	40
3.3.4	Manutenção.....	41
3.3.5	Logística	41
3.3.6	Qualidade	42
3.3.7	Inovação.....	42
3.4	Processo Produtivo do Molde	43
3.4.1	Descrição Geral	43
3.4.2	Anatomia de um Molde	45
3.4.3	Processos de Transformação Industriais.....	48
	Fresagem	48
	Furação	50
	Eletroerosão.....	52
	Bancada	54
	Ensaio e Qualidade.....	55
4	PLANEAMENTO DA PRODUÇÃO NA MOLDIT	57
4.1	Acompanhamento dos Moldes.....	57
4.2	Planeamento da Produção através do <i>Microsoft Project</i>	58
4.2.1	<i>Resource Sheet</i>	58
4.2.2	<i>Tracking Gantt</i>	59
4.2.3	<i>Detail Gantt</i>	61
4.2.4	<i>Network Diagram</i>	62
4.2.5	<i>Resource Usage</i>	63
4.2.6	<i>Resource Graph</i>	63
4.3	Análise Crítica	64

5	MAPEAMENTO DE FLUXO DE VALOR DO MOLDE <i>MDT2562</i>	67
5.1	Recolha de Dados dos Elementos	67
5.2	Acompanhamento dos Seis Elementos do Molde.....	68
5.3	Recolha e Filtragem dos Dados do <i>Manufactor</i>	69
5.4	Exposição da Metodologia VSM.....	70
5.4.1	Sequência de Processos	70
5.4.2	Distâncias de Processos	71
5.4.3	Processos Detalhados.....	73
5.4.4	Cálculos de Processos.....	74
5.5	Análise de Resultados	75
5.5.1	Análise Global dos VSM's	75
5.5.2	Análise das Esperas Verificadas	80
5.6	Análise Crítica	85
6	ANÁLISE A UMA MÁQUINA DE FRESAGEM CNC	87
6.1	Filtragem de Dados do <i>Manufactor</i>	88
6.2	Acompanhamento Diário da Máquina	88
6.3	Análise das Montagens	90
6.4	Análise de Dados	91
6.5	Comparação entre Dados de <i>Manufactor</i> e <i>PLC</i>	93
6.6	Análise Crítica	94
7	CONCLUSÕES.....	97
	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	101
	ANEXO A – Planta da <i>Moldit</i>	107
	ANEXO B – Modelo para Maquinação	108
	ANEXO C – Ordem de Fabrico	109
	ANEXO D – Plano de Cliente.....	110
	ANEXO E – Mapeamentos de Fluxo de Valor Obtidos.....	111
	ANEXO F – Legenda dos Mapeamentos de Fluxo de Valor Obtidos	117

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 2.1 – Exportação geográfica da produção nacional de moldes	6
Figura 2.2 – Distribuição do comércio externo português	7
Figura 2.3 – Indústrias servidas pelo setor de moldes	7
Figura 2.4 – Variação de volume e variedade para os cinco tipos de processos	11
Figura 2.5 – Origem do <i>Kaizen</i>	17
Figura 2.6 – Casa do <i>Toyota Production System</i> (TPS)	18
Figura 2.7 – Ferramentas <i>Lean</i>	23
Figura 2.8 – Conjunto de informações presentes no VSM.....	26
Figura 2.9 – Exemplo de um <i>Value Stream Mapping</i>	27
Figura 3.1 – Associadas do <i>Grupo Durit</i>	31
Figura 3.2 – Cronograma da <i>Moldit – Indústria de Moldes, S.A.</i>	32
Figura 3.3 – Associadas da marca <i>Moldit Industries</i>	34
Figura 3.4 – Gama de produtos da <i>Moldit – Indústria de Moldes, S.A.</i>	35
Figura 3.5 – Destinos de exportação da marca <i>Moldit Industries</i>	35
Figura 3.6 – Visão, Missão e Valores da <i>Moldit Industries</i>	36
Figura 3.7 – Política de Gestão da <i>Moldit Industries</i>	37
Figura 3.8 – Política de Compras Sustentáveis da <i>Moldit Industries</i>	37
Figura 3.9 – Organograma da <i>Moldit – Indústria de Moldes, S.A.</i>	38
Figura 3.10 – Processo geral de um molde.....	43
Figura 3.11 – Etapas principais de um molde	48
Figura 3.12 – Matéria prima na forma de bloco de aço bruto	48
Figura 3.13 – Processos inerentes ao setor de fresagem.....	49
Figura 3.14 – Peça submetida à fresagem	50
Figura 3.15 – Peça submetida à furação	52
Figura 3.16 – Modelo de circuitos de um acessório	52
Figura 3.17 – Modelo de circuitos de um macho	52
Figura 3.18 – Eléktodos utilizados na eletroerosão por penetração	53
Figura 3.19 – Peça submetida à eletroerosão por penetração.....	54
Figura 3.20 – Operações realizadas pela bancada	54
Figura 3.21 – Peça submetida ao ajuste na bancada.....	55

Figura 3.22 – Molde submetido ao ajuste na prensa	55
Figura 3.23 – Molde submetido à fase de ensaio	56
Figura 4.1 – Atribuição de centros de trabalho no <i>Project</i>	58
Figura 4.2 – Código de cores utilizado pela empresa no <i>Project</i>	59
Figura 4.3 – Delineamento do processo produtivo do macho do molde <i>MDI2572</i>	59
Figura 4.4 – Inserção de tempos de processo e atribuição de centros de trabalho	60
Figura 4.5 – Sequência de processos do macho	60
Figura 4.6 – <i>Detail Gantt</i> do macho e cavidade do molde <i>MDI2572</i>	62
Figura 4.7 – <i>Network Diagram</i> do molde <i>MDI2572</i>	62
Figura 4.8 – <i>Resource Usage</i> de diversos centros de trabalho	63
Figura 4.9 – <i>Resource Graph</i> do centro de trabalho de <i>Tapagem de Circuitos</i>	64
Figura 4.10 – Quadro produtivo implementado na <i>FE30</i>	65
Figura 5.1 – Dados recolhidos do <i>Manufactor</i>	69
Figura 5.2 – Sequência de processos de fluxo de informação do macho	70
Figura 5.3 – Sequência de processos de fluxo de material do macho	71
Figura 5.4 – Distâncias percorridas pelo macho	72
Figura 5.5 – Processo detalhado de desbaste do macho	73
Figura 5.6 – Dados de fluxo de informação do macho.....	74
Figura 5.7 – Dados de fluxo de material do macho.....	74
Figura 5.8 – Indicadores relativos à utilização dos recursos	77
Figura 5.9 – Rácio de ocupação dos recursos.....	77
Figura 5.10 – Indicadores relativos às esperas	78
Figura 5.11 – Rácio de fabrico aquando da existência de esperas	78
Figura 5.12 – Indicadores de <i>setup</i> , controlo de qualidade e retrabalho	79
Figura 5.13 – Tempos de processo de cada peça por setor	81
Figura 5.14 – Tempos de esperas de cada peça por setor.....	81
Figura 5.15 – Tipos de esperas de cada peça.....	82
Figura 5.16 – Motivos de esperas de cada peça	83
Figura 5.17 – Esperas por défice de recurso humano de cada peça	85
Figura 6.1 – Máquina alvo de estudo e análise	87
Figura 6.2 – Carrossel da máquina <i>FE36</i>	87

Figura 6.3 – Exemplo de registos obtidos pelo <i>Manufactor</i>	88
Figura 6.4 – Exemplo de duas montagens elaboradas pelo programador	89
Figura 6.5 – Exemplo de um registo diário efetuado pelo autor	89
Figura 6.6 – Exemplo de uma análise feita a uma montagem	90
Figura 6.7 – Média semanal de esperas desde a semana 4 até à semana 17.....	91
Figura 6.8 – Média semanal de tempo em máquina desde a semana 4 até à semana 17.....	92
Figura 6.9 – Média semanal de ocupação útil desde a semana 4 até à semana 17.....	92
Figura 6.10 – Média semanal de ocupação útil das montagens Vs peças críticas	93
Figura 6.11 – Comparação entre objetivo semanal, registos de <i>PLC</i> e de <i>Manufactor</i>	94

ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 2.1 – Influência dos processos	11
Tabela 2.2 – Simbologia utilizada no <i>Value Stream Mapping</i>	28
Tabela 3.1 – Tipos de moldes	46
Tabela 3.2 – Exemplo de um macho e cavidade	46
Tabela 3.3 – Exemplos de elementos dos moldes	47
Tabela 5.1 – Dados obtidos pelos mapeamentos de fluxo de valor realizados	76
Tabela 5.2 – Processos realizados em cada peça mapeada.....	80

SIMBOLOGIA E ABREVIATURAS

CAD – *Computer Aided Design*

CAM – *Computer Aided Manufacturing*

CEFAMOL – Associação Nacional da Indústria de Moldes

C/T – *Cycle Time*

EDM – *Electric Discharge Machining*

ERP – *Enterprise Resource Planning*

JIT – *Just-In-Time*

KPI – *Key Performance Indicator*

MDI – *Moldit Industries*

MDT – *Moldit PT*

OF – *Ordem de Fabrico*

PDCA – *Plan, Do, Check, Act*

TPS – *Toyota Production System*

VA – *Valor Acrescentado*

VNA – *Valor Não Acrescentado*

VSM – *Value Stream Mapping*

WEDM – *Wire Electric Discharge Machining*

1 INTRODUÇÃO

O presente relatório foi realizado no âmbito da unidade curricular de Estágio/Projeto/Dissertação do Mestrado em Engenharia e Gestão Industrial no Instituto Superior de Engenharia de Coimbra.

Neste, consta uma descrição das atividades desenvolvidas pelo autor no decorrer do estágio na empresa *Moldit – Indústria de Moldes, S.A.* Para tal, neste capítulo é feito um enquadramento do estágio, bem como, a apresentação dos objetivos, metodologia e estrutura do relatório.

1.1 Enquadramento do Estágio

Dado o elevado expoente de tecnologias envolvidas na indústria atual, as empresas, independentemente do ramo em que se inserem, sentem a necessidade de melhorar os seus processos produtivos, mas também, a qualidade do serviço prestado. A *Moldit – Indústria de Moldes, S.A.* não é exceção, e como tal, apresenta objetivos claros de melhoria que devem ser estudados e implementados.

Com o passar dos anos, ocorreram inúmeras mutações no mercado dos moldes para a indústria automóvel, pelo que, hoje em dia, já se verifica uma crescente concorrência neste setor. Se há uns anos atrás, as empresas apresentavam um volume de vendas elevado, porque a procura era bastante superior à oferta, atualmente, isso já não se verifica, uma vez que a concorrência é cada vez mais acentuada.

Ainda assim, apesar do crescimento relativo à indústria de moldes para o setor automóvel, este caracteriza-se como um mercado onde a competitividade é crescente, o que incorre em inúmeros desafios para as empresas ligadas a este setor, pelo que, para que estas consigam acompanhar esse crescimento, e assim, responderem da melhor forma às necessidades do mercado, é necessário que ocorra uma melhoria contínua dos processos (Valente, 2019).

Para tal, é de máxima importância que as empresas consigam uma elevada otimização dos seus processos produtivos, mas também, estar em constante inovação, dado que, a indústria de moldes para o ramo automóvel requer um rigor extremo.

Assim, a filosofia *Lean*, que advém do sistema de produção da *Toyota*, impera cada vez mais no setor industrial, possuindo um elevado grau de importância para as empresas. De acordo com Liker (2004), esta procura advém da otimização dos recursos nos diversos setores, maximizando a entrega de valor na forma de produto ou serviço, visando um acompanhamento da competitividade dos mercados atuais.

António *et al.* (2019) afirmam que a filosofia *Lean* incorpora a melhoria contínua como um dos seus pilares principais, devendo começar com a eliminação de desperdício e criação de condições que melhorem o desempenho, sendo que, a sua implementação leva diretamente à procura da qualidade total e de uma preocupação constante em atingir a melhoria.

Paralelamente, também é importante ter em consideração o conceito de inovação que, quando aliado à otimização dos processos produtivos, torna a empresa bastante atrativa para os seus clientes ou potenciais clientes.

Por outro lado, também se tem constatado que as empresas valorizam cada vez mais o chamado capital intelectual, abrangendo as competências comportamentais e técnicas, as habilidades criativas e as motivações, sendo fundamentais para a competitividade e crescimento das empresas (Valente, 2019).

Sendo esta a filosofia que impera na *Moldit – Indústria de Moldes, S.A.*, motivou o autor a realizar o estágio nesta organização, onde se inseriu no departamento de planeamento desenvolvendo atividades que permitiram adquirir conhecimentos relativamente ao modo como o planeamento da produção é realizado.

1.2 Objetivos e Metodologia

O estágio teve como objetivo a inserção numa organização industrial, em particular a apreensão de conhecimentos relativamente à indústria de moldes, bem como, o desenvolvimento de atividades no setor do planeamento na *Moldit – Indústria de Moldes, S.A.*

A metodologia inerente ao estágio, consistiu na aprendizagem do modo de funcionamento de diversos setores de produção, em paralelo com o departamento de planeamento, visando a realização de tarefas de planeamento de produção, e ainda, o mapeamento de fluxo de valor de um molde em fase de produção, mas também, uma análise a uma máquina de fresagem CNC.

Relativamente às atividades direcionadas para o planeamento, o objetivo centrava-se em dar a conhecer ao autor toda a fase de planeamento da produção, procurando que este aumentasse a sua carteira de conhecimento relativamente não só à indústria de moldes, mas também, a ferramentas que podem ser alvo de uso no futuro.

Por sua vez, aquando do mapeamento de fluxo de valor de um molde, a empresa pretendia que, tendo sempre presente a filosofia *Lean*, se identificasse as esperas associadas ao processo produtivo desse mesmo molde, procurando tirar conclusões sobre as estratégias de produção em vigor, e assim, encontrar soluções futuras que permitissem reduzir esses tempos de paragens, e consequentemente, encurtar o *lead time* de fabrico associado aos moldes.

Por fim, já no que respeita à análise a uma máquina de fresagem CNC, o objetivo era que se conseguisse perceber com clareza a metodologia de trabalho adotada nessa máquina, e assim, captar dados concretos para que a empresa pudesse dar a conhecer aos intervenientes dessa máquina, a situação atual de trabalho e o que é expetável que seja feito no futuro, sempre com o principal objetivo de melhorar o desempenho da máquina, e ainda, o fluxo produtivo das peças.

1.3 Estrutura do Relatório

O presente relatório encontra-se dividido em sete capítulos, incluindo diversas secções e subsecções.

No primeiro capítulo é apresentado uma breve introdução ao relatório, onde consta o enquadramento do estágio, os seus objetivos e metodologia a cumprir com as atividades desenvolvidas, bem como, a estruturação do relatório.

No segundo capítulo consta a revisão da literatura no que ao tema do estágio diz respeito, enaltecendo-se alguns conceitos de grande relevância para o autor, e que permitiram compreender e aplicar de forma correta todas as atividades desenvolvidas no decorrer do estágio.

No terceiro capítulo é feita uma apresentação da organização que acolheu o autor ao longo do estágio, procurando expor também o processo produtivo inerente à indústria em questão.

No quarto capítulo é apresentado uma das atividades desenvolvidas durante o estágio, mais concretamente, o acompanhamento do departamento de planeamento, com o intuito de perceber todo o processo de planeamento da produção na organização em questão, e captar conhecimentos de ferramentas extremamente úteis para o correto planeamento da produção na indústria de moldes.

No quinto capítulo consta outra atividade desempenhada, o mapeamento de fluxo de valor de um molde em fase de produção, com o intuito de retirar conclusões acerca da estratégia de produção adotada, bem como, de potenciais melhorias que devem ser tidas em conta.

Por sua vez, no sexto capítulo é apresentado a última atividade desenvolvida, o acompanhamento de uma máquina de fresagem CNC, e respetiva análise ao modo de utilização da mesma. Aqui, o objetivo passa por retirar ilações no que diz respeito à metodologia de trabalho aplicada a esta máquina, com vista a melhorar a sua rentabilidade.

Por fim, no sétimo capítulo são apresentadas diversas conclusões relativas às atividades desenvolvidas no decorrer do estágio, bem como, propostas de melhoria passíveis de implementação no futuro.

2 REVISÃO DA LITERATURA

De forma a enquadrar o leitor relativamente às atividades desenvolvidas no decorrer do estágio, é apresentado neste capítulo o estado do conhecimento relativo às temáticas que serão abordadas no presente documento, onde se expõe a indústria de moldes em Portugal, enfatizando conceitos do seu sistema produtivo.

Para além disso, é abordado a vertente da gestão de projetos, explicitando-se os seus princípios. Paralelamente, e uma vez que também se desenvolveram atividades direcionadas para a filosofia *Lean*, expõe-se a vertente da gestão *Lean*, os seus princípios, e ainda, as ferramentas e soluções associadas.

2.1 A Indústria de Moldes

Tendo sido o presente documento elaborado com base nas atividades desenvolvidas numa empresa direcionada para a indústria de moldes, aborda-se a evolução da indústria de moldes em Portugal, presente na secção 2.1.1. Posteriormente, é apresentado o sistema produtivo na indústria de moldes, exposto na secção 2.1.2.

2.1.1 Evolução da Indústria de Moldes em Portugal

De acordo com a Cefamol (2021), a indústria de moldes para plásticos teve início em Portugal no ano de 1943, na Marinha Grande, numa empresa de dimensão reduzida, após o avanço da mesma na indústria vidreira. Posteriormente, foram sendo captadas novas empresas direcionadas para este ramo industrial, tanto na Marinha Grande, como em Oliveira de Azeméis.

Nessa altura, não se procedia à orçamentação do molde, pelo que, se determinava o preço a pagar pelo cliente com base nos custos de fabrico associados à produção do mesmo (Matos, 2016). Essa metodologia de operação devia-se à existência de uma elevada procura e reduzida oferta, o que desencadeou a criação de novas empresas neste setor, isto porque, segundo Neto (2014) o mercado nacional revelava-se numa enorme tentação, dado que, se vivia numa verdadeira corrida ao ouro neste setor, tanto em Portugal, como na Europa e nos Estados Unidos.

Com o passar dos anos, os contactos com outras empresas produtoras de moldes, tornaram-se cada vez mais recorrentes, o que mais tarde levou à captação de novas tecnologias oriundas do estrangeiro. Foi através dessa importação de tecnologia estrangeira que, em 1955, se deu início à exportação para a Grã-Bretanha, dos primeiros moldes produzidos em território nacional (Cefamol, 2021).

O desenvolvimento tecnológico constante, agregado ao planeamento da produção e ao controlo de qualidade exímio, tem permitido o forte crescimento deste setor a nível mundial. A relação cliente/fornecedor tem-se vindo a intensificar, dada a transmissão recíproca de dados relativos ao projeto em si, mas também, à produção propriamente dita (Cefamol, 2021).

Também se denota que, diversas empresas a nível nacional têm apostado na especialização, ou por outras palavras, em laborar apenas com elementos específicos do molde, polimento,

moldes de elevada dimensão, ou até mesmo, moldes de maior precisão. O desenvolvimento exponencial desta indústria, deve-se principalmente a (Cefamol, 2021):

- Captação intensiva de *know-how* e elevada experiência;
- Cumprimento do prazo de entrega;
- Controlo de qualidade preciso;
- Acompanhamento da evolução tecnológica do setor;
- Renovação constante das tecnologias.

Num contexto mundial, a curva de crescimento deste setor tem-se acentuado cada vez mais, sendo que, desde que Portugal passou a integrar a União Europeia, o mercado nacional intensificou a exportação para a Europa (Melo, 2019). A partir daí, e segundo Vieira e Romero (2005), Portugal tornou-se num dos maiores fornecedores mundiais de moldes de precisão para a indústria de plástico.

Atualmente, e de acordo com a Cefamol (2020), o setor de moldes possui 536 empresas, maioritariamente de pequena e média dimensão, as chamadas PME, dedicadas à conceção, desenvolvimento e fabrico de moldes e ferramentas especiais, com uma distribuição geográfica centrada nas regiões da Marinha Grande e Oliveira de Azeméis.

Também, é referenciado pela Cefamol (2020) que Portugal é, hoje em dia, um dos principais fabricantes de moldes para injeção de plásticos em todo o mundo, com uma exportação de cerca de 90% de toda a sua produção. Este crescimento acentuado é impulsionado não só pela procura externa, mas também, pelas competências e capacidades produtivas que as empresas portuguesas oferecem aos seus clientes.

Para uma melhor perceção no que diz respeito à importância que diversas regiões económicas têm para o setor de moldes em Portugal, é apresentado na seguinte **Figura 2.1** a exportação geográfica dos moldes produzidos em território nacional, cujos valores percentuais fazem referência ao ano de 2019.

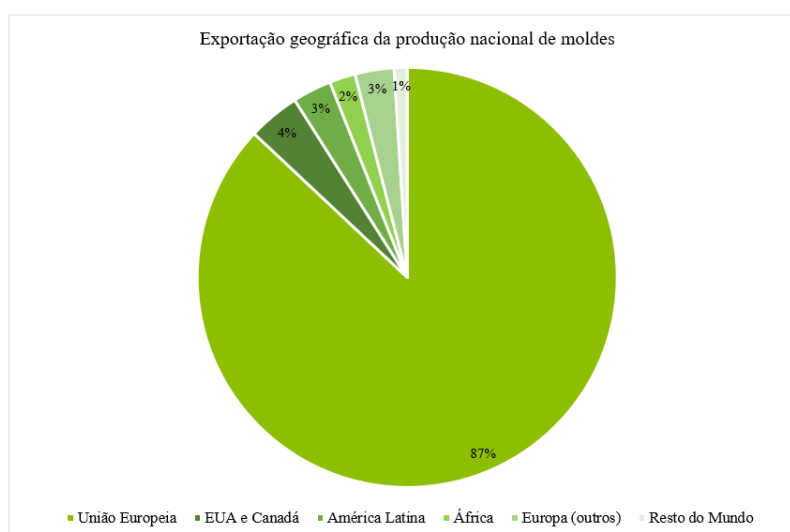


Figura 2.1 – Exportação geográfica da produção nacional de moldes

Adaptado de (Cefamol, 2020)

Analisando o gráfico da **Figura 2.1**, verifica-se uma preponderância do mercado europeu, maioritariamente comunitário, sendo também importante enaltecer o volume de exportações para a América do Norte, devendo-se principalmente ao investimento crescente das indústrias portuguesas neste setor (Cefamol, 2020). É igualmente importante perceber a distribuição do comércio externo português relativa ao ano de 2019, passível de visualização na **Figura 2.2**.

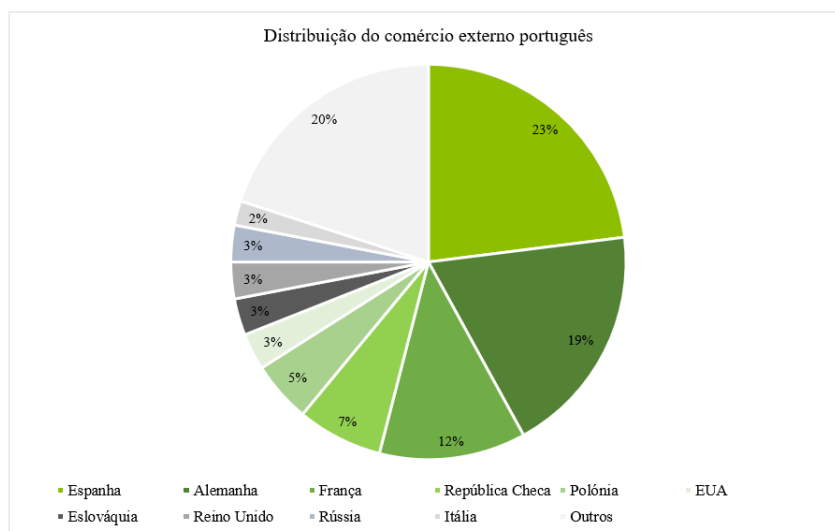


Figura 2.2 – Distribuição do comércio externo português

Adaptado de (Cefamol, 2020)

No gráfico da **Figura 2.2**, constata-se que em 2019 a Espanha (23%), Alemanha (19%) e França (12%) foram os países para os quais se exportou bastante os moldes produzidos em território nacional, verificando-se ainda a existência de outros destinos de exportação, confirmando-se assim, a sua variedade crescente.

Uma vez compreendida a distribuição da exportação da indústria de moldes portuguesa, é importante perceber quais as principais indústrias servidas pelo setor de moldes, sendo possível visualizar na **Figura 2.3** as principais indústrias inerentes ao setor de moldes.

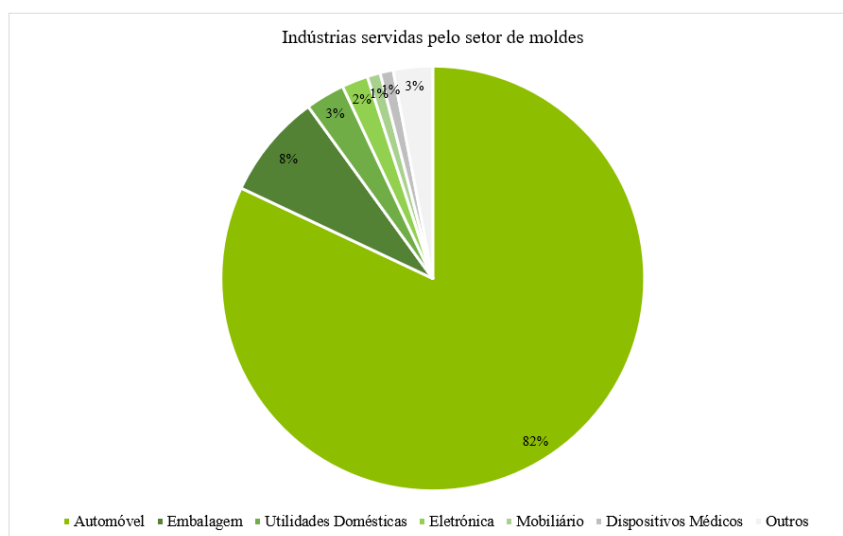


Figura 2.3 – Indústrias servidas pelo setor de moldes

Adaptado de (Cefamol, 2020)

Perante os dados expostos na **Figura 2.3**, comprova-se que a indústria automóvel se destaca das demais com 82% da produção do setor de moldes, consolidando cada vez mais o seu crescimento, e consequente, importância para o desenvolvimento do setor de moldes. Também se verifica que, a indústria de embalagem tem ganho uma força acrescida neste setor, representando 8% da sua produção. Por outro lado, também se denota que o setor de moldes está presente em diversas áreas, tais como, utilidades domésticas, eletrónica, mobiliário, dispositivos médicos, e ainda, na indústria aeronáutica.

2.1.2 Sistema Produtivo na Indústria de Moldes

Na indústria antiga, as empresas focavam-se em produzir os seus produtos com a mínima qualidade exigida e a preços relativamente baixos. Hoje em dia, isso já não se verifica, porque os consumidores têm vindo a transpor a sua preferência para produtos que apresentem um preço competitivo, mas acima de tudo, que possuam uma elevada qualidade.

Como tal, essa mudança do mercado, agregada à forte existência de concorrência, levou a que as empresas tivessem de definir corretamente os seus sistemas produtivos, tornando-os não só eficazes¹, mas também, eficientes².

O sistema de produção de uma organização é aquela parte que produz produtos, em que os recursos são combinados e transformados de forma controlada para acrescentar valor de acordo com as políticas comunicadas pela administração (Kumar & Suresh, 2008). Para tal, o sistema de produção apresenta as seguintes características (Kumar & Suresh, 2008):

- A produção é uma atividade organizada, em que todos os sistemas de produção têm um objetivo;
- O sistema transforma as várias entradas em saídas úteis;
- Não funciona isoladamente;
- Existe um *feedback* respeitante às atividades, sendo essencial para controlar e melhorar o desempenho do sistema.

Hoje em dia, e face à elevada concorrência existente nos diversos tipos de indústria, é comum que as empresas já não orientem a sua produção para *stock*, mas também, que produzam por encomenda.

Obviamente que o ramo industrial em que uma dada empresa se insere, é algo que influencia o tipo de produção, isto porque, tanto pode ser viável realizar uma produção para *stock*, como por encomenda. Daí, é importante ter em conta que o processo produtivo pode ser classificado consoante duas visões, isto é, visão do cliente e do método de fabrico (Martins, 2016).

Para tal, no que respeita ao processo produtivo com base na visão do cliente, este pode ser classificado em (Martins, 2016):

¹ Realização de uma atividade de forma correta, visando o alcance de determinados objetivos, ou por outras palavras, um resultado esperado aquando da realização dessa atividade.

² Realização de atividades, procurando sempre a máxima otimização das mesmas, no menor intervalo de tempo, e com custos associados reduzidos.

- ***Make to stock*** – Consiste numa produção para *stock*, em que se produz produtos padrão e serviços para venda ou entrega imediata (Reid & Sanders, 2009);
- ***Make to order*** – Produção por encomenda, onde se produz produtos de acordo com as especificações do cliente, após a receção de encomenda (Reid & Sanders, 2009);
- ***Assembly to order*** – Remete para a montagem por encomenda, onde se produz produtos padrão que podem ser combinados consoante as especificações do cliente (Reid & Sanders, 2009);
- ***Engineer to order*** – Produção por projeto, onde cada produto é desenhado e produzido de acordo com as necessidades do cliente.

No entanto, e apesar de existirem os quatro tipos de produção mencionados anteriormente segundo a holística de visão do cliente, uma empresa pode não apresentar apenas um tipo de produção. Por exemplo, se tivermos em conta que uma empresa produz um certo tipo de produto semiacabado para *stock*, e só quando recebe uma encomenda por parte do cliente é que efetua a montagem desse produto semiacabado, estamos perante uma situação em que a empresa efetua uma produção para *stock* de produto semiacabado, e após essa fase, passa a realizar uma *assembly to order*, mais concretamente, uma montagem por encomenda do produto acabado aquando de um pedido de venda, utilizando o produto semiacabado produzido para *stock*.

Também, é importante ter em conta que uma produção por encomenda (*make to order*) é diferente de uma produção por projeto (*engineer to order*). Relativamente à produção *engineer to order*, esta engloba todo o processo de fabrico, enquanto que, na produção por encomenda (*make to order*) já existe um *design* fixo e certas especificações que possibilitam o início do processo de fabrico. De salientar que, na produção por encomenda esse *design* é seguido pelos intervenientes do processo, independentemente das exigências técnicas acordadas com o cliente.

Contrariamente à visão do cliente, surge a visão do método de fabrico, onde passam a existir cinco tipos de processos produtivos, entre eles (Stevenson, 2014):

- *Continuous*;
- *Repetitive*;
- *Batch*;
- *Job shop*;
- *Project*.

Relativamente ao processo de fabrico *continuous*, este consiste num tipo de processo utilizado por empresas que pretendam produzir elevadas quantidades de determinados produtos, no mínimo intervalo de tempo possível, sendo o processo consistente, constante e ininterrupto. Sendo um processo onde não existe praticamente variedade na produção, não existe necessidade de flexibilidade dos equipamentos, sendo que, as necessidades de competência dos colaboradores podem variar, consoante a complexidade do sistema e o trabalho a desenvolver (Stevenson, 2014). Brown *et al.* (2001) referem que este processo se associa a um

investimento avultado em instalações e equipamentos que permitem exercer um trabalho automatizado.

Já no que respeita ao processo *repetitive*, ou por outras palavras, à produção em massa, pode-se afirmar que remete para uma produção em larga escala de produtos padronizados, em que apenas é necessário que exista uma ligeira flexibilidade do equipamento (Stevenson, 2014). Martins (2016) refere como exemplo deste tipo de processo as linhas de montagem, mais concretamente, montagem de automóveis ou de eletrodomésticos, possibilitando elevadas taxas de produção por colaborador e disponibilizando produtos a preços altamente competitivos.

Relativamente ao processo produtivo denominado por *batch*, ou ainda, produção por lotes, este caracteriza-se como um processo de fabrico que é executado à *priori* da encomenda do cliente, ou até mesmo da sua venda, produzindo-se pequenas quantidades de produtos com base nas ordens de compra dos clientes ou especificações (Reid & Sanders, 2009). Neste caso, Martins (2016) exemplifica a indústria de produção de livros como um exemplo deste tipo de processo produtivo, podendo-se enumerar outros exemplos, como é o caso da indústria de móveis, têxtil, ou até mesmo, de produtos consumíveis.

Por sua vez, o processo produtivo designado por *job shop*, remete para um tipo de processo em que se produz diversos produtos em pequenas quantidades (Martins, 2016), ou seja, quando é necessário um baixo volume de bens ou serviços de grande variedade (Stevenson, 2014). Neste caso, é usual que os *routings* que os produtos seguem ao longo do processo produtivo possam ser variados, bem como, os tempos de processamento em cada setor. Neste caso, Martins (2016) refere a produção de componentes de manutenção como um exemplo de um processo produtivo do tipo *job shop*, e por sua vez, Stevenson (2014) afirma que uma clínica veterinária é também um exemplo deste tipo de processo, onde se atende um variado número de animais com diversas lesões ou doenças.

Por fim, surge os processos produtivos denominados por *project*, que segundo Martins (2016), não é nada mais, nada menos do que a produção de apenas uma unidade de um determinado produto, como é o caso da construção naval. Já Reid e Sanders (2009) referem que este processo é utilizado quando se pretende fazer um produto de acordo com todas as especificações do cliente. Neste tipo de processo, é necessário que exista alta flexibilidade dos colaboradores, sendo recorrente que os consultores do projeto sejam obrigados a trabalhar em torno do cliente (Brown *et al*, 2001).

Referidos os cinco tipos de processos produtivos existentes, é importante ter em consideração que a escolha do tipo de processo produtivo recai sob uma decisão conjugada entre a quantidade e a variedade de produtos que se pretendem produzir, tal como se encontra exposto na seguinte **Figura 2.4**.

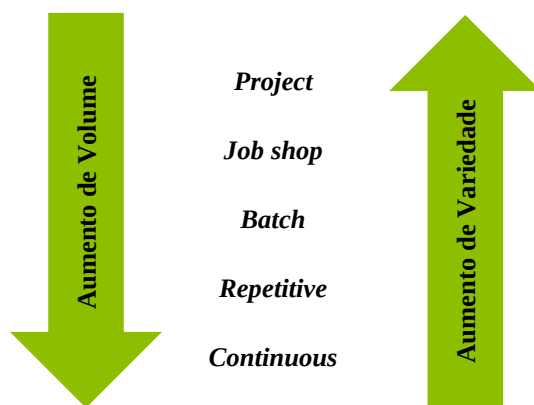


Figura 2.4 – Variação de volume e variedade para os cinco tipos de processos

Adaptado de (Brown *et al*, 2001)

Compreendidos os cinco tipos de processos produtivos, deve-se ter em consideração que o tipo de processo tem influência nas atividades ou funções de uma organização, tal como se pode comprovar pela seguinte **Tabela 2.1**.

Tabela 2.1 – Influência dos processos Adaptado de (Stevenson, 2014)

<i>Atividade/Função</i>	Tipo de Processo				
	<i>Job shop</i>	<i>Batch</i>	<i>Repetitive</i>	<i>Continuous</i>	<i>Project</i>
<i>Estimativa de custos</i>	Difícil	Um pouco de rotina	Rotina	Rotina	Simples ao complexo
<i>Custos por unidade</i>	Alto	Moderado	Baixo	Baixo	Muito alto
<i>Equipamento utilizado</i>	Finalidade geral	Finalidade geral	Finalidade geral	Finalidade geral	Variado
<i>Custos fixos</i>	Baixo	Moderado	Alto	Muito alto	Variado
<i>Custos variáveis</i>	Alto	Moderado	Baixo	Muito baixo	Alto
<i>Competências de trabalho</i>	Alto	Moderado	Baixo	Baixo a alto	Baixo a alto
<i>Marketing</i>	Promove capacidades	Promove capacidades, padronizando bens e serviços	Promove bens e serviços padronizados	Promove bens e serviços padronizados	Promove capacidades
<i>Agendamento</i>	Complexo	Moderadamente complexo	Rotina	Rotina	Complexo, sujeito a mudança
<i>Inventário do trabalho em curso</i>	Alto	Alto	Baixo	Baixo	Variado

Para além dos impactos mencionados na **Tabela 2.1**, o tipo de processo também influencia os requisitos da cadeia de abastecimento. Os processos repetitivos e contínuos requerem entradas constantes de bens e serviços em larga escala, sendo a fiabilidade de entrega essencial. Já os processos do tipo *job shop* e *batch*, requerem que os fornecedores tenham capacidade de resposta perante quantidades de encomenda variáveis e respetivo calendário, ou seja, os fornecedores devem conseguir dar resposta à sazonalidade da procura (Stevenson, 2014).

Stevenson (2014) refere ainda que, podem existir casos em que certos processos possuam elementos de outros tipos de processo, como é o caso das empresas que apresentam processos do tipo repetitivo ou contínuo, em que é usual que tenham oficinas de reparação para o caso de ocorrência de falha dos equipamentos ou conserto de eventuais peças.

Uma vez clarificados os processos existentes, tanto na perspetiva do cliente, como do método de fabrico, é importante perceber qual o tipo de processo associado à indústria de moldes. Assim sendo, Silva *et al.* (2006) referem que, na produção por encomenda, é possível identificar dois grupos, ou seja, lotes de produção customizados (LPC) e empresas de manufatura versátil (EMV). Relativamente às empresas que produzem por encomenda através de lotes de produção customizados, essa produção é efetuada de forma a que se consiga fornecer de forma contínua produtos consoante as especificações do cliente, ao longo de um período de tempo estipulado *à priori* num contrato. Já no que respeita às empresas que apresentam uma manufatura versátil (EMV), estas fornecem os seus produtos usualmente sem repetições, estando a indústria de moldes inserida neste último grupo.

Na indústria de moldes, o produto final é produzido consoante as especificações de cada cliente, e por isso, o seu fluxo produtivo difere de molde para molde. Como consequência, o *lead time* de fabrico de cada molde é distinto, até porque existem diversos tipos de moldes, e como tal, também influencia a mecânica de funcionamento do mesmo. Assim, e por este motivo, Liu *et al.* (2013) vão mais além e classificam este tipo de indústria de produção por encomenda como *engineer to order*, ou por outras palavras, engenharia por encomenda.

Aqui, constata-se que o cumprimento dos prazos de entrega estipulados é algo que pesa cada vez mais na imagem da empresa para com os seus clientes. Isto porque, as empresas carecem de uma necessidade constante em superiorizar-se perante a concorrência, e daí advém a necessidade de cumprir com os prazos de entrega estipulados, caso contrário, pode incorrer não só em penalizações monetárias, que eventualmente possam estar estipuladas no contrato acordado, mas também, na perda do cliente no futuro.

Daí surge Cheng e Gupta (1989), que enaltecem a importância de se definir prazos de entrega do produto final fiáveis. Isto porque, se se acordar um prazo de entrega com o cliente, sem ter em consideração a carga produtiva existente no chão de fábrica, pode incorrer em atrasos elevados, e como consequência, advém as penalizações dispostas no contrato. Paralelamente às eventuais penalizações decorrentes dos atrasos nos prazos de entrega estipulados, a empresa também pode-se ver obrigada a recorrer a parceiros externos, ou por outras palavras, a operações de subcontratação, levando assim, a um aumento considerável dos custos associados à produção do molde em si.

É aqui que o planeamento nas organizações tem adquirido um novo significado ao longo dos últimos anos, dado que, auxilia as empresas/organizações a conquistar a excelência (Tompkins *et al*, 2003).

Segundo Alam *et al*. (2003), o planeamento é cada vez mais uma atividade com elevada importância nas indústrias, uma vez que, torna possível não só planear, mas também, antecipar e gerir da melhor forma o plano de trabalho, e as respetivas cargas inerentes ao processo de fabrico dos diversos produtos, de um modo bastante mais económico e com um foco no cumprimento dos prazos definidos.

Uma vez que cada molde é desenhado e fabricado consoante as especificações do cliente, o planeamento da produção também é autêntico, e como tal, o planeamento do processo produtivo difere de molde para molde, sendo muitas vezes difícil conjugar a variedade de produtos existentes em produção.

Desde a fase de adjudicação do molde, em que são definidos os prazos de fabrico do molde, até à sua expedição, existem inúmeras etapas produtivas. O facto de cada molde ser diferente, leva a que os processos produtivos sejam distintos, podendo existir a necessidade de tratamentos específicos, tais como, textura, nitruração e polimento, o que torna ainda mais complexo o planeamento (Alam *et al*, 2003).

Agregado à distinção dos moldes, também se verifica que o projeto detalhado do molde é executado paralelamente à produção, o que dificulta ainda mais o planeamento da produção (Alam *et al*, 2003).

Também é importante salientar que, o planeamento da produção neste tipo de indústria, requer um elevado *know-how*, sendo recorrente que se proceda a modificações ao que tinha sido planeado *à priori*, provocando desfasamentos entre os tempos que outrora tinham sido definidos e os que efetivamente aconteceram. Face a isto, também existem desvios no planeamento provocados pela necessidade de retrabalho, proveniente das análises executadas após cada ensaio (Alam *et al*, 2003).

2.2 Gestão de Projetos

A gestão de projetos é uma temática com grande importância para a indústria de moldes, porque cada molde é considerado um projeto diferente. Para tal, primeiramente é apresentado na secção 2.2.1 o conceito de projeto, e de seguida, consta na secção 2.2.2 a exposição da gestão de projetos. Finalmente, e uma vez que o gestor de projetos é responsável pela gestão de projetos em si, é exposto na secção 2.2.3 o papel de um gestor de projetos.

2.2.1 Designação do Termo Projeto

Segundo o *Project Management Institute* (2013), o termo projeto consiste num esforço temporário empreendido para criar um produto, serviço ou resultado exclusivo. O conceito temporário não requer que o projeto seja de curta duração, e por sua vez, o conceito de empreendido é tido na definição de projeto, pois é realizado para criar um resultado duradouro.

Por sua vez, Turner (2008) refere o projeto como um esforço humano, financeiro e material, bem como, as especificações e restrições inerentes. Como tal, pode-se considerar o projeto como um conjunto de atividades e tarefas que (Kerzner, 2017):

- Possuam um objetivo específico, com foco na criação de valor, incluído dentro de certas especificações;
- Tenham datas de início e finalização;
- Tenham limites de financiamento (se aplicável);
- Consumam recursos humanos e não humanos.

O resultado pode ser único ou repetitivo, e deve ser alcançado dentro de um período de tempo finito (Kerzner, 2017), sendo que a natureza temporária dos projetos indica que eles têm um início e um término definidos, em que o término é alcançado quando os objetivos do projeto são atingidos, ou quando o projeto é encerrado porque os seus objetivos não serão ou não podem ser alcançados, ou ainda, em casos em que deixa de existir a necessidade do projeto (Project Management Institute, 2013).

Assim sendo, um projeto torna possível a criação de (Project Management Institute, 2013):

- Um produto que pode ser um componente de outro item, um aprimoramento de outro item, ou um item final;
- Um serviço ou a capacidade de realizar um serviço;
- Uma melhoria nas linhas de produtos e serviços;
- Um resultado, como um produto ou documento.

Também, o *Project Management Institute* (2013) refere que um projeto inclui os seguintes parâmetros:

- Desenvolvimento de um novo produto, serviço ou resultado;
- Mudança na estrutura, processos, pessoal ou estilo de uma organização;
- Desenvolvimento ou aquisição de um sistema de informações novo ou modificado;
- Esforço de pesquisa cujo resultado será apropriadamente registado;
- Construção de um prédio, planta industrial ou infraestrutura;
- Implementação, melhoria, ou aprimoramento dos processos e procedimentos dos negócios existentes.

Tal como referido no Portal Gestão (2010), é necessário que um projeto possua características *SMART* para que se torne possível atingir o sucesso, ou por outras palavras, que seja:

- *Specific* – Específico;
- *Measurable* – Mensurável;
- *Achievable* – Atingível;
- *Realistic* – Realístico;
- *Time scaled* – Ligado ao tempo.

Relativamente aos termos específico e mensurável, é necessário que o projeto seja formulado de forma específica e precisa, mas também, que os seus objetivos sejam definidos de forma a

ser quantificados em valores ou volumes, e posteriormente analisados. Por outro lado, também é importante que seja atingível e realista, isto porque, deve ser passível de concretização tendo em conta os meios disponibilizados, sendo também importante, que o projeto seja delimitado em termos de duração (Portal Gestão, 2010).

2.2.2 O que é a Gestão de Projetos?

A gestão de projetos pode ser definida como a administração de um conjunto de operações e recursos que se destinam a atingir um objetivo específico dentro de um determinado período de tempo (Portal Gestão, 2011).

Também, pode ser tida como a aplicação do conhecimento, habilidades, ferramentas e técnicas às atividades do projeto para atender aos seus requisitos (Project Management Institute, 2013).

Por sua vez, Roldão (2010) define a gestão de projetos como sendo o planeamento, direção e controlo dos recursos disponíveis de forma a atingir o objetivo e as metas estabelecidas no início do projeto.

É importante ter em consideração que, os projetos têm um princípio e um término previamente definidos, devendo-se ter presente que a gestão de projetos inclui os seguintes aspetos (Project Management Institute, 2013):

- Identificação dos requisitos;
- Abordagem das diversas necessidades, preocupações e expetativas das partes interessadas no planeamento e execução do projeto;
- Gestão das partes interessadas, procurando cumprir com os requisitos do projeto;
- Estabelecimento, manutenção e execução de comunicações ativas, eficazes e colaborativas entre as partes interessadas;
- Equilíbrio das restrições conflitantes do projeto.

Por sua vez, a gestão de projetos procura responder a seis questões, entre elas (Wysocki, 2019):

- Que situação de negócio está a ser abordada para este projeto?
- O que é que o negócio precisa de fazer?
- O que é que se está a propor fazer?
- Como se vai fazer?
- Como se vai saber o que se fez?
- Quão bem se saiu?

Assim sendo, pode-se afirmar com clareza que a equipa de gestão de projetos deve ter em conta as características do projeto, mas também, as suas especificações de forma a tomar decisões assertivas.

No caso de o prazo de execução do projeto ser encurtado, pode ocorrer que seja necessário um orçamento adicional para que se possa executar o devido projeto atempadamente, isto porque,

pode existir a necessidade de recorrer a operações de subcontratação. Caso esse orçamento adicional não seja aprovado, pode incorrer na redução da sua qualidade.

Posto isto, a equipa de gestão de projetos deve manter uma comunicação proativa com as partes interessadas, objetivando a entrega do projeto no prazo estabelecido e com a qualidade exigida (Project Management Institute, 2013).

2.2.3 O Papel de um Gestor de Projetos

O gestor de projetos consiste num profissional a quem é atribuída a responsabilidade de planear e controlar a execução do projeto propriamente dito (Azevedo, 2016).

Numa outra perspetiva, o gestor de projetos pode ser tido como a pessoa alocada pela organização executora para liderar a equipa responsável por alcançar os objetivos do projeto (Project Management Institute, 2013), sendo inicialmente responsável por uma área específica (Meredith & Mantel, 2008).

As funções de um gestor de projeto são as seguintes (Azevedo, 2016):

- Aprovar e gerir o cronograma do projeto;
- Garantir que o projeto é realizado e entregue consoante o requerido pelos *stakeholders*;
- Prever e gerir os riscos associados ao projeto;
- Solucionar possíveis problemas inerentes à realização do projeto;
- Expor com transparência os aspetos do projeto requeridos pelo cliente;
- Acompanhar e avaliar a execução do projeto;
- Assegurar o cumprimento dos requisitos previamente definidos.

De acordo com Azevedo (2016), o gestor de projetos deve possuir algumas características próprias, mais concretamente, ter sensibilidade para com os interesses dos *stakeholders*, pouca resistência a mudanças, e ainda, ser proativo e dinâmico na gestão de conflitos, avaliação de desempenho e agendamento de reuniões.

Por outro lado, pode-se referir que um gestor de projetos deve ter capacidade de (Project Management Institute, 2013):

- Liderança;
- Comunicação;
- Negociação;
- Influência na organização;
- Tomada de decisão;
- Consciência política e cultural;
- Resolução de problemas;
- *Coaching*.

Assim sendo, e uma vez compreendido o papel do gestor de projeto e as suas características, é importante referir que este deve ser capaz de dar resposta a algumas questões, entre elas (Valente, 2019):

- Estamos adiantados ou atrasados?
- Quando é esperado a finalização do projeto?
- Estamos acima ou abaixo do orçamento?
- Qual a eficiência de utilização dos recursos?
- Qual o custo provável do projeto?
- O custo final do projeto vai ficar acima ou abaixo do orçamento inicial previsto?

2.3 A Gestão *Lean*

A gestão *Lean* pode ser aplicada a qualquer indústria e tem por base três princípios, a entrega de valor para o cliente, a eliminação dos desperdícios e a melhoria contínua. Aquando da aplicação do *Lean*, as empresas conseguem focar o trabalho nas operações que agregam valor, melhorar a produtividade e eficiência dos seus processos, e ainda, utilizar os recursos da forma mais otimizada possível.

Assim sendo, surge o conceito *Kaizen* que se traduz como uma filosofia de melhoria contínua de origem japonesa que significa mudar para melhor (**Figura 2.5**), a fim de melhorar a eficiência e a qualidade de qualquer organização (Kaizen Institute, 2021).

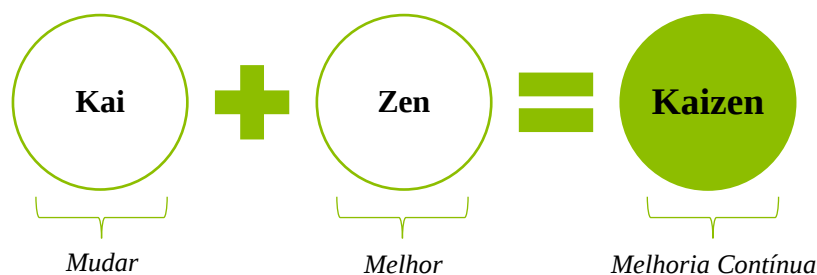


Figura 2.5 – Origem do Kaizen

Adaptado de (Kaizen Institute, 2021)

Este conceito promove a procura de soluções, o envolvimento das pessoas, a criação de um ambiente em que todos fornecem um contributo, a promoção da proatividade, o trabalho em equipa e o uso da criatividade.

Para tal, nesta secção é apresentado a gestão *Lean* e tudo o que advém daí, onde se aborda o *Toyota Production System* (TPS), considerando a origem do *Lean Thinking* e os três mudas e sete desperdícios, e por fim, as principais ferramentas *Lean*, com especial foco no *Value Stream Mapping* (VSM), tendo sido esta a ferramenta aplicada numa das atividades do estágio.

2.3.1 *Toyota Production System* (TPS)

Por volta do século XX, encontrava-se implementada em inúmeras organizações ligadas à indústria automóvel, a filosofia de produção em massa, que tornou possível a produção de automóveis em série.

Agregada a essa produção em série, o custo unitário do produto final sofreu um decréscimo, o que permitiu à classe média a aquisição de automóveis particulares. No entanto, constatou-se

que mais tarde a produção em massa levou a um aumento da concorrência em empresas na Europa (Roos *et al*, 2007).

Através de um estudo realizado por Ohno e Shingo³, surgiram alguns aspetos relevantes, entre eles:

- Devido à II Guerra Mundial, a economia do Japão tornou-se frágil, o que impossibilitou um investimento avultado na produção em massa;
- O mercado automóvel no Japão apresentava uma elevada diversidade e dimensão reduzida, sendo que os potenciais clientes adquiriam automóveis de alta gama, como de baixa gama.

Após a perda da II Guerra Mundial por parte do Japão, o país entrou em colapso económico, uma vez que grande parte das indústrias até aí existentes tinham desaparecido, e havia uma elevada ausência de fornecedores e poder de compra, que permitissem o acompanhamento do crescimento da *Toyota*. Esses aspetos levaram a que os japoneses da *Toyota* criassem uma nova filosofia, que deu origem ao *Lean Manufacturing*.

Posto isto, tornou-se uma necessidade a implementação de um sistema de produção flexível, capaz de produzir a custos reduzidos e preços competitivos, procurando solucionar os obstáculos identificados anteriormente. Então, Eijii Toyoda⁴ viaja até aos Estados Unidos e aquando da visita à fábrica da *Ford*, decide colocar a produtividade da *Toyota* ao nível da *Ford*, surgindo o *Toyota Production System* (TPS), que possibilitou uma melhoria na gestão das operações da *Toyota* e uma maior qualidade e desempenho (Cachon & Terwiesch, 2009).

Assim, o TPS remete para um sistema possuidor de inúmeras técnicas projetadas para a redução dos custos de produção, com base na eliminação dos desperdícios. Para que se consiga compreender com clareza este sistema, é apresentado na **Figura 2.6** a chamada “Casa do TPS”.

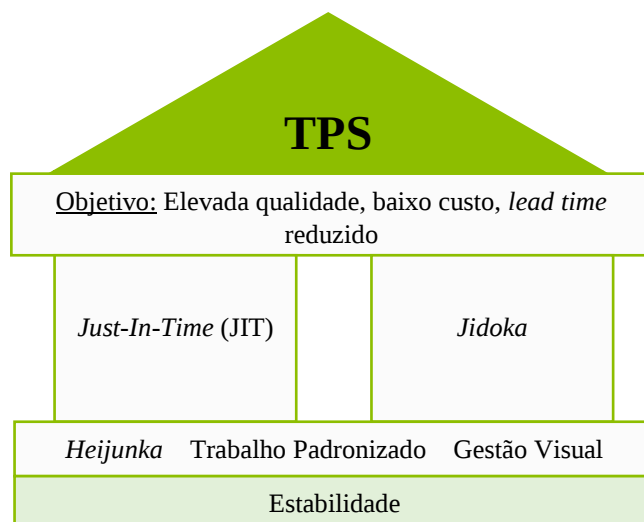


Figura 2.6 – Casa do Toyota Production System (TPS)

Adaptado de (Nobre, 2018)

³ Ohno e Shingo, engenheiros da *Toyota Motor Company*.

⁴ Eijii Toyoda, dono da *Toyota*.

Analisando a **Figura 2.6**, verifica-se que na parte superior encontra-se representado o objetivo que se pretende atingir, e na base do TPS é possível constatar a metodologia a aplicar, isto é, o nivelamento da produção (*Heijunka*), trabalho padronizado e a gestão visual, que auxiliam na redução das fontes de desperdício (Cachon & Terwiesch, 2009). Paralelamente, também se verifica que o TPS apresenta dois alicerces, neste caso, o *Just-In-Time* (JIT) e o *Jidoka*.

- ***Just-In-Time*** – Adveio da necessidade de reduzir os custos associados ao inventário, dado que, se produziam inúmeros produtos sem que tivesse sido gerada uma ordem de compra por parte do cliente, o que se traduzia em custos para a empresa. Assim, este pilar tem como objetivo que se produza apenas o que é necessário, na medida em que a produção de um certo produto apenas se inicia quando é realizada a encomenda pelo cliente. Por outras palavras, consiste na criação de um processo produtivo com um determinado fluxo de modo a fornecer ao cliente o que ele necessita e quando necessita (Cachon & Terwiesch, 2009). Segundo Liker (2004), este pilar torna possível que se produza pequenas quantidades que serão entregues aos clientes com prazos de entrega curtos, permitindo reagir imediatamente à procura, produzindo o produto certo, na quantidade certa e no momento certo, eliminando atividades que não acrescentam valor, diminuindo defeitos e custos de produção.
- ***Jidoka*** – Tem como objetivo a implementação numa organização de um sistema capaz de detetar as causas dos problemas obrigando à sua resolução imediata (ATEC, 2021). Por outras palavras, permite que o operador ou a máquina tenham autonomia suficiente para estancar o processo, caso sejam detetadas anomalias, evitando defeitos futuros na linha de produção (Liker & Morgan, 2006). Aqui, o objetivo passa por, através de ferramentas como *poka-yoke*⁵ e os *andons*⁶, tornar o processo produtivo o mais eficiente possível, reduzindo os possíveis defeitos associados.

É importante referir também que, o *Toyota Production System* foi captando interesse de diversas organizações, dada a crescente necessidade de aumentar a capacidade competitiva. Posto isto, e dado o sucesso crescente do TPS, foi-se desenvolvendo o *Lean Manufacturing*⁷.

2.3.2 *Lean Thinking*

O *Lean Manufacturing* surge como um modelo com base nos pressupostos do *Toyota Production System* aplicado à indústria, mas também, a outros setores. Para além do *Lean Manufacturing*, surge ainda outro conceito, nomeadamente, o *Lean Thinking*.

Segundo Pinto (2010), o princípio da filosofia *Lean Thinking* aponta para que se use apenas o que é estritamente necessário e no momento certo, procurando eliminar todos os desperdícios identificados num certo processo. Por outras palavras, é tido como uma filosofia de liderança e gestão, com a pretensão de eliminar o desperdício e criar valor.

⁵ Dispositivos mecânicos que permitem prever defeitos.

⁶ Dispositivo de controlo sonoro ou luminoso que indica o estado do processo, facilitando a gestão visual.

⁷ Filosofia *Lean Thinking* com aplicação nas operações fabris.

O essencial na filosofia *Lean* é ter em consideração a otimização dos recursos em todos os setores, maximizando a entrega de valor sob a forma de produto ou serviço com o mínimo de recursos (Liker, 2004). Essa otimização é tida com base em diversas ferramentas e metodologias, procurando sempre uma cultura de aperfeiçoamento constante e a melhoria contínua, e deve abranger todas as áreas da organização (Jones & Womack, 2005).

Por sua vez, a filosofia *Lean Thinking* tem por base cinco princípios que devem ser tidos em conta aquando da sua aplicação numa organização, sendo estes (Womack & Jones, 2003):

1. **Identificar o Valor** – É considerado como o ponto principal do pensamento *Lean*, podendo apenas ser definido pelo cliente final. A empresa deve entender a necessidade do cliente de forma a satisfazê-la, e assim, estabelecer o preço que o cliente se encontra disposto a pagar. Apolinário (2018) refere que se deve identificar as funcionalidades dos produtos que satisfazem as expectativas e necessidades do cliente pois, só assim, é que se torna possível estabelecer um preço com o intuito de aumentar os lucros através de ferramentas que visem o aumento da qualidade dos produtos e redução dos custos.
2. **Definir a Cadeia de Valor** – Para cada parte interessada deve-se estabelecer as atividades da cadeia de valor, sejam atividades que acrescentam valor, que não acrescentam valor, mas são necessárias, ou ainda, as que não acrescentam valor e são desnecessárias, sendo estas últimas eliminadas, dado que, significam custos para a empresa.
3. **Otimizar o Fluxo** – É necessário que as atividades que acrescentam valor fluam num único fluxo, removendo possíveis estrangulamentos e produzindo de acordo com a procura, contrariando a criação de *stock* (Abrantes, 2015).
4. **Sistema de Produção Pull** – O cliente puxa o valor para si, ou seja, só lhe é fornecido o estritamente necessário. Por outras palavras, remete para o desencadeamento de processos de produção apenas quando solicitado pelo cliente, numa perspetiva *Just-In-Time*. Assim sendo, o fluxo deve aumentar ou diminuir em conformidade com a procura (Abrantes, 2015).
5. **Procura da Perfeição** – Deve-se também, procurar a melhoria contínua e a eliminação dos desperdícios, e respetiva criação de valor. Só assim, é que se torna possível atingir a chamada perfeição em termos de eficácia, eficiência e produtividade.

Uma vez explicitados os cinco princípios da filosofia *Lean Thinking*, pode-se afirmar que estes podem ser tidos como uma orientação da implementação desta filosofia. É importante também referir que numa organização, a cadeia de valor varia consoante os *stakeholders*, existindo para cada um a respetiva cadeia de valor (Jedynak, 2015).

Por sua vez, Pinto (2014) refere que considerando apenas os cinco princípios mencionados anteriormente, pode levar a que as organizações não tenham em conta a inovação dos seus produtos, serviços e processos. Para tal, propõe-se dois princípios adicionais, isto é, o conhecimento dos *stakeholders* e a inovação, visando um enriquecimento da filosofia em causa.

Os Três Mudras

A situação ideal de produção passa por se realizar uma produção ao mesmo nível que das encomendas recebidas, ou por outras palavras, por se produzir apenas o que é encomendado pelo cliente. Assim, o TPS procura concentrar os seus esforços com vista a eliminar certos desperdícios, os chamados 3 M's, isto é:

- **Muda** – Consiste no desperdício de tempo, material ou dinheiro, refletindo a necessidade de reduzir os resíduos com o objetivo de aumentar a rentabilidade. Dado que, os desperdícios ocorrem pelo consumo excessivo de recursos, é necessário criar atitudes e ferramentas que colaborem na identificação desses resíduos. Para tal, deve-se identificar os processos que incorrem em custos excedentes, mantendo o necessário para satisfazer as necessidades do cliente e eliminando todas as atividades que não acrescentam valor (Kiger, 2016).
- **Mura** – Remete para variações indesejadas no processo que geram inconsistência e irregularidade, representando o desnivelamento do trabalho ou máquinas. Por exemplo, numa situação em que numa manhã os colaboradores têm de atingir o pico de produtividade para cumprir com um pedido e durante a tarde houve uma calma, estamos perante um Mura. De acordo com Pinto (2014), para contrariar este desperdício deve-se aplicar o sistema *pull*, em que o cliente puxa para si os produtos ou serviços.
- **Muri** – Este termo remete para a sobrecarga causada na organização, equipamentos ou pessoas devido ao Muda e ao Mura. Aqui, ocorre que a máquina ou as pessoas excedam os seus limites naturais. Enquanto que, a sobrecarga nas pessoas provoca problemas de segurança e qualidade, o Muri nas máquinas resulta num aumento de falhas de equipamentos e defeitos. Este desperdício pode ser evitado com base no trabalho padronizado, nunca descurando que os processos podem ser subdivididos ou reduzidos para uma forma mais simples. Pinto (2014) refere que, os procedimentos devem ser seguidos uniformemente, aumentando a previsibilidade, a estabilidade e o controlo dos processos. Neste caso, quando todos conhecem as rotinas e padrões de trabalho, torna-se possível observar melhorias na qualidade, na redução de custos e na produtividade.

Os Sete Desperdícios

A filosofia *Lean* tem como objetivo a eliminação dos desperdícios no processo produtivo, eliminando tudo o que não acrescenta valor ao produto final. Os desperdícios podem ser tidos como atividades que utilizam recursos e adicionam custos à organização, e daí, não acrescentam valor ao produto final.

No decorrer do desenvolvimento do *Toyota Production System* surgiram sete desperdícios, entre eles:

1. **Excesso de Produção** – Remete para a produção em excesso, isto é, quando se produz unidades acima do planeado. Aqui, a produção é desencadeada sem que

haja um pedido ou ordem de compra do cliente, causando *stocks*, e consequentemente, um aumento de utilização de recursos e equipamentos. Assim, o excesso de produção insurge em desperdício de tempo, custos e consumo de matéria prima desnecessários.

2. **Tempo de Espera** – A espera ocorre quando se verifica desequilíbrios nos processos, por exemplo, quando as atividades não se encontram corretamente balanceadas. De acordo com Ortiz (2006), as esperas ocorrem aquando da ausência de peças, desequilíbrio de conteúdos de trabalho, métodos e *standards* imprecisos, tempos de *setup* elevados, equipamentos em fracas condições, falta de comunicação, ou ainda, rejeições.
3. **Transporte** – Este desperdício consiste na movimentação em excesso de matéria prima, ou ainda, de produtos semiacabados ou finais. De acordo com a filosofia *Lean*, este desperdício deve ser eliminado ou minimizado.
4. **Inventário** – Abrange todo o armazenamento para além do necessário para cumprir com os pedidos dos clientes. Por sua vez, quando ocorre um desperdício ao nível do excesso de produção, incorre num aumento de *stocks*, mas também, num aumento dos custos associados.
5. **Movimentação de Pessoas** – Consiste no movimento de pessoas sem que haja necessidade, e daí, não acrescenta valor ao produto final. Pode surgir pela ausência de formação, desmotivação, incorreção no *layout*, ou ainda, pela ineficácia do planeamento.
6. **Excesso de Processamento** – Originado pelas operações de retrabalho devido a defeitos no produto ou ausência de conhecimento. Pinto (2010) afirma que pode ser contrariado através da formação dos colaboradores, e ainda, pela inovação dos processos que permitam uma maior eficiência do processo fabril.
7. **Defeitos no Produto** – Ocorre quando o produto não se encontra de acordo com o especificado pelo cliente. Segundo Pinto (2010), este desperdício surge pela falha ou erro humano, mas também, pela ausência de verificação de conformidade do produto. Aquando da sua existência, provoca desperdícios ao nível de mão de obra, material, equipamentos, e por sua vez, aumento do *stock* de produtos não conformes.

Para além dos sete desperdícios mencionados anteriormente, pode-se referir um outro, a não utilização do potencial humano. Uma empresa deve sempre ter em conta as sugestões dos seus colaboradores, isto porque, são as pessoas mais dotadas de conhecimento do processo fabril. Muitas vezes, quando se considera a opinião dos colaboradores, torna-se mais fácil tornar o processo eficiente, dado que, se consegue tomar decisões mais assertivas.

Ferramentas Lean

A filosofia *Lean*, para além de objetivar a eliminação do desperdício, também procura a melhoria constante dos processos produtivos, e daí, advêm várias ferramentas com aplicação em qualquer indústria.

Essas ferramentas *Lean* têm como objetivo comum, o aumento de percepção de valor no que respeita ao cliente, em uníssono com o menor investimento possível. Por outras palavras, procuram a implementação de processos indispensáveis para o desenvolvimento e crescimento da organização, que possibilite não só incrementar a satisfação do cliente, mas também, reduzir o desperdício (muda) associado. Pode-se afirmar que estas ferramentas, procuram o decréscimo dos *stocks*, tempos de ciclo e *setup*, o *downtime* dos equipamentos, o retrabalho, entre outros desperdícios (Antony *et al*, 2003).

Assim sendo, é importante que todos os intervenientes estejam familiarizados com as ferramentas *Lean* aplicadas numa organização, uma vez que, a partilha dos resultados obtidos, a análise crítica aos mesmos, bem como, a discussão de ações de melhoria, tornam possível a seleção de soluções a seguir e a sua eficaz implementação. Como tal, enumera-se as principais ferramentas *Lean* expostas na **Figura 2.7**, sendo explicitadas de seguida de forma breve.

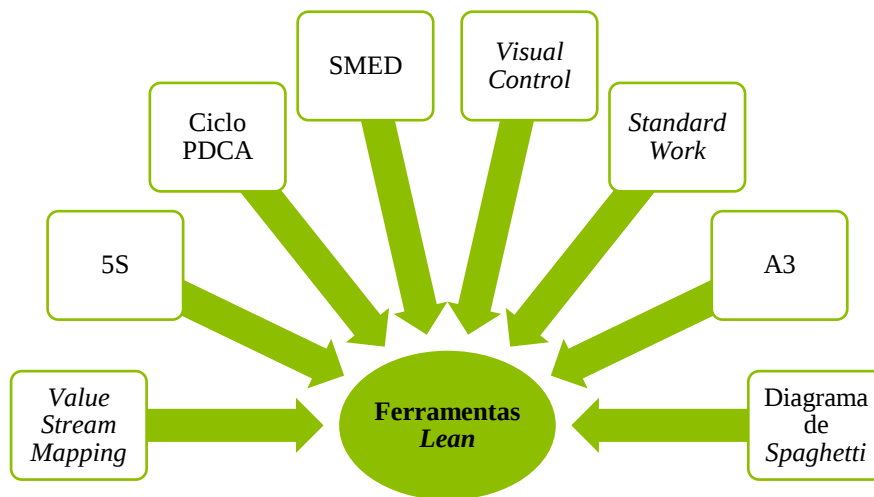


Figura 2.7 – Ferramentas *Lean*

O **Value Stream Mapping** (VSM), traduz-se como uma ferramenta *Lean* que permite analisar detalhadamente os processos, e tem como objetivo identificar as atividades no processo produtivo que acrescentam ou não valor, procurando eliminar as atividades sem valor acrescentado de forma a reduzir os desperdícios associados. Podemos afirmar que se trata de uma descrição visual do fluxo de valor do processo, tendo em conta os diversos *inputs* e *outputs* (Plenert, 2006), abrangendo também, o fluxo de material e de informação.

Nesta ferramenta, deve-se realizar um mapeamento do estado atual, e após uma análise minuciosa, procede-se para o desenvolvimento do estado futuro. No entanto, e dependendo do processo industrial que se está a mapear, pode apenas ser relevante realizar o mapeamento do estado atual, com vista a tirar ilações para trabalhos futuros.

A ferramenta **5S** ou cinco sentidos, promove a organização do posto de trabalho através de cinco fases, identificando e eliminando o desperdício, e procurando um ambiente produtivo seguro e de qualidade (Sarkar, 2006). Esta, é composta por cinco sentidos, isto é:

- **Seiri (senso de utilização)** – Procura que o local de trabalho apresente apenas o equipamento necessário (Melo, 2019), organizando-o de forma a remover os equipamentos e materiais sem utilidade (Ortiz, 2006);
- **Seiton (senso de ordenação)** – Define e identifica o local para cada item, de forma a manter o local de trabalho em ordem (Melo, 2019);
- **Seiso (senso de limpeza)** – Implementa procedimentos de limpeza regularmente, com vista a eliminar o perigo para os colaboradores (Nobre, 2018);
- **Seiketsu (senso de normalização)** – Assegura que os padrões são mantidos e melhorados (Melo, 2019);
- **Shitsuke (senso de autodisciplina)** – Procura que os intervenientes sigam os procedimentos (Melo, 2019), e que ao conhecer os seus benefícios, contribuam para a melhoria contínua.

Pela implementação desta ferramenta, consegue-se impor a melhoria contínua ao nível das perdas na produção, do *setup*, no processo de perdas impróprio, no inventário de perdas desnecessários e na perda de tempo.

O **Ciclo PDCA** significa *Plan, Do, Check, Act* e remete para a análise e prognóstico de problemas ao nível da organização, sendo aplicável em diversas situações, desde o apoio ao cumprimento da missão, dos objetivos, dos pontos de controlo e em formações (Suzaki, 2013). Esta ferramenta apresenta quatro ações principais:

- **Plan** – Significa planejar, em que se define objetivos a alcançar e o método a aplicar;
- **Do** – Remete para a execução das tarefas planeadas e recolha dos dados a utilizar na próxima fase. Segundo Liker e Convis (2012), é nesta fase que se emotiva os colaboradores a atuar como equipa, de forma a atingir os desafios propostos;
- **Check** – Consiste em verificar se o que outrora fora executado está de acordo com o planeado e em identificar os desvios relativamente aos objetivos (Suzaki, 2013);
- **Act** – Caso existam desvios, devem-se implementar ações que eliminem as suas causas. Por outro lado, se não se verificar desvios, deve-se identificar potenciais desvios, bem como, as suas causas e soluções. Nesta fase deve-se desenvolver padrões e transferir as aprendizagens para o seguinte *Plan* (Suzaki, 2013).

Na aplicação desta ferramenta, deve-se iniciar lentamente e enfrentar os problemas mais simples, e posteriormente, avançar mais rapidamente e enfrentando problemas mais complexos, até que se consiga enfrentar tarefas mais substanciais de forma constante (Suzaki, 2013).

Relativamente ao **SMED**, também conhecido por *Single Minute Exchange of Dies*, contraria o pressuposto de que o *setup* é imutável (Sousa, 2014), permitindo a sua diminuição. Esta, tem como objetivo a redução de *setup* para menos de 10 minutos e não para 1 minuto, apesar de existirem indústria onde o *setup* é reduzido para valores apenas com um dígito (Nero, 2017).

De acordo com Herr (2013), esta ferramenta torna possível produzir lotes menores, com níveis de inventário reduzidos, *cycle time* menor, e de uma forma competitiva, sendo que, para se atingir a eficácia e eficiência desejada, é necessário proceder às seguintes atividades:

- Gravar o procedimento habitual de realização do *setup*;
- Analisar e identificar os *internals changeovers*⁸ e *externals changeovers*⁹ existentes;
- Externalizar os *externals changeovers*;
- Reduzir os *internals changeovers* e *externals changeovers*;
- Padronizar e preparar melhorias futuras.

O **Visual Control**, também conhecido por **Gestão Visual**, permite que as pessoas possam compreender tudo o que está à sua volta, sem que seja necessário estarem familiarizadas com os processos. Esta ferramenta inicia-se então com a visualização das anormalidades existentes no chão de fábrica e formas de desperdício (Hirano, 2009), e segundo Pinto (2013) torna as operações visíveis, lógicas e intuitivas, permitindo assim, uma melhor comunicação e tomada de decisão.

O **Standard Work** ou trabalho normalizado, necessita da construção de três diagramas e respetiva análise de tempos, onde pressupõe que o trabalho seja executado uniformemente. Esta ferramenta *Lean* define como é que as operações devem ser realizadas num posto de trabalho de um sistema produtivo, impedindo que os colaboradores executem as operações aleatoriamente.

Para que se possa utilizar esta ferramenta, deve-se (Nobre, 2018):

- Identificar e definir as melhores sequências de trabalho;
- Documentar todas as atividades;
- Distribuir os documentos do trabalho padronizado pelos postos de trabalho;
- Formar os colaboradores para a realização de tarefas consoante o padrão definido.

Assim sendo, torna-se possível diminuir a variabilidade dos processos e a dependência das pessoas, sem interferir na qualidade dos produtos, em que ao estarem descritas as operações a executar, os colaboradores conseguem tornar-se polivalentes, dado que, têm acesso a toda a informação e podem aprender a executar novas tarefas, o que garante uma maior flexibilidade do sistema de produção (Losonci *et al*, 2011).

O método **A3**, propõe soluções para os problemas, fornece relatórios e relata a atividade de recolha de informação. De acordo com Liker e Convis (2012), remete para um *template* de relatório no formato A3, em que o objetivo não passa pelo seu preenchimento perfeito, mas sim, como forma de reflexão na solução dos problemas identificados. Na sua elaboração, consta texto, figura, diagramas e esquemas, de forma a abranger apenas a informação necessária, focando-se no problema e na solução (Chakravorty, 2009).

⁸ *Setup* interno, que considera todas as operações efetuadas aquando da paralisação da máquina.

⁹ *Setup* externo, que abrange todas as operações realizadas aquando do funcionamento da máquina.

O **Diagrama de Spaghetti** permite identificar o percurso efetuado pelo colaborador ou pela peça/produto aquando da fase produtiva, auxiliando na definição de um *layout*, e consequente otimização. O objetivo passa por obter o caminho mais curto, de forma a despende o menor tempo possível, e segundo Plenert (2006), esta ferramenta permite calcular o tempo do percurso através de linhas relativas à movimentação do colaborador ou da peça/produto.

Para tal, é necessário que se recorra a uma planta do *layout* fabril, de forma a se desenhar o percurso, e assim, se possa analisar o trajeto desenhado e otimizá-lo se necessário (Lage, 2013), conseguindo-se identificar diversas fontes de problemas, onde se desperdiça tempo, ou por outro lado, permite realizar alterações no *layout* ou melhorar a eficiência dos fluxos.

Uma vez explicitado as principais ferramentas *Lean*, realiza-se uma exposição em detalhe da ferramenta *Value Stream Mapping*, exposta na secção 2.3.3, dado que, foi alvo de uso no decorrer do estágio.

2.3.3 Value Stream Mapping (VSM)

Tal como referido anteriormente, o *Value Stream Mapping* (VSM), também conhecido por Mapeamento de Fluxo de Valor, é uma das inúmeras ferramentas *Lean* que existem hoje em dia, passíveis de aplicação numa organização. Traduz-se como uma ferramenta visual, que permite examinar o fluxo de materiais e informações inerentes a um produto ou serviço (Stevenson, 2014).

Esta ferramenta é tida como o primeiro passo da aplicação da filosofia *Lean* numa organização (Azizi & Maniharan, 2015), sendo o principal objetivo a redução do *lead time*, eliminando as atividades que não acrescentam valor ao processo (Ribeiro, 2011).

Assim sendo, o VSM consiste na realização de dois mapeamentos, em que o primeiro remete para o estado atual da cadeia de valor, e o segundo consiste no estado futuro que se pretende implementar, já com a eliminação dos desperdícios identificados no primeiro mapeamento. Uma vez explicitado a ferramenta em questão, procede-se para a descrição do método propriamente dito.

Descrição do Método

Esta ferramenta remete para a elaboração de um mapa, ou por outras palavras, um esboço do processo desde a entrada de matéria prima até à expedição do produto final, procurando aumentar o valor para o cliente, podendo este, ser definido em termos de qualidade, tempo, custo ou flexibilidade (Stevenson, 2014). Estes mapas podem abranger diversas informações, tal como se pode comprovar pela **Figura 2.8** (Stevenson, 2014).

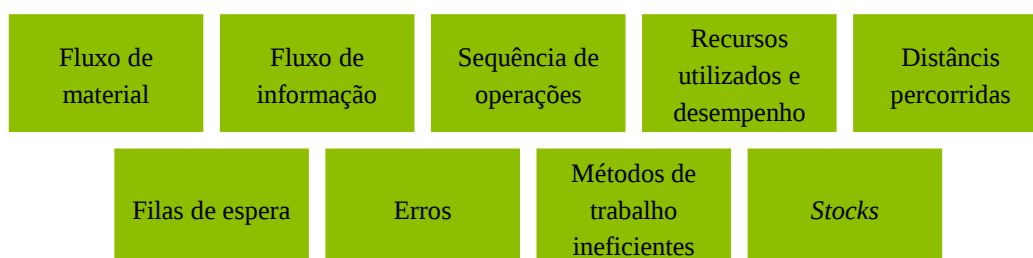


Figura 2.8 – Conjunto de informações presentes no VSM

Antes de se proceder ao desenvolvimento do VSM, deve-se procurar perceber como funciona o sistema em si, e para tal, é necessário (Stevenson, 2014):

- Mapear o fluxo de valor pessoalmente;
- Percorrer o processo do início ao fim, para se obter uma noção geral do sistema em estudo;
- Percorrer detalhadamente o processo, para se recolher dados de fluxo de material e informação;
- Anotar as informações mais relevantes para o processo em estudo.

De forma simplista, o VSM deve ser executado em quatro etapas distintas, entre elas:

- **1ª Etapa** – Selecionar a família de produtos ou um produto específico;
- **2ª Etapa** – Proceder à elaboração do VSM do estado atual;
- **3ª Etapa** – Analisando o VSM do estado atual, proceder à identificação das operações que não acrescentam valor e dos desperdícios;
- **4ª Etapa** – Elaborar o VSM do estado futuro, considerando a etapa anterior.

É importante realçar que aquando da elaboração do VSM, deve-se procurar responder a diversas questões, tais como, *Onde se encontram os estrangulamentos do processo?*, *Onde ocorrem erros?*, *Onde ocorrem desperdícios?* e *Que processos têm de lidar com a maior variação?* (Stevenson, 2014).

Para uma melhor interpretação da ferramenta em causa, expõe-se na seguinte **Figura 2.9** um exemplo de um mapeamento de fluxo de valor elaborado. De notar que qualquer que seja o VSM desenvolvido, este difere de indústria para indústria, uma vez que, os dados que se pretendem estudar para um tipo de organização, podem não ser os mesmos para uma organização de outra área de negócio.

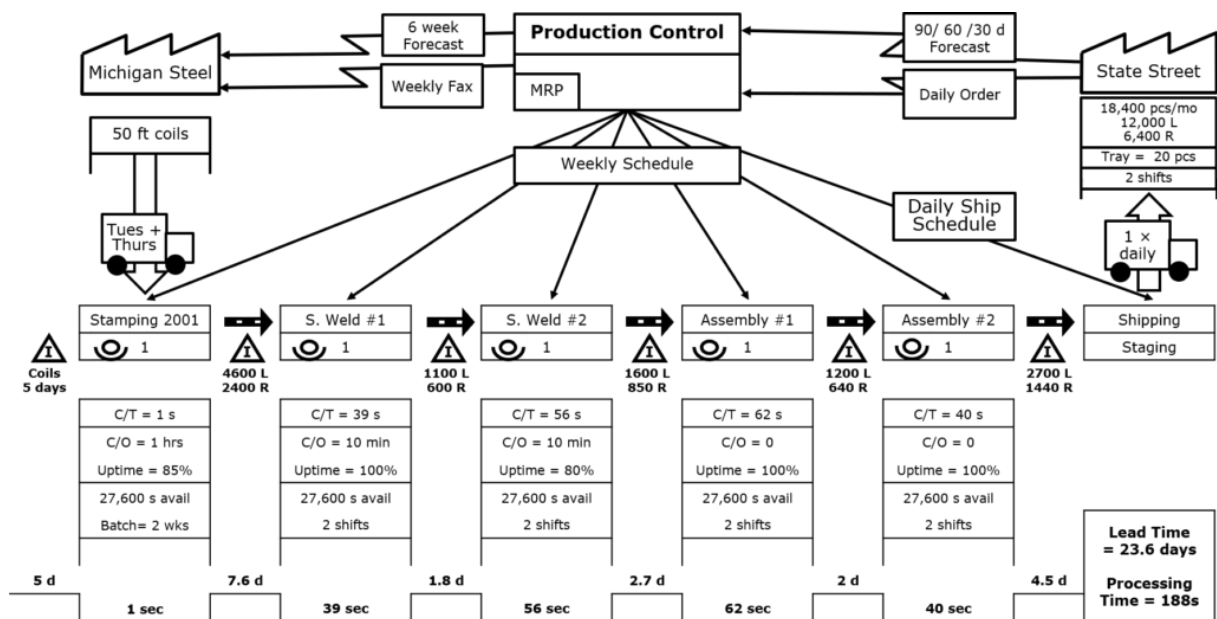


Figura 2.9 – Exemplo de um Value Stream Mapping

(oConsulting, 2020)

Como se pode comprovar pela **Figura 2.9**, esta ferramenta utiliza uma simbologia alargada, sendo importante explicitá-la na seguinte **Tabela 2.2**.

Tabela 2.2 – Simbologia utilizada no Value Stream Mapping

Simbologia	Significado
	Fornecedor ou cliente
	Designação do processo e centro de trabalho utilizado para a sua execução
	Informação relativa ao processo em execução
	Movimentação de material (<i>push system</i>)
	Movimentação de informação (<i>pull system</i>)
	Fluxo manual de informação
	Fluxo eletrónico de informação
	Linha de tempo decorrido no processo
	Número de colaboradores envolvidos no processo
	Inventário para o processo seguinte ou tempo de espera da peça para entrar no próximo processo
	Transporte de informação entre processos
	Transporte de material entre processos
	Matéria prima em <i>stock</i>
	Transporte de material por via rodoviária
	Anotação de melhorias <i>Kaizen</i> a implementar

Uma vez compreendido o *Value Stream Mapping* (VSM), é igualmente importante salientar as vantagens e desvantagens de utilização desta ferramenta.

Vantagens e Desvantagens da Aplicação da Ferramenta

A ferramenta *Value Stream Mapping* torna possível adquirir uma visão panorâmica relativamente ao processo em análise, reduzindo os desperdícios associados. Assim sendo, pode-se enumerar alguns benefícios da aplicação desta ferramenta, tais como (Nero, 2017):

- Visualização do fluxo dos diversos processos;
- Simplificação de sistemas complexos;
- Interpretação da relação existente entre processos de fluxo de informação ou material;
- Perceção das operações que acrescentam ou não valor e desperdícios associados;
- Identificação das ações de melhoria a implementar;
- Auxílio na elaboração de um novo fluxo que vise um maior acréscimo de valor.

Em contrapartida, o VSM apresenta alguns aspetos menos positivos à sua implementação, como é o caso da complexidade em aplicar esta ferramenta em produtos com fluxos diferentes. Para além disso, pode-se ainda considerar a ausência de indicadores financeiros como um entrave a esta ferramenta, pois seria muito mais intuitivo se ao analisar o mapeamento de fluxo de valor se conseguisse ter uma perceção dos custos associados. Por fim, a ausência de informação de certos parâmetros pode provocar que este tipo de análises não seja tão realista quanto seria expectável.

3 APRESENTAÇÃO DA EMPRESA

Neste capítulo é apresentado de uma forma breve o *Grupo Durit*, e posteriormente, a empresa *Moldit – Indústria de Moldes, S.A.*, onde foi realizado o estágio, incluindo o seu processo produtivo.

3.1 Grupo Durit

O *Grupo Durit* iniciou a sua atividade em 1981 através da *Durit – Metalurgia Portuguesa do Tungsténio, Lda.*, tendo como foco a metalurgia de tungsténio, sendo os seus principais produtos as ferramentas de metal duro. Esta primeira empresa do grupo foi sediada em Albergaria-a-Velha, dada a sua vantajosa localização relativamente aos pontos de acesso, bem como, aos seus colaboradores inicialmente envolvidos no projeto.

Em 1985 dá-se efetivamente a criação do *Grupo Durit*, pela constituição da *Duromin*, dedicada à comercialização de ferramentas de produção. Posteriormente, os intervenientes principais do *Grupo Durit*, decidiram expandir o seu mercado, pela aquisição de diversas associadas.

Visando o mercado internacional, surge uma empresa técnico-comercial na Alemanha, e após isso, é adquirida em 1990 à companhia americana *Hughes Tools*, uma metalurgia de metal duro em São Salvador da Bahia no Brasil, visando o mercado sul-americano. Já no ano de 1996, ocorre a constituição da *Durit Espanha*, reforçando a *Durit*. As associadas ao *Grupo Durit* encontram-se destacadas na **Figura 3.1**.



Figura 3.1 – Associadas do Grupo Durit

Com um vasto leque de produtos e tecnologias inerentes a cada uma das associadas do *Grupo Durit*, é objetivo comum que os seus *stakeholders* possam adquirir produtos inovadores, com base em processos e técnicas avançadas, nunca descurando os padrões de qualidade.

O *Grupo Durit*, tem vindo a apostar cada vez mais em processos inovadores e que potenciem uma maior sustentabilidade. Assim, os seus pressupostos passam pela eficiência dos processos, na procura constante pela inovação, e ainda, pela aposta recorrente em tecnologias dotadas de novas capacidades que visem a inovação.

3.2 A Moldit – Indústria de Moldes, S.A.

3.2.1 Evolução Histórica

A *Moldit – Indústria de Moldes, S.A.*, caracteriza-se como uma empresa dedicada à produção de moldes para plásticos, sendo uma grande referência na conceção e fabrico de moldes de alta complexidade e dimensionalidade para a indústria automóvel.

Situada na zona industrial de Ul – Loureiro, denota-se um crescimento exponencial dessa área, isto porque, o município de Oliveira de Azeméis desenvolveu um projeto de conceção da área de acolhimento empresarial de Ul – Loureiro, de forma a dotar o concelho de um espaço qualificado e vocacionado para o desenvolvimento da atividade empresarial numa lógica de gestão integrada. De seguida, apresenta-se na **Figura 3.2** a linha temporal relativa à empresa com os marcos mais significativos da mesma.

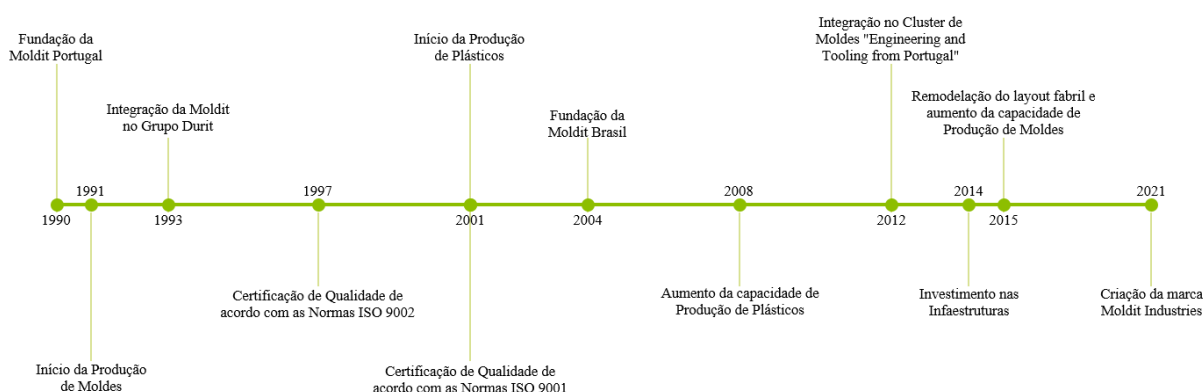


Figura 3.2 – Cronograma da Moldit – Indústria de Moldes, S.A.

Fundada a 8 de agosto de 1990, iniciou a sua atividade apenas em 1991, passando a integrar o *Grupo Durit* em 1993. Pelo início do processo de injeção para ensaio de moldes e produção de amostras plásticas, a empresa conseguiu reforçar a garantia de qualidade dos moldes produzidos.

Já em 2004 ocorre a fundação da *Moldit Brasil*, mais concretamente, *Moldes e Plásticos da Bahia S.A. – Moldit Brasil*, reforçando a presença da empresa na América Latina.

Inicialmente construída com o intuito de efetuar a produção de moldes para injeção de termoplásticos, passou a realizar a produção de moldes para injeção e compressão de plásticos, termoplásticos e termoduros, produzindo também, peças por moldação injetadas.

Esta, desenvolve e produz peças plásticas de elevada qualidade e valor acrescentado para diversas aplicabilidades, nomeadamente, indústria automóvel, embalagem, mobiliário, puericultura e aplicações domésticas. Atualmente, encontra-se subdividida em dois setores, em que num deles a sua linha de negócio remete para a produção de moldes para a indústria automóvel, e o outro, para a produção de peças plásticas para as mais diversificadas áreas, entre elas, embalagem, mobiliário, puericultura e aplicações domésticas.

A empresa apresenta uma capacidade de produção de moldes até 50 toneladas, apostando na atualização constante de tecnologias que incrementem uma melhor resposta perante as

necessidades dos clientes, e ainda, na formação recorrente dos intervenientes do processo fabril. Para isso, efetua uma grande aposta em equipas experientes e com a respetiva qualificação, que permitam uma adaptação flexível às mutações de mercado, inovações tecnológicas e necessidades dos clientes.

Focando-se na competitividade e na constante evolução, a empresa tem vindo a apostar cada vez mais na inovação no que respeita às tecnologias, produtos, transformação de plásticos, bem como, tratamentos térmicos. Como tal, tem investido em diversas tecnologias avançadas de produção, isto é, centros de maquinação de alta velocidade, bi-injeção e equipamentos de grande porte, mas também, em diversos *softwares* que visem o apoio à produção e desenvolvimento dos produtos.

Para além do investimento constatado, a empresa detém ligações com entidades do sistema científico e tecnológico, nomeadamente, o *CENTIMFE* (centro tecnológico da indústria de moldes) e o *CEIIA* (centro de excelência e inovação para a indústria automóvel). Paralelamente, também se encontra associada à *Cefamol – Associação da Indústria Nacional de Moldes* e à *Aimmap – Associação das Indústrias Metalúrgicas, Metalomecânicas e Afins de Portugal*, procurando sempre uma participação recorrente nas diversas atividades das organizações em questão.

Atualmente, a *Moldit – Indústria de Moldes, S.A.* possui uma fábrica capaz de satisfazer os inúmeros requisitos de elevada complexidade e qualidade, bem como, a tecnologia mais avançada aplicável aos moldes. Os profissionais altamente qualificados, agregados ao seu leque de máquinas adequado e a uma organização eficiente, permite dotar a empresa em questão, com a capacidade de resposta perante as especificações dos clientes, independentemente, do grau de exigência e inovação que possa estar subjacente a isso.

3.2.2 Moldit Industries

A *Moldit – Indústria de Moldes, S.A.*, tem vindo a apostar no seu crescimento enquanto produtora de moldes, maioritariamente para a indústria automóvel. Como tal, adquiriu duas empresas ligadas a este ramo, a *CF Moldes Lda.* e a *ASG Moldes*.

A *CF Moldes Lda.* foi fundada em 1993 e situa-se na zona industrial Casal de Lebre, na Marinha Grande. Já no que respeita à *ASG Moldes*, foi fundada em 1964 e possui cerca de 85 colaboradores, situando-se em Oliveira de Azeméis.

De salientar que ambas as empresas adquiridas apresentam uma capacidade de produção bastante inferior à *Moldit – Indústria de Moldes, S.A.*, uma vez que, a última apresenta um quadro de cerca de 190 colaboradores e as restantes possuem um quadro inferior. Também, a capacidade de manuseamento dos moldes é bastante superior na *Moldit – Indústria de Moldes, S.A.*, tendo esta uma capacidade de até 50 toneladas.

Após a aquisição das duas unidades fabris mencionadas anteriormente, surgiu a marca *Moldit Industries*, que engloba as empresas presentes na seguinte **Figura 3.3**.



Figura 3.3 – Associadas da marca *Moldit Industries*

A marca *Moldit Industries*, foca-se assim, na produção de moldes para injeção e compressão de plásticos e peças de moldação por injeção.

Uma das grandes vantagens da agregação destes quatro centros de produção num grupo, consiste na capacidade de obter uma maior autonomia nas diversas secções de produtos, desde o seu desenvolvimento até à produção das peças plásticas.

Com isto, pretende-se acompanhar o *state of the art* dos seus produtos e serviços, procurando sempre a inovação, mas também, o desenvolvimento de novos métodos que visem uma melhor resposta perante os clientes.

A criação da marca *Moldit Industries*, advém da necessidade de criar um plano de comunicação, que permita expor numa linha única a filosofia da *Moldit*. Para tal, é imperativo que esta seja transversal aos quatro centros de produção, promovendo uma cultura organizacional coerente.

3.2.3. Produtos e Mercado

A *Moldit – Indústria de Moldes, S.A.*, tal como o próprio nome indica, dedica-se à produção de moldes, produzindo maioritariamente moldes para o setor automóvel. No entanto, e visto que é importante diversificar a sua oferta para com os clientes, a empresa tem apostado em diversas áreas de negócio, encontrando-se subdividida em dois setores distintos, a produção de moldes para o setor automóvel e a produção de peças plásticas para as mais diversas áreas.

Se por um lado, no setor de produção de moldes, a empresa produz o molde propriamente dito, já no setor de produção de plásticos, os moldes chegam às instalações e é através destes que são produzidas as quantidades desejadas de peças plásticas.

É importante referir que, apesar da empresa não produzir em massa peças plásticas relativas aos moldes do setor automóvel (o cliente é que efetua essa produção em massa), a empresa realiza os ensaios ao molde onde se produz pequenas quantidades de peças plásticas com vista a se obter a validação do cliente. Para uma melhor perceção da linha de negócio da empresa, encontra-se exposto na **Figura 3.4** a sua gama de produtos.

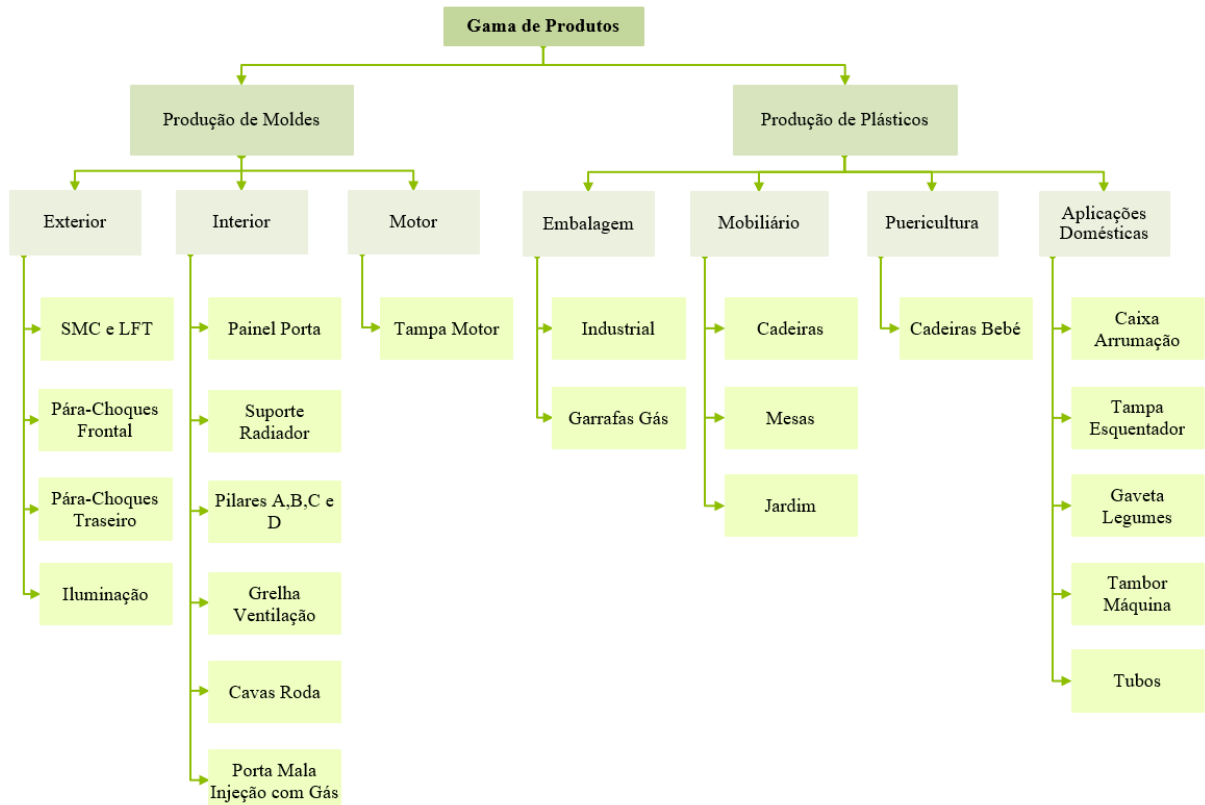


Figura 3.4 – Gama de produtos da Moldit – Indústria de Moldes, S.A.

Pela **Figura 3.4** é possível verificar alguns exemplos de peças obtidas através dos moldes produzidos pela empresa, como é o caso das peças de exterior, interior e de motor para o setor automóvel. Noutra vertente, surge a produção de peças plásticas para diversas áreas, como por exemplo, embalagem, mobiliário, puericultura e aplicações domésticas.

Uma vez definidas as áreas de negócio da empresa, é importante referir qual o mercado onde a marca *Moldit Industries* atua. Esta, através dos seus quatro centros de produção consegue uma maior abrangência em termos de mercado, existindo inúmeros destinos de exportação, tal como se pode comprovar pela **Figura 3.5**.

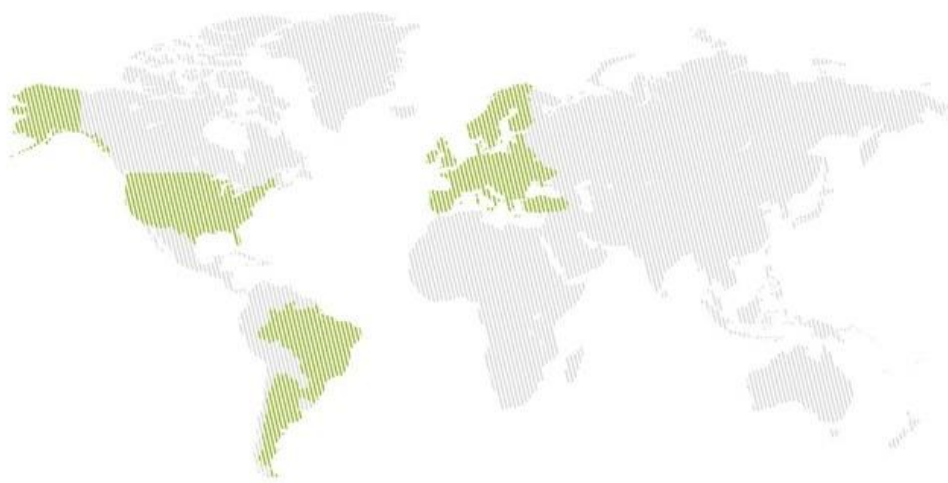


Figura 3.5 – Destinos de exportação da marca *Moldit Industries*
(Moldit, 2021a)

Atendendo aos diversos mercados existentes, também se verifica uma presença assídua em inúmeras feiras internacionais do setor de moldes, que tornam possível expor o trabalho desenvolvido e captar potenciais novos clientes. Entre as feiras internacionais, destacam-se as seguintes:

- *5ème Salon Sous-Traitance Automobile 2018* – Marrocos
- *NPE 2018* – Orlando, Flórida, Estados Unidos da América
- *PLASTPOL 2018* – Polónia
- *ARGENPLÁS 2018* – Argentina
- *FAKUMA 2018* – Alemanha
- *Plast Eurasia 2018* – Istambul

3.2.4. Políticas de Gestão

A *Moldit Industries* apresenta uma cultura focada não só para os clientes, mas também, para os seus colaboradores. Para tal, partilha uma visão, missão e valores bem explícitos, fazendo questão de os transmitir de forma clara, tal como se pode comprovar pela **Figura 3.6**¹⁰.

 Visão	 Missão	 Valores
☐ Ser parceiro de excelência em soluções de engenharia e de produção de moldes e plásticos.	☐ Colaborar com o cliente no desenvolvimento do seu produto; ☐ Promover a eficiência e qualidade na produção dos nossos produtos; ☐ Garantir a competitividade através da relação qualidade, prazo e preço.	☐ Rigor; ☐ Compromisso; ☐ Valorização das pessoas; ☐ Melhoria contínua; ☐ Inovação; ☐ Ética; ☐ Responsabilidade social.

Figura 3.6 – Visão, Missão e Valores da *Moldit Industries*

Consciente da importância que a satisfação dos clientes tem no crescimento de uma empresa, a marca *Moldit Industries*, aposta na inovação para o crescimento, consolidação, reconhecimento e aumento do valor acrescentado dos seus produtos.

A organização considera a melhoria contínua e o cumprimento das obrigações de conformidade, como alicerces para a garantia do retorno do capital investido e da continuidade das gerações vindouras, assumindo diversos compromissos de gestão como se pode comprovar pela **Figura 3.7**.

¹⁰ Adaptado de um documento interno fornecido pela empresa e devidamente autorizado.

Cliente	Dispõe de infraestruturas, tecnologias e competências técnicas, que asseguram a melhoria contínua do desempenho dos processos e a satisfação dos requisitos do cliente.
Pessoas	Identifica os perigos e avalia os riscos inerentes às suas atividades, de forma a minimizar os riscos, acidentes de trabalho e doenças profissionais; Procura melhorar o desempenho em termos de segurança, higiene e saúde; Aposta na formação como forma de valorização profissional e pessoal dos colaboradores.
Ambiente	Identifica e avalia os aspetos ambientais da sua atividade, de forma a minimizar os impactos; Minimiza o consumo de água e controla a sua qualidade e quantidade; Preferência pelas melhores tecnologias disponíveis, desde que economicamente viáveis, assegurando a melhoria do desempenho ambiental.
Energia	Potencia o uso e consumo de energia de forma equilibrada, optando por produtos, equipamentos, tecnologias e serviços energeticamente eficientes; Visa a maximização da eficiência energética; Visa a minimização da emissão de gases com efeito de estufa.
Inovação	Promove a melhoria contínua dos processos de inovação; Potencia o conhecimento interno; Promove uma cultura de inovação e criatividade.

Figura 3.7 – Política de Gestão da Moldit Industries

Adaptado de (Moldit, 2021b)

Hoje em dia, a sustentabilidade está em constante debate na sociedade, dado que, para se atingir o sucesso de negócio de uma empresa é necessário que exista um equilíbrio entre o desempenho social, económico e ambiental, e ainda, os fornecedores, sendo exetável que os fornecedores de produtos e serviços da *Moldit Industries* assumam o compromisso perante as diretivas presentes na **Figura 3.8**.

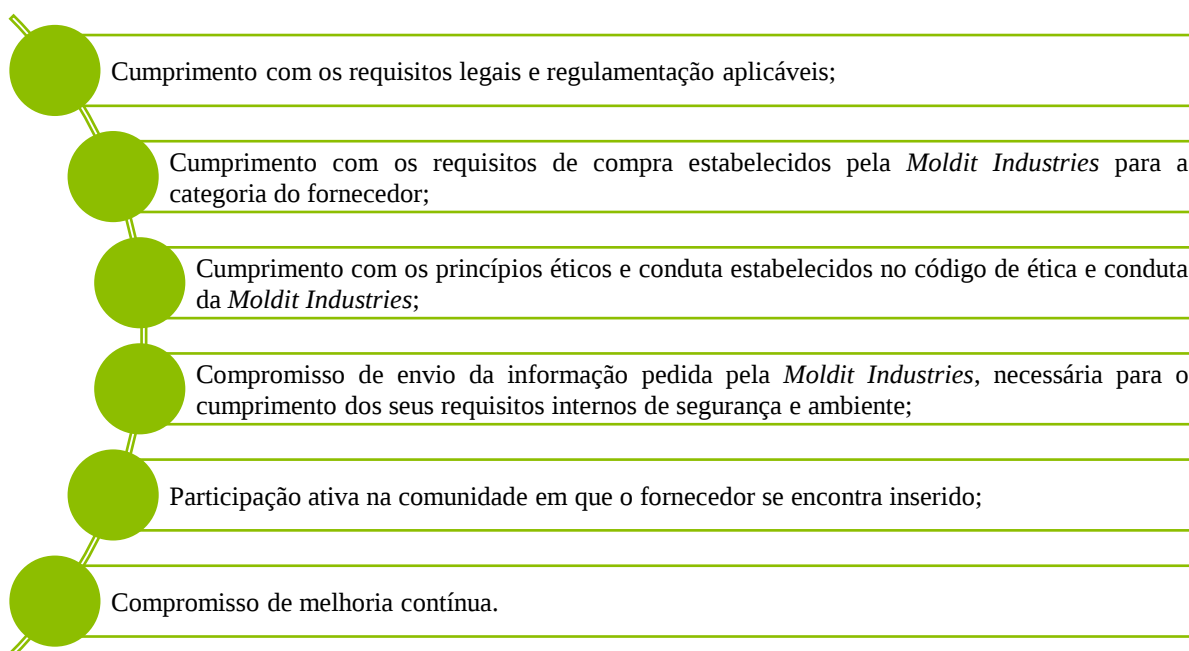


Figura 3.8 – Política de Compras Sustentáveis da Moldit Industries

Adaptado de (Moldit, 2021c)

De salientar que, através da filosofia que impera na *Moldit – Indústria de Moldes, S.A.*, esta tem conseguido apresentar o seu sistema de gestão certificado segundo as seguintes normas:

- **NP EN ISO 9001:2015** – Usado como um guia de implementação de um sistema de gestão da qualidade reconhecido;
- **NP EN ISO 14001:2015** – Remete para a proteção ambiental, procurando responder à alteração das condições ambientais;
- **OHSAS 18001:2007** – Referencia o sistema de gestão da segurança e saúde no trabalho;
- **NP EN ISO 50001:2011** – Permite às organizações o aumento do desempenho energético, isto é, a eficiência energética, uso e consumo;
- **NP 4457:2007** – Especifica os requisitos de um sistema de gestão de investigação, desenvolvimento e inovação.

3.3 Estrutura Organizacional

A *Moldit – Indústria de Moldes, S.A.*, encontra-se disposta em quatro grandes direções, a direção comercial, a direção industrial de moldes, a direção industrial de plásticos e a direção de recursos. Para que se consiga perceber com clareza como é que a empresa se encontra organizada, na **Figura 3.9** consta a sua estrutura organizacional representada num organograma.

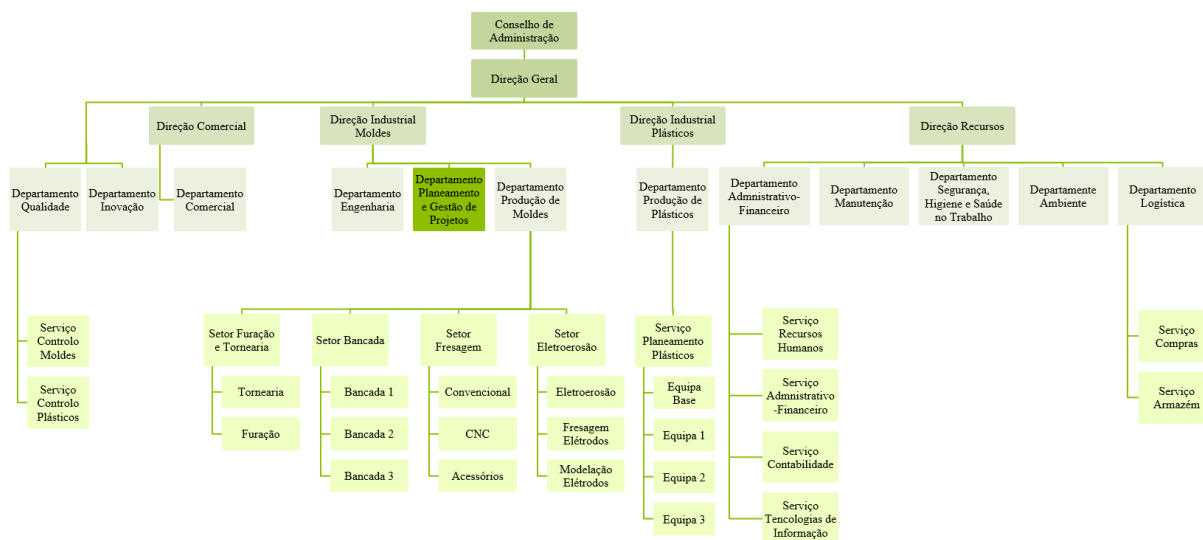


Figura 3.9 – Organograma da Moldit – Indústria de Moldes, S.A.

Apesar da empresa se encontrar subdividida em dois setores de negócio distintos, mais concretamente, a produção de moldes para o ramo automóvel e a produção em série de peças plásticas para diversas áreas, esta apresenta uma direção comercial e uma direção de recursos comuns aos dois setores. O mesmo acontece com o departamento de qualidade e com o departamento de inovação, que também prestam serviço aos dois setores.

Para tal, a direção industrial de moldes, tal como o próprio nome indica, referencia toda a vertente de produção de moldes para o ramo automóvel. Por outro lado, a direção industrial de

plásticos, remete para o setor de produção em série de peças plásticas das mais diversificadas áreas.

Uma vez que o estágio realizado pelo autor se incidiu no setor de produção de moldes para a indústria automóvel, apenas será explicitado em detalhe os departamentos referentes diretamente ao setor em questão.

3.3.1 Engenharia

O departamento de engenharia, também conhecido por departamento técnico, é responsável por efetuar toda a parte de modelação do molde (CAD/CAM), encontrando-se inserido na direção industrial de moldes.

Numa indústria de moldes, este departamento revela-se como algo essencial, dado que, é a partir deste que se inicia toda a fase de desenho do molde propriamente dito. Aqui, a aprendizagem e formação é constante, uma vez que, com a evolução dos sistemas e das técnicas de modelação, é importante que este departamento esteja sempre em conformidade com as atualizações constantes das tecnologias inerentes.

Para além disso, a empresa tem tido em conta a formação regular dos colaboradores no que respeita ao processo produtivo. Isto porque, apesar de existirem inúmeras hipóteses aquando da modelação do molde propriamente dito, é essencial que os colaboradores deste departamento, tenham em atenção a vertente produtiva do molde. Ou seja, é comum que por vezes se optem por técnicas de modelação que teoricamente estejam corretas e sejam aplicáveis, mas na prática, possam dificultar o processo produtivo.

Após o início da modelação do projeto detalhado dos diversos moldes, é da responsabilidade deste departamento, que os restantes intervenientes do processo possam tomar conhecimento dos moldes *à priori* da disponibilização dos modelos na rede da empresa. Para tal, são realizadas as chamadas revisões de projeto, em que o departamento de engenharia convoca os responsáveis pelo planeamento, os gestores de projeto e os chefes de cada setor de produção, onde é exposto o molde em si, as técnicas de modelação que se encontram em aplicação, e com isso, é tido um debate relativamente ao que é mais aconselhável para a fase produtiva, mas que ao mesmo tempo cumpra com os requisitos do cliente.

3.3.2 Planeamento e Gestão de Projetos

Este departamento é responsável por efetuar todas as tarefas relativas ao planeamento do processo produtivo. Uma vez que, é extremamente importante que exista uma grande conexão entre os gestores de projeto e os responsáveis pelo planeamento, este departamento de planeamento encontra-se agregado à gestão de projetos.

A gestão de projetos funciona como uma espécie de ponte de ligação entre o cliente e a empresa em que, após o acordo entre as duas partes, os comerciais passam a responsabilidade para os gestores de projeto, e são estes, que comunicam diretamente com o cliente, ao longo da fase produtiva dos respetivos moldes. Por outras palavras, para cada molde é atribuído um colaborador da equipa de gestão de projetos, o chamado responsável de projeto.

Essa atribuição é essencial, isto porque, o responsável de projeto consegue fazer um acompanhamento mais pormenorizado do molde, dando a conhecer em detalhe o seu estado perante o cliente. Até mesmo por uma questão de relação com o cliente, esta metodologia de trabalho é fulcral, porque o cliente acaba por conseguir dialogar de uma forma mais prática com um rosto já conhecido, ao invés do que aconteceria se estivesse constantemente a lidar com diferentes responsáveis pelo projeto.

A direção de produção industrial dos moldes, recebe a encomenda do cliente perante o departamento comercial, e automaticamente, informa o departamento de planeamento acerca dessa mesma encomenda. Após o início da modelação do projeto detalhado por parte do departamento de engenharia, o departamento de planeamento através das revisões de projeto, toma conhecimento acerca do molde em si, e após o debate com os chefes de cada setor produtivo, procede ao planeamento da fase de produção do molde.

Sendo que se trata de uma produção por encomenda, inviabiliza uma produção em série, pelo que, as ordens de fabrico diferem consoante o tipo de encomenda, e também a prioridade de entrega. Aqui é importante ter em atenção o nível de serviço prestado ao cliente, ou seja, os prazos de entrega estipulados, mas também, o tempo de todo o processo fabril envolvente, desde a receção da encomenda até à expedição efetiva do molde.

Uma vez que, os moldes são levados a ensaio até se encontrarem conforme as especificações do cliente, é necessário que se efetue um planeamento da produção dos moldes até primeiro ensaio, mas também, após o primeiro ensaio. Isto porque, apesar das operações de produção a realizar após cada ensaio serem pontuais, também influenciam bastante o planeamento produtivo, e como tal, a empresa também efetua um planeamento de produção minucioso para estes casos.

Paralelamente a toda a vertente de planeamento da produção, este departamento também é responsável por enviar informação para os gestores de projeto. Ou seja, apesar de se efetuar um planeamento de produção interno, os gestores de projeto, também enviam planeamentos de produção para os diversos clientes, sendo o departamento de planeamento responsável por efetuar os chamados planos de cliente.

Por outro lado, o departamento de planeamento, para além de trabalhar e analisar indicadores de produção, que posteriormente, serão analisados pela direção industrial de moldes e pela direção administrativo-financeira, também procede às correções das horas imputadas aos moldes, isto porque, os colaboradores efetuam os registos das horas despendidas em cada molde, sendo necessário que se verifique se os registos se encontram corretamente executados, para que a direção administrativa possa tirar ilações corretas acerca dos custos associados aos moldes.

3.3.3 Produção de Moldes

Este departamento engloba os diversos setores de produção dos moldes, ou seja, os setores de furação, fresagem, eletroerosão e bancada, que apresentam diversas secções associadas, dispostas em cinco naves, e que podem ser visualizadas na planta disponível do **ANEXO A – Planta da Moldit**:

- **Nave 1** – Eletroerosão e Fresagem de Acessórios;
- **Nave 2** – Furação, Fresagem Convencional e Tapagem de Circuitos;
- **Nave 3** – Centros de Montagem (bancadas);
- **Nave 4** – Fresagem CNC;
- **Nave 4 *Plus*** – Fresagem CNC.

Como tal, para cada um dos quatros setores, existe uma chefia que indica a sequência de trabalhos a realizar diariamente, mas também, auxilia nas atividades quando necessário, seja por sobrecarga de trabalho, seja por falta de recursos humanos.

Este departamento é um grande pilar na empresa, uma vez que, nele encontram-se os chefes de setor, sendo estes colaboradores possuidores de um vasto leque de experiência associada a esta indústria. Essa experiência, agregada ao compromisso de cada chefia possibilita que o trabalho existente seja realizado com um rigor extremo, dado que, se trata de uma indústria complexa, e sendo direcionada para o ramo automóvel, ainda a torna mais exigente em termos de especificações e tolerâncias.

É importante salientar que este departamento apresenta uma elevada conexão ao departamento de planeamento. Por outras palavras, é quase que imperativo que o departamento de planeamento possua uma relação interdepartamental saudável, pois tudo o que é planeado em termos fabris, é analisado também pelos chefes de cada setor, visando a otimização dos processos associados e da carga semanal de cada equipamento.

3.3.4 Manutenção

O departamento de manutenção é responsável pela disponibilização dos meios necessários à produção, efetuando intervenções nas máquinas ou nas instalações, sempre que necessário.

Para além disso, tem como função garantir o cumprimento dos planos periódicos de manutenção dos diversos equipamentos existentes no chão de fábrica, garantindo o correto funcionamento dos mesmos.

Para tal, efetua-se a manutenção preventiva e curativa dos equipamentos, inspecionando e reparando sempre que necessário os diversos equipamentos. Também, é feita uma gestão ao nível do *stock* de material necessário para as diversas atividades inerentes a este departamento.

3.3.5 Logística

O departamento de logística, apresenta a seu cargo o serviço de compras, e ainda, o serviço de armazém. Relativamente à vertente de compras, este departamento é responsável por efetuar uma gestão adequada no que respeita à compra de todo o material necessário para o correto funcionamento do processo de fabrico. Por outras palavras, sempre que existe uma carência de necessidades em algum setor específico, o chefe desse mesmo setor informa o departamento de logística relativamente a essa necessidade, e este, procede à compra do material necessário.

Por outro lado, aqui também se assume a responsabilidade perante a receção das matérias primas, bem como, a expedição do produto final, mais concretamente, dos moldes produzidos pelo setor de produção de moldes e das peças plásticas produzidas pelo setor de produção de plásticos. De salientar que, quando existe a necessidade de se recorrer a processos externos à empresa, isto é, a serviços de subcontratação, este departamento é responsável por gerir toda essa logística de transporte associada.

Já no que respeita ao serviço de armazém, o departamento em questão efetua uma gestão do mesmo, tendo em consideração o *stock* existente de material necessário para uso diário por parte dos colaboradores, mas também, toda a vertente logística associada à produção em série por parte do setor de produção de plásticos.

3.3.6 Qualidade

Este departamento, é responsável pelo controlo de qualidade inerente ao material recebido, bem como, ao produto final expedido. Relativamente ao primeiro, este é alvo de uma análise visual, e ainda, de uma confirmação relativamente ao cumprimento de todas as especificações exigidas pela empresa perante o fornecedor. Também é realizado um controlo respeitante às peças alvo de subcontratação, garantindo que os processos subcontratados foram realizados em conformidade com o exigido pela empresa.

Já no que respeita ao produto final propriamente dito, este departamento efetua os chamados controlos dimensional¹¹ e funcional¹², de forma a garantir que todas as especificações previamente acordadas com o cliente são cumpridas.

É importante salientar também que, relativamente às peças plásticas produzidas no setor de produção de plásticos, é realizado um controlo dimensional regular às diversas peças plásticas.

Por sua vez, no setor de produção de moldes, o controlo aplicado é ligeiramente diferente. Isto porque, quando se realiza os chamados ensaios aos moldes, são produzidas peças plásticas, que posteriormente são analisadas pela empresa e pelo cliente. No entanto, e uma vez que essa produção de peças plásticas é pontual, sendo a produção propriamente dita realizada pelo cliente, o aspeto funcional do molde é extremamente importante, uma vez que, o número de peças produzidas num ensaio é muito inferior ao número de peças que posteriormente serão produzidas pelo cliente, e como tal, é necessário garantir que o molde, para além de produzir peças de acordo com as especificações exigidas, também funcione corretamente aquando da produção em massa de peças plásticas.

3.3.7 Inovação

O departamento de inovação, presta serviço ao setor de produção de moldes, mas também, ao setor de produção de plásticos. Aqui, o termo inovação é perentório, dado que, a política da empresa passa pela procura constante de novas tecnologias e metodologias que visem o seu

¹¹ Técnica utilizada para aferir a medida exata das peças, subconjuntos e equipamentos completos.

¹² Técnica utilizada para aferir a usabilidade do equipamento ou produto.

crescimento e correto funcionamento, sejam inerentes ao processo produtivo, ou ainda, à vertente organizacional e de gestão.

Para tal, este departamento assume a integração da empresa em diversos projetos, sejam estes, internos, ou até mesmo em parcerias com outras empresas do mesmo ramo industrial.

3.4 Processo Produtivo do Molde

Estando a empresa inserida num ramo industrial complexo, e uma vez, que se encontra direcionada para a indústria automóvel, onde a exigência é extrema, é importante perceber todo o fluxo produtivo de um molde, desde a receção da encomenda por parte do cliente, até à sua expedição.

Apesar da empresa apresentar dois setores distintos, apenas é explicitado neste capítulo o processo produtivo de um molde, uma vez que, foi no setor de produção de moldes para a indústria automóvel que se desenrolaram as atividades de estágio.

3.4.1 Descrição Geral

Para uma correta compreensão de como se desenrola o processo geral de um molde, o mesmo é apresentado na **Figura 3.10**, visando diversas etapas desde a consulta por parte do cliente, até à expedição propriamente dita.

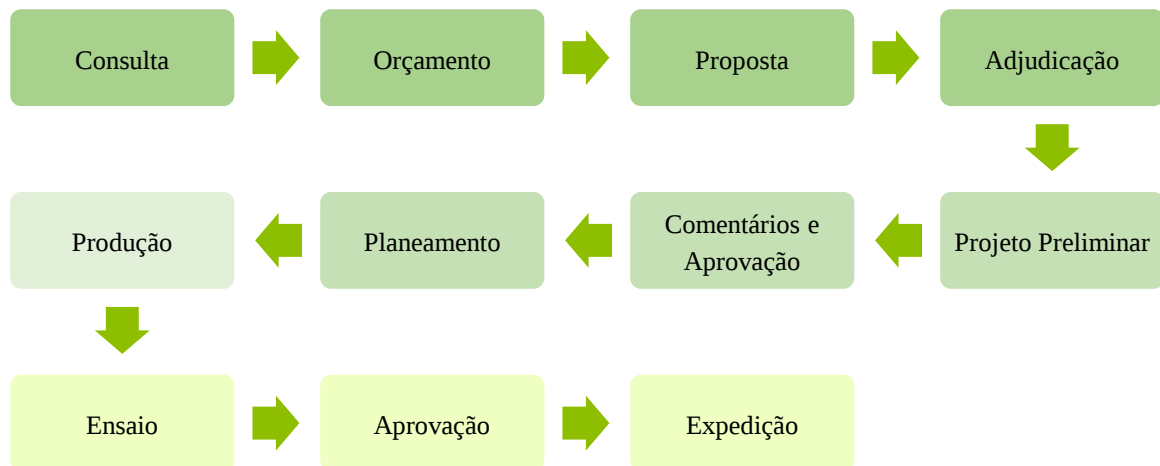


Figura 3.10 – Processo geral de um molde

O processo descrito na **Figura 3.10** abrange toda a fase generalizada do molde, desde o pedido de orçamento do cliente para com a empresa, até à sua expedição. No entanto, é importante ter em conta que este processo pode ser subdividido em quatro fases principais, isto é:

- **1ª Fase** – Consulta + Orçamento + Proposta + Adjudicação
- **2ª Fase** – Projeto Preliminar + Comentários e Aprovação + Planeamento
- **3ª Fase** – Produção
- **4ª Fase** – Ensaio + Aprovação + Expedição

No que respeita à primeira fase, o seu *lead time* é variável, uma vez que, é influenciado diretamente pela capacidade de produção da empresa responsável pela produção do molde. No entanto, também pode variar de acordo com a importância que esse molde representa para o cliente.

Primeiramente, dá-se a consulta em que o cliente efetua a solicitação do orçamento, e posteriormente, o departamento comercial discute com o cliente as especificações técnicas do molde, com o intuito de se avaliar a exequibilidade do molde, efetuando-se também, uma estimativa dos custos que serão imputados ao molde, e consequentemente, define-se o prazo necessário para o seu fabrico. De seguida, a proposta é enviada ao cliente, tendo por base o orçamento previamente executado, podendo este ser negociado consoante a resposta do cliente ao primeiro envio do orçamento. Numa fase final, ocorre a adjudicação, ou por outras palavras, a aprovação do cliente ao orçamento enviado pela empresa, e respetiva, assinatura do contrato.

Após isso, surge a segunda fase que se inicia com o projeto preliminar. Este, pode conter a modelação da peça em 3D ou apenas em 2D, e inicia-se quando se tiver as especificações técnicas, bem como, a informação relativamente ao modo de laboração do molde. Após isso, o projeto preliminar é enviado para o cliente, aguardando-se pelos seus comentários. Caso exista alguma solicitação de alterações, o projeto é revisto e reenviado para o cliente, sendo este processo repetido até que se obtenha a sua aprovação. Findada a aprovação do cliente, o planeamento procede com a planificação da fase de produção do molde, desde a fase inicial até à sua expedição. De notar que, o planeamento é responsável por fazer um acompanhamento diário da situação do molde, garantindo a máxima proximidade com a realidade.

Uma vez efetuado o planeamento do processo de fabrico do molde, inicia-se a terceira fase, ou por outras palavras, a produção propriamente dita. O *lead time* de fabrico do molde varia consoante diversos fatores, entre eles:

- Dimensão do molde;
- Grau de dificuldade;
- Disponibilidade de máquinas;
- Disponibilidade de recursos humanos;
- Necessidade de retrabalho;
- Avaria de máquinas.

Desde a receção da matéria-prima até à expedição do molde, os seus constituintes são alvo de numerosas operações, uma vez que, um molde para a indústria automóvel apresenta diversos constituintes, que numa fase final são montados, obtendo-se assim, o produto final (o molde como um todo). É importante ressaltar que existem algumas operações que podem ser alvo de subcontratação, dada a eventual incapacidade da empresa em realizar certas operações, por exemplo, os tratamentos térmicos e superficiais. Por outro lado, a subcontratação também pode ocorrer devido à inexistência de máquinas disponíveis para a realização de determinadas operações.

Uma vez concluída a fase de produção do molde até primeiro ensaio, procede-se ao ensaio do mesmo, em que o molde é colocado numa máquina de injeção, e é injetado o material plástico. Daí surgem as peças plásticas, que são analisadas internamente pela empresa, mas também pelo cliente, e são definidas alterações/correções necessárias para que a peça plástica fique de acordo com as especificações do cliente. Nesta etapa, o número de ensaios é variável, dependendo da qualidade da peça plástica. Uma vez aprovadas as peças pelo cliente, o molde é preparado para a expedição, em que se realiza as afinações finais, bem como, a respetiva inspeção ao molde e a confirmação da documentação inerente ao mesmo.

Uma vez compreendido o conceito e processo geral de um molde, é igualmente importante conhecer a sua constituição, exposta na secção 3.4.2.

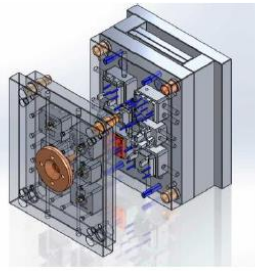
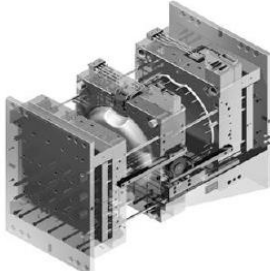
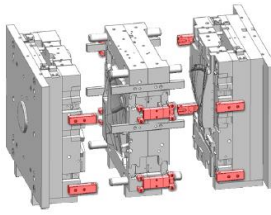
3.4.2 Anatomia de um Molde

Apesar de um molde poder ser idealizado de várias formas aquando da necessidade de produção de peças plásticas, a anatomia do molde depende de vários fatores, como por exemplo, das especificações do cliente, daquilo que a empresa acha que é mais adequado, do número de peças plásticas a produzir por ciclo, ou ainda, da própria máquina de injeção que irá trabalhar com o molde. No entanto, existem vários tipos de moldes, destacando-se os seguintes:

- **Convencional** – O molde em questão apresenta um menor número de componentes, constituído pela parte da cavidade e do macho, com abertura segundo o eixo de desmoldagem. Neste, o material pode ser injetado diretamente na cavidade ou através de um sistema de injeção (Melo, 2019).
- **Sandwich** – Este tipo de molde, é composto por duas cavidades, em que a sua abertura é feita através da máquina de injeção, e permite a produção de peças duplicadas. O conjunto das cavidades encontra-se no meio dos dois machos, através da aplicação de um sistema de cremalheiras (Melo, 2019).
- **Tandem** – Neste molde, consta duas linhas de junta que efetuam uma abertura alternada, ou seja, quando a máquina de injeção abre uma linha de junta, a outra encontra-se fechada por um sistema de trincos (Valente, 2019).
- **Bi-material** – O molde em causa, torna possível a moldação de dois materiais, podendo ser diferentes ou iguais, mas de diferentes cores. Aqui, a moldação ocorre de forma sequencial, sendo o material polimérico moldado na parte solidificada de um material plástico diferente (Melo, 2019). Segundo Fetecau *et al.* (2010) as capas de telemóveis, os para-choques dos carros e os *tupperwares* de duas cores, são exemplos de peças produzidas através deste tipo de molde.

Para uma melhor compreensão dos tipos de moldes descritos anteriormente, expõe-se na seguinte **Tabela 3.1** cada um dos moldes mencionados.

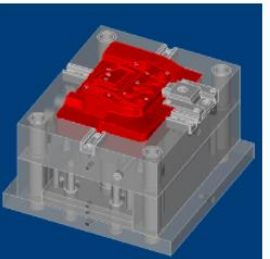
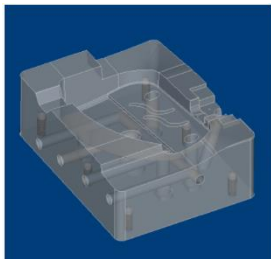
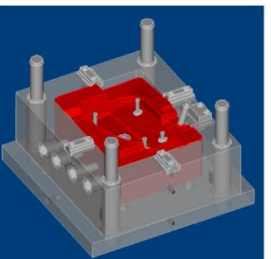
Tabela 3.1 – Tipos de moldes Adaptado de (Valente, 2019)

Convencional	<i>Sandwich</i>	<i>Tandem</i>	<i>Bi-material</i>
			

Uma vez percecionados os principais tipos de moldes existentes, é igualmente importante perceber alguns aspetos relevantes da sua anatomia.

Um molde é constituído por duas partes principais, isto é, o macho e a cavidade, expostos na **Tabela 3.2** e ambas as partes contêm no seu interior a chamada zona moldante ou zona de gravação, sendo esta responsável por dar a forma pretendida à peça (Antunes, 2018). Para além disso, o molde apresenta também diversos mecanismos e acessórios, que permitem o seu correto funcionamento, como é o caso dos balancés e dos elementos móveis.

Tabela 3.2 – Exemplo de um macho e cavidade

Macho	Cavidade
 	 

De uma forma simplista, o molde é composto pelo lado móvel e pelo lado fixo. Relativamente ao primeiro, é onde se encontra alojado o macho (responsável por moldar o interior da peça plástica), e apresenta a extração e um mecanismo, em que quando o molde se encontra aberto, esse mecanismo é acionado e a peça plástica é retirada (Tavares, 2016). Já o lado fixo, é composto pela cavidade (responsável por moldar o exterior da peça plástica), onde se encontra também o sistema de injeção, sendo a partir deste que ocorre a injeção do material na zona moldante, dando origem à peça plástica (Tavares, 2016). Para além disso, também existem elementos que suportam os mecanismos hidráulicos, as manguerias, e ainda, os componentes elétricos. A zona moldante, pode apresentar diversos elementos, consoante o tipo de peças plásticas a produzir, entre eles:

- **Elementos móveis** – Consistem em elementos que permitem efetuar a moldagem da peça plástica, sendo acionados por mecanismos hidráulicos quando ocorre a abertura e fecho do molde;

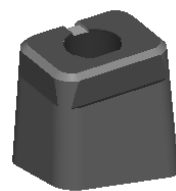
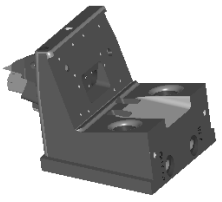
- **Postiços** – São maquinados separadamente da zona moldante, uma vez que são acessórios de reduzida dimensão, onde a precisão deve ser minuciosa. Estes, são justos posteriormente na zona moldante do molde, e utilizados em zonas em que existem grandes dificuldades de maquinação;
- **Extratores** – Remetem para varetas ligadas a uma base comum, que quando fechada completa a superfície moldante, mas quando aberta por um sistema hidráulico movimenta-se verticalmente ou horizontalmente (Antunes, 2018);
- **Balancés** – São também elementos moldantes, movimentando-se diagonalmente ao macho ou à cavidade.

Para além dos componentes mencionados anteriormente, existem outros de particular importância, como é o caso dos movimentos, podendo ser classificados em quatro tipos:

- **Movimentos mecânicos** – São utilizados quando a geometria da peça plástica requer que exista mais do que uma direção de extração, e permitem desmoldar contra saídas;
- **Movimentos hidráulicos** – Surgem aquando da necessidade de trabalhar no interior do aço, os chamados movimentos submarinos na cavidade, sendo acionados por meio de cilindros hidráulicos;
- **Movimentos à extração** – Também permitem realizar a extração de peças com contra saída, sendo guiados por carrinhos que acompanham a deslocação do veio consoante a abertura do molde;
- **Movimentos com mola** – Neste tipo de movimentos, são criados alojamentos para mola, que aquando da abertura e fecho do molde, expandem ou comprimem, permitindo desmoldar as peças com contra saída.

De forma a clarificar os elementos mencionados anteriormente, expõe-se na seguinte **Tabela 3.3** alguns exemplos.

Tabela 3.3 – Exemplos de elementos dos moldes

Postiço	Extrator	Balancé	Movimento
			

Após uma breve descrição dos diversos tipos de moldes existentes, e da sua anatomia em geral, procede-se para a exposição dos processos de transformação industriais existentes, dispostos na secção **3.4.3**.

3.4.3 Processos de Transformação Industriais

O molde apresenta diversos processos de transformação industriais, tal como se expõe na seguinte **Figura 3.11**.

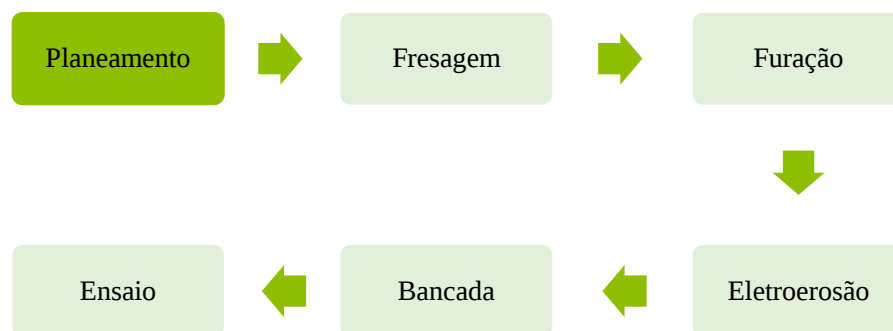


Figura 3.11 – Etapas principais de um molde

Após executado o planeamento produtivo de cada molde, o processo inicia-se com a fresagem, passando pela furação, eletroerosão e bancada, finalizando-se com os ensaios necessários e respetiva aprovação por parte do cliente. Para uma compreensão detalhada do processo produtivo de um molde, é apresentado de seguida cada um dos setores.

De salientar, que apesar do planeamento da produção ser realizado *à priori* de qualquer operação produtiva, nesta secção essa fase de planeamento não será abordada, uma vez que, uma das atividades realizadas passa pela ingressão nesse setor, sendo abordado em detalhe mais adiante.

Fresagem

Após a receção da matéria prima, neste caso, os blocos de aço em bruto, o primeiro setor a exercer a sua atividade é o setor de fresagem. O bloco de aço chega ao armazém da empresa num estado semelhante ao que se pode visualizar na seguinte **Figura 3.12**, e após isso, inicia-se o primeiro processo de fresagem.



Figura 3.12 – Matéria prima na forma de bloco de aço bruto

Este processo, é realizado por fresadoras e com ferramentas de corte, denominadas por fresas, tendo início aquando da disponibilização dos modelos de maquinação, estando presente no **ANEXO B – Modelo para Maquinação** um exemplo de um modelo de maquinação que foi disponibilizado na rede da empresa, e que serviu de suporte para o início de maquinação da

peça. Sob um olhar mais pormenorizado ao processo de fresagem de um molde, este apresenta as seguintes etapas ilustradas na **Figura 3.13**.



Figura 3.13 – Processos inerentes ao setor de fresagem

A fresagem não é nada mais, nada menos, que um processo de maquinaria mecânica, cujo objetivo, é retirar o excesso de material à peça, conferindo-lhe a forma e acabamento desejado. De salientar que são efetuados dois movimentos, ou seja, o movimento de rotação da fresa e o movimento relativo peça-ferramenta. De notar também, que o movimento relativo peça-ferramenta pode ser realizado através do movimento da mesa da máquina, ou pelo movimento da própria ferramenta, no caso em que a mesa da máquina é fixa. Na *Moldit – Indústria de Moldes, S.A.*, este setor encontra-se subdividido em três secções, isto é:

- Fresagem CNC (peças de elevada dimensão);
- Fresagem de acessórios;
- Fresagem convencional.

Relativamente à secção de fresagem CNC, a empresa possui diversas máquinas, sendo na maioria máquinas de três eixos. No entanto existem três máquinas de cinco eixos, adquiridas nos últimos anos, e que vieram auxiliar bastante em trabalhos de difícil execução, nomeadamente, trabalho inclinado, seja este de desbaste ou acabamento.

Já no que respeita à fresagem de acessórios, esta secção destina-se, única e exclusivamente, à fresagem dos acessórios pequenos do molde, como por exemplo:

- Postiços;
- Balancés;
- Barras de extração;
- Movimentos, entre outros.

Nesta secção, a maioria das fresadoras possuem três eixos, sendo que apenas duas fresadoras possuem cinco eixos. Mais uma vez, as máquinas dotadas de cinco eixos permitem um trabalho mais facilitado para o operador da máquina, uma vez que, a mesa onde se fixa a peça, é dotada de inclinação quando necessário, bem como, a própria fresa.

Por fim, a secção de fresagem convencional, apresenta três máquinas que efetuam a fresagem de peças de reduzidas dimensões. De salientar que nesta seção, as máquinas são todas manuais, pelo que é imperativo a presença humana, ao contrário do que se verifica nas duas secções mencionadas anteriormente.

É importante ressaltar, que apesar do processo de fresagem CNC ser o que se encontra exposto na **Figura 3.13**, as peças podem ser alvo de operações intermédias, como é o caso dos tratamentos à peça, a redução de tensões, ou até mesmo, a necessidade de retificação da peça. Ou seja, as peças chegam à empresa em blocos de aço bruto, que quando sujeitos ao processo de desbaste, sofrem mudanças bruscas de temperatura, e por sua vez, pode surgir a necessidade de suprimir as tensões do bloco, ou proceder à retificação do mesmo, de forma a evitar, que quando se iniciem os processos seguintes, a peça não apresente empenos. Por outro lado, também pode ser necessário recorrer a processos de textura, nitruração, entre outros, que deem o aspeto necessário à peça. Na seguinte **Figura 3.14** é possível constatar uma peça submetida ao processo de fresagem, desde a chegada do aço em bruto, até à fase final de acabamento.



Figura 3.14 – Peça submetida à fresagem

Furação

Uma vez conhecido o setor de fresagem, expõe-se o setor de furação, extremamente comum no setor metalomecânico, e que compreende diversas secções, entre elas:

- Furação;
- Retificação;
- Tornearia;
- Tapagem de Circuitos.

Relativamente à secção de furação, esta é composta por três máquinas, sendo duas delas CNC (cinco eixos e três eixos), e a última, manual de três eixos. A ferramenta utilizada, denomina-se por “broca”, sendo as brocas helicoidais as utilizadas nesta indústria.

Para que se consiga realizar o chamado “arranque de apara”, é necessário que ocorra dois tipos de movimentos, ou seja, o movimento de rotação¹³ e o movimento de avanço¹⁴. Através destes dois movimentos em simultâneo, o gume da broca efetua o seu movimento helicoidal, retirando assim as aparas do bloco de aço. É importante salientar que a máxima refrigeração da broca é algo que deve ser tido em conta recorrentemente, uma vez que, caso não se verifique, pode causar danos na própria broca ou desvios no furo.

A máquina CNC de cinco eixos foi um investimento bastante importante para a *Moldit – Indústria de Moldes, S.A.*, dado que, nas operações de furação em peças de elevada dimensão

¹³ Rotação da broca em torno do seu próprio eixo.

¹⁴ Avanço da broca contra a peça que se encontra fixa na mesa da máquina.

e com furos inclinados, era extremamente difícil o manuseamento da peça por parte do operador, mas também, o acerto do ângulo de inclinação, sendo este executado através de um aparelho designado por suta¹⁵.

Já no que respeita à secção de retificação, a empresa apresenta duas máquinas retificadoras para o efeito. De ressaltar que, apesar de esta secção não ser o setor mais influenciador no que ao processo de produção diz respeito, por vezes, existe a necessidade de se enviar peças para retificar externamente, a chamada operação subcontratada. Isto porque, as retificadoras presentes na empresa não têm capacidade dimensional para efetuar a retificação de peças de elevada dimensão.

Por fim, a secção de tornearia é composta por dois tornos manuais. Neste setor, o objetivo é que se adquira peças de revolução, sendo assim, utilizados os chamados tornos mecânicos. Existem diversas operações passíveis de realização nesta secção, entre elas:

- Torneamento de interiores¹⁶;
- Torneamento de exteriores¹⁷;
- Mandrilar¹⁸;
- Furar¹⁹;
- Sangrar²⁰;
- Recartilhar²¹;
- Roscagem manual alinhada pelo contraponto²².

De salientar, que é neste setor de furação que se realizam os furos para os circuitos de refrigeração e de óleo dos moldes, passando posteriormente, pela secção de tapagem de circuitos, com vista a se proceder à testagem dos circuitos, e respetiva tapagem.

No entanto, é necessário ter em consideração que se uma determinada peça de um molde for sujeita a um tratamento térmico, a furação deve ser efetuada *à priori* desse tratamento, isto porque, esses tratamentos térmicos alteram as características do aço, e consequentemente, torna mais difícil e demorado proceder ao processo de furação, provocando também, um desgaste elevado das ferramentas.

Na seguinte **Figura 3.15** é possível visualizar uma peça em fase de furação, quer na execução do trabalho lateral (imagem da esquerda), quer no trabalho frontal relativo à zona de gravação (imagem da direita).

¹⁵ Aparelho de medição de ângulos.

¹⁶ Processo com movimento de penetração e avanço do lado interior da peça.

¹⁷ Processo com movimento de penetração e avanço do lado exterior da peça.

¹⁸ Processo em que ocorre o movimento de rotação da peça, e consequente avanço do mandril.

¹⁹ Execução de furo com broca helicoidal, em que a peça executa o movimento de rotação e a broca o movimento de avanço.

²⁰ Processo de corte da peça.

²¹ Operação sem arranque de apara, com encalcamento do material que confere uma superfície de revolução com certa rugosidade.

²² Operação de roscagem manual em que ocorre o movimento de rotação da ferramenta e o movimento de avanço através da tração que é exercida no contraponto.



Figura 3.15 – Peça submetida à furação

Por sua vez, na **Figura 3.17** é possível verificar um modelo de circuitos de um macho de um dado molde e na **Figura 3.16** consta o modelo de circuitos de um acessório de um molde, neste caso, de um movimento.

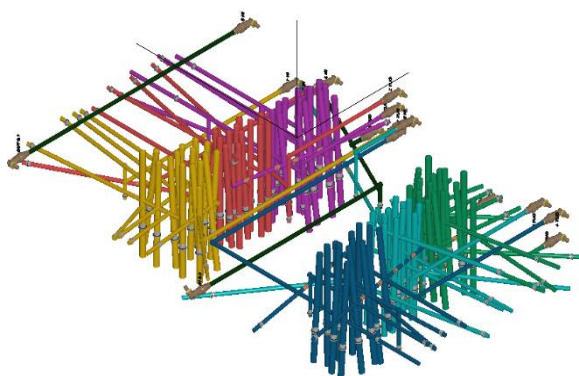


Figura 3.17 – Modelo de circuitos de um macho



Figura 3.16 – Modelo de circuitos de um acessório

Analisando a **Figura 3.17** e **Figura 3.16**, verifica-se que os circuitos associados ao macho e à cavidade dos moldes, são bastante mais complexos do que os circuitos dos acessórios, neste caso, do movimento do molde exposto na **Figura 3.16**.

Estes modelos de circuitos para as diversas peças do molde, são disponibilizados na rede da empresa, e que usualmente auxiliam os colaboradores nas operações relativas à furação, mas também, na secção de tapagem de circuitos.

Eletroerosão

Uma vez conhecido o setor de fresagem e de furação, dá-se então a conhecer o setor de eletroerosão. Este processo de eletroerosão é utilizado de forma recorrente na zona de gravação da peça, uma vez que, são zonas que ficam visíveis na peça plástica e requerem uma alta precisão. Para tal, existem dois tipos de eletroerosão, isto é:

- Eletroerosão por penetração (EDM);
- Eletroerosão por fio (WEDM).

Relativamente à eletroerosão por penetração, também conhecida pela sigla EDM (*Electric Discharge Machining*), remete para um processo de maquinação em que a remoção de material da peça não é executada pelo contacto entre a ferramenta de corte e a peça, mas sim, através de sucessivas e rápidas descargas elétricas entre dois polos, neste caso, a ferramenta e a peça. De salientar, que neste setor a ferramenta de trabalho é o chamado eléctrodo.

O eléctrodo e a peça, quando ligados a um gerador de impulsos elétricos, produzem sucessivas descargas, provocando a erosão da peça, estando esta submergida num fluido isolante denominado por dielétrico. Assim, é necessário que tanto o eléctrodo como a peça apresentem propriedades que possibilitem a condução elétrica. Neste caso, a peça sendo de aço é um bom condutor elétrico, e por sua vez, os eléctrodos de grafite utilizados na *Moldit – Indústria de Moldes, S.A.*, também possibilitam essa condução elétrica.

Uma vez que, o eléctrodo que permite realizar este tipo de processo chega à empresa em bloco de grafite bruto, é necessário que este passe pelo processo de maquinação. Ou seja, quando maquinado, o eléctrodo adquire a forma pretendida para que depois possa ser utilizado no processo de eletroerosão por penetração. Para tal na **Figura 3.18** são apresentados alguns eléctrodos em blocos de grafite brutos, e posteriormente, maquinados.



Figura 3.18 – Eléctrodos utilizados na eletroerosão por penetração

Por sua vez, a eletroerosão por fio, também conhecida pela sigla WEDM (*Wire Electric Discharge Machining*), consiste num processo de corte do material da peça através de um eléctrodo de fio, consoante a forma desejável.

Esta técnica utiliza um eléctrodo de fio que atravessa a peça de forma contínua, e que é alvo de monitorização através de um comando numérico. À semelhança do que acontece com a eletroerosão por penetração, aqui também se efetuam descargas elétricas entre a peça e o eléctrodo, separados pelo dielétrico, neste caso água desionizada. Este dielétrico, funciona como isolante elétrico, mas também, possibilita a limpeza da zona da peça que se encontra em erosão e a sua refrigeração.

É importante ter em conta, que a eletroerosão não apresenta uma dependência direta relativamente às propriedades mecânicas dos materiais, sendo possível erodir aços recozidos,

mas também, aços temperados e revenidos, o que permite eliminar as variações dimensionais das peças quando submetidas a tratamentos térmicos.

Outra grande vantagem deste processo, remete para a capacidade de operar em geometrias com elevada complexidade. Na seguinte **Figura 3.19** é apresentada uma peça submetida ao processo de eletroerosão por penetração.



Figura 3.19 – Peça submetida à eletroerosão por penetração

Bancada

Ao contrário do que acontece com os setores de fresagem, furação e eletroerosão, o setor de bancada requer bastante trabalho manual por parte dos colaboradores. As peças, tanto podem entrar neste setor já numa fase final do processo produtivo, ou até mesmo, numa fase intermédia. Como tal, na seguinte **Figura 3.20** consta algumas das funções que o setor em questão é responsável.

Ajuste	Quebramento de Quinas	Polimento	Montagem	Ajuste em Prensa
• Postiços • Barras extração • Balancés • Movimentos		• Macho • Cavidade • Elementos moldantes	• Estrutura • Extração • Periféricos • Sistema injeção • Acessórios <i>standard</i>	• Preparação para ajuste em prensa • Preparação para ensaio

Figura 3.20 – Operações realizadas pela bancada

No que respeita às tarefas intermédias a executar pelo setor de bancada, destaca-se o ajuste dos acessórios, bem como, o quebramento de quinas. Por sua vez, a maioria das tarefas são executadas já numa fase final do processo, como é o caso do polimento dos componentes do molde e a montagem final do mesmo. Posteriormente a isso, o molde é levado à prensa onde se procede ao seu ajuste do macho e da cavidade, ficando disponível para ensaio após essa fase de ajustamento em prensa. Para tal, na **Figura 3.21** expõe-se uma peça em fase de ajuste dos acessórios e na **Figura 3.22** um molde em ajuste em prensa.



Figura 3.21 – Peça submetida ao ajuste na bancada



Figura 3.22 – Molde submetido ao ajuste na prensa

Ensaio e Qualidade

Uma vez realizado o ajuste do molde em prensa, bem como, todas as afinações necessárias, o mesmo é submetido ao ensaio. No ensaio, o objetivo passa por avaliar o funcionamento do molde alvo de produção, e consequentemente, a qualidade das peças obtidas. Aqui, torna-se possível tirar ilações acerca do cumprimento dos requisitos que o cliente exige para com as peças.

Durante o ensaio, efetua-se uma análise geral às peças que vão sendo produzidas, e posteriormente, a empresa efetua uma análise minuciosa às peças produzidas, de forma a que se consiga aproximar a peça o mais possível do que é exigido pelo cliente.

Tanto podem existir ensaios com a presença do cliente, ou até mesmo, na sua ausência. No caso em que o cliente está presente, este também avalia as peças produzidas, e *à posteriori*, tece comentários por escrito às peças, para que se proceda às correções necessárias. Uma vez corrigido o necessário, o molde é novamente submetido a ensaio.

De notar, que apesar que o ideal seja apenas a realização de um único ensaio, é usual que ocorra em média quatro ou cinco ensaios até que o molde esteja em condições de ser expedido. Este rigor, deve-se ao facto de os moldes em questão serem direcionados para a indústria automóvel, onde as tolerâncias são mínimas. Para tal, na **Figura 3.23** encontra-se exposto um molde em fase de ensaio.

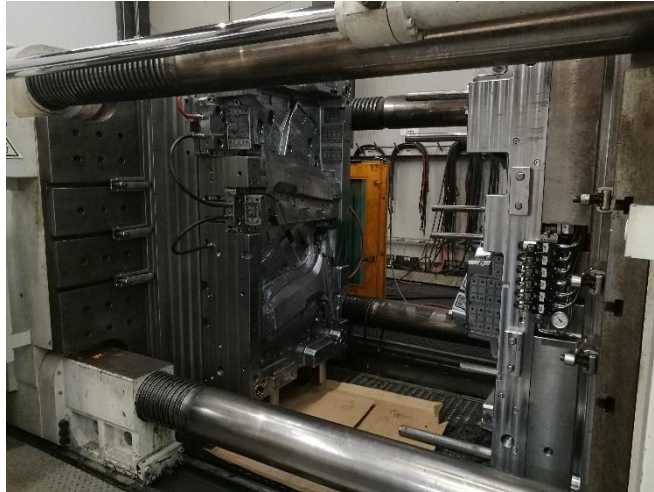


Figura 3.23 – Molde submetido à fase de ensaio

É importante salientar que, pode ocorrer que o cliente submeta um pedido de alteração ao molde, e quando assim é, pode ser exigido que o molde efetue um novo ensaio, para que se consiga garantir o seu correto funcionamento após a alteração efetuada ao mesmo, independentemente se essa alteração influencia ou não o seu funcionamento.

É importante ter em consideração que todo o processo também é alvo de garantia de qualidade. Para tal, é efetuada a medição das cotas reais, com o intuito de as comparar às cotas teóricas. No entanto, este setor também efetua a monitorização, e a respetiva calibração dos equipamentos de medição, para que se consiga realizar as medições necessárias de forma correta e assertiva.

Em paralelo, este setor também é responsável por garantir que as espessuras e cotas específicas, se encontrem de acordo com o especificado pelo cliente, sendo essencial, pois permite não só detetar não conformidades no molde, mas também, garantir que tudo o que é exigido por parte do cliente é cumprido.

4 PLANEAMENTO DA PRODUÇÃO NA MOLDIT

Uma vez exposto a revisão da literatura referente às temáticas desenvolvidas no decorrer do estágio, bem como, a empresa onde decorreu o estágio, é abordado neste capítulo o planeamento da produção na *Moldit – Indústria de Moldes, S.A*, com o intuito de perceber de forma clara como funciona o processo de planeamento de produção numa indústria de moldes, e assim, auxiliar nas atividades necessárias.

4.1 Acompanhamento dos Moldes

Numa fase inicial do estágio, fez-se o acompanhamento dos principais setores inerentes ao processo produtivo de um molde, dada a elevada complexidade da sua produção. O objetivo centrava-se na captação de conhecimento da indústria, que posteriormente, permitisse uma melhor integração nas atividades a desenvolver.

Uma vez acompanhados os diversos setores de produção, passou-se a fazer o seguimento dos acessórios de diversos moldes, conjuntamente com o seguimento diário dos elementos críticos dos moldes, tarefas realizadas normalmente pelo planeamento da produção.

Semanalmente, verificou-se na rede da empresa se já tinham sido disponibilizados novos modelos, quer seja dos elementos principais do molde, quer seja dos elementos pequenos. Como tal, os modelos disponíveis na rede da empresa encontravam-se subdivididos em *Gravação, Estrutura e Acessórios*²³.

Dado que, é pouco comum que o primeiro modelo a ser disponibilizado na rede já se encontre no estado final, por exemplo, que já apresente os circuitos hidráulicos e de refrigeração, é importante verificar regularmente os modelos que vão sendo disponibilizados para cada elemento do molde, isto porque, quando se faz o seguimento dos diversos constituintes do molde, deve-se ter uma perceção do que está feito em termos fabris, e do que ainda se encontra em falta. Como tal, deve-se observar a zona de gravação da própria peça (zona de moldagem da peça plástica), mas também, a parte traseira, lateral e os circuitos.

Após isso, procede-se para a fase de acompanhamento dos acessórios mais críticos dos moldes, isto porque, existem acessórios que têm de estar disponíveis aquando da entrada do macho e da cavidade na bancada, para se proceder ao ajuste. Como acessórios críticos e que requerem uma especial atenção, destacam-se os movimentos, postigos, barras de extração e balancés, sendo variável o número de acessórios de cada molde. O acompanhamento dos acessórios mencionados é feito para que, no final da semana, o departamento de planeamento consiga ter uma perspetiva do que já está feito e do que está em falta relativamente aos acessórios em questão. Esta tarefa é extremamente importante para o planeamento, porque é recorrente que um certo acessório seja necessário para ajuste na bancada e que ainda tenha

²³ Organização dos modelos do molde em pastas, em que a *Gravação* diz respeito ao macho e à cavidade, a *Estrutura* remete para as placas traseiras, de extração, calços e outros, e os *Acessórios* é onde se encontra os restantes modelos do molde, sejam elementos críticos (postigos, barras de extração, balancés e movimentos) ou acessórios gerais do molde.

processos em falta. Este seguimento, evita que após o ajuste se considerasse que os acessórios já se encontravam em estado final, quando na verdade ainda poderiam ter operações em falta.

4.2 Planeamento da Produção através do *Microsoft Project*

O planeamento de todo o processo produtivo da *Moldit – Indústria de Moldes, S.A.*, é executado através da ferramenta *Microsoft Project*, sendo designada por *Carga*. Como tal, o autor contactou diretamente com esta ferramenta, para que pudesse não só perceber como era realizado o planeamento da produção, mas também, para que adquirisse conhecimentos úteis para o futuro relativos a uma ferramenta tão essencial hoje em dia na indústria.

4.2.1 *Resource Sheet*

Uma vez que a indústria de moldes se encontra em constante modernização e crescimento, é usual que possam ocorrer mudanças ao nível da maquinaria no chão de fábrica, seja por incapacidade das máquinas na elaboração de processos complexos, seja por mera atualização do parque de máquinas.

Como tal, quando se define centros de trabalho no *Project* para as operações fabris, é necessário que as máquinas já se encontrem inseridas na ferramenta, com a devida designação. Assim, aquando da modificação do parque de máquinas no chão de fábrica, torna-se necessário rever os centros de trabalho no *Project*, e colocar novos centros de trabalho. Essa atribuição de máquinas é executada no separador *Resource Sheet* da ferramenta *Project*, tal como se pode constatar pela seguinte **Figura 4.1**.

	Resource Name	Tipo	Rótulo Material	Iniciais	Grupo
1	FE16 - Zayer	Trabalho		FE16 - Zayer	FRESAGEM
2	FE22 - Rambaudi	Trabalho		FE22 - Rambaudi	FRESAGEM
3	FE26 - Depo	Trabalho		FE26 - Depo	FRESAGEM
4	FE28 - Sdv	Trabalho		FE28 - Sdv	FRESAGEM
5	FE18 - Rambaudi	Trabalho		FE18 - Rambaudi	FRESAGEM
6	FE31 - MasterMill	Trabalho		FE31 - MasterMill	FRESAGEM
7	FE32 - U MILL 1800	Trabalho		FE32 - U MILL 1800	FRESAGEM
8	FE35 - Promac	Trabalho		FE35 - Promac	FRESAGEM
9	FE25 - Correia	Trabalho		FE25 - Correia	FACESS
10	MA01 - Collet	Trabalho		MA01 - Collet	FURAÇÃO
11	MA06 - Heto	Trabalho		MA06 - Heto	FURAÇÃO
12	MA07 - Cheto IX 3000	Trabalho		MA07 - Cheto IX 3000	FURAÇÃO
13	TP - Tapagem de águas	Trabalho		TP - Tapagem águas	FURAÇÃO
14	EE01 - Ona 30	Trabalho		EE01 - Ona 30	EROSÃO
15	EE07 - Ona 700	Trabalho		EE07 - Ona 700	EROSÃO
16	EE08 - Ona NX8	Trabalho		EE08 - Ona NX8	EROSÃO
17	EE09 - Ona 400	Trabalho		EE09 - Ona 400	EROSÃO
18	FE30 - S Exos	Trabalho		FE30 - S Exos	FACESS
19	FE23 - Mori	Trabalho		FE23 - Mori	FACESS
20	FE24 - Anayak	Trabalho		FE24 - Anayak	FACESS
21	TO02 - Clovis 28	Trabalho		TO02	TORNO
22	FE19 - Eumach	Trabalho		FE19 - Eumach	FACESS
23	Prensa Grande	Trabalho		PG	Bancada
24	Prensa Pequena	Trabalho		PP	Bancada
25	BA01	Trabalho		Bancada 1	
26	BA02	Trabalho		Bancada 2	
27	BA03	Trabalho		Bancada 3	
28	Polimento	Trabalho		Polimento	
29	FE29 - GT	Trabalho		FE29 - GT	
30	FE33 - Microcut	Trabalho		FE33 - Microcut	
31	FE36 - Mikron	Trabalho		FE36 - Mikron	

Figura 4.1 – Atribuição de centros de trabalho no *Project*

Para tal, apenas é necessário colocar o nome da máquina na coluna *Resource Name* e a respetiva designação que se pretende utilizar, na coluna *Iniciais*. Para além disso, deve ser atribuído para cada máquina o respetivo setor a qual pertence, inserido na coluna *Grupo*.

4.2.2 Tracking Gantt

Uma vez definidos os centros de trabalho que irão ser atribuídos às operações fabris dos moldes, é igualmente importante expor o código de cores em vigor na *Moldit – Indústria de Moldes, S.A*, no que ao *Project* diz respeito, passível de ser visualizado na seguinte **Figura 4.2**.

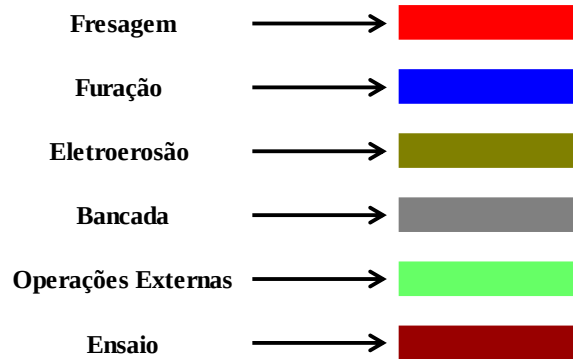


Figura 4.2 – Código de cores utilizado pela empresa no *Project*

Uma vez verificado qual o código de cores associado a cada setor operacional, o passo seguinte passa por perceber como efetivamente se começa a delinear o processo produtivo dos diversos moldes. Na seguinte **Figura 4.3**, é possível visualizar o processo produtivo de um exemplo de um molde produzido pela empresa, neste caso o molde *MDI2572*.

216	2572 » Projecto
233	2572 » Produção - Planeamento preliminar
234	2572 » Macho - Desbaste
235	2572 » Macho - Galgamento
236	2572 » Macho - Estruturar
237	2572 » Macho - Rectificar
238	2572 » Macho - Acabamento + 2D F
239	2572 » Macho - Erosão caixas
240	2572 » Macho - 2D T
241	2572 » Macho - Furação
242	2572 » Macho - Furação
243	2572 » Macho - Ajuste de postigos
244	2572 » Macho - Ajuste de barras de extracção
245	2572 » Macho - Ajuste de balancés
246	2572 » Macho - Acabamento
247	2572 » Macho - Ajuste de barras de extracção #3550, #3560, #3591, #3501, #3511, #3561, #3551, #3590, #3500, #3510
248	2572 » Macho - Acabamento
249	2572 » Macho - 2D L/I
250	2572 » Macho - Erosão (com balancés 2860, 2920, 2980, 3040, 3060, 3080, 3120, 3180)
251	2572 » Macho - Tapagem de circuitos
252	2572 » Macho - Polimento
253	2572 » Macho - Ajuste de movimentos
254	2572 » Macho - Montagem de estrutura
255	2572 » Macho - Montagem de extracção
256	2572 » Macho - Montagem de periféricos
257	2572 » Macho - Preparação para ajuste

Figura 4.3 – Delineamento do processo produtivo do macho do molde *MDI2572*

Na **Figura 4.3** anterior, apenas é apresentado o processo produtivo do macho do molde em questão. No entanto, o mesmo também é feito para a cavidade, bem como, para todos os elementos da estrutura do molde e acessórios críticos. Como elementos de estrutura destacam-se as placas de extração, placas traseiras, placas porta carburadores e os calços. Já no que respeita ao planeamento dos acessórios críticos, enumeram-se os movimentos, postigos, barras de extração e balancés.

A sequência de processos demonstrada anteriormente na **Figura 4.3**, é passível de ser definida com clareza, uma vez que é prática comum na *Moldit – Indústria de Moldes, S.A*, executar-se revisões de projeto, em que o departamento técnico efetua uma demonstração do aspeto visual do molde, sendo discutido algumas sugestões mais benéficas, no que a uma maior facilidade de produção diz respeito.

Após definida a sequência de processos do molde, os chefes de cada setor são responsáveis por fornecer os tempos que necessitam em cada etapa do processo, e após isso, o departamento de planeamento procede à inserção desses tempos no *Project* e à atribuição dos respetivos centros de trabalho, tal como se pode verificar pela **Figura 4.4**.

Nº	OPERAÇÃO	INFORMAÇÃO VÁLIDA PARA PLANEAMENTO	DUR.P	Nomes de Recursos	PRECED.	Grupo de Recursos	%	INICIO PREV.	FIM PREV.
216	2572 » Projeto		296,4 se?				0%	Seg 29/12/14	Qua 09/12/20
233	2572 » Produção - Planeamento preliminar		324,1 se?				5%	Seg 29/12/14	Sex 02/07/21
234	2572 » Macho - Desbaste	3d	3 d	FE18 - Rambaudi		PRESAGEM	30%	Seg 08/03/21	Qua 10/03/21
235	2572 » Macho - Galgamento	1d	1 d	FE18 - Rambaudi	234	PRESAGEM	0%	Qui 11/03/21	Qui 11/03/21
236	2572 » Macho - Estruturar	2d	2 d	FE16 - Zayer	235	PRESAGEM	0%	Sex 12/03/21	Seg 15/03/21
237	2572 » Macho - Rectificar		2 d		236		0%	Ter 16/03/21	Qua 17/03/21
238	2572 » Macho - Acabamento + 2D F	12d	11 d	FE35 - Promac	237	PRESAGEM	0%	Qui 18/03/21	Qui 01/04/21
239	2572 » Macho - Erosão caixas	3d	3 d	EE08 - Ona NX8	236;238	EROSÃO	0%	Seg 05/04/21	Qua 07/04/21
240	2572 » Macho - 2D T	3d	1 d	FE28 - Sdv	237;239	PRESAGEM	0%	Qui 08/04/21	Qui 08/04/21
241	2572 » Macho - Furação	7d	2 d	MA06 - Heto	240	FURAÇÃO	0%	Sex 09/04/21	Seg 12/04/21
242	2572 » Macho - Furação	7d	7 d	A07 - Cheto IX 3000	241	FURAÇÃO	0%	Ter 13/04/21	Qua 21/04/21
243	2572 » Macho - Ajuste de postigos	1d	1 d		242		0%	Qui 22/04/21	Qui 22/04/21
244	2572 » Macho - Ajuste de barras de extracção	4d	2 d		243		0%	Sex 23/04/21	Seg 26/04/21
245	2572 » Macho - Ajuste de balancés	7d	6 d		244		0%	Ter 27/04/21	Ter 04/05/21
246	2572 » Macho - Acabamento	9d	1,2 se	FE35 - Promac	245	PRESAGEM	0%	Qua 05/05/21	Qua 12/05/21
247	2572 » Macho - Ajuste de barras de extracção #3550, #3560, #3591, #3501, #3511, #3561, #3551, #3590, #3500, #3510	4d	2 d		243;246		0%	Qui 13/05/21	Sex 14/05/21
248	2572 » Macho - Acabamento	9d	2 d	FE35 - Promac	247	PRESAGEM	0%	Seg 17/05/21	Ter 18/05/21
249	2572 » Macho - 2D L/I	2d	2 d	FE35 - Promac	248	PRESAGEM	0%	Qua 19/05/21	Qui 20/05/21
250	2572 » Macho - Erosão (com balancés 2860, 2920, 2980, 3040, 3060, 3080, 3120, 3180)	10d	7 d	EE08 - Ona NX8	246;249;248	EROSÃO	0%	Sex 21/05/21	Seg 31/05/21
251	2572 » Macho - Tapagem de circuitos	1,5d	1,5 d	Tapagem de águas	250;242;241	FURAÇÃO	0%	Ter 01/06/21	Qua 02/06/21
252	2572 » Macho - Polimento	4d	4 d		251		0%	Qua 02/06/21	Qua 09/06/21
253	2572 » Macho - Ajuste de movimentos	4d	4 d		252		0%	Qua 09/06/21	Qua 16/06/21
254	2572 » Macho - Montagem de estrutura	3d	3 d		253		0%	Qua 16/06/21	Seg 21/06/21
255	2572 » Macho - Montagem de extracção	3d	3 d		253		0%	Qua 16/06/21	Seg 21/06/21
256	2572 » Macho - Montagem de periféricos	2d	2 d		255		0%	Seg 21/06/21	Qua 23/06/21
257	2572 » Macho - Preparação para ajuste	1d	1 d		256		0%	Qua 23/06/21	Qui 24/06/21

Figura 4.4 – Inserção de tempos de processo e atribuição de centros de trabalho

É importante referir que a sequência de processos pode sofrer alterações, consoante a disponibilidade de máquinas, e de forma a contrariar a sobrecarga das mesmas, não sendo necessário que se reescreva a sequência de processos, dado que, se pode colocar as precedências convenientes de forma a garantir a sequência desejada. Nesta fase, também é possível visualizar o setor responsável por cada operação, a sua percentagem de execução, e ainda, o início e término previsto para cada operação. Na seguinte **Figura 4.5**, encontra-se exposta a fase inicial definida para o macho do molde em questão.

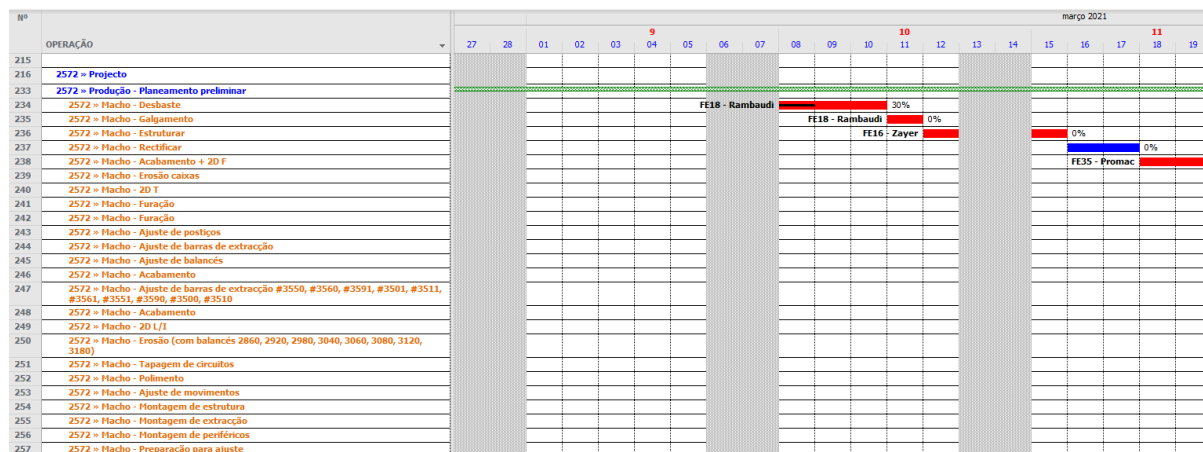


Figura 4.5 – Sequência de processos do macho

Na **Figura 4.5**, verifica-se que as cores do processo já se encontram definidas consoante o código de cores demonstrado anteriormente na **Figura 4.2**. Assim, a etapa seguinte só se inicia aquando da finalização da etapa anterior, onde é possível visualizar os centros de trabalho definidos para cada etapa. É importante ressaltar que aquando da atribuição de centros de trabalho, é imperativo ter em consideração a dimensão do elemento do molde, o respetivo curso e dimensão da mesa de cada centro de trabalho, e ainda, os processos que são mais adequados a cada máquina, o que condiciona bastante o planeamento da *Carga*.

O planeamento da *Carga* é elaborado para todos os moldes existentes em produção. No entanto, primeiramente surgem os moldes até primeiro ensaio, e após esses, são colocados os moldes após primeiro ensaio, uma vez que estes últimos, apresentam operações mais curtas e pontuais. De salientar que as operações dos moldes após primeiro ensaio, encontram-se sempre presentes na *Carga*, independentemente do número de ensaios a que já foram ou que serão futuramente sujeitos.

Após cada ensaio, o cliente elabora um pedido de correções/alterações que considera pertinente para o correto funcionamento do molde. Daí, surgem as chamadas *OF's*, ou por outras palavras, as ordens de fabrico para correções/alterações. Nestas, são definidas as intervenções necessárias a fim de garantir que as peças plásticas a produzir pelo molde estejam de acordo com o especificado pelo cliente. Como tal, o departamento de planeamento vai colocando as operações necessárias na respetiva *Carga*, e procede ao seu sequenciamento fabril.

No **ANEXO C – Ordem de Fabrico** é possível visualizar uma ordem de fabrico destinada a correções/alterações após o ensaio realizado, sendo idealizada internamente, mas tendo em consideração os comentários do cliente. Por questões de confidencialidade, a ordem de fabrico presente no **ANEXO C – Ordem de Fabrico** apenas apresenta as ações de correção necessárias, não se encontrando expostas as fotos que vêm agregadas às ordens de fabrico.

Tal como referido anteriormente, o departamento de planeamento também executa os chamados planos de cliente, que não são nada mais nada menos do que um plano produtivo relativo ao molde, sendo o gestor de projeto a enviar esse planeamento ao cliente. Para tal, no **ANEXO D – Plano de Cliente** é possível visualizar um exemplo de um plano de cliente elaborado para um molde em fase de produção, e que posteriormente foi enviado ao cliente.

4.2.3 *Detail Gantt*

Como ferramenta auxiliar, o *Project* apresenta um separador denominado por *Detail Gantt*, em que é possível constatar as diversas operações para cada molde, definidas *à priori*, bem como, a sequência de processos que cada elemento irá seguir até se encontrar em estado final. Para uma melhor perceção desta ferramenta suplementar, expõe-se na **Figura 4.6** um exemplo de uma parte da sequência de processos a seguir pelo macho e cavidade do molde *MDI2572*.

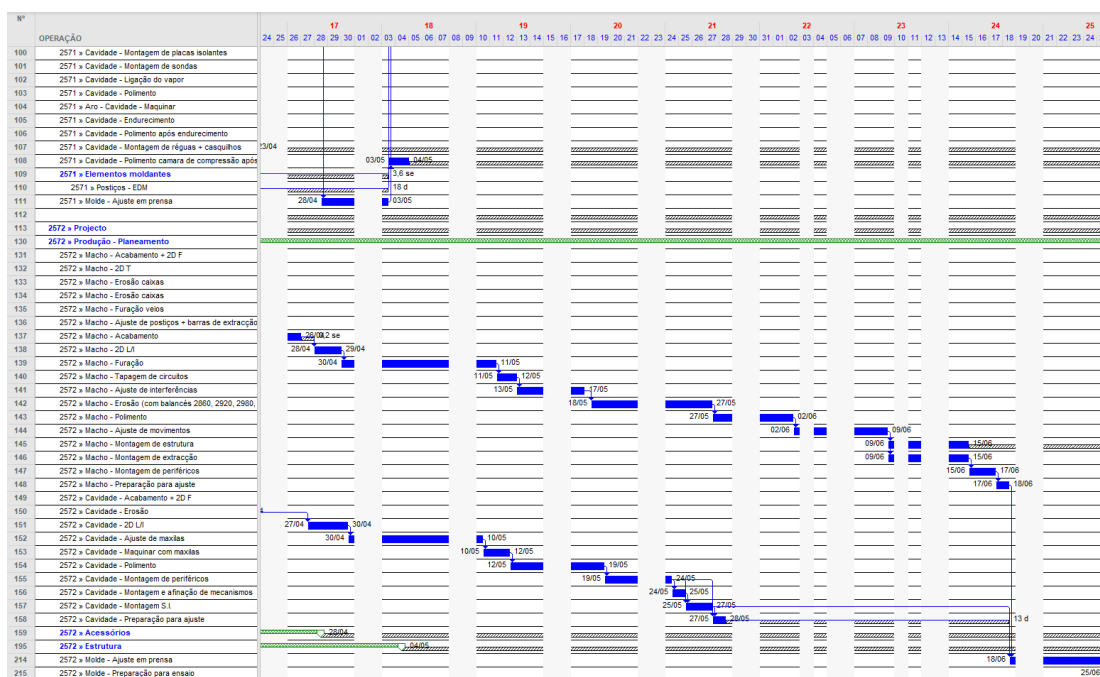


Figura 4.6 – Detail Gantt do macho e cavidade do molde MDI2572

Assim, é possível verificar com clareza a sequência de operações definida para cada elemento do molde presente na *Carga*, bem como, as datas de início e finalização de cada processo a executar e respetiva duração.

4.2.4 Network Diagram

Uma outra ferramenta auxiliar do *Project*, diz respeito ao separador *Network Diagram*, onde é possível visualizar de uma outra perspetiva o que outrora fora planeado, tal como se pode comprovar pela visualização da seguinte **Figura 4.7**.

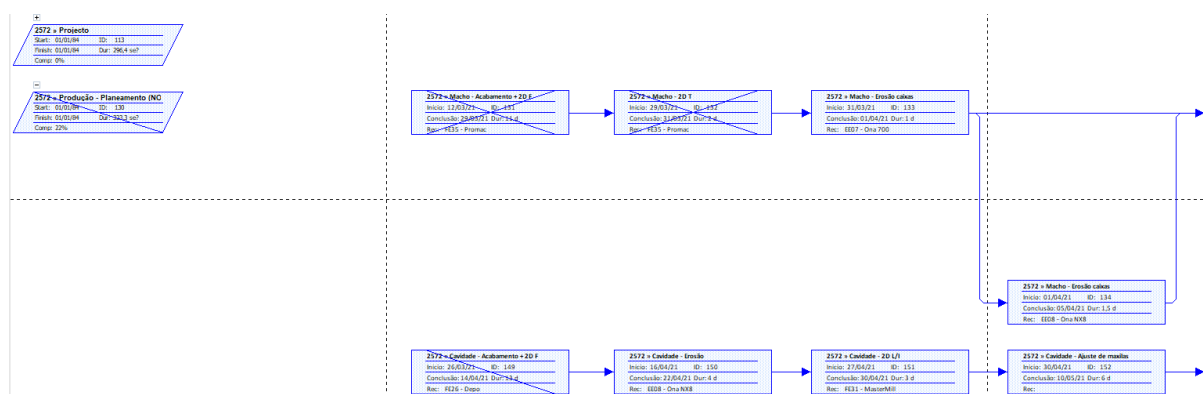


Figura 4.7 – Network Diagram do molde MDI2572

Aqui, é possível verificar o início e término de cada operação do elemento em causa, e ainda, a duração do processo e o recurso utilizado. Uma vez que é recorrente uma elevada existência de moldes em produção em simultâneo, os processos fabris que sejam concluídos vão sendo excluídos, para evitar uma sobrecarga do *Project*. No entanto, é possível constatar pela **Figura 4.7** anterior, que quando um processo se encontra concluído, a caixa relativa a esse processo apresenta duas linhas cruzadas. No entanto, em caso de não finalizada a operação, a

caixa de texto apresenta apenas uma linha na diagonal. De ressaltar, que para os processos que ainda não se tenham iniciado, a caixa de texto não apresenta qualquer tipo de linha.

4.2.5 Resource Usage

Aquando da finalização do planeamento da *Carga*, é altura de proceder à análise do que havia sido planeado relativamente aos centros de trabalho. Por outras palavras, é necessário garantir que as máquinas do chão de fábrica não apresentem dias com ausência de trabalho, mas também, que não tenham sobrecarga de trabalho, de modo a evitar conflitos de carga. Como tal, na **Figura 4.8** consta um exemplo da carga associada a alguns centros de trabalho.

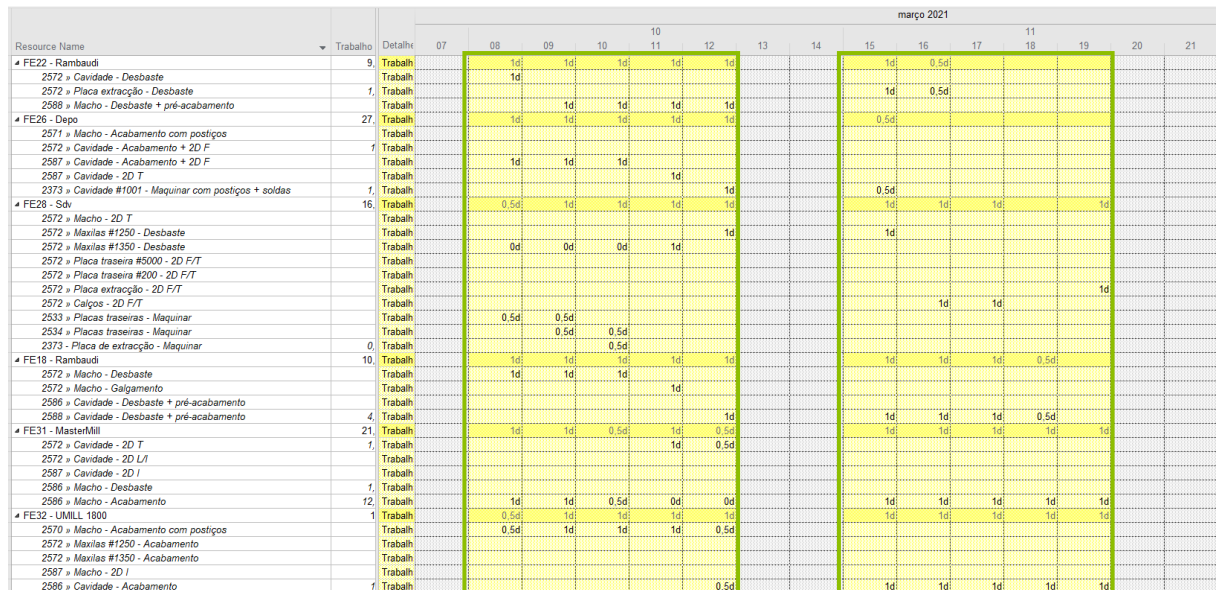


Figura 4.8 – Resource Usage de diversos centros de trabalho

Como se pode constatar, conseguiu-se que alguns centros de trabalho tivessem ocupação diária suficiente ao longo das duas semanas seleccionadas, havendo máquinas com ausência de carga, situação esta que não é ideal que aconteça. Aqui, pode-se verificar as operações fabris que cada máquina irá efetuar no intervalo de tempo em questão, bem como, o tempo que levará em cada elemento dos diversos moldes em produção.

Esta ferramenta agregada ao *Tracking Gantt*, revelam-se como as ferramentas principais para o planeamento, pois permitem efetuar o devido planeamento da *Carga*, e respetiva, análise do que cada centro de trabalho irá fazer consoante o que seja planeado. Aqui, o ideal passa por garantir que as peças críticas do molde, ou seja, o macho e a cavidade, não apresentem tempos mortos, e ao mesmo tempo, que as máquinas não tenham ausência de trabalho.

4.2.6 Resource Graph

Um outro modo de visualização, no que aos centros de trabalho diz respeito, passa pelo uso da ferramenta *Resource Graph*. Para tal, expõe-se na seguinte **Figura 4.9** um exemplo de um gráfico relativo ao centro de trabalho de *Tapagem de Circuitos*.

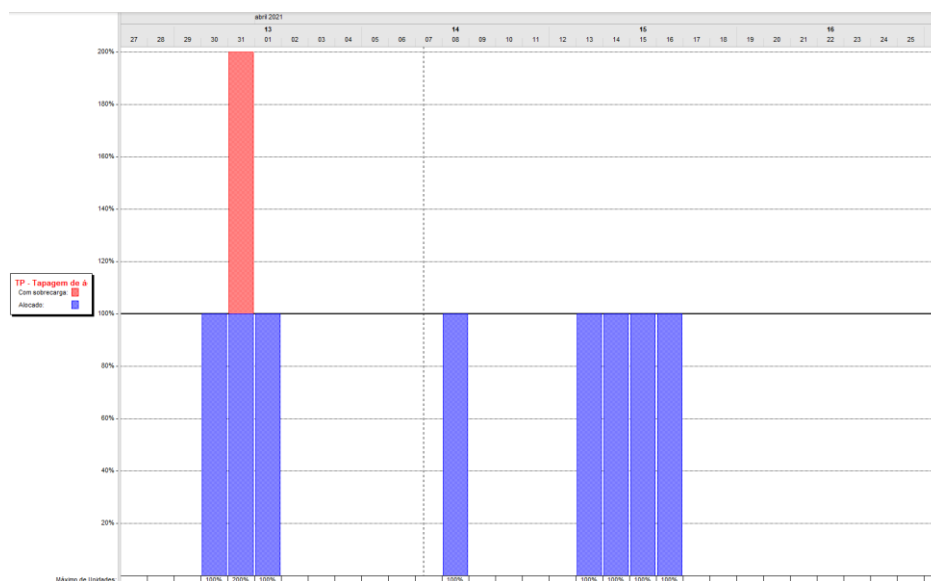


Figura 4.9 – Resource Graph do centro de trabalho de Tapagem de Circuitos

Verifica-se então, que a *Tapagem de Circuitos* apresenta dias com ocupação máxima de trabalho (barra azul), e um dia com sobrecarga (barra vermelha) para o intervalo selecionado. Neste caso em concreto, esta secção possui dias com alocação de 100% (ocupação para o dia todo), com exceção do dia em que apresenta sobrecarga de 200%, isto porque, cada uma das operações a executar nesse dia necessitaria do dia todo de trabalho.

Esta situação de sobrecarga não é ideal e deve ser evitada sempre que possível, dado que, não é algo realista, levando a que uma das peças existentes nesse centro de trabalho se encontre parada, o que incorrerá em atrasos futuros no processo fabril.

4.3 Análise Crítica

Numa análise crítica ao que foi visualizado ao longo da atividade de planeamento no decorrer do estágio, verifica-se a necessidade de se efetuar alguns ajustes no modo de trabalho no chão de fábrica.

As revisões de projeto são bastante importantes, uma vez que, permitem não só conhecer o molde que será alvo de produção futura, mas também, debater técnicas mais aconselháveis para a modelação do molde, e que visem uma maior facilidade na sua produção. Tanto os chefes dos diversos setores, como os gestores de projeto e os responsáveis pelo planeamento, apresentam um elevado conhecimento da indústria, pois só assim é que se consegue tomar as melhores decisões.

No entanto, constatou-se que os tempos de processo para cada molde, são fornecidos pelos chefes de cada setor, e consoante o que cada um considera ser necessário, o que representa uma consequência no que respeita aos desvios do planeamento da *Carga*, relativamente ao que efetivamente acontece. Ou seja, é recorrente que seja fornecido um tempo acima do necessário, e isso leva a que as peças finalizem as etapas antes do expectável, e por sua vez, leva à necessidade de um reajuste rápido da *Carga*, que garanta a máxima eficiência do processo produtivo da peça. Se considerarmos uma discrepância em meio dia de trabalho, ou

numas horas, não se traduz como algo grave, mas quando ocorre uma diferença de vários dias, isso já provoca conflitos nos processos seguintes.

Uma hipótese poderia passar por ser o departamento de planeamento a efetuar a atribuição dos tempos necessários para cada molde. Em contrapartida, isso pode levar a conflitos entre os chefes de setor e o departamento de planeamento, dado que, os chefes dos diversos setores são as pessoas mais dotadas para fazer essa atribuição de tempos. Apesar de ser compreensível que sejam atribuídos tempos acima do realmente necessário para prevenir eventuais atrasos, a *Moldit – Indústria de Moldes, S.A* deve efetuar uma avaliação dos tempos previstos e dos tempos reais obtidos, de modo a sensibilizar os intervenientes dos processos.

Também se constatou que antes da realização do estágio haviam sido implementados quadros produtivos junto a cada centro de trabalho, sendo possível visualizar na **Figura 4.10**, um quadro colocado junto a uma das máquinas do setor de fresagem de acessórios.



Figura 4.10 – Quadro produtivo implementado na FE30

Nesse quadro é possível visualizar a referência do molde e da respetiva peça, a descrição do que é expectável que se faça nesse centro de trabalho, a sua prioridade, o prazo e qual o próximo setor para qual a peça deve ser enviada.

No entanto, verificou-se que esses quadros atualmente não são utilizados, o que na opinião do autor seria algo bastante benéfico para uma melhor organização fabril. Ou seja, se os chefes dos diversos setores não tiverem a sensibilidade de fornecer informação ao operador de cada centro de trabalho, com a devida antecedência, relativamente ao trabalho futuro a ser feito, os operadores das máquinas podem acabar o trabalho em questão e ficarem a aguardar por informação do chefe de setor, o que leva a uma maior paragem da máquina.

Numa outra perspetiva, isto é, colocando-se na posição do departamento de planeamento, o uso diário desses quadros, permitiria que este departamento tivesse uma maior facilidade no que respeita ao conhecimento das peças que se encontram em cada centro de trabalho. Ainda assim, e uma vez que nesses quadros produtivos é possível colocar o prazo do molde, os próprios colaboradores teriam uma maior perceção se realmente as peças se encontram com atraso ou no tempo certo.

5 MAPEAMENTO DE FLUXO DE VALOR DO MOLDE *MDT2562*

Uma vez exposta a atividade direcionada para o planeamento da produção, é abordado neste capítulo uma das atividades desenvolvidas ao longo do estágio, o mapeamento de fluxo de valor de um molde produzido pela *Moldit – Indústria de Moldes, S.A.*

Numa indústria de moldes para o setor automóvel, como é o caso da *Moldit – Indústria de Moldes, S.A.*, o processo produtivo inicia-se após a receção da encomenda do cliente, tratando-se de uma produção por encomenda, personalizada à sua medida. Assim sendo, a indústria em questão não produz moldes iguais, e como consequência, a sua cadeia de valor também é diversificada, daí o processo produtivo variar no que diz respeito às operações, mas também, à duração das mesmas.

Uma vez que a fase de produção dos moldes para a indústria automóvel é bastante complexa e extensa, e que cada molde tem uma vasta gama de constituintes, foi definido fazer a análise dos seguintes componentes do molde *MDT2562*, cujo início e primeiro ensaio decorreriam durante a realização do estágio:

- Macho – 2562_P2000;
- Cavidade – 2562_P1000;
- Movimento – 2562_P2200;
- Placa Extração – 2562_P4000;
- Placa Traseira – 2562_P5000;
- Placa Traseira – 2562_P200.

Foram selecionados o macho e a cavidade do molde, pois são os seus elementos críticos, apresentando um fluxo produtivo mais extenso e complexo, daí a necessidade de se estudar esses dois elementos.

Já no que respeita aos outros quatro constituintes selecionados, a escolha deveu-se ao facto de se pretender estudar algum acessório em concreto, neste caso o movimento, mas também, elementos de estrutura, daí a escolha recair na placa de extração e nas duas placas traseiras, sendo uma das placas traseiras agregada ao macho, e outra, agregada à cavidade.

Dado que foi realizado o mapeamento de fluxo de valor para cada um dos seis elementos escolhidos, será apresentada a metodologia geral desenvolvida e aplicada, e posteriormente, os resultados obtidos para cada um dos elementos mapeados, e respetiva, análise crítica. De salientar, que esta ferramenta de análise permite, não só obter uma visão panorâmica do que ocorreu ao nível do processo produtivo dos elementos em estudo, mas também, retirar indicadores que possibilitam chegar a uma análise crítica ao que aconteceu no processo produtivo.

5.1 Recolha de Dados dos Elementos

A primeira etapa passou por recolher marcos importantes de cada um dos seis elementos que foram alvo de estudo e análise. Como primeiros dados recolhidos, enumeram-se os seguintes:

- Número médio de moldes produzidos por ano;

- *Lead time* médio;
- Peso médio dos moldes produzidos;
- Tempo médio de maquinação por molde;
- Tempo médio de maquinação da cavidade;
- Tempo médio de maquinação do macho;
- Tempo médio de montagem do molde até primeiro ensaio;
- Número médio de ensaios realizados por molde.

Ainda assim, foi necessário recolher outros dados, sendo algumas dessas informações recolhidas numa fase inicial do estudo, e outras após o primeiro ensaio do molde, enumerando-se as seguintes:

- Adjudicação do molde;
- Aprovação interna das primeiras amostras;
- Solicitação da aprovação do projeto preliminar;
- Aprovação do projeto preliminar por parte do cliente;
- Pedido de orçamentos para a compra de aços;
- Envio da encomenda de aços;
- Chegada dos aços às instalações da empresa;
- Número de ensaios internos previstos na proposta;
- Número de moldes em simultâneo aquando da produção do molde em estudo;
- Tempo de maquinação do elemento em estudo;
- Tempo de montagem do molde até primeiro ensaio;
- Carga média no período.

Por adjudicação do molde, entende-se como o momento em que o cliente procede à encomenda oficial para a produção do molde. Já no que respeita à aprovação interna das primeiras amostras, este marco remete para o momento em que são produzidas as primeiras peças plásticas. Por fim, a carga média no período é um valor percentual estimado, relativo ao trabalho existente em produção no momento em que foi realizado o mapeamento de fluxo de valor do molde.

5.2 Acompanhamento dos Seis Elementos do Molde

Cada colaborador presente no chão de fábrica da *Moldit – Indústria de Moldes, S.A.*, efetua o registo das horas de trabalho em cada molde através do *Manufactor*, um módulo do *software PHC*²⁴. Em termos básicos, o colaborador, quer esteja a laborar nas máquinas, quer esteja nas bancadas, abre o registo diariamente no *Manufactor* com o seu código, e atribui o molde e a peça em que se encontra a laborar. Findado o trabalho nesse molde, o colaborador encerra o registo que abriu, de forma a que as horas em que laborou numa dada peça sejam imputadas ao molde. No entanto, para que os colaboradores consigam abrir os registos nos moldes, é

²⁴ *Software* de gestão utilizado na *Moldit – Indústria de Moldes, S.A.*

necessário que sejam criados os chamados diários²⁵ pois, só assim, é que se consegue registar as horas no *Manufacturer*.

Em contrapartida, foi necessário efetuar um acompanhamento diário às seis peças mapeadas porque, apesar dos dados utilizados no mapeamento de fluxo de valor serem retirados do *Manufacturer*, foi imperativo fazer um confronto do que foi registado e do que efetivamente aconteceu. Essa comparação advém do facto de que os centros de trabalho colocados nos diários possam não ser os que foram efetivamente utilizados, isto porque, o colaborador apenas coloca a referência do molde e da peça no registo, não conseguindo indicar a máquina em que a peça laborou.

É aqui que o acompanhamento das peças se torna fulcral, pois permite verificar a veracidade dos registos, e como tal, registava-se as operações que estavam a ser feitas, bem como, os respetivos centros de trabalho.

5.3 Recolha e Filtragem dos Dados do *Manufacturer*

Tal como referido na secção anterior 5.2, foi necessário comprovar a veracidade dos dados registados no *Manufacturer*, não se podendo assumir os centros de trabalho que se verificavam nos registos. Para tal, foi necessário perceber em que centros de trabalho cada colaborador se encontrava a laborar, para que se pudesse modificar os centros de trabalho, caso não estivessem corretos.

Para este estudo recolheu-se, não só os dados do *Manufacturer* referentes à produção propriamente dita, mas também, no que respeita às horas despendidas pelo departamento técnico, sendo importante perceber quando se iniciou e finalizou o projeto preliminar e o projeto detalhado do molde. É possível visualizar na **Figura 5.1** uma recolha parcial dos dados do *Manufacturer* ao longo do estágio, relativos a todos os moldes em processo.

SECTOR	CODN	NOME	DIARIO_NU	DIARIO_DAT	NUMOF	OPER	OPERFECHA	C	MOLDE	POSIC	INICIO	FIM	DURACAO_M	DURACAO_H
Soldadura - Soldadura	287		16812	07-09-2020 00:00	1700015744	Alterações Soldadura	NÃO	SLOO	MDT/2510	0	03-08-2020 08:00	03-08-2020 11:00	180	3
Bancadas - Bancadas	105		16813	08-09-2020 00:00	1700014465	Ajuste/Montagem Acessórios	SIM	BA03	MDT/2516	1000	08-08-2020 08:00	08-08-2020 18:00	600	10
Erosão - Erosão	167		16757	01-09-2020 00:00	1700013197	Correções Erosão	NÃO	EE07	MDT/2471	0	01-09-2020 00:00	01-09-2020 00:00	0	0
Erosão - Erosão	167		16757	01-09-2020 00:00	1700016003	Erosão de Zona Moldante	SIM	EE08	MDT/2534	1000	01-09-2020 00:00	01-09-2020 00:00	0	0
Engenharia - Engenharia	383		16758	01-09-2020 00:00	1700020217	Extração,Refrigeração,Hidráulica Macho	NÃO	EG00	MDT/2550	0	01-09-2020 00:02	01-09-2020 00:02	0	0
Furação - Furação	377		16759	01-09-2020 00:00	1700016433	Furação Refrigeração/Hidráulica	SIM	MA06	MDT/2533	2001	01-09-2020 00:17	01-09-2020 00:17	0	0
Furação - Furação	248		16759	01-09-2020 00:00	1700019871	Furação Refrigeração/Hidráulica	SIM	MA07	MDT/2530	2000	01-09-2020 00:17	01-09-2020 02:16	119	1.983333
Furação - Furação	474		16759	01-09-2020 00:00	1700019872	Furação Refrigeração/Hidráulica	SIM	MA01	MDT/2530	2200	01-09-2020 00:17	01-09-2020 02:35	138	2.3
Furação - Furação	505		16759	01-09-2020 00:00	1700016433	Furação Refrigeração/Hidráulica	SIM	MA06	MDT/2533	2001	01-09-2020 00:17	01-09-2020 16:37	980	16.333333
Tomaria - Tomaria	389		16760	01-09-2020 00:00	1700019822	Tomar	SIM	TO02	MDT/2536	5012	01-09-2020 00:18	01-09-2020 00:19	1	0.016666
F.Acess. - Fresagem Acessórios	312		16761	01-09-2020 00:00	1700019872	Trabalho Desenho Inclinado/Lateral	SIM	FE30	MDT/2530	2200	01-09-2020 00:21	01-09-2020 00:22	1	0.016666
F.Acess. - Fresagem Acessórios	312		16761	01-09-2020 00:00	1700019872	Trabalho Desenho Inclinado/Lateral	SIM	FE30	MDT/2530	2200	01-09-2020 00:21	01-09-2020 00:24	1	0.016666
F.Acess. - Fresagem Acessórios	312		16761	01-09-2020 00:00	1400004277	Paragem - Avaria de máquina	NÃO	FE30		0	01-09-2020 00:26	01-09-2020 08:44	498	8.3
Bancadas - Bancadas	429		16762	01-09-2020 00:00	1700014225	Standard	NÃO	BA03	MDT/2441	0	01-09-2020 01:05	01-09-2020 01:06	1	0.016666
Bancadas - Bancadas	481		16762	01-09-2020 00:00	1700019443	Correções - Polimento	NÃO	BA03	MDT/2515	0	01-09-2020 01:05	01-09-2020 01:05	0	0
Bancadas - Bancadas	113		16762	01-09-2020 00:00	1700015490	Ajuste Balancés	SIM	BA03	MDT/2529	2000	01-09-2020 01:05	01-09-2020 02:03	58	0.966666
Furação - Furação	470		16759	01-09-2020 00:00	1700019871	Furação Refrigeração/Hidráulica	SIM	MA07	MDT/2530	2000	01-09-2020 02:16	01-09-2020 08:17	361	6.016666
F.Acess. - Fresagem Acessórios	500		16761	01-09-2020 00:00	1700020171	Fixações e desbaste	SIM	FE19	MDT/2542	2280	01-09-2020 02:23	01-09-2020 06:23	240	4
F.Acess. - Fresagem Acessórios	500		16761	01-09-2020 00:00	1700018194	Fixações e desbaste	SIM	FE19	MDT/2529	1263	01-09-2020 02:24	01-09-2020 08:54	390	6.5
F.Acess. - Fresagem Acessórios	500		16761	01-09-2020 00:00	1400004277	Paragem - Avaria de máquina	NÃO	FE24		0	01-09-2020 02:24	01-09-2020 12:54	630	10.5
F.Acess. - Fresagem Acessórios	312		16761	01-09-2020 00:00	1700019138	Acabamento 3 eixos	SIM	FE23	MDT/2534	1054	01-09-2020 06:20	01-09-2020 08:38	138	2.3
F.Acess. - Fresagem Acessórios	312		16761	01-09-2020 00:00	1700017295	Fixações e desbaste	SIM	FE19	MDT/2516	7002	01-09-2020 06:22	01-09-2020 12:22	360	6
Engenharia - Engenharia	130		16758	01-09-2020 00:00	1700020225	Correções Engenharia	NÃO	EG00	MDT/2502	0	01-09-2020 06:30	01-09-2020 16:00	570	9.5

Figura 5.1 – Dados recolhidos do *Manufacturer*

Nos dados recolhidos do *Manufacturer*, é possível visualizar todas as operações executadas para cada peça dos diversos moldes, o colaborador responsável, e ainda, o início e término da operação e respetiva duração. Aqui, efetuou-se a filtragem dos dados, por molde e por peça, e posteriormente as devidas correções no que diz respeito aos centros de trabalho. Assim conseguir-se-ia reter os dados relativos a cada uma das seis peças em análise, mas também,

²⁵ Registos criados no *Manufacturer* pelo departamento de planeamento, onde se atribui operações e centros de trabalho a cada peça.

relativamente ao tempo despendido pelo departamento técnico no que concerne ao molde em estudo.

5.4 Exposição da Metodologia VSM

Dado que foi realizado o mapeamento de fluxo de valor para cada uma das seis peças do molde em estudo, nesta secção consta a exposição da metodologia desenvolvida e aplicada para a atividade em causa, através da ferramenta *Microsoft Excel*, adaptada em conformidade com a indústria em questão e elaborada da forma mais automatizada possível, visando uma maior facilidade na aplicação desta metodologia para moldes futuros.

5.4.1 Sequência de Processos

A primeira etapa realizada, diz respeito à sequência de processos propriamente dita, desenvolvendo-se uma folha de cálculo em *excel* que permita inserir não só, o processo realizado, mas também, o início, término e respetiva duração. De forma a complementar esta etapa, também se tornou possível inserir o centro de trabalho associado a cada processo realizado, bem como, alguma nota relevante a cada processo.

É importante também ter em consideração, que ao aplicar-se esta metodologia na indústria de moldes, deve-se estudar não só o fluxo de material propriamente dito, neste caso, os processos produtivos inerentes às peças em estudo, mas também, o fluxo de informação associado ao molde em questão, ou seja, tudo o que diz respeito ao departamento técnico, desde a adjudicação do molde, até à finalização da sua modelação.

Como tal, a folha de cálculo foi dividida em fluxo de material e fluxo de informação. Relativamente ao fluxo de informação, é possível visualizar na seguinte **Figura 5.2** um exemplo do mesmo para uma dada peça em estudo.

Operações de Fluxo de Informação						
n	Sequência dos Processos	Início	Fim	Duração (TP) (horas)	Centro Trabalho	Observações
		Data e Hora (dd-mm-aa h:min)	Data e Hora (dd-mm-aa h:min)			
1	Projeto Preliminar	16-10-20 13:38	21-10-20 14:20	27,50	Engenharia	
2	Projeto Detalhado	23-10-20 8:03	5-11-20 0:15	73,75	Engenharia	
3	Compra de Aços	6-11-20 13:30	11-11-20 10:00	8,00	Dep. Compras	Compra efetuada à Universal Afir Aços e Ligas Especiais S.A.
4	Projeto Preliminar Retrabalho	5-11-20 8:04	5-11-20 14:08	6,07	Engenharia	Necessidade de retrabalho, devido um pedido de correção do cliente.
5	Projeto Detalhado	9-11-20 7:59	23-2-21 18:09	624,53	Engenharia	O final do projeto detalhado só se pode ver no final, quando o molde já tiver sido expedido.
6						
7						
8						
9						
10						
11						
12						

Calendário Decorrido [dias]	Calendário Decorrido Útil [dias]	Calendário Decorrido [horas úteis]
5,03	4,03	64,47
12,67	9,68	309,60
4,85	3,85	30,83
0,25	0,25	6,07
106,42	72,42	2317,56
	0,00	0,00
	0,00	0,00
	0,00	0,00
	0,00	0,00
	0,00	0,00
	0,00	0,00
	0,00	0,00
	0,00	0,00
	0,00	0,00

Somatório	129,235	90,235	2728,522
-----------	---------	--------	----------

Figura 5.2 – Sequência de processos de fluxo de informação do macho

Por outro lado, através da **Figura 5.3** é possível visualizar a sequência de processos relativamente ao fluxo de material da peça em questão.

Operações de Fluxo de Material						
n	Sequência dos Processos	Inicio	Fim	Duração (TP) (horas)	Centro Trabalho	Observações
		Data e Hora (dd-mm-aa h:min)	Data e Hora (dd-mm-aa h:min)			
1	Desbaste	19-11-20 0:01	26-11-20 5:59	62,00	FE22	
2	Retificação	26-11-20 10:00	26-11-20 16:00			Operação Externa. Foi retificar fora a 26/11/2020, e veio no mesmo dia (na empresa A/round).
3	Fresagem de Acabamento	29-11-20 19:56	14-12-20 23:45	261,00	FE32	
4	Trabalho Desenho Frente	15-12-20 2:07	15-12-20 18:07	16,00	FE32	
5	Trabalho Desenho Trás	15-12-20 21:24	17-12-20 6:59	18,00	FE31	
6	Trabalho Desenho Inclinado/Lateral	17-12-20 14:23	18-12-20 11:28	16,00	FE31	
7	Erosão Zona Moldante	18-12-20 16:26	23-12-20 16:52	56,53	EE08	Fez erosão de fase caixas e frisos, ficou a faltar erodir a zona da gravação. A caixa é onde vai encaixar certos acessórios.
8	Ajuste de Postiços/Barras/Balancés	28-12-20 8:00	15-1-21 15:59	138,87	BA 03	Ajuste realizado pelo freelancer (operador subcontratado).
9	Maquinação com Postiços/Barras/Balancés	18-1-21 16:07	19-1-21 22:36	16,00	FE18	Feito na FE18, uma vez que só foi retirar o material a mais dos postiços/barras/balancés (espécie de desbaste). A seguir tem de ir fazer o acabamento.
10	Acabamento com Postiços/Barras/Balancés	21-1-21 10:27	2-2-21 15:59	81,00	FE35	Após o desbaste dos acessórios, fez o acabamento numa máquina de 5 eixos.
11	Trabalho Desenho Inclinado/Lateral	2-2-21 23:51	4-2-21 7:52	19,00	FE31	Feito numa máquina de 5 eixos.
12	Furação Refrigeração/Hidráulica	4-2-21 11:48	12-2-21 8:15	137,17	MA07	
13	Fecho Circuitos	12-2-21 8:21	12-2-21 10:42	2,35	TP00	Realizado por 2 operadores.
14	Erosão Zona Moldante	12-2-21 16:27	17-2-21 23:13	62,08	EE08	
15	Fecho Circuitos	18-2-21 8:08	18-2-21 12:00	3,87	TP00	Realizado por 2 operadores.
16	Erosão Zona Moldante	19-2-21 10:09	22-2-21 23:58	66,13	EE08	
17	Bancada	23-2-21 8:01	23-2-21 17:35	9,57	BA03	Ajuste de interferências de barras, postiços e balancés.
18	Fecho Circuitos	24-2-21 8:16	24-2-21 10:58	2,70	TP00	Tapagem de circuitos em falta, realizado por 1 operador.
19	Bancada	25-2-21 8:03	2-3-21 18:39	62,53	BA03	Ajuste de interferências de barras, postiços e balancés e algum polimento.
20	Polimento	3-3-21 8:00	8-3-21 18:00	49,00	BA03	Operação externa realizada nas instalações da Moldit (PolyAzeméis).
21	Fecho Circuitos	9-3-21 8:20	9-3-21 17:37	9,28	TP00	Terminar tapagem de circuitos em falta.
22	Trabalho Desenho Inclinado/Lateral	9-3-21 23:43	10-3-21 21:20	9,00	FE31	A fazer furos para suportes e maquinar zona de encaixe dos movimentos + limpar face. (Não Conformidade?)
23	Fecho Circuitos	11-3-21 8:41	11-3-21 16:00	7,32	TP00	Testar + Correção de circuito que não funcionava.
24	Trabalho Desenho Inclinado/Lateral	11-3-21 23:21	12-3-21 1:21	2,00	FE31	
25	Bancada	12-3-21 8:04	13-3-21 13:07	18,20	BA03	Montagem Extração + Estrutura.
26	Bancada	15-3-21 8:05	30-3-21 22:04	147,67	BA03	Ajuste movimentos + montagem final + ajuste em prensa.
27	Maquinar Alojamentos e Cotas Índex	30-3-21 22:58	31-3-21 3:58	5,00	FE31	Teve de ir maquinar uns alojamentos e as cotas Índex.
28	Ensaio	31-3-21 8:00	31-3-21 15:00	7,00	IJ06	Ensaio T0 realizado na máquina de injeção 1600.
29						
n						

Somatório Operações Fluxo Informação [horas]	739,85
Somatório Operações Fluxo Material [horas]	1287,27
Somatório Total [horas]	2027,12

Calendário Decorrido [dias]	7,25	Calendário Decorrido Útil [dias]	6,25	Calendário Decorrido [horas úteis]	99,98
	0,25		0,25		0,00
	15,16		9,16		146,54
	0,67		0,67		16,00
	1,40		1,40		22,39
	0,88		0,88		16,00
	5,02		4,02		64,29
	18,33		14,33		229,32
	1,27		1,27		20,32
	12,23		9,23		147,69
	1,33		1,33		21,34
	7,85		6,85		109,63
	0,10		0,10		2,35
	5,28		3,28		52,51
	0,16		0,16		3,87
	3,58		2,58		41,21
	0,40		0,40		9,57
	0,11		0,11		2,70
	5,44		4,44		142,13
	5,42		4,42		35,33
	0,39		0,39		8,00
	0,90		0,90		16,00
	0,30		0,30		7,32
	0,08		0,08		2,00
	1,21		1,21		19,37
	15,58		12,58		402,64
	0,21		0,21		5,00
	0,29		0,29		0,00
	0,00		0,00		0,00
	0,00		0,00		0,00
Somatório	111,094		87,094		1643,511
Somatório Total	240,329		177,329		4372,033

Figura 5.3 – Sequência de processos de fluxo de material do macho

Esta etapa da metodologia é essencial, pois é nesta fase que se coloca cada processo realizado, seja de fluxo de informação, seja de fluxo de material. Uma vez inseridas as informações mencionadas anteriormente, esta ferramenta calcula automaticamente três parâmetros para cada processo realizado, ou seja:

- Calendário decorrido em dias, desde o início do processo até à sua finalização;
- Calendário decorrido útil em dias, desde o início do processo até à sua finalização;
- Calendário decorrido em horas úteis, desde o início do processo até à sua finalização.

5.4.2 Distâncias de Processos

Uma vez explicitado a primeira etapa da metodologia VSM aplicada, segue-se a fase de análise às distâncias percorridas por cada uma das peças em estudo, no que respeita a cada processo produtivo realizado. Nesta etapa, o fluxo de informação não é tido em conta, sendo apenas alvo de análise todo o fluxo de material de cada peça em análise, podendo-se visualizar pela seguinte **Figura 5.4** um exemplo das distâncias percorridas pelo macho do molde em estudo.

Processo n para Processo n+1		Meio de Transporte	Distância Percorrida		Tempo Gasto no Percorso		Localização na Planta		Centro de Trabalho		Observações
n	n+1		Interna [m]	Externa [m]	Interno [min]	Externo [min]	i	j+1	i	j+1	
Compra de Aços	Desbaste	Camião - Carreton - Ponte	80,0	55000,0	16,0	36,0	-	Nave 4 Plus	-	FE22	Processo realizado na FE22.
Desbaste	Retificação	Ponte - Carreton - Ponte - Camião	90,0	22000,0	18,0	19,0	Nave 4 Plus	-	FE22	-	Processo realizado externamente.
Retificação	Fresagem de Acabamento	Camião - Ponte	60,0	22000,0	12,0	19,0	-	Nave 4	-	FE32	Processo realizado na FE32.
Fresagem de Acabamento	Trabalho Desenho Frente	Não aplicável	0,0	0,0	0,0	0,0	Nave 4	Nave 4	FE32	FE32	Processo realizado na FE32.
Trabalho Desenho Frente	Trabalho Desenho Trás	Ponte	20,0	0,0	4,0	0,0	Nave 4	Nave 4	FE32	FE31	Processo realizado na FE31.
Trabalho Desenho Trás	Trabalho Desenho Inclinado/Lateral	Não aplicável	0,0	0,0	0,0	0,0	Nave 4	Nave 4	FE31	FE31	Processo realizado na FE31.
Trabalho Desenho Inclinado/Lateral	Erosão Zona Moldante	Ponte - Carreton - Ponte	85,0	0,0	17,0	0,0	Nave 4	Nave 1	FE31	EE08	Processo realizado na EE08.
Erosão Zona Moldante	Ajuste de Postiços/Barras/Balancés	Ponte - Carreton - Ponte	55,0	0,0	11,0	0,0	Nave 1	Nave 3	EE08	BA 03	Processo realizado na BA03.
Ajuste de Postiços/Barras/Balancés	Maquinação com Postiços/Barras/Balancés	Ponte - Carreton - Ponte	40,0	0,0	8,0	0,0	Nave 3	Nave 4	BA 03	FE18	Processo realizado na FE18.
Maquinação com Postiços/Barras/Balancés	Acabamento com Postiços/Barras/Balancés	Ponte	25	0,0	5,0	0,0	Nave 4	Nave 4	FE18	FE35	Processo realizado na FE35.
Acabamento com Postiços/Barras/Balancés	Trabalho Desenho Inclinado/Lateral	Ponte	30	0,0	6,0	0,0	Nave 4	Nave 4	FE35	FE31	Processo realizado na FE31.
Trabalho Desenho Inclinado/Lateral	Furação Refrigeração/Hidráulica	Ponte - Carreton - Ponte	95	0,0	19,0	0,0	Nave 4	Nave 2	FE31	MA07	Processo realizado na MA07.
Furação Refrigeração/Hidráulica	Fecho Circuitos	Ponte	30	0,0	6,0	0,0	Nave 2	Nave 2	MA07	TP00	Processo realizado no setor de tapagem de águas.
Fecho Circuitos	Erosão Zona Moldante	Ponte - Carreton - Ponte	30	0,0	6,0	0,0	Nave 2	Nave 1	TP00	EE08	Processo realizado na EE08.
Erosão Zona Moldante	Fecho Circuitos	Ponte - Carreton - Ponte	30	0,0	6,0	0,0	Nave 1	Nave 2	EE08	TP00	Processo realizado no setor de tapagem de águas.
Fecho Circuitos	Erosão Zona Moldante	Ponte - Carreton - Ponte	30	0,0	6,0	0,0	Nave 2	Nave 1	TP00	EE08	Processo realizado na EE08.
Erosão Zona Moldante	Bancada	Ponte - Carreton - Ponte	80	0,0	16,0	0,0	Nave 1	Nave 3	EE08	BA03	Processo realizado na BA03.
Bancada	Fecho Circuitos	Ponte - Carreton - Ponte	60	0,0	12,0	0,0	Nave 3	Nave 2	BA03	TP00	Processo realizado no setor de tapagem de águas.
Fecho Circuitos	Bancada	Ponte - Carreton - Ponte	60	0,0	12,0	0,0	Nave 2	Nave 3	TP00	BA03	Processo realizado na BA03.
Bancada	Polimento	Ponte	5	0	1,0	0,0	Nave 3	Nave 3	BA03	BA03	Processo realizado na BA03 (operador externo).
Polimento	Fecho Circuitos	Ponte - Carreton - Ponte	60	0,0	12,0	0,0	Nave 3	Nave 2	BA03	TP00	Processo realizado no setor de tapagem de águas.
Fecho Circuitos	Trabalho Desenho Inclinado/Lateral	Ponte - Carreton - Ponte	65	0,0	13,0	0,0	Nave 2	Nave 4	TP00	FE31	Processo realizado na FE31.
Trabalho Desenho Inclinado/Lateral	Fecho Circuitos	Ponte - Carreton - Ponte	65	0,0	13,0	0,0	Nave 4	Nave 2	FE31	TP00	Processo realizado no setor de tapagem de águas.
Fecho Circuitos	Trabalho Desenho Inclinado/Lateral	Ponte - Carreton - Ponte	65	0,0	13,0	0,0	Nave 2	Nave 4	TP00	FE31	Processo realizado na FE31.
Trabalho Desenho Inclinado/Lateral	Bancada	Ponte - Carreton - Ponte	90	0,0	18,0	0,0	Nave 4	Nave 3	FE31	BA03	Processo realizado na BA03.
Bancada	Bancada	Não aplicável	0,0	0,0	0,0	0,0	Nave 3	Nave 3	BA03	BA03	Processo realizado na BA03.
Bancada	Maquinar Alojamentos e Cotas Index	Ponte - Carreton - Ponte	90	0,0	18,0	0,0	Nave 3	Nave 4	BA03	FE31	Processo realizado na FE31.
Maquinar Alojamentos e Cotas Index	Ensaio	Ponte - Carreton - Ponte	65	0,0	13,0	0,0	Nave 4	Nave Ensaio	FE31	IJ06	Processo realizado na IJ06.
Ensaio							Nave Ensaio				
Somatório			1405,0	99000	281,0	74,0					

Figura 5.4 – Distâncias percorridas pelo macho

Analisando a **Figura 5.4**, é possível visualizar as distâncias percorridas pelo macho, quer sejam internas ou externas. Por distância interna, entende-se como a distância percorrida pela peça ao longo de todo o processo fabril, respeitante às operações realizadas internamente. Por sua vez, as distâncias externas englobam a distância percorrida desde o fornecedor de matéria prima até à empresa, mas também, as distâncias percorridas pela peça que digam respeito a operações realizadas externamente, as ditas operações subcontratadas.

Também, para cada deslocação da peça, consta o centro de trabalho de qual a peça sai e o centro de trabalho para o qual a peça é deslocada, e ainda, a localização na planta dos respetivos centros de trabalho e a estimativa do tempo despendido em cada deslocação da peça. É importante salientar que, as distâncias percorridas por cada peça, foram inseridas com base na planta da empresa.

No que diz respeito ao tempo gasto em cada percurso, este foi estimado ao nível interno, ou seja, por cada cinco metros percorridos pela peça, despendia-se um minuto. Por outro lado, o tempo gasto em percursos externos foi inserido, com base na ferramenta *GPS*, podendo não ser o tempo realmente despendido, pois depende diretamente do percurso realizado pelo transportador.

5.4.3 Processos Detalhados

Uma vez exposto como se procedeu ao registo das distâncias percorridas por cada uma das seis peças, procede-se para a etapa onde são inseridos os dados mais concretos relativamente a cada processo realizado. Assim, nesta fase foram recolhidos diversos parâmetros, entre eles:

- Tempo de ocupação do recurso²⁶;
- Tempo de processo²⁷;
- Tempo de valor acrescentado²⁸;
- Tempo de *setup*²⁹;
- Tempo de controlo do processo³⁰;
- Tempo de retrabalho³¹.

Para uma melhor perceção dos dados mencionados anteriormente, expõe-se na seguinte **Figura 5.5** um exemplo de um processo detalhado relativo à fase de desbaste do macho do molde em estudo.

Descrição das Operações de Fluxo de Materiais								
1	Processo:	Desbaste			Rácio Ocupação	Observações		
Centro Trabalho	Nº Colaboradores (por turno)	Nº Colaboradores Total	Tempo Disponível					
			[horas/dia]	[dias/semana]				
FE22	1	3	16	5	62%	-		
Tempo do Processo [horas]	Tempo de Valor Acrescentado [horas]	Tempo de Setup [horas]	Tempo de Controlo [horas]	Tempo de Retrabalho [horas]	Nº de Ciclos de Retrabalho	Processo que Identificou a Necessidade de Retrabalho	Processo que Realiza o Retrabalho	Nº de Apertos Realizados
62,00	40,30	2,00	1,00	0,00	0	-	-	2
Observações		Foram feitos 2 apertos, uma vez que se desbastou em cima e em baixo. Considerou-se um Tempo de Valor Acrescentado de 65% do Tempo de Processo.						
Quem ou o quê desencadeou o início deste processo?		Departamento Técnico / Diretor de Produção / Chefe do Setor de Fresagem						
Que informação chega para que se possa iniciar o processo?		Modelo de Maquinação para Desbaste						
De que processo vem essa informação?		Projeto Detalhado						

Figura 5.5 – Processo detalhado de desbaste do macho

Observando o quadro exposto na **Figura 5.5**, é possível verificar os parâmetros mencionados anteriormente, mas também, algumas informações relevantes a cada processo, nomeadamente:

- Número de colaboradores por turno e no total;
- Tempo disponível para realizar o processo;
- Tempo útil de ocupação do recurso (rácio de ocupação);

²⁶ Tempo em que o recurso está a ser ocupado numa dada operação, independentemente se está a ser utilizado ou não.

²⁷ Tempo útil despendido em cada processo.

²⁸ Tempo relativo às operações que acrescentam valor ao processo produtivo, numa perspetiva de cliente.

²⁹ Tempo de preparação do processo, até que efetivamente, comece a gerar valor para o cliente.

³⁰ Tempo que, dentro de um processo, é despendido a verificar a qualidade do resultado que se obteve.

³¹ Tempo despendido na repetição de uma operação, sempre que exista uma iteração para corrigir, acrescentar ou modificar algo que seria expetável que fosse realizado bem à primeira.

- Número de apertos da peça;
- Número de ciclos de retrabalho;
- Processo de identifica e realiza o retrabalho;
- Bloco de desencadeia o início do processo;
- Informação que é tida por base em cada processo;
- Bloco de disponibiliza a informação para cada processo.

5.4.4 Cálculos de Processos

Uma vez preenchidas todas as etapas explicitadas anteriormente, a ferramenta expõe de uma forma panorâmica os dados mais relevantes para cada peça em análise, com base no que foi inserido em cada etapa antecedente. Como tal, os dados obtidos nesta etapa são novamente separados em duas vias, isto é, fluxo de informação e fluxo de material. Relativamente ao primeiro, é possível visualizar na seguinte **Figura 5.6** um exemplo de dados obtidos para o macho do molde em estudo.

Fluxo de Informação											
Processo	Tempo Ocupação [horas]		Tempo Processo [horas]	Tempo Valor Acrescentado [horas]	Tempo Setup [horas]	Tempo Controle [horas]	Tempo Retrabalho [horas]	Rácio Útil Tempo Valor Acrescentado	Rácio Ocupação [%]	Tempo de Esperas	
	Cálculo Auxiliar [horas]	Cálculo Final [horas]								Calendário [dias]	Calendário Útil [dias]
Projeto Preliminar	64,5	64,5	27,5	22,0	0,0	0,0	0,0	80,0%	42,7%	6,88	6,15
Projeto Detalhado	154,8	154,8	73,7	59,0	0,0	0,0	0,0	80,0%	47,6%	1,74	1,74
Compra de Aços	30,8	30,8	8,0	8,0	0,0	0,0	0,0	100,0%	25,9%	1,55	1,55
Projeto Preliminar Retrabalho	4,0	6,1	6,1	4,9	0,0	0,0	6,1	80,0%	100,0%	-6,08	-6,08
Projeto Detalhado	1158,8	1158,8	624,5	499,6	0,0	0,0	1,0	80,0%	53,9%	3,74	2,74
											-0,76
</											

Figura 5.6 – Dados de fluxo de informação do macho

Já no que respeita aos dados relativos ao fluxo de material, é possível visualizar na **Figura 5.7** um exemplo novamente referente ao macho do molde em questão.

Fluxo de Material											
Processo	Tempo Ocupação [horas]		Tempo Processo [horas]	Tempo Valor Acrescentado [horas]	Tempo Setup [horas]	Tempo Controle [horas]	Tempo Retrabalho [horas]	Rácio Útil Tempo Valor Acrescentado	Rácio Ocupação [%]	Tempo de Esperas	
	Cálculo Auxiliar [horas]	Cálculo Final [horas]								Calendário [dias]	Calendário Útil [dias]
Desbaste	100,0	100,0	62,0	40,3	2,0	1,0	0,0	65,0%	62,0%	7,58	6,58
Retificação										0,17	0,17
Fresagem de Acabamento	146,5	219,8	261,0	221,9	1,0	1,0	0,0	85,0%	118,7%	3,16	2,16
Trabalho Desenho Frente	10,7	16,0	16,0	13,6	0,5	0,5	0,0	85,0%	100,0%	0,10	0,10
Trabalho Desenho Trás	22,4	22,4	18,0	14,4	0,5	0,5	0,0	80,4%	80,4%	0,14	0,14
Trabalho Desenho Inclinado/Lateral	14,1	21,1	16,0	12,8	0,5	0,5	0,0	80,0%	75,9%	0,31	0,31
Erosão Zona Moldante	64,3	64,3	56,5	45,2	1,0	1,0	0,0	80,0%	87,9%	0,21	0,21
Ajuste de Postiços/Barras/Balancés	229,3	229,3	138,9	83,3	0,5	2,0	0,0	60,0%	60,6%	4,63	2,63
Maquinação com Postiços/Barras/Balancés	20,3	20,3	16,0	12,0	1,0	0,5	0,0	78,7%	78,7%	3,01	2,01
Acabamento com Postiços/Barras/Balancés	147,7	147,7	81,0	64,8	1,0	1,0	0,0	80,0%	54,8%	1,49	1,49
Trabalho Desenho Inclinado/Lateral	21,3	21,3	19,0	15,2	0,5	0,5	4,0	80,0%	89,0%	0,33	0,33
Furação Refrigeração/Hidráulica	109,6	164,5	137,2	102,9	3,0	1,0	0,0	75,0%	83,4%	0,16	0,16
Fecho Circuitos	0,8	2,3	2,4	1,5	0,2	0,5	0,0	65,0%	100,0%	0,00	0,00
Erosão Zona Moldante	52,5	78,8	62,1	49,7	1,0	1,0	0,0	80,0%	78,8%	0,24	0,24
Fecho Circuitos	1,3	3,9	3,9	2,5	4,0	0,5	2,0	65,0%	100,0%	0,37	0,37
Erosão Zona Moldante	41,2	61,8	68,1	54,5	1,0	1,0	0,0	80,0%	110,2%	0,92	0,92
Bancada	6,4	9,6	9,6	5,7	0,5	1,0	0,0	60,0%	100,0%	0,34	0,34
Fecho Circuitos	0,9	2,7	2,7	1,8	0,2	0,5	0,0	65,0%	100,0%	0,61	0,61
Bancada	71,1	71,1	62,5	37,5	0,5	1,0	0,0	60,0%	88,0%	0,88	0,88
Polimento	35,3	106,0	49,0	29,4	2,0	1,0	0,0	60,0%	46,2%	0,56	0,56
Fecho Circuitos	3,1	9,3	9,3	6,0	0,2	0,5	0,0	65,0%	100,0%	0,60	0,60
Trabalho Desenho Inclinado/Lateral	14,4	14,4	9,0	7,2	0,5	0,5	0,0	80,0%	62,5%	0,25	0,25
Fecho Circuitos	2,4	7,3	7,3	4,8	0,2	0,5	0,0	65,0%	100,0%	0,47	0,47
Trabalho Desenho Inclinado/Lateral	1,3	2,0	2,0	1,6	0,5	0,5	0,0	80,0%	100,0%	0,31	0,31
Bancada	19,4	19,4	18,2	10,9	0,5	1,0	0,0	60,0%	94,0%	0,28	0,28
Bancada	201,3	201,3	147,7	88,6	0,5	1,0	0,0	60,0%	73,3%	1,79	0,79
Maquinar Alojamentos e Cotas Index	3,3	5,0	5,0	4,0	0,5	0,5	0,0	80,0%	100,0%	0,04	0,04
Ensaio	2,3	7,0	7,0						100,0%	0,17	0,17
Somatório [horas]	1343,3	1629,5	1287,3	932,1	23,8	20,5	6,0	72,4%	95,8%	29,1	23,1

Figura 5.7 – Dados de fluxo de material do macho

Independentemente de se tratar de dados de fluxo de informação, ou dados de fluxo de

material, os parâmetros obtidos em cada um dos casos são iguais, variando apenas os valores. Esta etapa da ferramenta, foi elaborada de forma a que os valores de cada parâmetro surgissem de forma automática, resultando dos dados que foram preenchidos nas etapas anteriores.

Esta fase é extremamente importante para o mapeamento de fluxo de valor em causa, uma vez que, permite conhecer de uma forma generalizada cada processo associado à peça em estudo. De referir também que, surgem novos parâmetros nesta etapa, nomeadamente, o rácio útil de tempo de valor acrescentado, o rácio útil de ocupação do recurso, e ainda, os tempos de esperas em dias e em dias úteis entre cada processo realizado.

Relativamente ao rácio útil de tempo de valor acrescentado, essas percentagens são obtidas quando se compara o tempo de valor acrescentado com o tempo efetivo de processo. Por sua vez, o rácio útil de ocupação do recurso é obtido através da divisão do tempo efetivo de processo pelo tempo de ocupação do recurso. Já os tempos de esperas, são obtidos através da informação que é colocada na etapa da sequência de processos exposta da secção 5.4.1, em que é tido em conta os fins de semana e feriados existentes aquando do processo de fabrico.

5.5 Análise de Resultados

Uma vez exposto como foi realizado o mapeamento de fluxo de valor do molde *MDT2562*, é apresentado nesta secção a análise aos resultados obtidos.

Primeiramente, na secção 5.5.1 será apresentado uma análise geral aos VSM's obtidos para cada um dos seis elementos e a alguns indicadores (KPI). De seguida, na secção 5.5.2 encontra-se exposta uma análise a todas as esperas entre processos verificadas para cada elemento.

5.5.1 Análise Global dos VSM's

Realizado o mapeamento de fluxo de valor às seis peças em estudo, obtiveram-se os mapeamentos presentes no **ANEXO E – Mapeamentos de Fluxo de Valor Obtidos**. De referir que, esses mapeamentos serviram de suporte para apresentar o trabalho desenvolvido à empresa, tendo sido impressos em formato grande A2.

Visualmente, os mapeamentos realizados permitem adquirir uma visão panorâmica do que aconteceu ao longo do processo de fabrico das seis peças mapeadas, tornando possível comparar com maior facilidade as seis peças.

Um outro ponto a favor da utilização destes fluxos, consiste numa maior sensibilização dos diversos intervenientes do processo, em que se torna mais simples e prático sensibilizar os chefes de cada setor para a necessidade de boas práticas, uma vez que, para além de se conseguir expor valores em concreto, visualmente, torna-se mais intuitivo e assertivo.

Também é importante referir que, para cada mapeamento realizado este encontra-se subdividido em fluxo de informação e fluxo de material. Nesta indústria em particular, o fluxo de material enaltece-se como o aspeto mais relevante a ter em conta, não se devendo descurar os aspetos relativos ao fluxo de informação, pois estes, também podem reter o fluxo produtivo do molde.

Para que o leitor se integre de forma correta nos mapeamentos de fluxo de valor obtidos, é exposto no **ANEXO F – Legenda dos Mapeamentos de Fluxo de Valor Obtidos** um exemplo de uma operação de fluxo de material e uma operação de fluxo de informação, com a respetiva legenda da simbologia utilizada. Após isso, procede-se para a análise geral aos VSM's obtidos, mais concretamente, a alguns indicadores.

É importante ter em conta duas perspetivas, ou seja, se por um lado, as peças críticas do molde são o macho e a cavidade, e daí resulta que os tempos de paragens dessas peças sejam inferiores às restantes quatro peças mapeadas, por outro lado, é necessário ter em consideração se essas peças críticas se encontram dentro do que seria expetável.

Assim, e para que o leitor consiga ter uma correta perceção de comparação entre as seis peças mapeadas, expõe-se na seguinte **Tabela 5.1** os valores obtidos para o *lead time* de cada peça, seja este total, de projeto preliminar ou de fabrico.

Tabela 5.1 – Dados obtidos pelos mapeamentos de fluxo de valor realizados

Parâmetro		Macho	Cavidade	Movimento	Placa 4000	Placa 5000	Placa 200
<i>Lead Time</i> Total	[dias]			172,94			
	[dias úteis]			119,00			
<i>Lead Time</i> Projeto Preliminar	[dias]			25,67			
	[dias úteis]			19,00			
<i>Lead Time</i> Fabrico	[dias]	140,21		138,17		138,25	
	[dias úteis]	96,00		94,00		94,00	

Analisando os dados da **Tabela 5.1**, verifica-se que o *lead time* total referente às seis peças é igual, remetendo para o intervalo de tempo desde que ocorre a adjudicação do molde, até que são aprovadas as primeiras amostras (produção das primeiras peças plásticas em ensaio).

Também, se pode afirmar que o *lead time* do projeto preliminar é o mesmo para as diferentes peças, isto porque, o projeto preliminar é idealizado ao molde como um todo, fazendo referência ao momento desde que ocorre a adjudicação do molde, até que se aprove o projeto preliminar.

Por último, o *lead time* de fabrico diverge em algumas peças. Apesar dessa divergência ser mínima, esta existe porque este indicador é relativo ao intervalo de tempo desde que o aço chega à empresa, até que surgem as primeiras amostras. Ou seja, se a encomenda de aço para as diversas peças não é realizada ao mesmo tempo, é normal que a chegada do aço à empresa também aconteça de forma faseada, sendo igual para o macho e para a cavidade.

Uma vez abordado o *lead time* total, de projeto preliminar e de fabrico, deve-se ter em consideração os indicadores obtidos pelo mapeamento de fluxo de valor executado para cada peça. Para tal, na **Figura 5.8** expõe-se primeiramente os indicadores relativos à utilização dos recursos propriamente ditos.

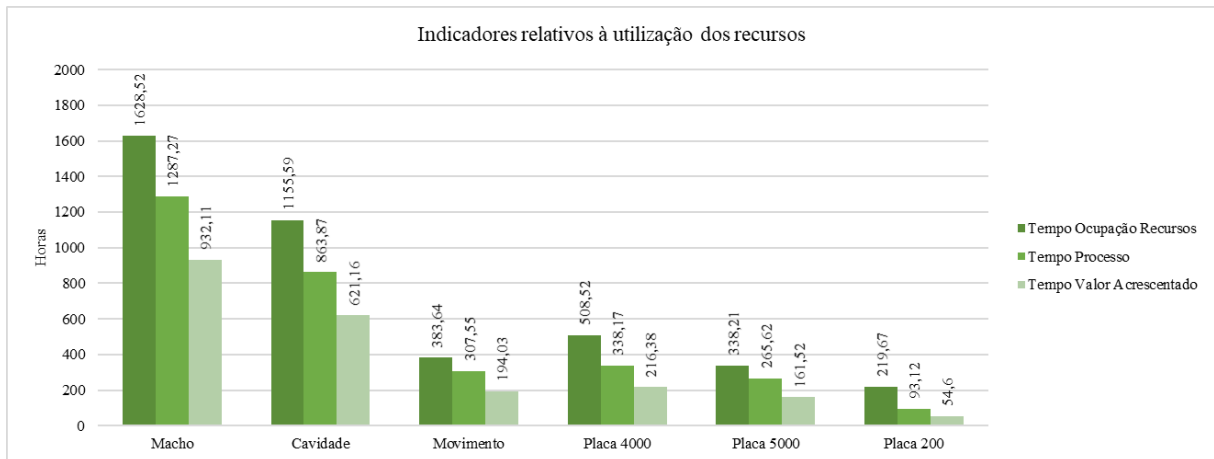


Figura 5.8 – Indicadores relativos à utilização dos recursos

Analisando o gráfico da **Figura 5.8**, verifica-se que o macho e a cavidade são as duas peças que apresentam uma maior ocupação de recursos, mas também, de tempo de processo e de valor acrescentado. Ainda assim, é importante perceber se efetivamente esses recursos apresentam uma taxa de ocupação aceitável, ou seja, se as peças quando entram no recurso se encontram muito tempo paradas ou não. Posto isto, é apresentado na **Figura 5.9** a ocupação útil dos recursos referentes a cada peça.

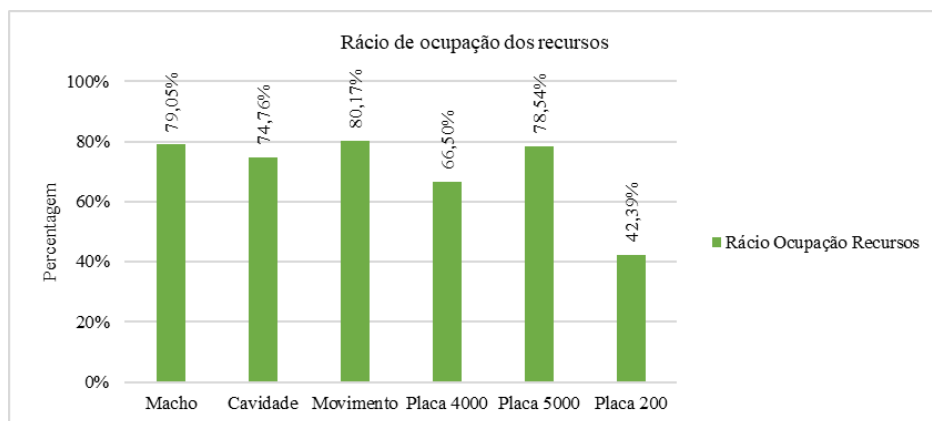


Figura 5.9 – Rácio de ocupação dos recursos

Pela **Figura 5.9**, verifica-se que apesar das seis peças apresentarem tempos de ocupação dos recursos diferentes, a verdade é que não diverge muito, rodando os 80%. No entanto, para a placa 4000 e placa 200, a ocupação útil dos recursos utilizados é inferior, ou seja, para estas duas peças, os recursos estiveram demasiado tempo ocupados com as mesmas, mas não estiveram em maquinação.

Também, tornou-se possível perceber quais as esperas associadas a cada peça, sejam estas esperas entre processos, sejam esperas dentro dos processos. Enquanto que, as esperas entre processos remetem para o intervalo de tempo que a peça se encontra parada desde que finaliza um processo até que inicia o seguinte, as esperas dentro dos processos consistem na diferença entre o tempo de ocupação dos recursos e o tempo de processo. Estas podem ser visualizadas na seguinte **Figura 5.10**.

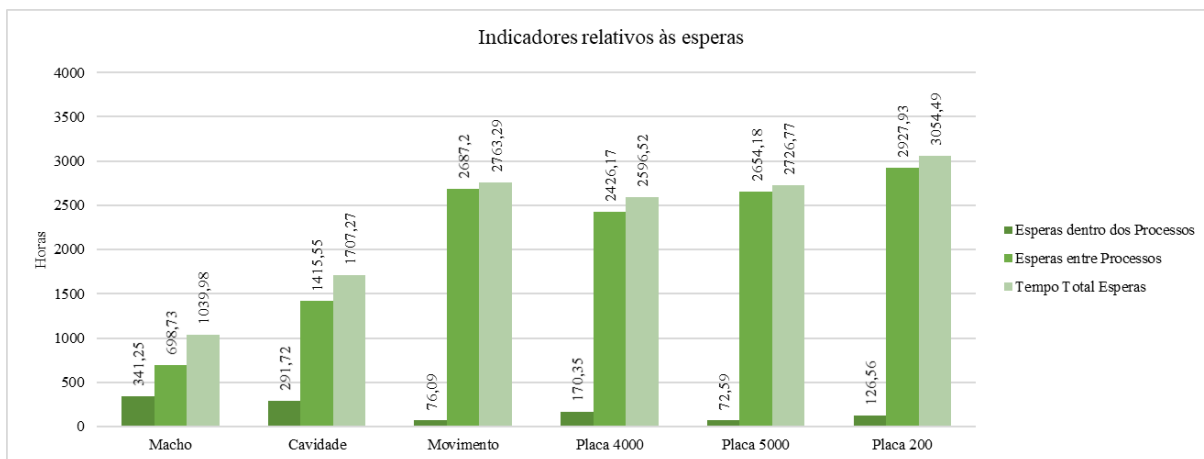


Figura 5.10 – Indicadores relativos às esperas

Pela análise à **Figura 5.10**, constata-se que as esperas associadas às paragens das peças entre processos, são aquelas que retêm o fluxo das mesmas. Para além disso, as três placas e o movimento são as peças que apresentam um tempo de espera mais elevado, uma vez que, não possuem a mesma criticidade que o macho e a cavidade.

No entanto, é importante salientar que apesar das esperas dentro dos processos serem bastante inferiores, essas também apresentam valores não residuais, e como tal, devem ter uma especial atenção por parte da empresa.

Uma vez que as esperas são um fator que influenciam bastante o fluxo das peças ao longo do processo produtivo, na **Figura 5.11** é possível visualizar o rácio de fabrico, aquando da existência de esperas em cada peça nos diversos processos.

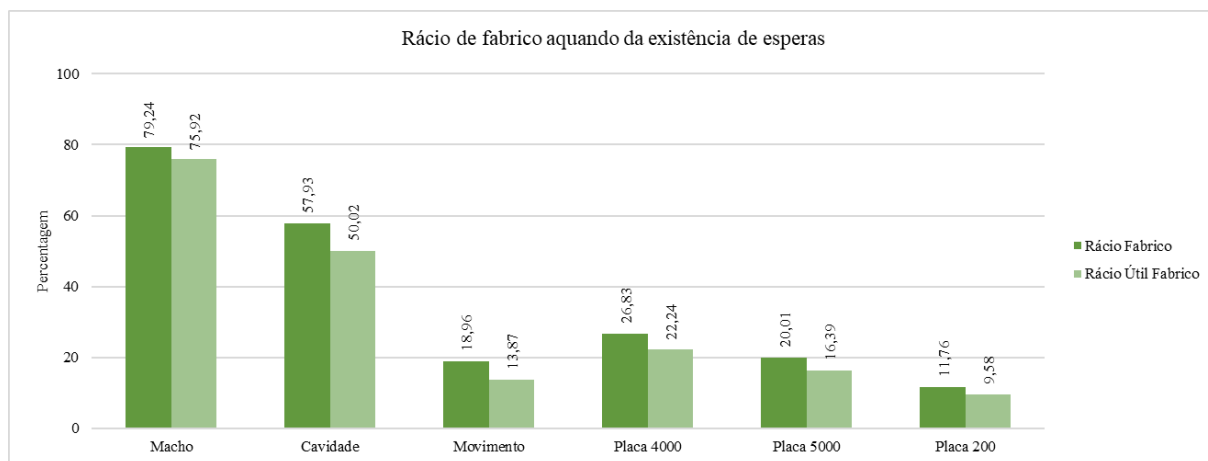


Figura 5.11 – Rácio de fabrico aquando da existência de esperas

Na **Figura 5.11**, é possível visualizar a percentagem de fabrico aquando da existência de esperas entre processos, e ainda, contabilizando apenas as esperas durante o período laboral semanal. Conclui-se então que, o macho é a peça que apresenta um rácio de fabrico maior, ou seja, aquele que apresenta um valor percentual de esperas inferior relativamente ao seu *lead time* de fabrico. No entanto, e sendo esta uma peça prioritária, verifica-se que o rácio útil de fabrico ronda os 76%, pelo que, os restantes 24% fazem referência às esperas associadas.

Apesar deste valor percentual de rácio útil de fabrico ser bastante superior no macho quando comparado com as restantes peças, verifica-se que é uma percentagem longínqua do que seria exetável que acontecesse numa peça crítica, como é o caso. Assim, a empresa deve ter estes valores em consideração, dado que, numa peça prioritária como o macho as esperas representam $\frac{1}{4}$ do tempo do seu *lead time* de fabrico. Por sua vez, na cavidade representam $\frac{1}{2}$ do *lead time* de fabrico. Nestas duas peças, esse valor percentual encontra-se longe do que seria adequado, isto porque, se se conseguir reduzir as esperas entre processos, torna-se possível reduzir o *lead time* de fabrico, e assim, encurtar o prazo de entrega do molde.

Ainda assim, verifica-se que as esperas associadas ao movimento apresentam valores elevados, e como tal, deve-se tentar contrariar essa situação. Se no caso das três placas não é grave, uma vez que, são peças com um número de operações reduzido e só serão necessárias na fase final de montagem, o mesmo já não se pode afirmar acerca do movimento porque, apesar do movimento não ser uma peça tão crítica quanto o macho e a cavidade, também não deveria apresentar tempos de esperas tão elevados, como os que se verificam.

No entanto, e para clarificar essa situação, na secção seguinte é descomposto esses tempos de esperas verificados, de forma a tirar conclusões mais assertivas. Para complementar esta fase, é apresentado na **Figura 5.12**, os indicadores de cada peça associados ao *setup*, controlo de qualidade e retrabalho.

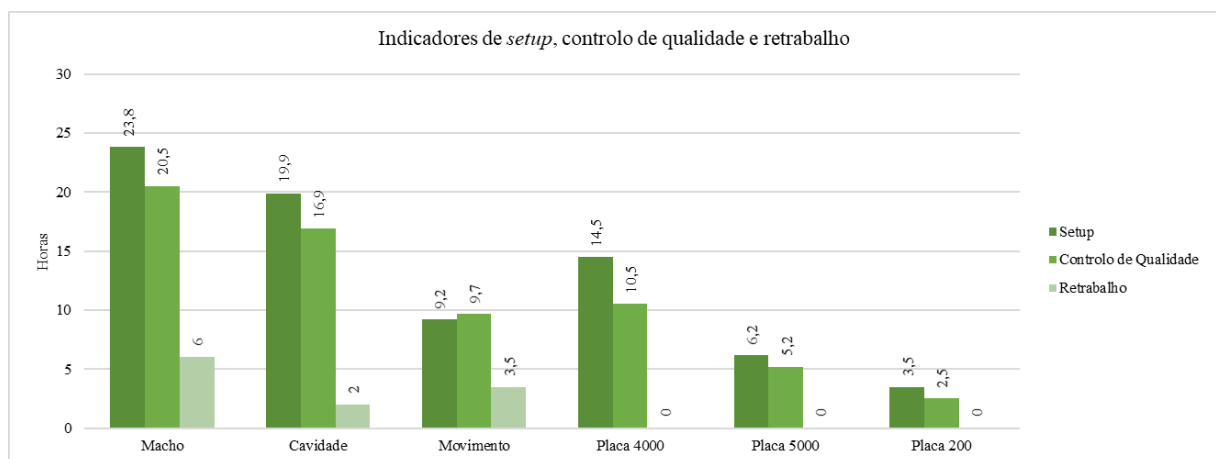


Figura 5.12 – Indicadores de *setup*, controlo de qualidade e retrabalho

Observando a **Figura 5.12**, conclui-se que o macho é das seis peças, aquela que apresenta um maior tempo despendido em operações, daí o seu tempo de *setup* e controlo de qualidade ser superior. Por outro lado, o tempo de retrabalho existente, deveu-se a necessidades de correções tanto no macho, como na cavidade e no movimento, sendo inexistente nas três placas. Com vista a analisar em detalhe as esperas em cada uma das seis peças mapeadas, é apresentado na seguinte secção 5.5.2 uma análise minuciosa aos tempos de paragens das peças, constando não só o número de operações realizado em cada peça, bem como, a decomposição das próprias esperas por setor, tipo e motivos.

5.5.2 Análise das Esperas Verificadas

À priori de uma análise às esperas entre processos verificadas na produção das seis peças em estudo, é importante perceber quais os tempos de processo associados a cada etapa produtiva das diversas peças analisadas, e consequentemente, fazer uma agregação desses tempos de processo com base em cada setor interveniente. Para tal, expõe-se na seguinte **Tabela 5.2** uma listagem dos diversos processos executados na produção das peças em análise.

Tabela 5.2 – Processos realizados em cada peça mapeada

Tipos de Processos	Número de Processos Realizados					
	<i>Macho</i>	<i>Cavidade</i>	<i>Movimento</i>	<i>Placa 4000</i>	<i>Placa 5000</i>	<i>Placa 200</i>
<i>Desbaste</i>	x1	x2	x1	x4	x1	x1
<i>Retificação</i>	x1	x1	x1	x1	x1	-
<i>Fresagem Acabamento</i>	x1	x5	-	x4	-	-
<i>Trabalho 2D F</i>	x1	x2	x2	-	x1	x1
<i>Trabalho 2D T</i>	x1	x2	x2	-	x1	x1
<i>Trabalho 2D I/L</i>	x4	x2	-	x3	x2	x1
<i>Erosão Zona Moldante</i>	x3	x1	x2	-	-	-
<i>Ajuste</i>	x1	-	-	-	-	-
<i>Postiço/Barras/Balancés</i>	x1	-	-	-	-	-
<i>Maquinação com</i>	x1	-	-	-	-	-
<i>Postiços/Barras/Balancés</i>	x1	-	-	-	-	-
<i>Acabamento com</i>	x1	-	-	-	-	-
<i>Postiços/Barras/Balancés</i>	x1	-	-	-	-	-
<i>Furação</i>	x1	x2	x1	-	-	-
<i>Refrigeração/Hidráulica</i>	x1	x2	x1	-	-	-
<i>Tapagem Circuitos</i>	x5	x2	x1	-	-	-
<i>Bancada</i>	x4	x4	x3	x4	x3	x1
<i>Polimento</i>	x1	x1	x1	-	-	-
<i>Maquinação Cotas Índice</i>	x1	-	x1	x1	x1	-
<i>Maquinação Maxilas</i>	-	x1	-	-	-	-
<i>Ensaio</i>	x1	x1	x1	x1	x1	x1
Número Total de Operações	28	26	16	18	11	6

Analisando a **Tabela 5.2**, constata-se que tanto o macho como a cavidade, são as peças que apresentam um maior leque de processos executados, confirmando-se o que outrora foi referido, ou seja, que tanto o macho como a cavidade caracterizam-se como as peças críticas dos moldes em geral. No entanto, e dado que o macho é na generalidade a peça com tempos

de processo mais extensos, deve-se ter consciência da necessidade de priorização desta peça, quando comparada com os restantes constituintes do molde.

Uma vez percecionado a extensividade de processos associada a cada peça, é igualmente importante perceber quais os tempos de processos de cada peça agrupados por setor, tal como é possível constatar pela seguinte **Figura 5.13**.

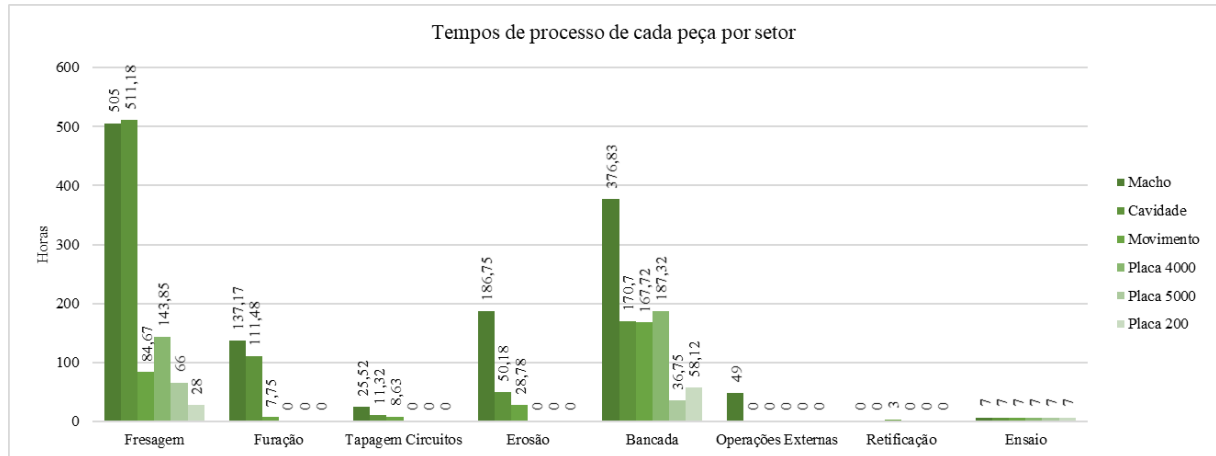


Figura 5.13 – Tempos de processo de cada peça por setor

Observando o gráfico da **Figura 5.13**, verifica-se que a afirmação relativa à criticidade do macho e da cavidade é corroborada. Ou seja, para além de serem as duas peças com um maior leque de processos associados, também se verifica que o tempo despendido em cada setor nestas duas peças é bastante extenso, quando comparado com as restantes quatro peças, surgindo a necessidade de analisar as esperas associadas a cada setor.

Sendo o macho e a cavidade peças críticas, seria expetável que apresentassem um menor tempo de esperas associadas. Por outras palavras, o ideal passa por não deixar que o macho e a cavidade estejam parados no chão de fábrica à espera de entrarem no processo seguinte. Assim sendo, é apresentado na seguinte **Figura 5.14** os tempos de esperas de cada uma das seis peças, relativamente a cada setor.

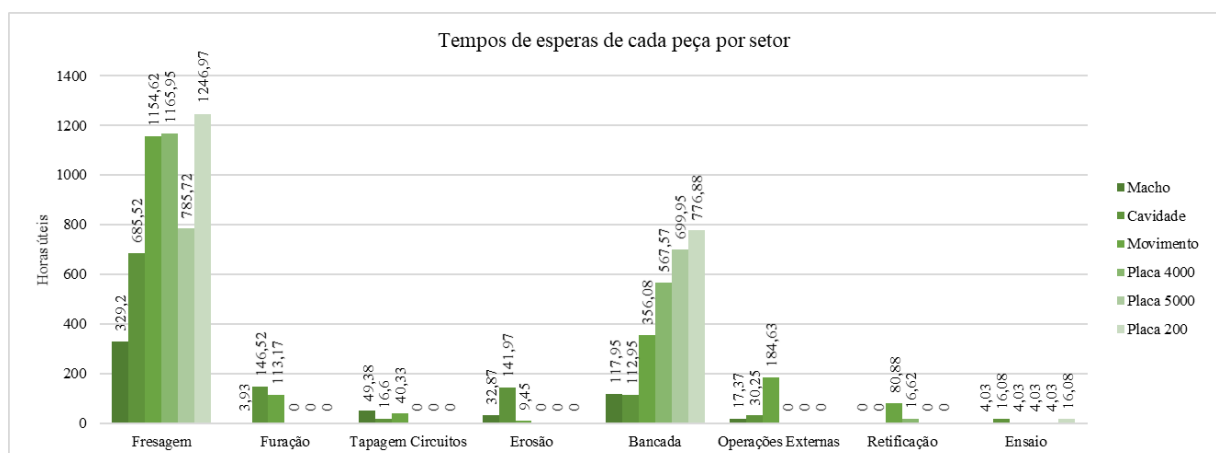


Figura 5.14 – Tempos de esperas de cada peça por setor

Os tempos de esperas associados a cada processo executado, foram adquiridos pela aplicação da metodologia VSM, em que o tempo de espera de um processo $n+1$ remete para o tempo em que a peça se encontra parada desde que finaliza o processo n até que inicia o processo $n+1$. Pela metodologia VSM, conseguiu-se obter não só os tempos de esperas de calendário decorrido, mas também, de calendário decorrido útil, podendo-se verificar esses tempos na **Figura 5.14**, que dizem respeito às esperas verificadas em horas de calendário útil.

Analisando então as esperas representadas na **Figura 5.14**, comprova-se que neste molde em particular, a empresa priorizou tanto o macho como a cavidade, relativamente às restantes peças em análise, isto porque, essas duas peças apresentam tempos de esperas inferiores às restantes quatro peças.

No entanto, e visto que o macho e a cavidade são as peças críticas do molde, ainda se verifica um grande volume de esperas nestas duas peças, principalmente no setor de fresagem. Também se deve ter em consideração que esse setor representa grande parte do processo produtivo, sendo aquele que apresenta uma maior sobrecarga de trabalho na *Moldit – Indústria de Moldes, S.A.*

Posto isto, procurou-se alocar os tempos de esperas em dois tipos, esperas internas e externas. As primeiras, dizem respeito a todas as esperas subjacentes à produção realizada internamente. Por outro lado, as esperas externas remetem para os processos subcontratados pela *Moldit – Indústria de Moldes, S.A.*, realizados por parceiros externos. Para tal, na seguinte **Figura 5.15** encontra-se exposta a alocação das esperas verificadas.

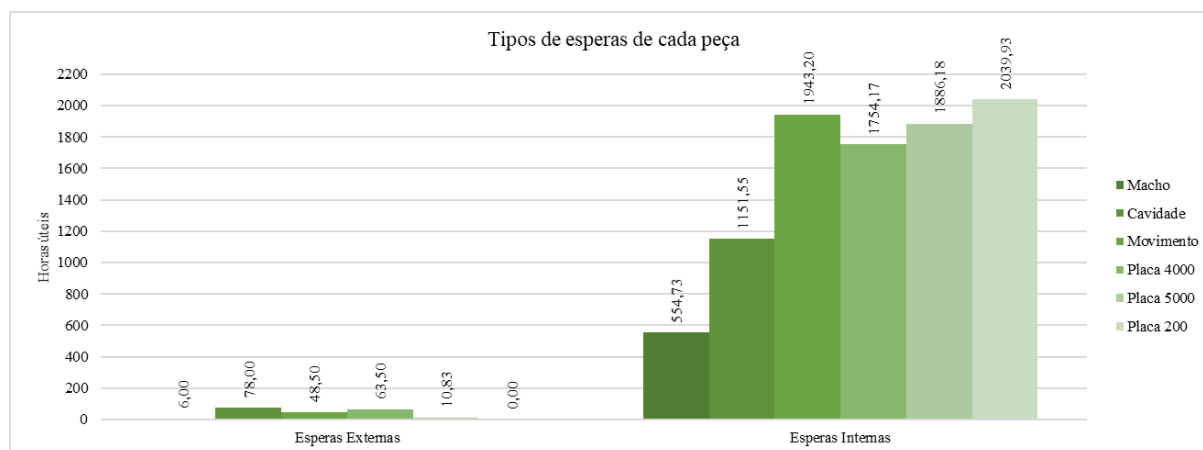


Figura 5.15 – Tipos de esperas de cada peça

Relativamente às esperas externas, verifica-se que das seis peças em análise, a cavidade, o movimento e a placa 4000 traduzem-se como os elementos que apresentam maiores esperas externas, dado que, estas três peças foram submetidas a processos subcontratados. Por outro lado, quando se compara as esperas externas com as internas, verifica-se que as esperas externas passam a ser irrisórias, uma vez que, a grande retenção subjacente às peças analisadas se verifica nas esperas internas, sendo estas preocupantes.

As três placas em análise não são peças críticas no fluxo do molde, e como tal, não se revela preocupante a elevada existência de esperas internas associadas a estas peças, pois só são

necessárias numa fase final de montagem do molde, e como tal, a empresa vai executando os processos necessários de forma faseada, sempre que exista disponibilidade nas máquinas.

Por sua vez, quando se analisa as esperas internas associadas ao macho e à cavidade, constata-se que estas são consideráveis, devendo ser estudadas com vista a eliminar as esperas internas futuras no macho e cavidade dos moldes.

Uma vez agrupadas as esperas nos dois tipos existentes (internas e externas), procedeu-se a uma análise aos motivos das esperas verificadas. Para tal, definiu-se quatro motivos de esperas, isto é:

- Espera inicial;
- Excesso de carga;
- Défice de recurso humano;
- Outro motivo.

Na seguinte **Figura 5.16** é possível verificar os motivos de esperas mencionados anteriormente, para cada uma das seis peças alvo de análise.

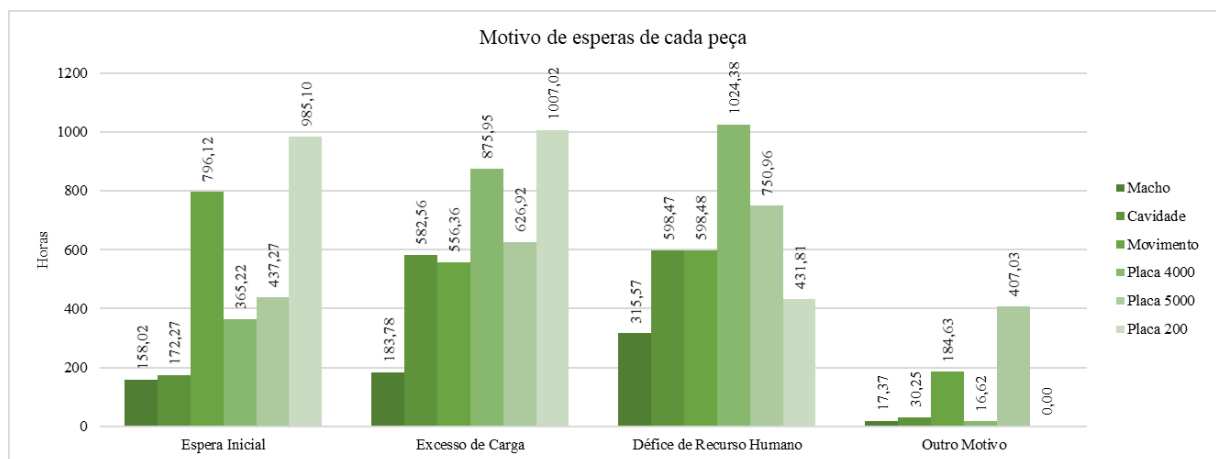


Figura 5.16 – Motivos de esperas de cada peça

Relativamente à espera inicial, esta faz referência ao momento desde que o aço entra na empresa, até que se inicia o primeiro processo produtivo. Neste motivo de espera, verifica-se que o movimento e a placa traseira 200 são as peças que apresentam tempos de espera inicial mais elevados. Relativamente às três placas, essa espera inicial não é tão preocupante, porque os seus processos produtivos vão sendo realizados consoante a disponibilidade produtiva, não sendo estas peças prioritárias.

Por outro lado, no movimento a espera inicial verificada, advém da elevada retenção de peças existente no setor de fresagem de acessórios. Neste setor, constatou-se que os blocos de aço dos diversos acessórios aqui maquinados, encontram-se bastante tempo em espera até se iniciar o processo de desbaste do aço, dada a elevada sobrecarga de trabalho neste setor, traduzindo-se numa fonte de retenção de fluxo das peças.

Usualmente, os acessórios são desbastados no setor de fresagem de acessórios, mas no caso do movimento analisado, o seu desbaste não foi executado no setor de fresagem de acessórios,

mas sim, numa máquina presente na fresagem CNC da Nave 4 Plus, o que demonstra que existe necessidade de alocar peças a outras máquinas, apesar de serem peças de dimensão reduzida.

Já no que diz respeito à espera inicial do macho e da cavidade, não é ideal que se verifique tanto tempo de espera. Neste caso em concreto, o aço chegou ao armazém da empresa e esteve parado até que o cliente desse autorização para maquinar. Neste caso, estes valores de espera inicial não advêm da não otimização do planeamento produtivo, mas sim, da ausência de diálogo entre o cliente e o gestor de projeto. Ou seja, o ideal passa por garantir que mal o aço entre na empresa, esta já tenha recebido indicação para maquinar por parte do cliente. É aqui que o gestor de projeto deve exercer um diálogo mais próximo ao cliente, sensibilizando-o para a necessidade de informação *à priori* da chegada da matéria prima. Neste caso, constatou-se que a informação do cliente apenas foi rececionada *à posteriori* da chegada da matéria prima, e logo aí, incorreu em tempos de paragem tanto do macho, como da cavidade.

Já no que respeita às esperas por excesso de carga, verifica-se que os tempos associados são elevados. Das seis peças analisadas, o macho é aquele que apresenta esperas mais reduzidas por este motivo, dado que, é a peça com maior criticidade nos moldes, e como tal, é expetável que seja priorizada ao longo do processo de fabrico. No entanto, constata-se que o valor para o macho ainda é considerável, e acontece dada a elevada carga produtiva presente na empresa. Este tipo de esperas surge devido a certas tomadas de decisão produtivas, não devendo ser questionadas, uma vez que, o planeamento da produção sofre alterações regularmente, e como tal, vai-se adaptando a sequência produtiva, sempre com o intuito de cumprir os prazos estipulados pelo cliente.

Relativamente às esperas por outro motivo, estas não têm tanto a ver com a empresa, isto porque, aquando da necessidade de subcontratar um parceiro externo para executar um dado processo, o que acontece é que a peça finaliza um processo interno e fica em espera até que o parceiro externo execute o transporte da peça até às suas instalações, daí a existência de espera nesse sentido.

Por fim, o outro tipo de esperas faz referência ao défice de recurso humano, podendo surgir por falta de recurso humano em períodos não laborais, ou seja, ausência de turnos em determinados setores, ou porque o processo engloba o fim de semana. Uma vez que, este motivo de espera engloba os dois casos mencionados, e se verifica que os valores nas seis peças são elevados, revelou-se importante perceber se a ausência de turnos em determinados setores, estaria a influenciar consideravelmente o fluxo produtivo das peças analisadas. Para tal, na seguinte **Figura 5.17** consta as esperas por défice de recurso humano desagrupadas nos dois casos mencionados anteriormente.

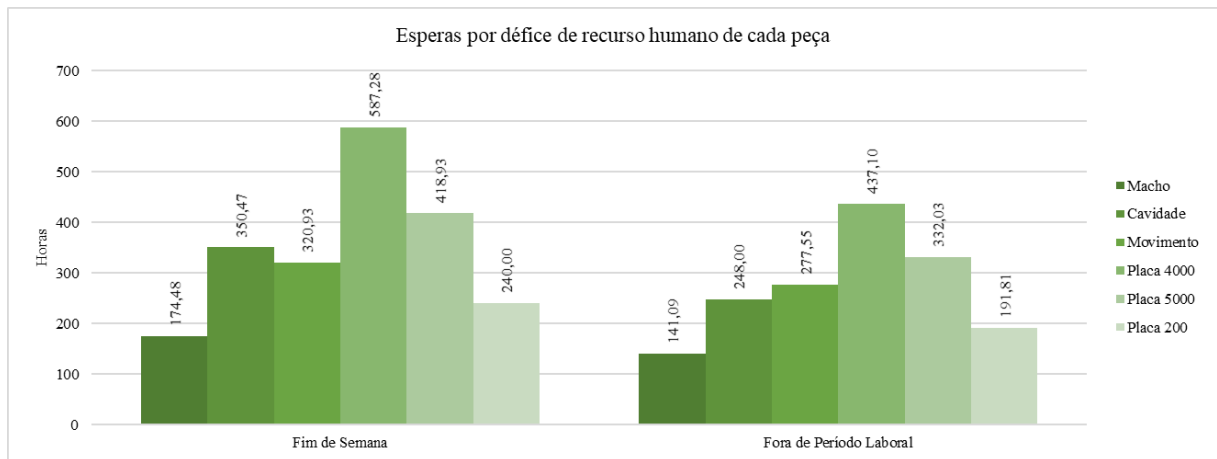


Figura 5.17 – Esperas por défice de recurso humano de cada peça

Apesar de se constatar pela **Figura 5.17** que existem bastantes esperas no fim de semana, também se verifica que efetivamente, as esperas por défice de recurso humano também se deve à ausência de turnos em determinados setores da empresa. Na *Moldit – Indústria de Moldes, S.A.*, apenas o setor de furação apresenta um período laboral de vinte e quatro horas diárias, dispostas em três turnos. O setor onde existe uma maior necessidade de laboração é o setor de fresagem, seja este, fresagem CNC de peças de grande dimensão, seja de fresagem de acessórios. Estes dois setores de fresagem apresentam um período laboral de dezasseis horas diárias, com dois turnos, e como tal, seria interessante colocar estes dois setores a laborar em três turnos.

5.6 Análise Crítica

Após a realização do mapeamento de fluxo de valor das seis peças do molde *MDT2562*, constata-se que existem diversos pontos que devem ser discutidos e analisados, e eventualmente implementados.

O objetivo desta atividade centra-se na identificação de estrangulamentos na cadeia de valor da produção de moldes, numa abordagem *Lean*, através da análise dos tempos de *espera* presentes nos vários processos da cadeia de valor, contribuindo para uma redução, principalmente, do *lead time de fabrico*.

Primeiramente, para colmatar a necessidade de filtrar os dados pelo operador, seria interessante que quando o operador abrisse o registo, pudesse não só selecionar o molde e a peça (que já é possível), mas também, inserir o centro de trabalho que está a utilizar, passando a não existir erros nos registos do *Manufactor*.

Relativamente às esperas analisadas, as duas principais razões para que estas aconteçam são o excesso de carga, e a falta de recursos humanos presentes, não se devendo descuidar a espera inicial que se verifica, desde que o aço chega à empresa até que efetivamente começa o desgaste.

Seria benéfico reduzir a espera inicial, tanto no macho como na cavidade, que são peças críticas do molde. Aqui, a solução passa por o gestor de projeto manter um contacto mais

próximo com o cliente nesta fase inicial, procurando que o cliente aprove a maquinação antes do aço chegar à empresa.

Relativamente ao excesso de carga, o setor de fresagem é o que apresenta esperas por excesso de carga mais notáveis, pelo que, se deveria considerar colocar este setor a laborar num período de três turnos diários. Isto porque, para além de ser o setor que envolve mais maquinação, e consequentemente, representa um volume do processo produtivo maior, é aquele onde o rigor tem de ser máximo. Considerar colocar três turnos em máquinas capazes de executar vários processos e que possam receber todas as peças é o mais acertado, pelo que, a *FE35*, *FE32* e *FE31* são as máquinas dotadas de maior carga de trabalho, e daí ser necessário laborar em três turnos. Noutra vertente, pode-se considerar colocar a *FE18* e a *FE22* também em três turnos, porque são máquinas que efetuam grandes desbastes, e consequentemente, necessitam de estar recorrentemente na presença de colaboradores.

Já no que respeita à falta de recursos humanos, existem grandes tempos de esperas devido a este problema, em período não laborais, sem contabilizar os fins de semana, reforçando a ideia de colocar o setor de fresagem com alguns centros de trabalho a laborar em três turnos.

Por outro lado, verifica-se que as peças de estrutura e os acessórios estavam disponíveis quando necessário para a bancada, sendo o seguimento dos acessórios muito importante, principalmente na fase de ajuste, pois podem existir peças críticas com processos em falta. Quando assim é, deve ser feita uma reunião onde se analisa cada peça e se verifica o que está em falta, fazendo-se assim um planeamento para os processos em falta, e assim, já não incorre na necessidade de estar recorrentemente a verificar cada peça.

Como nota final, afirma-se que a ferramenta *Value Stream Mapping* é essencial, pois permite analisar o processo como um todo, e assim, impor ações de melhoria. Assim sendo, o mapeamento deve ser executado regularmente, dado que, apesar de se tratar de uma indústria complexa, permite tirar ilações acerca da metodologia de trabalho, e consequentemente, analisar o porquê de por vezes não se conseguir encurtar o *lead time* de fabrico do molde, podendo-se ainda comparar mapeamentos de fluxo de valor para moldes idênticos.

6 ANÁLISE A UMA MÁQUINA DE FRESAGEM CNC

Como atividade complementar ao que se encontra descrito nos capítulos 4 e 5, também foi proposto que se efetuasse uma análise a uma máquina de fresagem CNC.

A máquina em questão, pertence ao setor de fresagem de acessórios da Nave 1 da *Moldit – Indústria de Moldes, S.A* e encontra-se exposta na **Figura 6.1**. A empresa adquiriu esta máquina recentemente, e como tal, pretendia perceber se efetivamente estaria a ser tão vantajosa quanto seria expectável.



Figura 6.1 – Máquina alvo de estudo e análise

Trata-se de uma máquina de cinco eixos, dotada de um carrossel que permite ter várias paletes com diversas peças no seu armazém, tal como se pode observar pela seguinte **Figura 6.2**. Esta máquina em concreto, apresenta sete paletes no seu carrossel, onde podem ser colocadas várias peças.



Figura 6.2 – Carrossel da máquina FE36

A presença de várias paletes no carrossel, levaria a que os tempos de paragem da máquina devido ao *setup* diminuíssem, uma vez que, enquanto a máquina estivesse a maquinar uma peça numa dada palete, o operador poderia estar a preparar outra palete com outra peça, evitando assim uma paragem acentuada da máquina. Findada a operação nessa peça, a máquina trocava de palete e iniciaria a operação noutra peça. Teoricamente, isto seria

vantajoso, mas após algum tempo, começou-se a questionar o procedimento de trabalho adotado nesta máquina.

Isto porque, a tendência é carregar as paletes com várias peças, de modo a garantir a máxima otimização da máquina. No entanto, é importante perceber que ao adotar esse procedimento de trabalho, poder-se-ia estar a garantir que a máquina tivesse uma carga semanal bastante positiva, mas por outro lado, que estivesse a reter o fluxo das peças ao longo do processo fabril, pois poderiam ser maquinadas noutras máquinas do mesmo setor.

6.1 Filtragem de Dados do *Manufactor*

Como primeira etapa da análise em causa, recolheu-se semanalmente os dados registados por todos os colaboradores no chão de fábrica, constando na **Figura 6.3** uma parte dos registos recolhidos ao longo desta análise.

	A	B	C	D	F	G	I	J	K	L	M	N	O
1	SECTOR	CODMO	NOME	DIARIO_NUM	NUMOF	OPER	CT	MOLDE	POSICAO	INICIO	FIM	DURACAO_MIN	DURACAO_HOR
2	Soldadura - Soldadura	287		16812	1700019744	Alterações Soldadura	S100	MDT/2510	0	03-08-2020 08:00	03-08-2020 11:00	180	3
3	Bancadas - Bancadas	105		16813	1700014465	Ajuste/Montagem Acessórios	BA03	MDT/2516	1000	08-08-2020 08:00	08-08-2020 18:00	600	10
4	Erosão - Erosão	167		16757	1700013197	Correcções Erosão	EE07	MDT/2471	0	01-09-2020 00:00	01-09-2020 00:00	0	0
5	Erosão - Erosão	167		16757	1700016003	Erosão de Zona Moldante	EE08	MDT/2534	1000	01-09-2020 00:00	01-09-2020 00:00	0	0
6	Engenharia - Engenharia	383		16758	1700020217	Extração/Refrigeração/Hidráulica Macho	EG00	MDT/2550	0	01-09-2020 00:02	01-09-2020 00:02	0	0
7	Furação - Furação	377		16759	1700016433	Furação Refrigeração/Hidráulica	MA06	MDT/2533	2001	01-09-2020 00:17	01-09-2020 00:17	0	0
8	Furação - Furação	248		16759	1700019871	Furação Refrigeração/Hidráulica	MA07	MDT/2530	2000	01-09-2020 00:17	01-09-2020 02:16	119	1,983333
9	Furação - Furação	474		16759	1700019872	Furação Refrigeração/Hidráulica	MA01	MDT/2530	2200	01-09-2020 00:17	01-09-2020 02:35	138	2,3
10	Furação - Furação	505		16759	1700016433	Furação Refrigeração/Hidráulica	MA06	MDT/2533	2001	01-09-2020 00:17	01-09-2020 16:37	980	16,333333
11	Tornearia - Tornearia	389		16760	1700019822	Tornear	TO02	MDT/2536	5012	01-09-2020 00:18	01-09-2020 00:19	1	0,016666
12	F.Acess. - Fresagem Acessórios	312		16761	1700019872	Trabalho Desenho Inclinado/Lateral	FE30	MDT/2530	2200	01-09-2020 00:21	01-09-2020 00:22	1	0,016666
13	F.Acess. - Fresagem Acessórios	312		16761	1700019872	Trabalho Desenho Inclinado/Lateral	FE30	MDT/2530	2200	01-09-2020 00:23	01-09-2020 00:24	1	0,016666
14	F.Acess. - Fresagem Acessórios	312		16761	1400004277	Paragem - Avaria de máquina	FE30		0	01-09-2020 00:26	01-09-2020 08:44	498	8,3
15	Bancadas - Bancadas	429		16762	1700014225	Standard	BA03	MDT/2441	0	01-09-2020 01:05	01-09-2020 01:06	1	0,016666
16	Bancadas - Bancadas	481		16762	1700015443	Correcções - Polimento	BA03	MDT/2515	0	01-09-2020 01:05	01-09-2020 01:05	0	0
17	Bancadas - Bancadas	113		16762	1700015480	Ajuste Balancés	BA03	MDT/2529	2000	01-09-2020 01:05	01-09-2020 02:03	58	0,966666
18	Furação - Furação	470		16759	1700019871	Furação Refrigeração/Hidráulica	MA07	MDT/2530	2000	01-09-2020 02:16	01-09-2020 08:17	361	6,016666
19	F.Acess. - Fresagem Acessórios	500		16761	1700020171	Fixações e desbaste	FE19	MDT/2542	2280	01-09-2020 02:23	01-09-2020 06:23	240	4
20	F.Acess. - Fresagem Acessórios	500		16761	1700018194	Fixações e desbaste	FE19	MDT/2529	1263	01-09-2020 02:24	01-09-2020 08:54	390	6,5
21	F.Acess. - Fresagem Acessórios	500		16761	1400004277	Paragem - Avaria de máquina	FE24		0	01-09-2020 02:24	01-09-2020 12:54	630	10,5
22	F.Acess. - Fresagem Acessórios	312		16761	1700019138	Acabamento 3 eixos	FE23	MDT/2534	1054	01-09-2020 06:20	01-09-2020 08:38	138	2,3
23	F.Acess. - Fresagem Acessórios	312		16761	1700017295	Fixações e desbaste	FE19	MDT/2516	7002	01-09-2020 06:22	01-09-2020 12:22	360	6
24	Engenharia - Engenharia	130		16758	1700020225	Correcções Engenharia	EG00	MDT/2502	01-09-2020 06:30	01-09-2020 16:00	570	9,5	
25	Engenharia - Engenharia	244		16758	1700018282	Correcções Engenharia	EG00	MDT/2513	01-09-2020 08:00	01-09-2020 17:10	550	9,166666	
26	Retificar - Retificar	287		16766	1700017393	Rectificação	RE02	MDT/2533	340	01-09-2020 08:00	01-09-2020 08:01	1	0,016666
27	Engenharia - Engenharia	461		16758	1700016866	3D Zonas Moldantes Macho/Cavidade	EG00	MDT/2542	0	01-09-2020 08:01	01-09-2020 11:55	234	3,9
28	Bancadas - Bancadas	507		16762	1700016463	Ajuste Acessórios	BA03	MDT/2516	2800	01-09-2020 08:02	01-09-2020 11:16	194	3,233333
29	Bancadas - Bancadas	501		16762	1700014466	Ajuste Acessórios	BA03	MDT/2516	2000	01-09-2020 08:02	01-09-2020 18:30	628	10,466666
30	Bancadas - Bancadas	390		16762	1700017716	Correcções Bancada	BA03	MDT/2509	0	01-09-2020 08:02	01-09-2020 17:01	539	8,983333
31	Erosão - Erosão	172		16757	1700013198	Alterações Erosão	EE08	MDT/2471	0	01-09-2020 08:02	01-09-2020 15:27	445	7,416666
32	Bancadas - Bancadas	467		16762	1700018001	Correcções - Polimento	BA03	MDT/2510	0	01-09-2020 08:03	01-09-2020 17:00	537	8,95
33	Bancadas - Bancadas	252		16762	1700020582	Correcções Bancada	BA03	MDT/2532	0	01-09-2020 08:03	01-09-2020 18:02	599	9,983333

Figura 6.3 – Exemplo de registos obtidos pelo *Manufactor*

Tal como se observa na **Figura 6.3**, é possível perceber quais as operações realizadas nos elementos de cada molde, o setor e respetivo centro de trabalho que interveio, o colaborador responsável, e ainda, o início e término e respetiva duração da operação.

Uma vez que, diariamente, o departamento de planeamento cria vários diários para as peças na produção e atribui centros de trabalho, era recorrente que as peças tivessem sido maquinadas na máquina em estudo, mas que nos registos aparecessem como maquinadas noutra máquina, daí ser importante realizar uma filtragem.

Para evitar falsas análises, procedeu-se a uma filtragem com base no operador responsável pela máquina, isto porque, é o próprio a fazer o registo das horas de maquinação, com o seu código.

6.2 Acompanhamento Diário da Máquina

Em paralelo com a recolha de dados do *Manufactor*, também se revelou necessário fazer um acompanhamento diário à máquina em questão, isto porque, apesar da máquina apresentar apenas um colaborador com um horário laboral de oito horas diárias, foi-lhe permitido que o registo das horas de maquinação da máquina fosse realizado no final do dia.

Ou seja, o operador finaliza o dia e só depois é que abre e fecha o seu registo, logo as horas de maquinação despendidas numa dada peça, serão consideradas após a abertura do registo, pelo que, na recolha de dados do *Manufacturer* aparecem *à posteriori* do horário normal do colaborador. Outro aspeto importante do acompanhamento diário da máquina, era garantir que os registos efetuados estavam de acordo com o que realmente acontecia.

Na máquina em análise, as peças poderiam ser colocadas individualmente nas paletes, ou numa montagem, sendo importante verificar as montagens disponíveis na rede. Caso a peça estivesse sozinha numa paleta, não haveria qualquer tipo de montagem na rede. Por outro lado, quando se colocava várias peças numa mesma paleta, o programador procedia à elaboração de uma montagem para todas as peças aí existentes.

Na **Figura 6.4**, consta um exemplo referente a duas montagens elaboradas pelo programador, e que foram posteriormente colocadas no carrossel da máquina em questão.

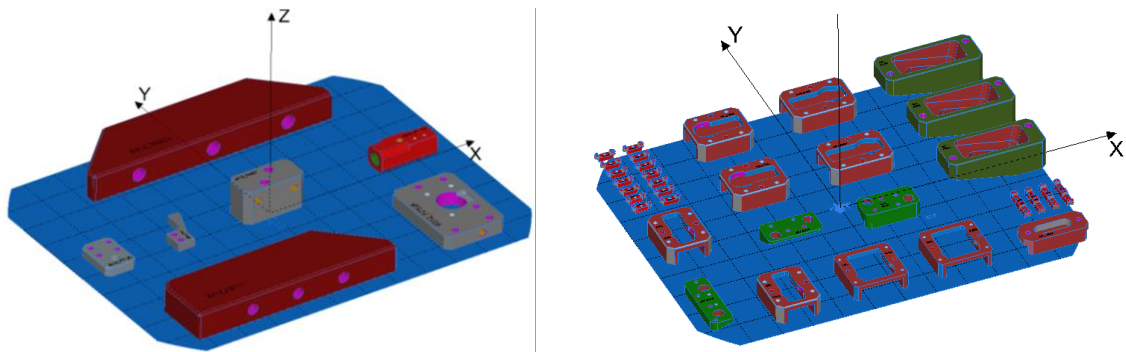


Figura 6.4 – Exemplo de duas montagens elaboradas pelo programador

O setor de fresagem de acessórios é responsável por definir quais as peças que constituirão cada montagem, e só após isso, é que o programador do departamento técnico elabora a devida montagem.

Já no que diz respeito ao registo do que era efetuado diariamente, na seguinte **Figura 6.5**, consta um exemplo de um seguimento diário à máquina numa manhã de um dado dia da semana.

Dia	Horário	Montagem	Mesa	Molde	Referência da Peça	Estado
08.03.2021	Manhã (08:00)	-	1	2572	3510	Parada
		-	-	-	3511	
		-	2	-	-	Vazia
		Montagem_2572_04_03_2021_suporte	3	2572	2224 (x1)	Parada
					3000 (x1)	
					4026 (x1)	
					2288 (x1)	
					7003 (x4)	
		-	4	2572	3501	Parada
		-	5	2572	2981	Parada
		-	6	-	-	Vazia
		-	7	-	-	Vazia
		Montagem_2572_04_03_2021	M	2572	2860 (x1)	Em Maquinação.
					2861 (x1)	
					2920 (x1)	
					2921 (x1)	

Figura 6.5 – Exemplo de um registo diário efetuado pelo autor

Aqui, procedia-se ao registo de alguns elementos essenciais para que se conseguisse analisar o funcionamento da máquina, entre eles:

- Dia e hora de registo;
- Designação da respetiva montagem e número da paleta em que se encontra;
- Referência do molde e da respetiva peça;
- Estado da paleta (parada, vazia, em maquinação);
- Hora de saída/entrada da montagem, caso se verifique.

Por outras palavras, procedia-se ao registo do que se encontrava em cada uma das sete paletes existentes no carrossel da máquina, bem como, na paleta de maquinação, sendo que, sempre que entravam ou saíam peças da máquina, também se registava a hora de entrada e saída, para que, aquando da análise se conseguisse ser o mais realístico possível.

6.3 Análise das Montagens

Uma vez explicitado o que era registado diariamente, procede-se para a análise elaborada para cada montagem ou peça única que estivesse em maquinação na máquina em questão. Para tal, na **Figura 6.6** encontra-se exposto um exemplo de uma análise feita a uma montagem com diversas peças do molde *MDI2572*.

Montagem	Molde	Referência da Peça
Montagem_2572_04_03_2021	2572	2860 (x1)
		2861 (x1)
		2920 (x1)
		2921 (x1)

Início	Fim	Duração (TP)
Data e Hora (dd-mm-aa h:min)	Data e Hora (dd-mm-aa h:min)	(horas)
5-3-21 8:23	7-3-21 15:23	55,00
10-3-21 8:15	10-3-21 12:15	4,00

Entrada na FE36	4-3-21 14:00
Saída da FE36	10-3-21 15:30

Calendário Decorrido [dias]	Esperas [dias]	Esperas [horas]
2,29	-	-
0,17	2,70	64,87

Espera Entrada-Início	0,77 [dias]	18,38 [horas]
Esperas Totais Processos	2,70 [dias]	64,87 [horas]
Espera Fim-Saída	3,00 [dias]	72,12 [horas]

Tempo em Máquina [dias]	Tempo em Máquina [horas]	Ocupação Útil [%]
6,06	145,50	41%

Figura 6.6 – Exemplo de uma análise feita a uma montagem

Nesta análise em concreto, consta o momento de entrada da montagem na máquina, bem como, da sua saída, registando-se ainda, o início e término do processo de maquinação e respetiva duração. Caso tivesse ocorrido mais do que um processo, procedia-se ao registo do mesmo.

É nesta fase que o acompanhamento diário se revela fulcral, pois possibilita confrontar a veracidade dos registos efetuados pelo operador, e do que realmente aconteceu. Outro aspeto importante, prende-se na necessidade de colocar o intervalo de maquinação na hora certa, dado que, o operador efetuava os registos no final do dia, e como tal, esses registos apareciam no *Manufactor* após o seu dia de trabalho. Também, era tido em consideração outros quatro parâmetros, entre eles:

- Calendário decorrido, desde o início do processo até à sua conclusão;
- Espera entre processos, caso exista mais do que um processo para a montagem em análise;

- Tempo em máquina, da respetiva montagem;
- Ocupação útil da respetiva montagem, ou seja, o rácio entre o tempo de processo e o tempo em máquina.

Como análise final, procedeu-se ainda ao registo das esperas entre o momento de entrada da montagem na máquina e o início do processo de maquinação, bem como, a espera entre o momento de finalização do processo e a saída da montagem da máquina.

6.4 Análise de Dados

Findados os registos diários e as análises às montagens, procedeu-se ao estudo do que ocorreu na máquina ao longo do acompanhamento da mesma.

Nesta fase, realizou-se uma análise semanal ao que havia sido maquinado, em que para cada semana fez-se uso dos dados recolhidos em cada montagem maquinada nessa semana, de forma a perceber se as peças que estariam em maquinação em cada semana, estavam ou não demasiado tempo paradas dentro da máquina.

Para cada semana, obteve-se a média de esperas iniciais, esperas entre processos, e por fim, as esperas finais. Relativamente às esperas iniciais, estas remetem para o tempo que decorre desde que a montagem foi colocada dentro do carrossel da máquina, até ao início do processo de maquinação. Por sua vez, as esperas entre processos fazem referência ao tempo que decorre entre dois processos para a mesma montagem, sendo que quando a montagem fosse alvo de maquinação apenas uma vez, a espera entre processos passaria a ser inexistente. Por último, a espera final consiste no tempo que decorre desde a finalização do processo de maquinação até que a montagem seja retirada do carrossel da máquina, ficando assim disponível para o centro de trabalho seguinte.

Na seguinte **Figura 6.7** é possível visualizar a média de esperas que se verificou para cada semana em análise, respeitante aos três tipos de esperas considerados.

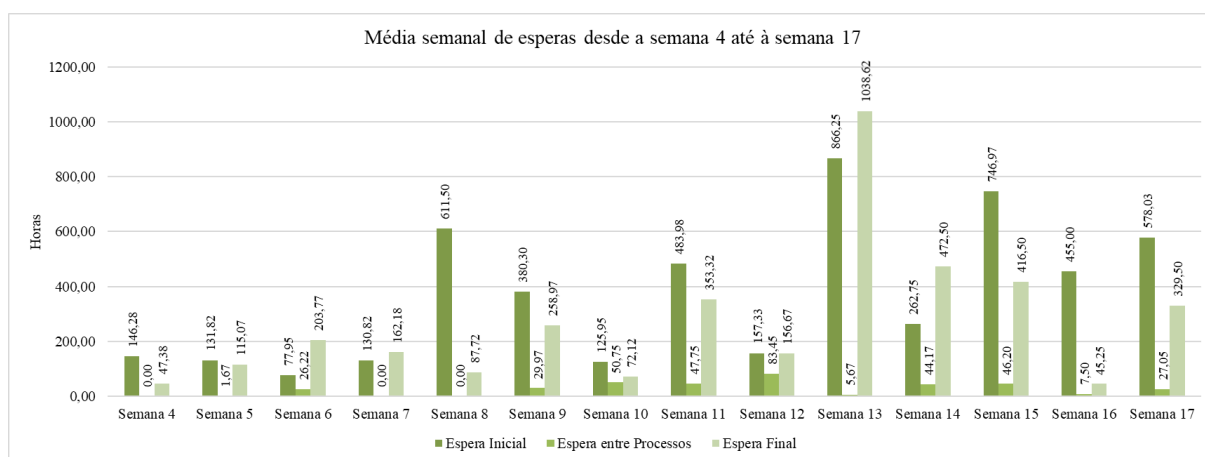


Figura 6.7 – Média semanal de esperas desde a semana 4 até à semana 17

Analisando o gráfico exposto na **Figura 6.7**, verifica-se que existem valores acentuados de esperas relativamente ao tempo desde que as montagens entram na máquina até que efetivamente iniciam o processo de maquinação.

De igual forma, foi também importante perceber qual o tempo em média que as montagens ocupavam o recurso, neste caso, a máquina em análise, encontrando-se exposto na **Figura 6.8** a média de tempos de ocupação do recurso das montagens em cada semana em análise.

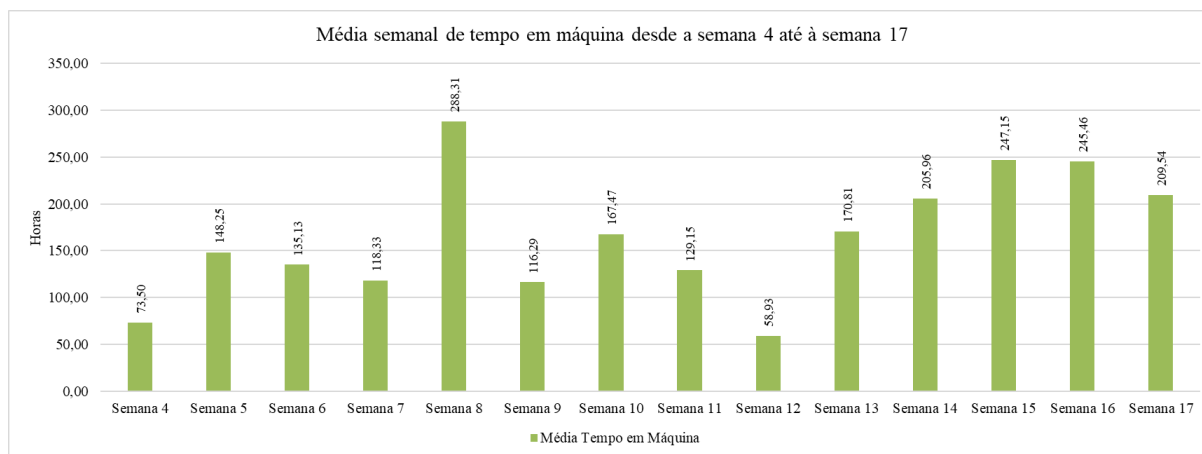


Figura 6.8 – Média semanal de tempo em máquina desde a semana 4 até à semana 17

Agregado ao tempo que as montagens se encontram dentro da máquina, deve-se perceber também qual o tempo efetivo de maquinação, isto é, o rácio entre o tempo de processo e o tempo que a montagem se encontra na máquina. Para isso, é apresentada na **Figura 6.9** a média de ocupação útil para as montagens maquinadas em cada semana em análise.

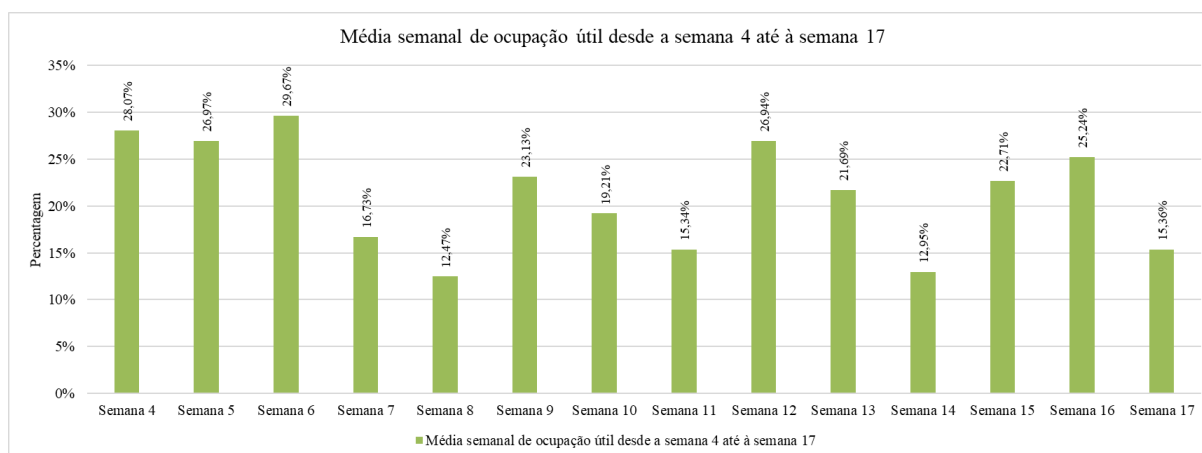


Figura 6.9 – Média semanal de ocupação útil desde a semana 4 até à semana 17

Analisando o gráfico da **Figura 6.9**, verifica-se que a média de ocupação útil das montagens não vai além dos 30%, pelo que, este limite percentual não é ideal. No entanto foi importante perceber se efetivamente o mesmo aconteceria apenas considerando as peças críticas, isto é, os movimentos, balancés, postigos e barras de extração.

Para tal, foi realizada novamente uma análise às montagens maquinadas em cada semana, mas desta vez, considerando apenas aquelas que apresentassem peças críticas como as referidas anteriormente. Dessa análise obteve-se o gráfico exposto na seguinte **Figura 6.10**.

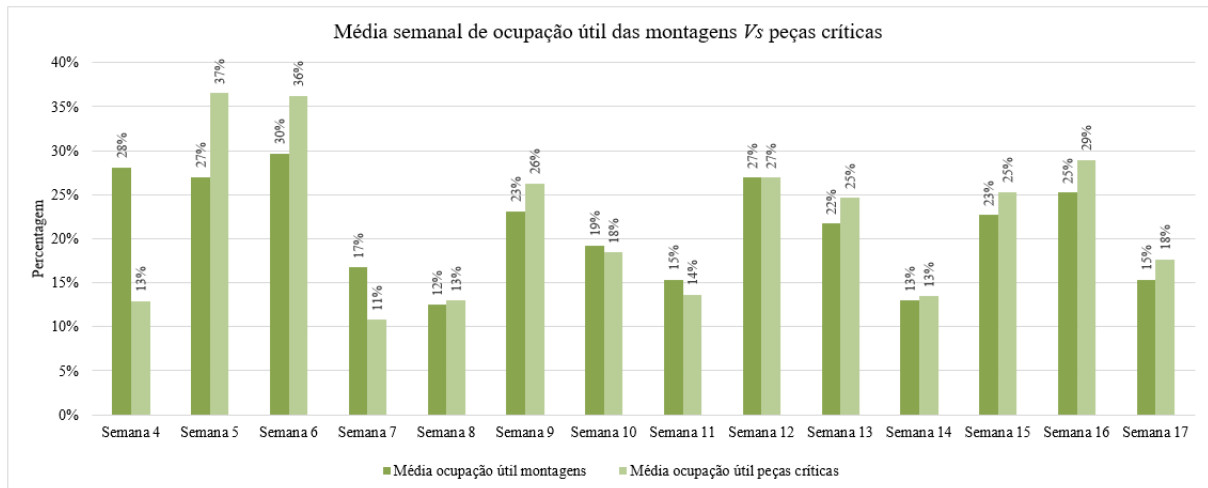


Figura 6.10 – Média semanal de ocupação útil das montagens Vs peças críticas

Analisando então o gráfico da **Figura 6.10**, constata-se que a ocupação útil das montagens nas diversas semanas, sobe ligeiramente, apenas considerando as peças críticas, concluindo-se que as peças críticas não estão tanto tempo paradas na máquina em questão, quando comparadas com as restantes.

No entanto, é importante ter em consideração que essas peças críticas, também entram na máquina em aço bruto, o que torna o processo mais demorado, e consequentemente, menos otimizado em termos de fluxo da peça. Isto porque, se tivermos por exemplo três peças críticas por desbaste (primeiro processo de fresagem), o colaborador vai efetuar o desbaste no horário laboral, levando a que tenha de intercalar o trabalho, e por isso, as peças ficam mais vezes e mais tempo paradas, de forma a que o colaborador consiga fazer os processos de desbaste durante o horário diurno.

6.5 Comparação entre Dados de *Manufactor* e *PLC*

Como análise complementar a esta máquina, confrontou-se os registos do *Manufactor* com os registos do *PLC* da máquina. Tal como referido anteriormente, os dados do *Manufactor* são registados pelo colaborador da máquina, enquanto que, os registos do *PLC* são fornecidos pelo chefe responsável pelo setor de fresagem, e são obtidos através do *PLC* da máquina, isto é, através do seu *software*, sendo estes adquiridos com base na rotação da máquina.

Por outras palavras, sempre que a broca da máquina estiver em rotação, esta está a contabilizar o tempo de maquinação, independentemente se está a retirar a peça ou não. Assim, procedeu-se a uma comparação entre o objetivo semanal, os registos de *Manufactor* e os registos de *PLC*, obtendo-se os seguintes dados desde janeiro até abril, passíveis de visualização na seguinte **Figura 6.11**.

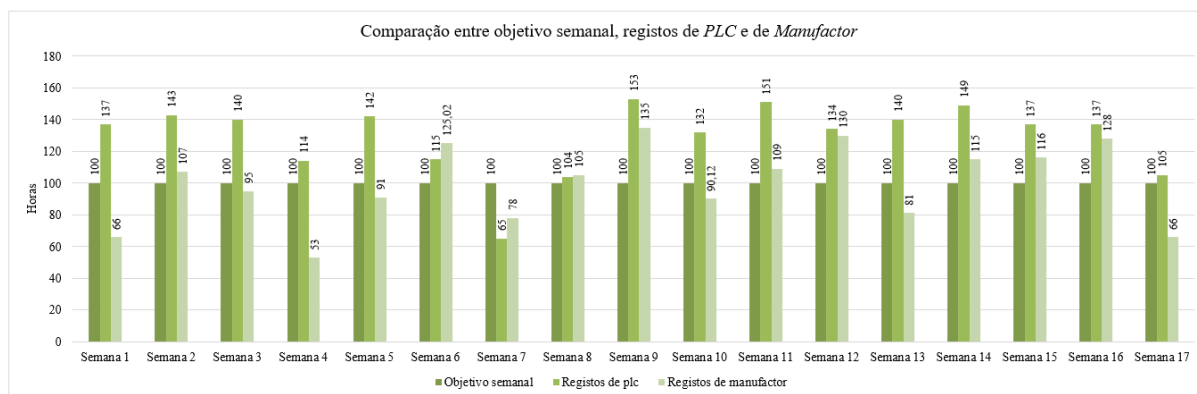


Figura 6.11 – Comparação entre objetivo semanal, registos de PLC e de Manufactor

Analisando o gráfico presente na **Figura 6.11**, verifica-se que a máquina apresenta um desempenho semanal superior ao objetivo semanal, neste caso, as 100 horas semanais. Este confronto é tido entre o objetivo semanal e o PLC da máquina, constatando-se que a carga semanal deste centro de trabalho é favorável.

No entanto, quando se confronta os registos de PLC com os registos de *Manufactor*, conclui-se que existe uma discrepância de valores. Tanto janeiro, como março e abril, apresentam uma margem grande de valores entre os registos obtidos pelo *Manufactor* e os registos obtidos pelo PLC da máquina, sendo o mês de fevereiro aquele em que a margem de diferença é menor.

Sendo a imputação das horas aos moldes feita através dos registos que se verificam no *Manufactor*, não pode existir diferenças tão elevadas entre o PLC da máquina e os registos do *Manufactor*, isto porque, a empresa está a imputar horas menores do que aquelas que se verificam, ou seja, está-se a assumir um custo do molde inferior ao que realmente se constata. Por outro lado, também se pode estar a executar tarefas não registadas, sendo essa política de trabalho errada, pois até podem ser tarefas curtas e pontuais, mas como se verifica pela **Figura 6.11**, incorrem em diferenças elevadas no final do mês.

6.6 Análise Crítica

Analisando em retrospectiva tudo o que foi mencionado, constata-se que existem algumas propostas de melhoria que podem surtir efeito no desempenho da máquina e dos respetivos registos.

No que respeita aos registos entre o PLC e o *Manufactor*, a medida instantânea a adotar passaria por o colaborador proceder à abertura do registo no início do dia de trabalho e ao fecho do mesmo no final do dia. Ou seja, sempre que a máquina estivesse a maquinar alguma peça, o operador abria o registo e indicava em que peça e molde a máquina estava a maquinar, sendo que quando a máquina trocasse de peça, o operador teria de fechar o respetivo registo da peça finalizada e abrir o registo respeitante à peça que passaria a ser alvo de maquinação.

Assim, não só o *Manufactor* apresentaria o intervalo de processos nas horas corretas, como também não incorreria em erros de registos, sendo também importante, sensibilizar o colaborador a efetuar o registo pormenorizado. Ou seja, independentemente se o processo é

rápido, ou é uma coisa pontual, deve-se proceder ao registo, porque quando a máquina está em rotação, esta já se encontra em contagem. Por outro lado, no período de almoço, sempre que a máquina não ficar a maquinar nesse tempo, deve-se desligar a mesma, caso contrário, esta passa a estar em contagem durante esse período de tempo, provocando ainda mais desvios entre os registos de *Manufactor* e *PLC*.

Também, analisando os dados recolhidos do *Manufactor*, verifica-se a necessidade de filtrar os dados pelo operador e não pela máquina. Seria interessante, efetuar uma adaptação ao *software* de registo, que permitisse ao operador inserir a máquina correta. Atualmente, o que se verifica é que o operador regista as horas com o próprio código e atribui as horas a uma peça de um dado molde. O registo pode ser imputado no molde, o que é o mais importante, mas acontece inúmeras vezes que essas horas não são imputadas corretamente na peça. Para contrariar isso, deveria ser criado no *Manufactor* o registo do molde e da peça individual, caso contrário, este tipo de análises pode não ser tão real quanto se espera. Para agravar ainda mais esta situação, o facto de não se imputar as horas corretamente nas peças e apenas no molde, dificulta ainda mais este tipo de análises, sendo estas bastante importantes para analisar o desempenho e metodologia de trabalho inerente à utilização das máquinas.

Já no que respeita à funcionalidade da máquina em si, sempre que se idealizar uma montagem, deve-se colocar a mesma apenas com peças do mesmo molde, porque caso contrário, pode imputar-se tempos de maquinação apenas a um molde, quando na verdade pode existir peças de vários moldes numa mesma montagem.

Por outro lado, constatou-se que as peças entram muitas vezes na máquina em aço bruto, sendo necessário realizar primeiramente o desbaste, perdendo-se muito tempo neste tipo de operação. Uma forma de rentabilizar a máquina, pode ser optar-se por colocar apenas peças para acabamento, em que as peças entrariam na máquina, eram maquinadas em processos de acabamento e saíam de seguida, não retendo o fluxo da peça. Obviamente que esta medida teria de ser suportada pela capacidade de outras máquinas em fazer operações de desbaste, o que poderia incorrer em sobrecarga das demais, e como tal, ter-se-ia de realizar uma análise custo-benefício para avaliar a exequibilidade de tal medida.

Para agravar isso, não é ideal que a máquina efetue desbastes noturnos, porque o desbaste por si só, provoca um grande desgaste das pastilhas e se o colaborador não estiver presente, esta pode mesmo quebrar, e provocar danos na ferramenta da máquina, ou até mesmo, na peça. Para contrariar essa situação, a máquina deve laborar no horário noturno em operações de acabamento. Neste setor existem três máquinas capazes de efetuar acabamento, isto é:

- FE36 – Mikron Mill P 800 U D;
- FE30 – Agie Charmilles – Mikron UCP;
- FE23 – Mori Seiki SV 503B/40.

No entanto, existe apenas uma máquina dotada para efetuar fixações e desbaste, denominada por FE19 – Euromach MC 1400 P. Também, se verificou que das três máquinas capazes de realizar operações de acabamento, apenas a FE36 e a FE30 são de cinco eixos, sendo a FE23 de três eixos.

Como tal, constatou-se que existe a necessidade de se ter mais uma máquina que exerça as mesmas funções que a *FE19*, ou seja, que se dedique apenas a fixações e desbaste. Seria interessante equacionar colocar mais uma máquina que realize apenas operações de fixações e desbaste, uma vez que, sendo a fase inicial do processo neste setor, é importante garantir que não exista retenção de fluxo das peças numa fase tão precária. Assim, conseguir-se-ia colocar mais peças na *FE36* já com desbaste executado, e por sua vez, o fluxo inicial do processo, neste caso o desbaste, seria menos dispendioso em termos de tempos de maquinação. No entanto, seria necessário realizar uma análise de investimento que permitisse à empresa perceber se a compra de uma máquina dessas seria compensatório.

7 CONCLUSÕES

No presente capítulo consta uma sintetização de todo o trabalho desenvolvido e respetivas conclusões, procurando enaltecer possíveis trabalhos futuros passíveis de execução a curto e médio prazo.

O estágio iniciou com o acompanhamento dos diversos setores de produção, onde se percebeu a importância de uma presença assídua no chão de fábrica, pois sendo uma indústria onde cada molde apresenta especificações diferentes e, consequentemente, processos distintos, a aprendizagem é constante.

Para além disso, foram executadas diversas atividades, nomeadamente, o acompanhamento do departamento de planeamento, o mapeamento de fluxo de valor do molde *MDT2562*, e por fim, a análise à atividade de uma máquina de fresagem CNC.

Relativamente ao planeamento da produção executado na empresa, o acompanhamento próximo a este setor deveu-se ao facto de a empresa pretender que, aquando da finalização do estágio, se tivesse captado o conhecimento relativamente ao modo como o planeamento produtivo desta indústria é realizado, de forma a poder propor algumas melhorias.

Para tal, o contacto próximo com a ferramenta *Microsoft Project* foi recorrente, onde se procurou perceber o seu funcionamento, a sua adaptabilidade à indústria de moldes e as particularidades inerentes à empresa em causa.

Em paralelo, foi realizado um acompanhamento assíduo às peças críticas dos moldes e aos seus acessórios, de forma a se ter uma perceção de todas as etapas produtivas que se encontravam em execução e que ainda estariam em falta, o que permitiu compreender melhor o porquê de certas máquinas serem mais adequadas para certo tipo de trabalho.

Pelo acompanhamento diário das diferentes peças e a presença assídua nas reuniões de produção, tornou-se possível compreender detalhadamente todo o planeamento executado no *Microsoft Project*.

Ora, desta atividade verificou-se que os tempos que são imputados a cada operação das diversas peças dos moldes, são fornecidos pelos chefes de cada setor de produção, ocorrendo a atribuição de tempos bastante acima do necessário. Como tal, essa atribuição excessiva provoca conflitos nas máquinas, pois quando se executa o planeamento da *Carga* é tido em conta todos os tempos fornecidos e se as peças finalizam o trabalho muito antes do expectável, provoca uma necessidade instantânea de se adaptar uma nova *Carga*.

Isso implica que o departamento de planeamento tenha de possuir uma grande flexibilidade, pois o planeamento produtivo sofre alterações recorrentes devido a essas discrepâncias de tempos. Aqui, o ideal passaria por ser o departamento de planeamento a executar a análise aos moldes e respetiva atribuição dos tempos necessários. No entanto, é fundamental envolver as chefias nessa definição de tempos, pelo que deve ser um processo negociado entre ambos, de forma a se aproximar o mais possível o tempo teoricamente necessário do utilizado.

Outra questão que se coloca é a ausência de diálogo entre as chefias e o departamento de planeamento no que respeita à tomada de decisão no chão de fábrica, pois quando uma peça sai antecipadamente de uma máquina, o chefe desse setor comunica com outro chefe de forma a enviar a peça para outro centro de trabalho. Este procedimento é errado, porque essa decisão cabe ao diretor de produção e quando este não está presente, cabe ao departamento de planeamento, pois é este que executa o planeamento fabril com base na ocupação de cada recurso.

Para além disso, denota-se que existe uma mentalidade algo limitada no que respeita à metodologia de trabalho, porque se descure alguns indicadores, como é o caso da otimização das máquinas, do fluxo produtivo das peças e da sua redução dos tempos de paragem.

Essa limitação parece ter origem nas próprias chefias, porque o planeamento é ainda visto como um controlo do trabalho a executar, ao invés de um auxílio para se obter um produto num tempo ótimo de recursos e fluxo das peças. Uma prova disso mesmo é que a empresa implementou uns quadros produtivos em cada recurso, tal como se descreve na secção 4.3, não estando em uso atualmente, pois as chefias consideram que é mais um elemento de controlo e optam por ser eles próprios a dar indicações diretas a cada colaborador. Toda esta mentalidade restringe eventuais ações de melhoria e, como tal, deve-se dar formação às chefias acerca da importância que o planeamento tem hoje em dia na indústria e das potenciais ferramentas que podem incrementar uma otimização dos processos.

Sugere-se assim que a empresa retome a utilização dos quadros produtivos, pois permitem que o planeamento consiga seguir mais detalhadamente todas as peças e que os colaboradores consigam ter uma perceção do prazo de cada trabalho. Para além disso, seria benéfico que os colaboradores pudessem colocar o centro de trabalho aquando da abertura do registo no *Manufactor*, porque atualmente quando se recolhe os registos, é recorrente que os centros de trabalho estejam errados.

Paralelamente a toda a fase de planeamento da produção, aplicou-se a ferramenta *Value Stream Mapping*, ou por outras palavras, o mapeamento de fluxo de valor do molde *MDT2562*. A aplicação desta ferramenta *Lean* adveio da necessidade de se perceber quais os possíveis estrangulamentos existentes na cadeia de valor da *Moldit*.

Assim, realizou-se uma análise ao estado atual do processo produtivo do molde em questão, mais concretamente de seis dos seus elementos, com o intuito de definir ações de melhoria que visem a redução do *lead time* de fabrico. Para tal, analisou-se cada processo em detalhe e a utilização de cada recurso, permitindo identificar as esperas que estariam a provocar um aumento do *lead time* de fabrico, e ainda, os processos mais críticos que requerem uma especial atenção.

Aqui, o objetivo centra-se em realizar uma análise à eficiência dos processos, porque quando uma empresa de moldes consegue cumprir o prazo estipulado, pode-se afirmar que esta foi eficaz, mas por outro lado pode não se ter conseguido garantir a devida eficiência dos processos. Através da identificação de estrangulamentos e respetivas esperas, consegue-se

perceber quais os recursos que retiveram o fluxo da peça, de forma a que no futuro se consiga produzir outros moldes com uma maior eficiência.

Como resultado desta atividade, comprovou-se que o movimento apresenta um rácio útil de fabrico de 13,87%, ou seja, no decorrer da sua produção as esperas representam cerca de 86,13% do *lead time* de fabrico. Já na cavidade, constatou-se um *lead time* de fabrico de 96 dias e um tempo de esperas de 48 dias, podendo-se afirmar que as esperas associadas a esta peça representam $\frac{1}{2}$ do seu *lead time* de fabrico. Por sua vez, no macho verificou-se um *lead time* de fabrico igual à cavidade, mas com uma redução do tempo de esperas (23 dias), levando a um rácio útil de fabrico de 75,92%.

Ora, comprovou-se que apesar do macho ser a peça onde as esperas representam um menor intervalo do *lead time* de fabrico, ainda apresentam valores elevados, pois representam $\frac{1}{4}$ do *lead time* de fabrico. Sendo esta uma peça crítica do molde estas esperas não deveriam ser tão elevadas, e como tal, deve-se ter em consideração o porquê de estarem a ocorrer.

Assim sendo, verificou-se que o número de processos realizados no macho é superior às restantes peças, o que acaba por aumentar os tempos de processo e as esperas associadas. Ainda assim, a principal espera que se verificou no macho é a espera inicial, desde que o aço chegou à empresa até que iniciou o primeiro processo. Ora, aqui é fulcral que o gestor de projeto consiga que o cliente valide a maquinação antes do aço dar entrada na empresa, pois caso contrário o bloco de aço fica a aguardar e acaba por incorrer num aumento do *lead time*.

Também se denotou que existem bastantes esperas em momentos de ausência de turnos e de sobrecarga de trabalho, nomeadamente no setor de fresagem. Aqui, seria interessante equacionar colocar algumas máquinas deste setor a laborar em três turnos, ao invés de dois como acontece atualmente, evitando a sobrecarga deste setor e paragem excessiva das peças.

Esta ferramenta *Lean* é essencial e a empresa deve procurar aplicá-la regularmente, pois permite perceber quais as esperas verificadas em cada molde e o porquê de ocorrerem. Ainda para mais, sendo uma indústria onde cada molde é diferente é importante perceber e analisar a fase de fabrico de cada um e tirar as respetivas ilações, visando a melhoria contínua para trabalhos futuros.

Já no que diz respeito à análise de uma máquina de fresagem CNC, o objetivo passou por perceber a metodologia de trabalho inerente a essa máquina, procurando a sua otimização, mas também, de todas as peças que por ela passam.

Para tal, acompanhou-se diariamente a máquina onde se registou todas as peças que daí entraram e saíram, e procurou-se perceber qual o tempo de utilização do recurso para cada peça ou palete. Assim sendo, analisou-se o tempo de espera desde que cada paleta entrou na máquina até que iniciou o processo de maquinação, bem como, o tempo de espera desde que se finalizou o último processo de maquinação até que saiu da máquina.

Como resultado final verificou-se que as peças que são maquinadas nesse centro de trabalho apresentam bastante retenção de fluxo. Ou seja, os momentos de paragem das peças ocorrem principalmente na fase inicial desde que a peça entra na máquina até que inicia o primeiro

processo de maquinação, mas também, na fase final desde que a peça finaliza o último processo até que é retirada da máquina.

Isso significa que as peças são colocadas na máquina muito antes do necessário, e após a maquinação permanecem bastante tempo lá dentro. Ora, sendo uma máquina onde existem sete paletes no carrossel e onde o tempo de *setup* é reduzido (não é necessário parar a máquina para se colocar ou retirar peças), não se deve colocar as peças com tanta antecedência, e por sua vez, quando a peça finaliza o último processo, deve ser retirada imediatamente da máquina para que fique disponível para o processo seguinte.

Para além disso, comprovou-se que em cada palete devem ser colocadas peças do mesmo molde, pois caso contrário, as horas são imputadas a um molde quando na verdade podem existir peças de outros moldes, provocando incongruências nos registos.

Outro aspeto a ter em conta, pode ser colocar-se apenas peças para acabamento nesta máquina, pois o desgaste demora bastante tempo e ao desgastar a ferramenta é necessário a presença do colaborador de forma mais assídua. Para além disso, deve-se realizar uma análise custo-benefício para se perceber a exequibilidade de se colocar mais uma máquina a realizar fixações e desgaste, retirando sobrecarga de operações de desgaste à máquina em estudo e a outras do mesmo setor.

Outra questão que se coloca nesta máquina é os desvios que se verificam entre os tempos do *Manufactor* e os obtidos pelo *PLC* da máquina, o que leva a crer que são executados processos sem qualquer tipo de registo, provocando incorreções na imputação de horas aos moldes, e como tal, a chefia deve realizar uma supervisão mais próxima às atividades realizadas neste centro de trabalho.

Em jeito de conclusão, afirma-se que os objetivos definidos para cada atividade realizada foram atingidos, pois foi possível adquirir conhecimentos da indústria em particular e, através de um espírito crítico, propor ações de melhoria para os diversos pontos de estudo e análise.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Abrantes, J. F. (2015). *Aplicação de Metodologias Lean Management nos Processos de Suporte*. Tese de Mestrado em Gestão, Universidade Católica do Porto, Porto.
- Alam, M. R., Lee, K. S., Rahman, M., & Zhang, Y. F. (2003). Process planning optimization for the manufacture of injection moulds using a genetic algorithm. *International Journal of Computer Integrated Manufacturing*, 16(3), 181-191. doi:10.1080/0951192021000025742
- Antony, J., Escamilla, J. L., & Caine, P. (2003). Lean Sigma [production and supply chain management]. *Manufacturing Engineer*, 82(2), 40-42. doi:10.1049/me:20030203
- Antunes, D. B. (2018). *Produção na Indústria de Moldes*. Tese de Mestrado em Construção e Manutenção de Equipamentos Mecânicos, Instituto Superior de Engenharia de Coimbra, Coimbra.
- Apolinário, B. d. (2018). *Implementação da metodologia Lean – 5S num laboratório da Indústria Alimentar*. Tese de Mestrado em Engenharia Química e Bioquímica, Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade de Lisboa, Lisboa.
- ATEC. (2021). *Jidoka*. Obtido em 25 de junho de 2021, de ATEC - Academia de Formação: <https://www.atec.pt/lexico/h-j/jidoka.html>
- Azevedo, M. S. (26 de janeiro de 2016). *O papel do gestor de projetos*. Obtido em 25 de junho de 2021, de Portal de Gestão: <https://www.portal-gestao.com/artigos/7773-o-papel-do-gestor-de-projetos.html>
- Azizi, A., & Maniharan, T. a. (2015). Designing a Future Value Stream Mapping to Reduce Lead Time Using SMED - A Case Study. *Procedia Manufacturing*, 2, 153-158. doi:10.1016/j.promfg.2015.07.027
- Brown, S., Blackmon, K., Cousins, P., & Maylor, H. (2001). *Operations Management: Policy, Practice and Performance Improvement* (1ª ed.). Oxford, United Kingdom: Butterworth-Heinemann.
- Cachon, G., & Terwiesch, C. (2009). *Matching Supply with Demand: An Introduction to Operations Management* (2ª ed.). New York, USA: McGraw-Hill.
- Cefamol . (2020). *Indústria Portuguesa de Moldes*. Obtido de Cefamol - Associação Nacional da Indústria de Moldes: <https://www.cefamol.pt/index.php?id=30>
- Cefamol. (2021). *História do Setor*. Obtido em 24 de junho de 2021, de Cefamol - Associação Nacional da Indústria de Moldes: <https://www.cefamol.pt/index.php?id=29>
- Chakravorty, S. (2009). Process Improvement: Using Toyota's A3 Reports. *Quality Management Journal*, 16(4), 7-26. doi:10.1080/10686967.2009.11918247
- Cheng, T. C., & Gupta, M. C. (1989). Survey of scheduling research involving due date determination decisions. *European Journal of Operational Research*, 38(2), 156-166. doi:10.1016/0377-2217(89)90100-8

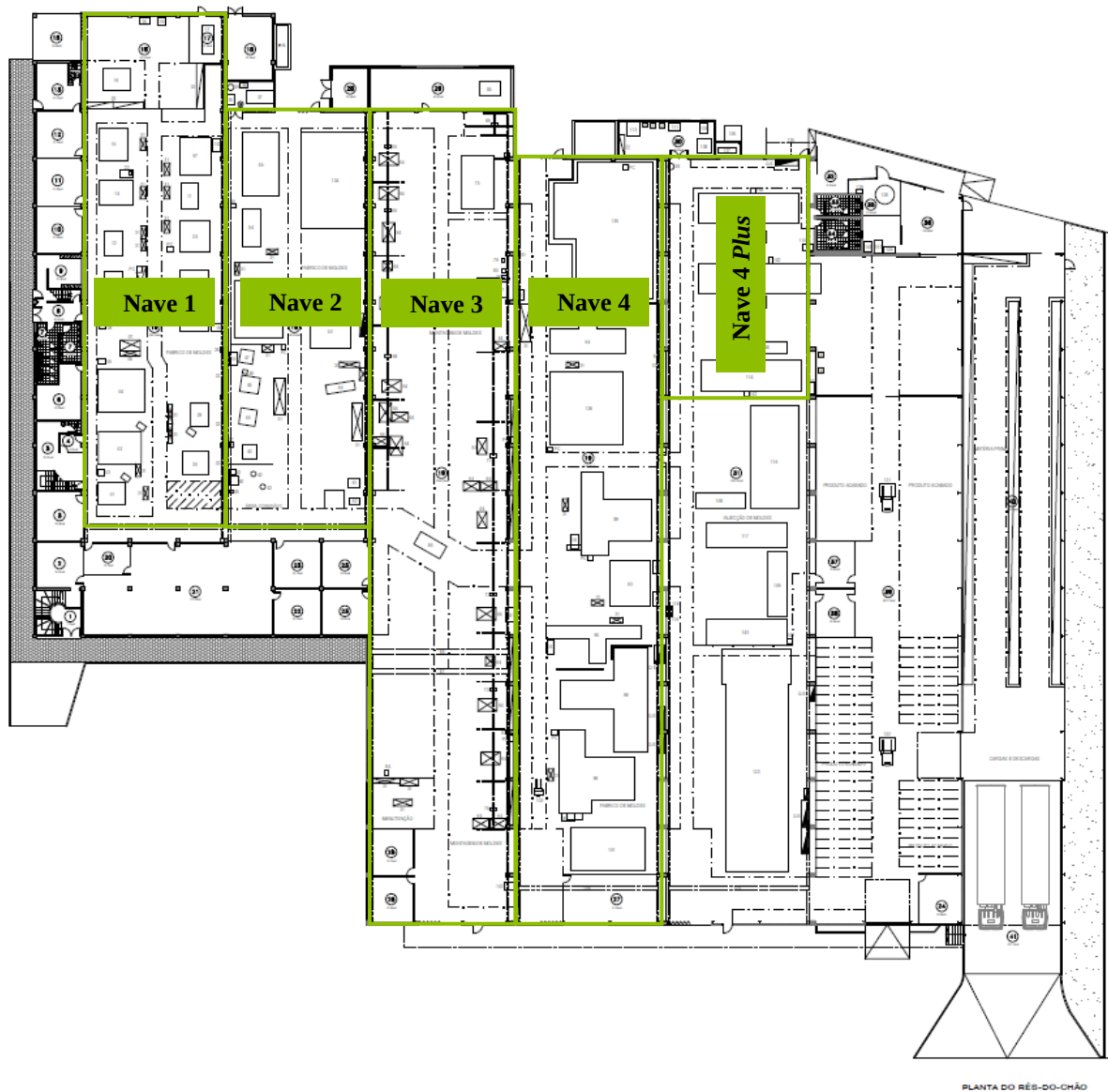
- Fetecau, C., Dobrea, D. V., & Postolache, I. (2010). Overmolding Injection Molding Simulation of Tensile Test Specimen. *International Journal of Modern Manufacturing Technologies*, 2(2), 45-50.
- Herr, K. (2013). *Quick Changeover Concepts Applied: Dramatically Reduce Set-Up Time and Increase Production Flexibility with SMED* (1ª ed.). New York, USA: Productivity Press.
- Hirano, H. (2009). *Jit Implementation Manual - The Complete Guide to Just-In-Time Manufacturing* (2ª ed.). Taylor & Francis Inc.
- Jedynak, P. (2015). Lean management implementation: Determinant factors and experience. *Jagiellonian Journal of Management*, 1(1), 51-64. doi:10.4467/2450114XJJM.15.004.3811
- Jones, D. T., & Womack, J. P. (2005). *Lean Solutions: How Companies and Customers Can Create Value and Wealth Together* (1ª ed.). New York, USA: Free Press.
- Kaizen Institute. (2021). *Glossário*. Obtido em 4 de julho de 2021, de Kaizen Institute: <https://pt.kaizen.com/recursos.html#gloss%C3%A1rio>
- Kerzner, H. (2017). *Project Management: A Systems Approach to Planning, Scheduling, and Controlling* (12ª ed.). New Jersey, USA: John Wiley & Sons, Inc.
- Kiger, D. (7 de dezembro de 2016). *Three of the most significant elements in Lean Manufacturing*. Obtido em 26 de junho de 2021, de David Kiger's Blog: <https://davidkigerinfo.wordpress.com/2016/12/07/three-of-the-most-significant-elements-in-lean-manufacturing/>
- Kumar, S. A., & Suresh, N. (2008). *Production and Operations Management (With Skill Development, Caselets and Cases)* (2ª ed.). New Delhi, Índia: New Age International Publishers.
- Lage, G. M. (2013). *Implementação de Ferramentas Lean numa Unidade Industrial na Herculano - Alfaias Agrícolas S.A.* Tese de Mestrado em Engenharia Mecânica, Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, Porto.
- Liker, J. K. (2004). *The Toyota Way: 14 Management Principles from the World's Greatest Manufacturer* (1ª ed.). New York, USA: McGraw Hill.
- Liker, J. K., & Convis, G. L. (2012). *The Toyota way to Lean Leadership: Achieving and sustaining excellence through leadership development* (1ª ed.). McGraw-Hill.
- Liker, J. K., & Morgan, J. M. (2006). The Toyota Way in Services: The Case of Lean Product Development. *Academy of Management Perspectives*, 20(2), 5-20. doi:10.5465/AMP.2006.20591002
- Lisboa, J. V., & Gomes, C. F. (2019). *Gestão de Operações* (3ª ed.). Porto, Portugal: Vida Económica.

- Liu, J. J., Lin, Z. A., Chen, Q. X., Mao, N., & Chen, X. D. (2013). A decision support to assign mould due date at customer enquiry stage in computer-integrated manufacturing (CIM) environments. *International Journal of Computer Integrated Manufacturing*, 26(6), 571-582. doi:10.1080/0951192X.2012.749526
- Losonci, D., Demeter, K., & Jenei, I. (2011). Factors influencing employee perceptions in lean transformations. *International Journal of Production Economics*, 131(1), 30-43. doi:10.1016/j.ijpe.2010.12.022
- Martins, E. (8 de novembro de 2016). *Tipos de Processo de Fabrico*. Obtido em 23 de junho de 2021, de Value Stream - Melhoria de Processos e Lean Management: <https://vstream.wordpress.com/2016/11/08/tipos-de-processos-de-fabrico/>
- Matos, H. A. (2016). *Análise Estrutural de um Molde para Injeção de Componentes Plásticos*. Tese de Mestrado em Engenharia Mecânica, Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade de Coimbra, Coimbra.
- Melo, N. C. (2019). *Planeamento e Melhoria da Produção na Indústria de Moldes*. Tese de Mestrado em Engenharia Mecânica, Escola Superior de Tecnologia e Gestão do Instituto Politécnico de Leiria, Leiria.
- Meredith, J. R., & Mantel, S. J. (2008). *Project Management : A Managerial Approach* (7ª ed.). USA: John Wiley & Sons, Inc.
- Moldit. (2021a). *Presença Internacional*. Obtido em 14 de maio de 2021, de Web site da Moldit - Indústria de Moldes, S.A.: <http://www.moldit.pt/news/9LTQ3agi>
- Moldit. (2021b). *Política de Gestão*. Obtido em 14 de maio de 2021, de Web Site da Moldit - Indústria de Moldes, S.A.: <http://www.moldit.pt/company/ZIndqP4D>
- Moldit. (2021c). *Política de Compras Sustentáveis*. Obtido em 14 de maio de 2021, de Web site da Moldit - Indústria de Moldes, S.A.: http://www.moldit.pt/upload/pdf/content_company/Vy5MnEjp/POLITICADECOMP RASSUSTENTAVEIS.pdf
- Nero, T. L. (2017). *COSM - Mapeamento do Fluxo de Troca de ferramenta: Uma proposta de integração do VSM no método SMED*. Tese de Mestrado em Engenharia Mecânica, Instituto Superior Técnico da Universidade de Lisboa, Lisboa.
- Neto, H. (2014). *Um Olhar sobre a Indústria de Moldes* (1ª ed.). São Pedro de Moel, Portugal: Gradiva.
- Nobre, R. M. (2018). *Uma Abordagem Lean às vertentes de Logística, Manutenção e Produção na MEGATECH Industries Marinha Grande*. Tese de Mestrado em Engenharia e Gestão Industrial, Instituto Superior de Engenharia de Coimbra, Coimbra.
- oConsulting. (janeiro de 31 de 2020). *Value Stream Map*. Obtido em 3 de julho de 2021, de oConsulting : <https://www.oconsulting.com/glossary/value-stream-map/>

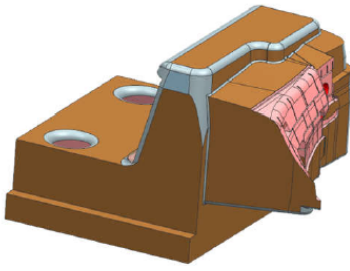
- Ortiz, C. A. (2006). *Kaizen Assembly: Designing, Constructing, and Managing a Lean Assembly Line* (1ª ed.). USA: CRC Press.
- Pinto, J. P. (2010). *Gestão de Operações - Na Indústria e nos Serviços* (2ª ed.). Lisboa: Lidel.
- Pinto, J. P. (2013). *Manutenção Lean*. Lisboa, Portugal: Lidel.
- Pinto, J. P. (2014). *Pensamento Lean - A filosofia das organizações vencedoras* (6ª ed.). Lisboa: Lidel.
- Plenert, G. (2006). *Reinventing Lean: Introducing Lean Management into the Supply Chain* (1ª ed.). Burlington, USA: Butterworth-Heinemann.
- Portal Gestão. (9 de julho de 2010). *O que são objetivos SMART?* Obtido em 25 de junho de 2021, de Portal de Gestão: <https://www.portal-gestao.com/artigos/6197-o-que-s%C3%A3o-objectivos-smart.html>
- Portal Gestão. (20 de maio de 2011). *O que é a gestão de projetos?* Obtido em 25 de junho de 2021, de Portal de Gestão: <https://www.portal-gestao.com/artigos/6584-o-que-%C3%A9-a-gest%C3%A3o-de-projectos.html>
- Project Management Institute. (2013). *Um Guia do Conhecimento em Gestão de Projetos (Guia PMBOK)* (5ª ed.). Pennsylvania, USA: Project Management Institute, Inc.
- Reid, R. D., & Sanders, N. R. (2009). *Operations Management: An Integrated Approach* (4ª ed.). New Jersey, USA: John Wiley & Sons, Inc.
- Ribeiro, R. N. (2011). *Aplicação de Técnicas de Melhoria Contínua em Processos Produtivos*. Tese de Mestrado em Engenharia Mecânica, Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, Porto.
- Roldão, V. S. (2010). *Gestão de Projetos - Abordagem Instrumental ao Planeamento, Organização e Controlo* (2ª ed.). Lisboa: Monitor.
- Roos, D., Womack, J. P., & Jones, D. T. (2007). *Machine That Changed The World* (1ª ed.). Simon & Schuster.
- Sarkar, D. (2006). *5S for Service Organizations and Offices: A Lean Look at Improvements* (1ª ed.). Milwaukee, USA: ASQ Quality Press.
- Silva, C., Roque, L., & Almeida, A. S. (2006). MAPP – A web-based decision support system for the mould industry. *Decision Support Systems*, 42(2), 999-1014. doi:10.1016/j.dss.2005.08.001
- Sousa, D. A. (2014). *Mapeamento de Fluxos de Valor na Indústria Têxtil*. Tese de Mestrado em Engenharia e Gestão Industrial, Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, Porto.
- Stevenson, W. J. (2014). *Operations Management* (12ª ed.). New York, USA: McGraw Hill.
- Suzaki, K. (2013). *Gestão no Chão de Fábrica LEAN: Sustentando a Melhoria Contínua Todos os Dias* (1ª ed.). Rio Meão, Portugal: LeanOp Press.

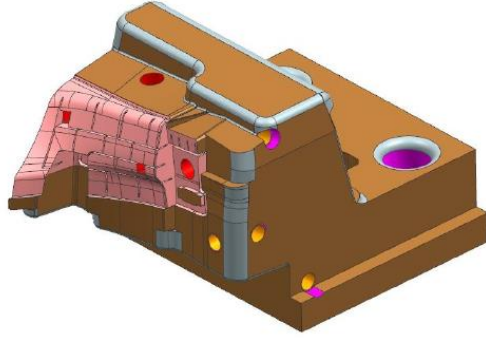
- Tavares, M. F. (2016). *Moldes de injeção com Desenroscamento Automático: Casos de Estudo*. Tese de Mestrado em Engenharia da Conceção e Desenvolvimento do Produto, Escola Superior de Tecnologia e Gestão do Instituto Politécnico de Leiria, Leiria.
- Tompkins, J. A., White, J. A., Bozer, Y. A., & Tanchoco, J. M. (2003). *Facilities Planning* (3ª ed.). USA: John Wiley & Sons.
- Turner, J. R. (2008). *The Handbook of Project-Based Management: Leading Strategic Change in Organizations* (3ª ed.). New York, USA: Mc Graw Hill.
- Valente, T. J. (2019). *A gestão de projetos na indústria de moldes para automóveis*. Tese de Mestrado em Engenharia e Gestão Industrial, Instituto Superior de Engenharia de Coimbra, Coimbra.
- Vieira, F. D., & Romero, F. (2005). Uma tipologia de análise da inovação no Setor dos Moldes em Portugal. *Comportamento Organizacional e Gestão* , 11(1), 85-94.
- Womack, J. P., & Jones, D. T. (2003). *Lean Thinking: Banish Waste and Create Wealth in Your Corporation* (2ª ed.). New York, USA: Free Press.
- Wysocki, R. K. (2019). *Effective Project Management: Traditional, Agile, Extreme, Hybrid* (8ª ed.). Indianapolis, USA: John Wiley & Sons, Inc.

ANEXO A – Planta da *Moldit*



ANEXO B – Modelo para Maquinação

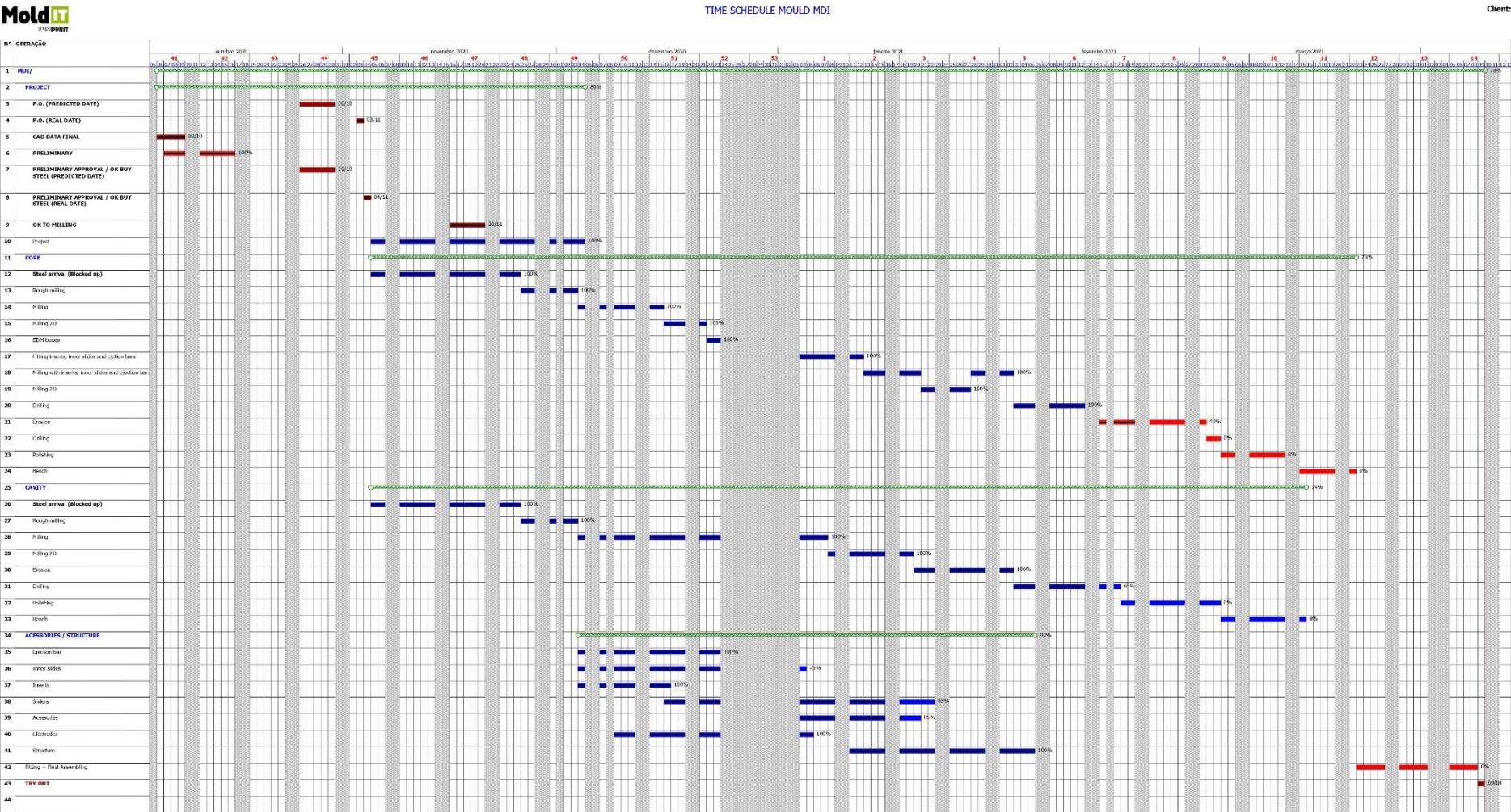
	Modelo para Maquinação		Elaborado por: _____	MOLDE: MDT - 2562
			Data: 2020_11_23	PEÇA: Movimento
				
Observações: MODELO VALIDO PARA ENCOMENDA DE AÇO Quantidade: 1 Material: 1.2738 HH Dimensões: 271x203x160[mm] Tratamento: NIT.				
Ficheiro: 2562_P2200_MOVIMENTO_2020_11_23				
Localização: DNC\MDT-2500\2562\ACESSORIOS			Recebido: _____	Data: _____

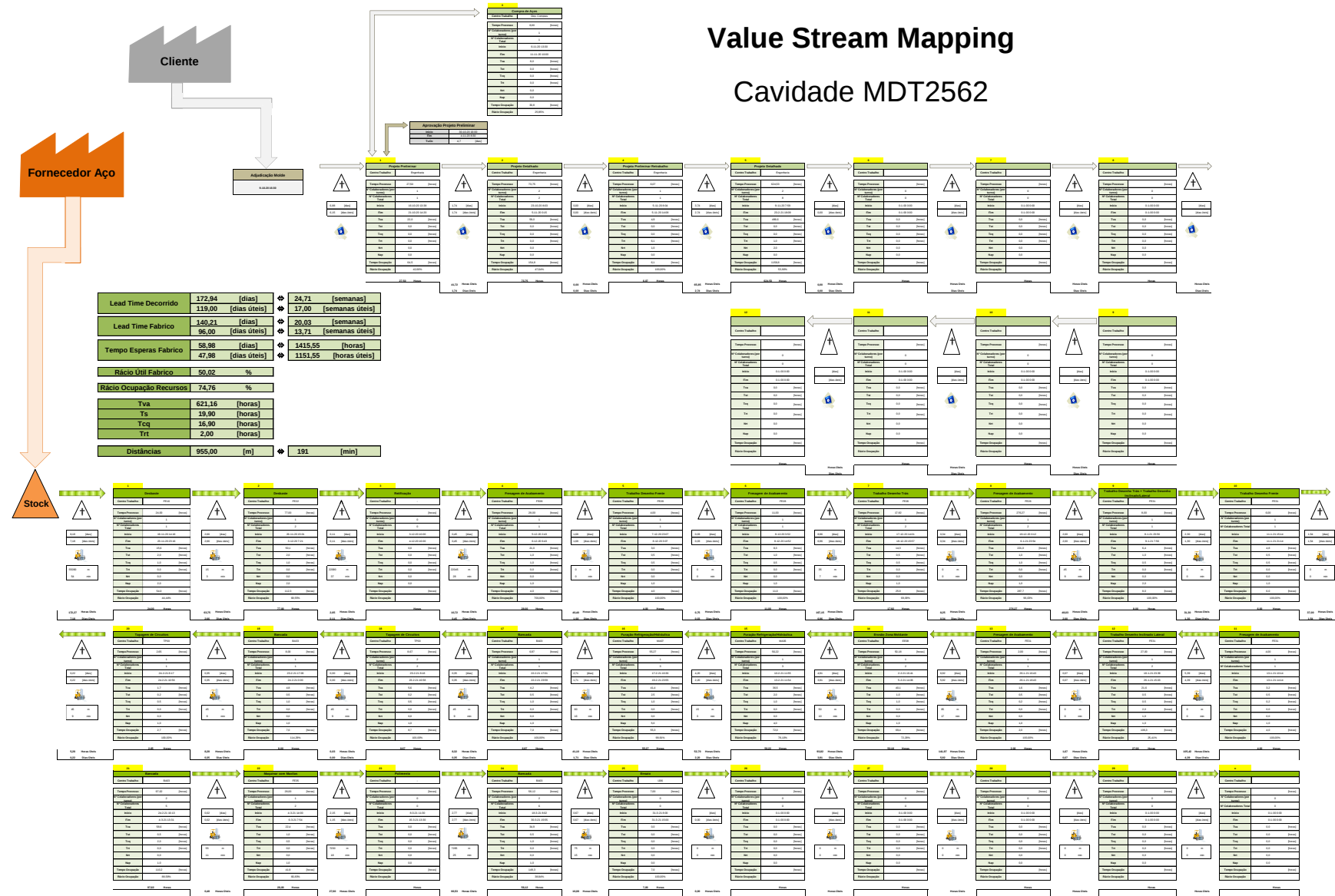
	Modelo para maquinação		Elaborado por: _____	MOLDE: MDT - 2562
			Data: 2020/11/27	PEÇA: Movimento
				
Observações: Quantidade: 1 Material: 1.2738 HH Dimensões: 271 x 203 x 160 [mm] Tratamento: Nitrurado				
Ficheiro: 2562_P2200_MOVIMENTO_2020_11_27.x_t				
Localização: DNC\MDT- 2500 \ 2562 \ ACESSORIOS			Recebido: _____	Data: _____

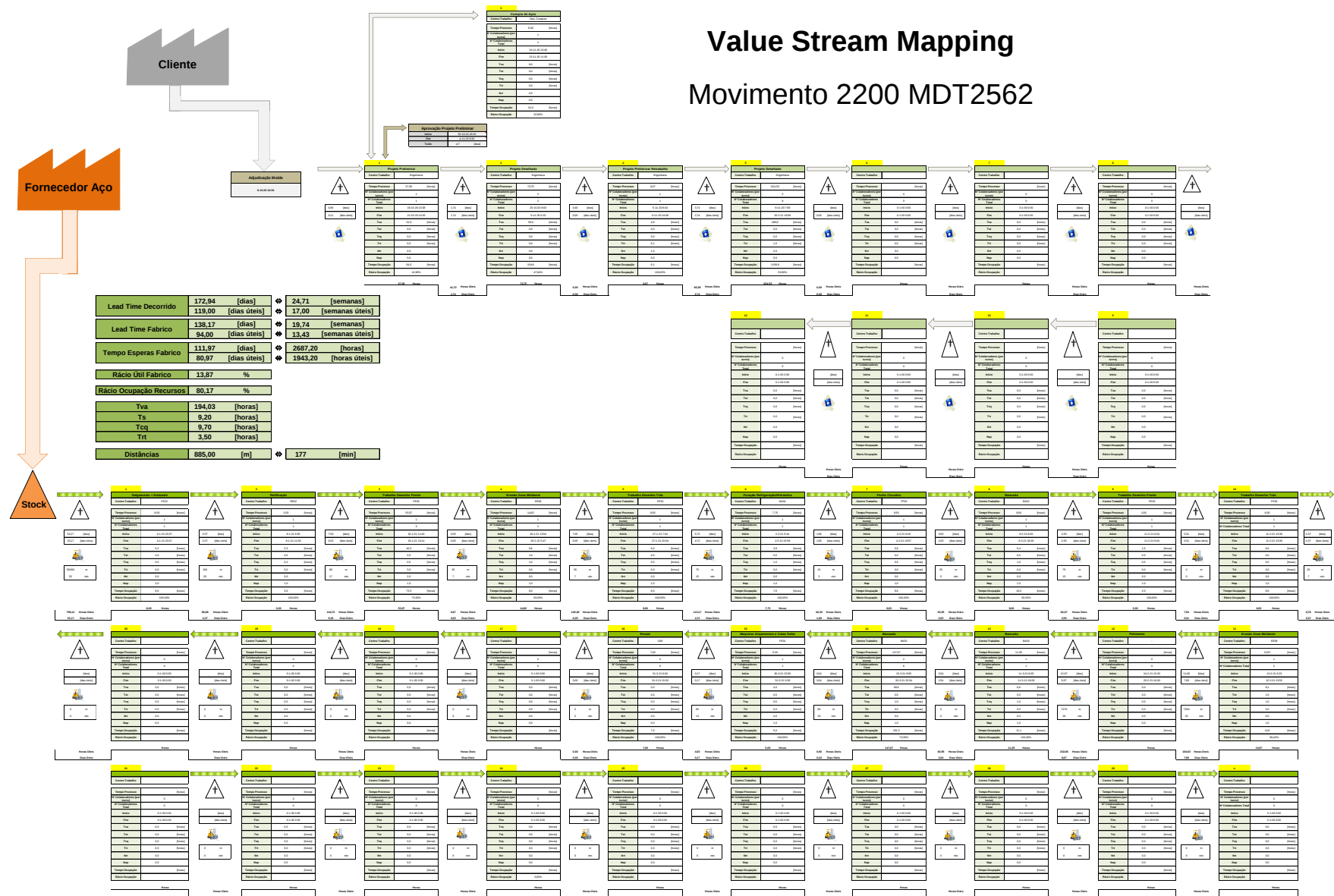
ANEXO C – Ordem de Fabrico

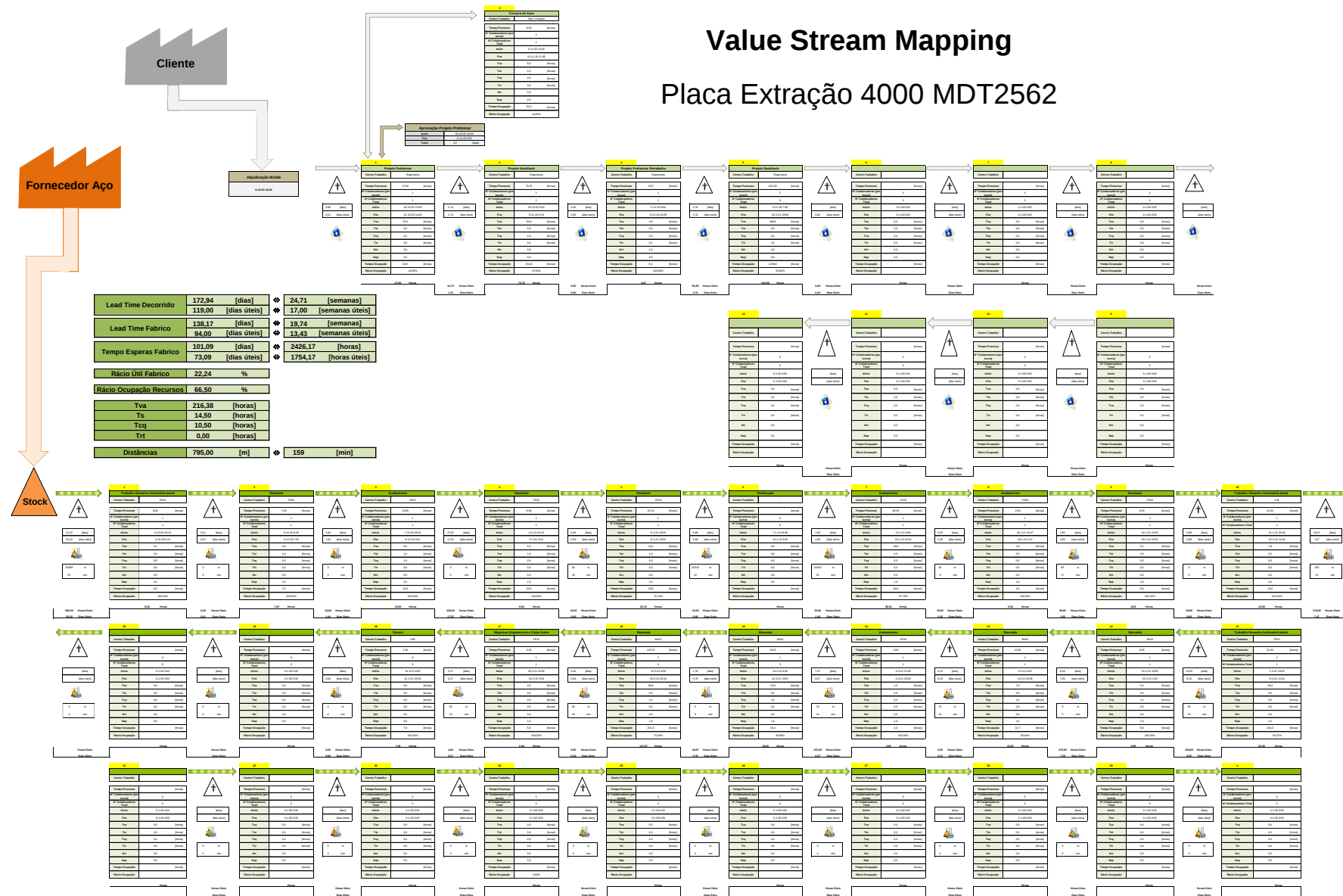
Mold IT		ORDEM DE FABRICO		Nº ENSAIOS OBJECTIVO	4	MDT -	☒ Correções	☐ Alterações				
DESIGNAÇÃO MOLDE:		CLIENTE:		PRÓXIMO ENSAIO								
ENSAIO Nº	1	COMENTÁRIOS INTERNOS ☒		COMENTÁRIOS CLIENTE ☐								
DESMONTAGEM	TÉCNICO	SOLDA	MAQUINAÇÕES	FURAÇÕES	EROSÃO	REAJUSTE	MONTAGEM					
OP.	PROBLEMA	ACÇÃO A DESENVOLVER	RESPONSABILIDADE							EXECUÇÃO (Rubrica)	CONTROL	
			GP	T	M	E	B	F	Q		OK	NOK
101	rebarbas na junta e gitos, há muita superfície da junta sem contacto, ajuste forte sobre os movs e patelas de fecho, estão em falta algumas patelas de fecho	reajustar molde					X					
102	rebarbas nas maxilas, marcação fraca (mesmo com régua calçada)	reajustar maxilas/ molde					X					
103	rebarbas nos balancés e movs	soldar, reajustar					X					
104	má definição dos frisos de posição	erodir maxilas, polir				X	X					
105	defeitos no acabamento das cavidades, desencontro entre maxila e cavs	eliminar folga no ajuste entre maxilas e cav (102), polir de forma a eliminar desencontros e outros defeitos					X					
106	fraco acabamento no macho	polir					X					
108	porta clips mal definidos, aberturas e espessuras fora de medida	erodir todos de forma a eliminar marcas de maquinação tendo em conta que se podem afundar no máximo 0,10, o clip 3 em ambas as peças tem de fechar em 0,10 a largura do clip				X						
109	movimentos mal definidos, desencontro com o macho	maquinar movs fixos no macho, polir		X	X							
110	raspados na desmoldação dos balancés, há frisos desencontrados	erodir frisos e polir de forma a criar desencontro favorável à desmoldação				X	X					
111	há balancés salientes e barras extratoras à face	acertar veios de forma a garantir o correto encosto de balancés e barras					X					
112	há extratores dos movimentos que estão presos	aliviar ajuste					X					
115	falta registo do caudal dos circuitos de refrigeração	fazer controlo e respetivo registo						X	X			
116	falta controlo dimensional da peça	controlar espessuras, aberturas, clips...							X			
117	falta numerar bicos no molde	marcar de acordo com o desenho do sistema de inj					X					
118	chupado nos pontos de injeção	alterar uma das bayers do topo	X	X			X					
119	rebarbas nos postigos de inj, gitos com contra saídas e fraco acabamento	soldar, reajustar, polir					X					
120	frisos em falta em ambas as peças	erodir				X	X					
121	falta aplicar datadores e tacos de cobre para gravar índices	aplicar datadores e tacos, em todos os tacos dos índices é para gravar 03	X	X			X	X				
122	linhas de controle dimensional não estão de acordo com a especificação do cliente	corrigir gravação		X	X	X						

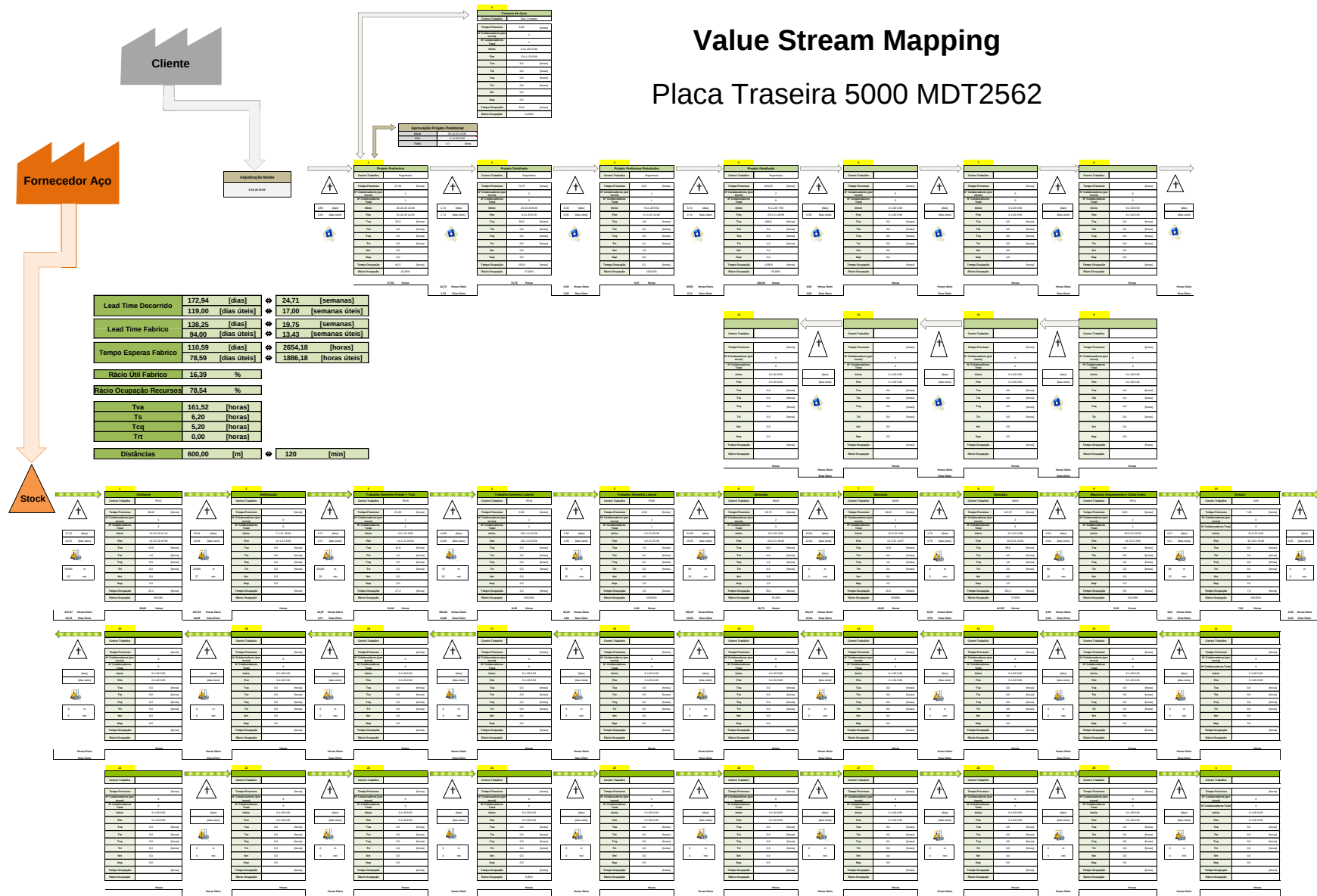
ANEXO D – Plano de Cliente

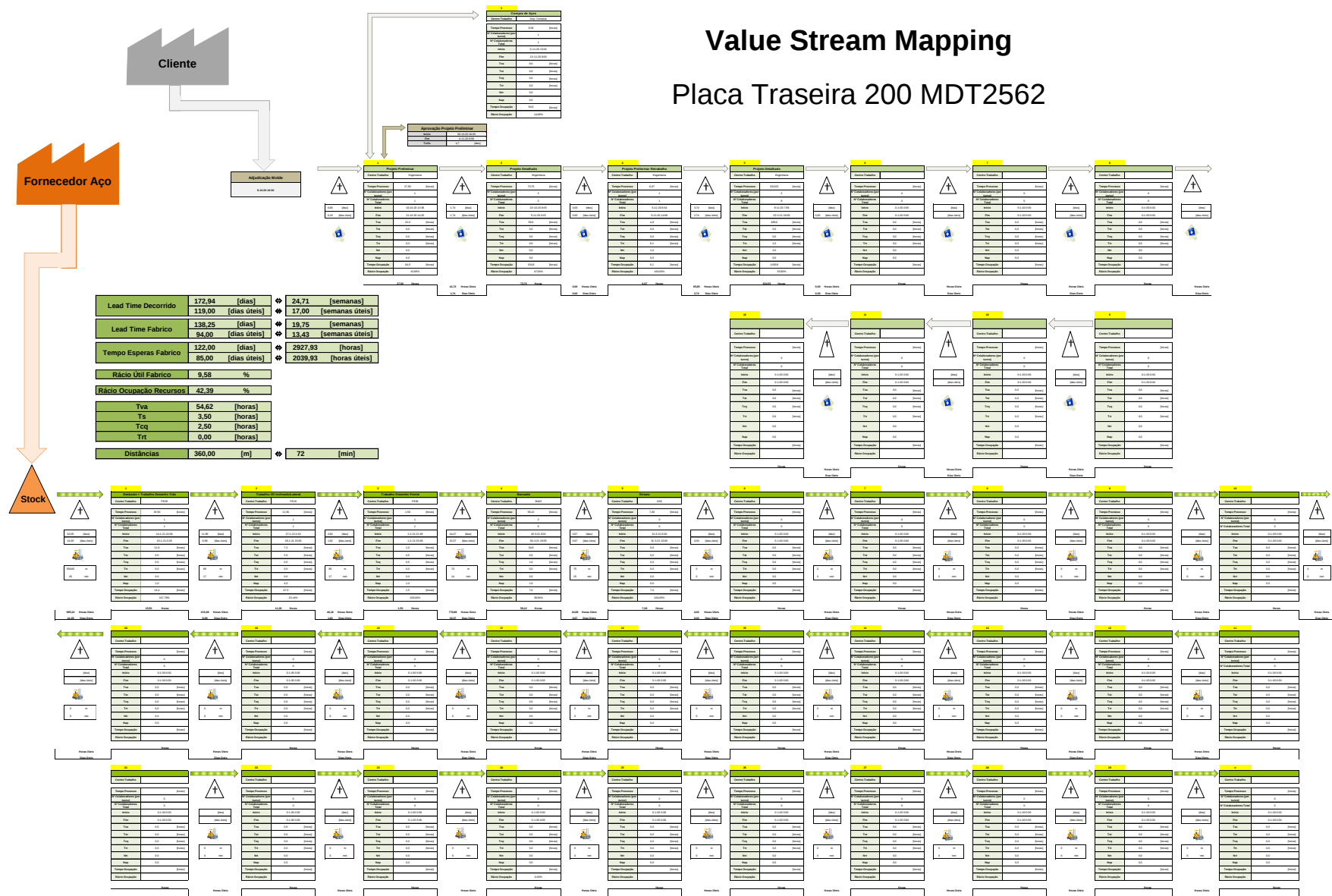












ANEXO F – Legenda dos Mapeamentos de Fluxo de Valor Obtidos

