

(Página em branco)

Resumo

A indústria dos moldes, nomeadamente para injeção de plásticos, é uma das mais desenvolvidas em Portugal e ocupa um lugar activo na balança comercial, exportando a maioria dos seus produtos. De modo a garantir uma posição no mercado internacional, surgiu o projecto *Tooling Edge*, uma parceria entre empresas da indústria e comunidade científica que tem como objectivo principal desenvolver conhecimento científico e tecnológico, metodologias de trabalho e de organização inovadoras e adaptadas ao sector de Engineering & Tooling que, através de um processo de demonstração e disseminação, permitam incrementar o desempenho global da indústria e o valor acrescentado nos seus processos e produtos. Servindo de apoio ao projecto *Tooling Edge*, surge este projecto que, de acordo com os princípios *lean*, se foca na identificação e redução de desperdícios existentes na cadeia de valor da produção de moldes, mais concretamente, as filas de espera.

Para tal, foi realizado um estágio no grupo TJ, de modo a acompanhar e realizar o mapeamento da cadeia de valor da produção de três moldes, que através de uma análise cuidada às esperas – que passa por identificar estrangulamentos no processo, que permitam à empresa em estudo ter uma base para efectuar acções de melhoria, de modo a aumentar alguns dos seus factores de competitividade, assim como a redução do *lead time* e o custo de produção de moldes – conclui que nesta empresa, principalmente a secção de fresagem, é uma das mais críticas e que o aumento da sua capacidade traria benefícios práticos.

Palavras-chave: indústria de moldes para injeção de plástico; *lean manufacturing*; *value stream mapping* ou mapeamento da cadeia de valor; desperdício espera.

JEL Classification System: M11 – Production Management

Abstract

The mold industry, especially for plastic injection, is one of the most developed in Portugal and plays an active role in the trade balance, exporting most of its products. In order to ensure a position in the international market, the project Tooling Edge emerged, a partnership between companies and the scientific community which aims to develop scientific and technological knowledge, innovative working and organization methods adapted to the sector of Engineering & Tooling which, through a process of demonstration and sowing, may improve the overall performance and value added industry in the processes and products. Serving to support the Tooling Edge project, this study appears, which, according to the lean principles, focuses on identifying and reducing waste that exists in the mold production value stream, more particularly work-in-progress queues.

For this purpose, it was conducted an internship at TJ Group, to monitor and carry out the value stream mapping on the production of three molds, that through a careful analysis to work-in-progress queues – which is to identify bottlenecks in the process, allowing the company under study have a base to carry out improvement actions, so as to increase some of their competitiveness factors, as well as the reduction of lead time and cost of mold production – concluded that in this company, the milling section is one of the most critical and that increasing it's capacity would bring practical benefits.

Key-words: Mold Industry for Plastic Injection; Lean Manufacturing, value stream mapping; waste; work in progress queues.

JEL Classification System: M11 – Production Management

Agradecimentos

Esta página é dedicada a todos os que contribuíram de algum modo na realização do meu projecto de mestrado.

Em primeiro lugar, quero agradecer o apoio incondicional da minha família que sempre me ajudou e me deu condições para que pudesse ter seguido este caminho.

Agradeço também à minha orientadora, Dra. Elsa Henriques, professora no Instituto Superior Técnico que se disponibilizou em me orientar, mesmo sendo professora noutra instituição.

Em honra da realização do estágio no grupo TJ, onde enriqueci o meu conhecimento da indústria de moldes, quero agradecer a todos os seus colaboradores por me terem recebido tão bem e em especial ao Eng. João Bom, que me deu a oportunidade para a realização do estágio, ao seu acompanhamento e disponibilidade, que me permitiu a realização deste projecto.

Aos meus amigos que sempre me apoiaram e a todos os professores que contribuíram para o meu desenvolvimento como aluno.

(Página em branco)

Índice

1. Introdução.....	1
1.1 Objectivo	2
1.2 Estrutura do documento	2
2. Metodologia	4
3. Sistema de Produção <i>Lean</i>	6
3.1 Desperdícios na produção de moldes	6
3.2 <i>Value Stream Mapping</i>	8
4. O Molde.....	12
4.1 Sistemas Funcionais do Molde.....	12
4.2 Processo produtivo	15
4.2.1. Fase de Concepção e Desenvolvimento do Molde.....	16
4.2.2. Fase de Fabrico.....	18
4.2.3. Fase de Montagem.....	21
5. Desenvolvimento do <i>Value Stream Mapping</i> da fabricação de moldes	25
5.1 <i>Value Stream Mapping</i>	31
6. Análise de Resultados	33
6.1 Molde TJ1897	34
6.2 Molde TJ1898	42
6.3 Molde TJ1904	48
6.4 Média dos três moldes.....	54
6.5 Considerações Finais.....	59
7. Conclusão	62
8. Bibliografia.....	64
9. Anexos.....	65

2011	9.1	ANEXO I – Medição de tempos de trabalho de fresadoras de alta velocidade,	66
	9.2	ANEXO II – Fichas Técnicas.....	72
	9.3	ANEXO III – VSM das doze peças.....	76

Índice de Figuras

Figura 1 – Peças em fila de espera	7
Figura 2 – Exemplo de um VSM.....	10
Figura 3 – Estrutura de um molde convencional.....	15
Figura 4 – Ciclo de produção de um molde	16
Figura 5 – Processos adjacentes a cada fase.....	23
Figura 6 – VSM Molde TJ1897 - Cavidade 100	32

Índice de Tabelas

Tabela 1 – Lista de símbolos utilizados para realização do VSM.....	11
Tabela 2 – Início de fabrico molde TJ1897.....	29
Tabela 3 – Informações gerais do Molde TJ1897	34
Tabela 4 – Indicadores relevantes molde TJ1897	35
Tabela 5 – Informações gerais do molde TJ1898.....	42
Tabela 6 – Indicadores relevantes do molde TJ1898	43
Tabela 7 – Informações gerais do molde TJ1904.....	48
Tabela 8 – Indicadores relevantes do molde TJ1904	49
Tabela 9 – Indicadores relevantes da média dos três moldes	54
Tabela 10 – Principais esperas	59
Tabela 11 – Resultados método observação instantânea.....	61

Índice de gráficos

Gráfico 1 – Timeline do Molde TJ1897	34
Gráfico 2 – Distribuição do <i>Lead Time</i> de fabrico do Molde TJ1897.....	36
Gráfico 3 – Esperas por processo do molde TJ1897	37
Gráfico 4 – Tipos de esperas do molde TJ1897	38
Gráfico 5 – Motivos de esperas do molde TJ1897	39
Gráfico 6 – Motivos e tipos de esperas do molde TJ1897.....	41
Gráfico 7 – Timeline do molde TJ1898	42
Gráfico 8 – Distribuição do lead time de fabrico do molde TJ1898	43
Gráfico 9 – Esperas por processo do molde TJ1898	44
Gráfico 10 – Tipos de esperas do molde TJ1898	45
Gráfico 11 – Motivos de esperas do molde TJ1898	46
Gráfico 12 – Tipos e motivos de esperas do molde TJ1898.....	47
Gráfico 13 – Timeline do molde TJ1904	48
Gráfico 14 – Distribuição do lead time de fabrico do molde TJ1904	49
Gráfico 15 – Esperas por processo do molde TJ1904	50
Gráfico 16 – Tipos de esperas do molde TJ1904	51
Gráfico 17 – Motivos de esperas do molde TJ1904	52
Gráfico 18 – Tipos e motivos de esperas do molde TJ1904.....	53
Gráfico 19 – Distribuição do lead time de fabrico da média dos três moldes	55
Gráfico 20 – Esperas por processo da média dos três moldes.....	55
Gráfico 21 – Tipos de esperas da média dos três moldes.....	56
Gráfico 22 – Motivos de esperas da média dos três moldes.....	57
Gráfico 23 – Tipos e motivos de esperas da média dos três moldes	58

1. Introdução

A indústria dos moldes é bastante importante em Portugal, nomeadamente na Região Centro de Portugal, onde existe uma grande concentração de empresas a laborar neste sector. Esta indústria é uma das mais desenvolvidas em Portugal, ainda assim, existem melhorias possíveis de desenvolver, até porque, segundo aquilo que se tem vindo a verificar, os mercados têm vindo a sofrer alterações, realizando encomendas cada vez mais exigentes e com prazos de entrega mais reduzidos.

Com tais alterações de mercado, as empresas necessitam de se adaptar, portanto, é cada vez mais importante para uma empresa ter factores críticos que a diferenciem da concorrência, seja da concorrência nacional, mas também cada vez mais, da concorrência internacional. Devido aos efeitos da globalização, torna-se decisivo que a inovação seja um assunto em voga e a aposta numa inovação aberta, com a escolha adequada de parcerias nas redes de inovação, seja uma aposta crucial para reforçar o processo produtivo, o próprio produto, o posicionamento estratégico e o paradigma empresarial, de modo a distinguir os factores críticos de diferenciação como o tempo de entrega, a qualidade do produto e o preço competitivo, adequados ao modelo de negócio pretendido. Assim se deu início à realização do projecto *Tooling Edge*, financiado pelo Fundo de Desenvolvimento Regional Europeu (FEDER) através do sistema de incentivos à I&DT do programa COMPETE, apoiado pelo Quadro de Referência Estratégico Nacional (QREN), no qual está incluído o grupo TJ, a empresa em estudo neste projecto.

Com base no conceito *lean production*, que segundo a definição da *National Institute of Standards and Technology* (NIST) é a “abordagem sistemática da identificação e eliminação dos desperdícios (acções que não criam valor ao produto) através da melhoria contínua, em função das expectativas do cliente, com vista à perfeição”. Este conceito emerge graças a Taiichi Ohno, através do *Sistema de Produção Toyota*, que mais tarde foi popularizado por James Womack e Daniel Jones através do seu *best-seller* lançado em 1996, “*Lean Thinking: Banish Waste and Create Wealth in Your Corporation*” e que mudou em parte, o paradigma das organizações.

Adequando o conceito ao caso em estudo, e sabendo que em qualquer execução de um molde, existem sempre alguns dos desperdícios que não acrescentam nenhum valor ao

produto, aumentando assim o seu custo. O que leva à questão: como melhorar o processo de fabrico do molde?

1.1 Objectivo

Servindo de apoio ao projecto *Tooling Edge*, surge este projecto transversal que tem como objectivo contribuir para a identificação de estrangulamentos na cadeia de valor da produção de moldes, através da análise dos tempos de *espera* presentes nos vários processos da cadeia de valor, contribuindo para uma redução do *lead time de fabrico* e custo de produção. As *esperas* aqui mencionadas são referentes ao *work-in-progress*, um dos desperdícios identificados no conceito *lean manufacturing* e este, é encarado por muitos, como um dos principais desperdícios na indústria dos moldes. Procurando responder à questão anterior, este projecto acompanha a execução de três moldes semelhantes, quer a nível de dimensão como de complexidade. Este projecto servirá como base de registo de informações ao nível do processo produtivo, assim como do paradigma empresarial existente, procurando um desenvolvimento estratégico de inovação e melhoria contínua.

1.2 Estrutura do documento

O capítulo 1 pretende contextualizar o leitor com a situação actual da indústria dos moldes em Portugal, identificar os objectivos do projecto e servir como guia do documento.

O capítulo 2, explica qual foi a metodologia utilizada na realização deste projecto, durante a realização de um estágio no grupo TJ, que serviu para obter registos e informação sobre a execução de três moldes que posteriormente foram tratados e analisados para responder às questões que se foram levantando ao longo da execução do projecto, que levaram ao cumprimento dos objectivos.

O capítulo 3, introduz o conceito *lean production*, no qual se revê este projecto, recapitulando os pontos principais deste conceito, como a necessidade de reduzir, ou até eliminar as actividades que não acrescentam nenhum valor ao produto, conhecidas como desperdícios. É também introduzida a ferramenta *VSM – Value Stream Mapping*, ou mapeamento da cadeia de valor, usada como linguagem de comunicação e análise do processo produtivo dos moldes acompanhados.

O capítulo 4, explica de um modo geral o que é um molde, assim como os seus sistemas funcionais e um típico modelo de fabrico, cruzando o conhecimento tácito da empresa em estudo com o conhecimento explícito presente no Manual do Projectista para Moldes de Injecção de Plásticos (CENTIMFE, 2003).

No capítulo 5 é desenvolvida a ferramenta *VSM*, adequada ao sistema de fabrico por *jobbing*. Este é o tipo de sistema de fabrico dos moldes, onde cada molde tem a sua cadeia de valor, com infra-estruturas partilhadas por outros moldes e onde cada molde necessita de um planeamento que é ajustado à medida que as condições de carga e urgência em cumprir prazos se vão alterando. Devido ao tamanho dos *VSM*, neste capítulo é apresentado um exemplo, em tamanho reduzido, de apenas uma peça, sendo possível encontrar no anexo III os *VSM* de todas as peças acompanhadas, que através de uma análise cuidada, servem como base de dados ao próximo capítulo.

O capítulo 6 mostra a análise realizada relativa às *esperas* dos três moldes. A análise envolve o *tipo* e o *motivo* de *esperas* adjacentes a cada conjunto de processos da cadeia de valor dos três moldes. Através de uma análise cuidada do capítulo anterior, é tratada a informação recolhida e expostos neste capítulo os indicadores mais relevantes para o cumprimento dos objectivos do projecto. São realizadas também algumas considerações finais sobre a realização deste projecto.

No capítulo 7 são apresentadas as conclusões retiradas ao longo da execução do projecto, baseadas nos capítulos anteriores.

No capítulo 8 está presente a bibliografia consultada para a realização deste projecto.

O capítulo 9 contém os anexos referentes às fichas técnicas dos três moldes, ao estudo de tempos realizado em 2011 na empresa e aos *VSM* das doze peças.

2. Metodologia

Para a realização deste projecto foi realizado um estágio no grupo TJ, de modo a acompanhar as várias fases de produção, desde a *concepção e desenvolvimento do molde*, passando pelo *fabrico e montagem*, até ao primeiro *ensaio* das buchas e cavidades de três moldes, um na TJ Moldes, com a referência TJ1897, um na iTJ com a referência TJ1898 e outro na TJ Aços, com a referência TJ1904. Foram escolhidas para estudo as cavidades e as buchas destes três moldes, pois estas são as peças que apresentam uma maior complexidade tanto na fase de *concepção e desenvolvimento*, como na de *fabrico* e de *montagem*. Cada molde acompanhado tem duas buchas, denominadas na indústria de bucha 200 e bucha 201 e duas cavidades, cavidade 100 e cavidade 101, pelo que ao todo, são acompanhadas doze peças. As razões para acompanhar três moldes são para obter um número minimamente fiável de fabrico de moldes, de maneira a poder abranger um maior número de possíveis problemas, identificar padrões de acontecimentos e também de modo a obter o registo de um molde em cada empresa do grupo TJ, das quais existe fabricação de moldes. Note-se que o grupo TJ tem ainda outras empresas que se destinam a outras áreas, que não o fabrico de moldes.

Inicialmente foi realizada uma recolha de dados, que posteriormente foi desenvolvida e utilizada para mapear a cadeia de valor e ainda analisada, de modo a cumprir os objectivos do trabalho, juntamente com uma ferramenta em desenvolvimento no projecto *Tooling Edge*. Assim, a informação necessária para a realização do mapeamento da cadeia de valor de cada molde encontra-se distribuída pelas várias fases da produção do molde, desde a adjudicação do molde até ao primeiro ensaio realizado, do qual serão retiradas as primeiras amostras. São elas, as fases de *concepção e desenvolvimento*, *fabrico*, *montagem* e *ensaio*. Destas fases, apenas as de *fabrico* e *montagem* serão analisadas quanto às *esperas*, as restantes, servem para contextualizar e fundamentar as fases analisadas, assim como as *esperas* a elas associadas. A recolha de informações é realizada através de um acompanhamento diário (dias úteis) utilizando uma observação directa, questionando os operadores dos diversos postos de trabalho e sempre auxiliada pela ferramenta informática de gestão do planeamento da empresa, a qual os operadores devem registar todas as operações, mas que nem sempre é de fiar por completo, sendo por isso importante, na realização dos três mapeamentos da cadeia de valor, um acompanhamento sério e planeado, de modo a antecipar o próximo passo das

doze peças. Estes registos permitem obter a informação necessária sobre todos os indicadores necessários para o cumprimento dos objectivos do trabalho. Relativamente a cada processo das fases de *fabrico* e *montagem*, os dados a recolher são as *datas de início e fim*, o *tempo de processo*, o *tempo de valor acrescentado*, o *tempo de set-up*, o *número de operadores*, o *tempo disponível*, o *tempo de carga*, o *tempo de retrabalho* e as *esperas*, incluindo o *tipo* e o *motivo*. Serão também registadas as razões de situações imprevistas, de modo a justificar alguns dos desperdícios encontrados. Estes dados serão tratados de forma a se obterem outros indicadores, como o *lead time total* e de *fabrico*, *tempo de produção*, *tempos de espera* e o *uptime*. Para os tempos de *espera* são discriminados o *tipo*, *interno* ou *externo*, o *motivo*, que pode ser devido a *demasiada carga*, *falta de recursos humanos* e *outros* e ainda o tempo de *espera fora do horário disponível dos postos de trabalho*.

É realizado também um estudo empírico pelo método de observação instantânea do estado das máquinas fresadoras CNC (Controlo Numérico Computadorizado), de modo a identificar a percentagem de tempo para cada estado das máquinas. É importante realizar este estudo para se perceber qual o nível de carga actual e foram escolhidas as secções de fresagem das três fábricas onde se pensa que possa ser uma das secções mais críticas, com maiores estrangulamentos.

3. Sistema de Produção *Lean*

O conceito *lean production* (WOMACK & JONES, 2003), insere-se no conceito que inicialmente foi conhecido por *Sistema de Produção Toyota*. Foi desenvolvido na Toyota por Taiichi Ohno, Shigeo Shingo e Eiji Toyoda. Hoje em dia é bastante conhecido como o sistema de produção *Just-in-Time* (JIT). Este sistema de produção surge devido à dificuldade da Toyota em competir com outras empresas, nomeadamente a *Ford*, que possuía um sistema de produção que visava uma produção em massa, com linhas de montagem preparadas para uma fabricação rápida de um modelo. Não conseguindo competir utilizando o mesmo sistema de produção, desenvolveram um novo sistema que visa responder às necessidades do cliente, com uma produção flexível, sem erros, sem desperdícios e otimizada, realizando o máximo de produtos com a menor quantidade de recursos possível. Mais tarde, através de James Womack e Daniel Jones, o conceito *lean production* foi desenvolvido e é hoje em dia uma mais valia para as empresas que se queiram tornar competitivas no mercado.

Para isso, são necessárias várias ferramentas para primeiro analisar como está a situação actual e depois realizar as acções de melhoria. Este é um processo de melhoria contínua e deve ter uma visão holística, onde todos os colaboradores devem participar, cada um com a sua tarefa.

Como tal, devem ser identificados os desperdícios e desenvolverem-se acções de correcção e melhoria de forma a reduzir ao máximo os desperdícios existentes. Para identificar os desperdícios, é bastante útil a utilização da ferramenta *Value Stream Mapping*, que irá ser explicado em 3.2.

Contudo, neste caso o contexto de utilização é diferente e esta ferramenta que normalmente é utilizada em sistemas de fabrico em série, desta vez será utilizada num sistema de produção *jobbing*, um sistema bastante flexível, em que cada molde tem uma linha de produção distinta e que difere de todos os outros moldes fabricados, pois são todos diferentes, apesar de partilharem as mesmas tecnologias e infra-estruturas. Portanto, o desenvolvimento deste *VSM* será adaptado ao caso em estudo e terá dados a recolher específicos, ver capítulo 5.

3.1 Desperdícios na produção de moldes

Os desperdícios são actividades onde não é acrescentado nenhum valor ao produto e apenas aumenta o seu custo de produção. Os desperdícios devem ser reduzidos ao

mínimo, de modo a reduzir os custos de produção desnecessários. Esta pode ser a chave de sucesso para uma empresa de moldes ser competitiva, não apenas com intenção de reduzir o custo total da peça, mas também com uma grande intenção de diminuir o tempo de fabricação total e poder diminuir o seu tempo de entrega ao cliente. Segundo Taiichi Ohno, existem sete tipos de desperdícios – espera, inventário, transporte, excesso de processamento, defeitos, movimentação e excesso de produção.

O desperdício espera, refere-se normalmente ao tempo que o operador ou a infraestrutura está inactivo devido à falta de trabalho. Contudo, neste projecto é falado muitas vezes em *espera* e será sempre referente às esperas ocorridas no work-in-progress, como se perceberá de seguida.



Figura 1 – Peças em fila de espera

Quando é finalizado um processo na peça e existe inactividade na mesma até ao início do próximo processo, ou quando o mesmo processo é descontinuado, a peça fica em *espera*, como se vê na Figura 1. Na produção de moldes não se produz para *stock*, portanto, neste caso não existe o desperdício inventário. Não se pode considerar esta *espera* como tal, pois neste caso é a matéria-prima ou *work-in-progress*, que *espera* pela sua vez de começar ou continuar a ser processado. Esta *espera* pode acontecer, principalmente, derivado a uma excessiva carga de trabalho, planeamentos mal realizados, falta de recursos humanos ou outros motivos pontuais. Acontece, por vezes,

as peças estarem à espera de informações ou aprovações por parte do cliente, neste caso, as peças estão em *espera*, mas devido a estas circunstâncias, este tempo de espera pode não ser contabilizado para o tempo de entrega do molde, existindo por vezes negociações entre os clientes e a empresa para alargamento de prazos. Este desperdício é facilmente identificável, pois as peças passam grande parte do seu tempo em *espera*, sendo este um dos desperdícios mais críticos na fabricação de moldes. Neste estudo é diferenciado o *tipo* e o *motivo* de *espera*, que será explicado no capítulo 5.

O *transporte*, refere-se a cada vez que um molde ou algum componente está a ser transportado de um ponto para outro, por exemplo, para ser temperado, o molde é transportado para outra empresa que realiza o serviço e volta a ser transportado novamente de volta à empresa que o fabrica. Corre o risco de sofrer algum dano, atraso inesperado, ou pode até acontecer perder-se a peça. O transporte é por vezes necessário, mas não acrescenta nenhum valor à peça, aumentando apenas o custo do fabrico.

O *excesso de processamento* acontece quando é realizado mais trabalho do que aquele que foi planeado ou requerido pelo cliente. Pode ocorrer mais facilmente em situações de maior complexidade. Como exemplo, pode acontecer uma peça de um molde passar por várias operações distintas que se podiam realizar numa só.

Quando ocorre algum *defeito*, terá que ser realizado trabalho extra para ser tratado o defeito. Caso o defeito seja irreparável, o cenário piora e no caso da fabricação de moldes, pode ser bastante prejudicial.

A *movimentação* de pessoas que não contribua para acrescentar valor ao produto é considerado um desperdício. As causas podem ser devido a falta de organização de trabalho, incorrecta disposição dos equipamentos ou práticas de trabalho incorrectas.

O *excesso de produção* significa que estão a ser feitos lotes de quantidades superiores às necessárias. Na fabricação de moldes este desperdício não existe, pois as peças são únicas e apenas são realizadas as peças encomendadas.

3.2 Value Stream Mapping

O *Value Stream Mapping* – *VSM*, ou Mapeamento da Cadeia de Valor, segundo Taiichi Ohno é um método para criar uma visão gráfica e sintética de todo um processo, desde a

sua encomenda até à entrega do produto ao cliente, descrevendo o fluxo de materiais e de informação presentes em todas as etapas do processo. O objectivo da utilização do *VSM* de uma maneira geral é tornar o processo actual visível, para melhorar a compreensão e a comunicação, facilitar a identificação de problemas e oportunidades de melhoria no processo actual, estabelecer uma referência para a avaliação de impactos das acções de melhoria e estabelecer uma base de trabalho para a criação de um estado melhorado do processo, de acordo com os princípios *lean* (ROTHER & SHOOK, 2003). A correcta utilização do *VSM* traz grandes vantagens pois permite visualizar o fluxo dos processos realizados, detectar a origem dos vários desperdícios que não criam valor, fornece uma linguagem comum para comunicar sobre o processo produtivo, mostra as ligações entre o fluxo de materiais e o fluxo de informação, constitui uma base para a implementação de um plano de melhoria, entre outras, pois é uma ferramenta qualitativa que mostra detalhadamente, como está a situação actual do processo produtivo, sendo possível também a criação de um futuro *VSM* pretendido, de forma a transformar o fluxo de produção existente num outro mais *lean*.

Neste projecto, o principal objectivo para utilizar a ferramenta *VSM* é o de obter uma visão detalhada do fluxo de produção dos moldes acompanhados, de modo a identificar os postos de trabalho que apresentam um maior índice do desperdício analisado. Ainda assim, a utilização desta ferramenta poderá também servir de apoio à empresa em estudo a possíveis planos de melhoria e será um modelo comparativo para futuros *VSM*.

É apresentado na Figura 2 um exemplo de um *VSM*, bastante mais curto, comparado com o que será o *VSM* da produção de um molde. Neste *VSM* já são incluídos os dados a recolher durante o acompanhamento do processo produtivo.

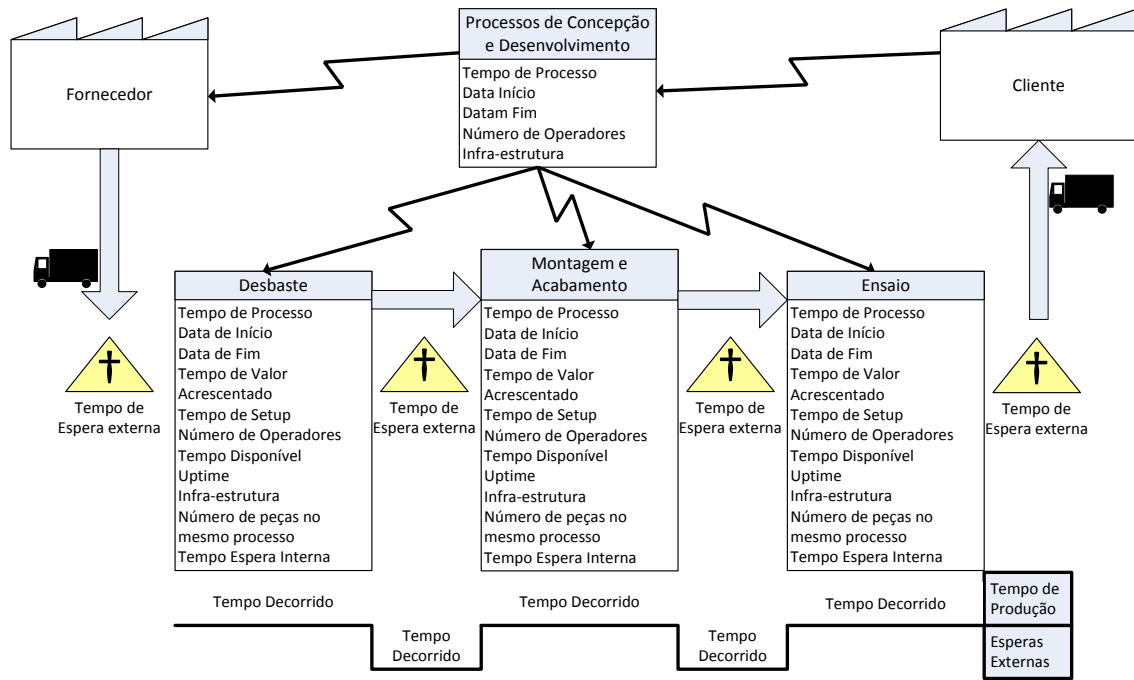


Figura 2 – Exemplo de um VSM

A cadeia de valor dá-se início na encomenda do cliente, sendo iniciados os processos de concepção do molde com o projecto preliminar e realização da encomenda da matéria-prima ao fornecedor, e desenvolvimento do molde através dos processos de projecto, modelação e programação, que fornecem informação para o fabrico e montagem do molde. Entre e dentro de cada processo poderão existir os tempos de espera que se pretendem identificar. A cadeia de valor termina com a entrega do molde ao cliente.

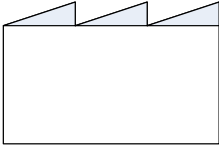






Símbolo	Significado												
	Cliente ou fornecedor												
<table border="1" data-bbox="229 416 509 837"> <thead> <tr> <th>Processo</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>Tempo de Processo</td></tr> <tr><td>Data de Início</td></tr> <tr><td>Data de Fim</td></tr> <tr><td>Tempo de Valor Acrescentado</td></tr> <tr><td>Tempo de Setup</td></tr> <tr><td>Número de Operadores</td></tr> <tr><td>Tempo Disponível</td></tr> <tr><td>Uptime</td></tr> <tr><td>Infra-estrutura</td></tr> <tr><td>Número de peças no mesmo processo</td></tr> <tr><td>Tempo Espera Interna</td></tr> </tbody> </table>	Processo	Tempo de Processo	Data de Início	Data de Fim	Tempo de Valor Acrescentado	Tempo de Setup	Número de Operadores	Tempo Disponível	Uptime	Infra-estrutura	Número de peças no mesmo processo	Tempo Espera Interna	Processo e informação do processo
Processo													
Tempo de Processo													
Data de Início													
Data de Fim													
Tempo de Valor Acrescentado													
Tempo de Setup													
Número de Operadores													
Tempo Disponível													
Uptime													
Infra-estrutura													
Número de peças no mesmo processo													
Tempo Espera Interna													
	Inventário para próximo processo, ou tempo de espera da peça para entrar em próximo processo												
	Fluxo manual de informação												
	Fluxo electrónico de informação												
	Linha de tempo decorrido em processo												
	Fluxo de material												
	Transporte de material por via rodoviária												

Tabela 1 – Lista de símbolos utilizados para realização do VSM

A ferramenta de gestão *VSM* poderá conter outros símbolos, no entanto, aqui são apresentados apenas os símbolos utilizados no mapeamento dos três moldes presentes neste projecto.

4. O Molde

Existem várias aplicações para diversos tipos de molde, assim, podem-se ter moldes para produção de peças em vidro, para conformação de materiais cerâmicos, para produção de peças poliméricas e para fundição injectada. Contudo, para este trabalho restringe-se a aplicação do molde como sendo um molde para produção de peças poliméricas. Ainda dentro desta aplicabilidade, podem existir moldes para termoformação, para rotomoldação, para sopro, para termoendurecíveis, para borrachas e moldes de injeção. É concretamente nos moldes de injeção que se foca este trabalho, portanto, ao ser referido um “molde”, será sempre um molde de injeção de plásticos.

Assim, e de acordo com o Manual do Projectista para moldes de injeção de plástico (CENTIMFE, 2003), um molde de injeção pode ser entendido como um conjunto de sistemas funcionais que permitem que um espaço em que a peça vai ser materializada, definido pela cavidade e pela bucha – a impressão –, seja preenchida com o plástico fundido em condições controladas pelos outros sistemas que garantem a qualidade dimensional e estrutural das peças produzidas. Assim, o molde serve para fabricar as peças pretendidas, que terão a forma e a dimensão definida pelas zonas moldantes do molde. Os moldes acompanhados neste projecto, têm como finalidade produzir peças para a indústria automóvel e a sua ficha técnica pode ser vista no anexo II.

4.1 Sistemas Funcionais do Molde

Ainda de acordo com o Manual do Projectista para moldes de injeção de plástico (CENTIMFE, 2003), os principais sistemas funcionais de um molde são a *estrutura*, a *impressão* (zonas moldantes), o *sistema de centragem e guiamento*, o *sistema de alimentação*, o *sistema de escapes de gases*, o *sistema de controlo de temperaturas* e o *sistema de extracção*. Esta parte é tratada na fase de *concepção e desenvolvimento*, para se perceber de que modo, ver em 4.2.1.

A constituição dos moldes é, assim, determinada pela necessidade de realizar adequadamente as funções associadas à execução do ciclo de moldação.

Portanto, um molde deverá produzir peças de qualidade, num tempo de ciclo o mais curto possível, ter o mínimo de manutenção durante o tempo de serviço e desempenhar correctamente as suas funções.

A *impressão (zonas moldantes)*, define-se como sendo o espaço definido pela conjugação da cavidade e da bucha, que dará a forma às peças a produzir.

O *sistema de centragem e guiamento*, é o sistema que permite, por um lado montar o molde na máquina, e por outro, ajustar as duas partes do molde, assegurando a reprodutibilidade dimensional das peças.

O *sistema de alimentação* é o sistema que permite a passagem do polímero fundido desde o cilindro da máquina de injeção até às zonas moldantes, permitindo o seu enchimento.

Assim, no sistema de alimentação, o tipo e a localização dos ataques, que são as entradas do material fundido na impressão, é o que define as propriedades, o aspecto final das peças e até a própria maneira como se faz a extracção dependem desta zona do sistema de alimentação.

O *sistema de escape de gases* é o sistema que permite que o ar existente nas zonas moldantes possa sair, possibilitando o seu enchimento com o polímero fundido.

Durante a injeção, o ar existente dentro da impressão é deslocado pelo fundido. Se este ar não se puder escapar com facilidade, a sua compressão provocará a necessidade de maior pressão de injeção, tempo de injeção mais longo e, mesmo, carbonização do polímero por excessivo aquecimento. Por isso, os moldes deverão dispor de canais na superfície de partição para o escape do ar, geralmente colocados nas últimas zonas a encher.

O *sistema de controlo de temperatura*, ou de arrefecimento, é o que contribui para um mais rápido arrefecimento das peças.

O arrefecimento do molde durante o processo de injeção é assegurado, normalmente, por água circulante em canais (linhas de água) distribuídos regularmente na bucha e na cavidade e acompanhando tanto quanto possível a sua forma.

O *sistema de extracção* é o que permite fazer a extracção das peças.

Para além destes sistemas, os moldes de injeção mais elaborados, podem ser dotados de sistemas especiais que assegurem os movimentos, a monitorização de temperatura e

de pressão, a extracção controlada com robots ou o controlo independente da temperatura no sistema de alimentação (moldes de canais quentes).

Portanto, a estrutura de um molde é um conjunto de chapas (ou placas) e calços, cujo número depende do tipo de molde.

Como exemplo, apresenta-se uma estrutura típica de um molde de duas chapas (ver Figura 3), que é o tipo de molde em estudo, e é constituído por uma parte fixa (ou lado de injeccção) que é formado por:

- Chapa de aperto da injeccção;
- Chapa das cavidades: Na chapa das cavidades são colocados os postigos que formam a cavidade – parte fêmea do molde –, que por sua vez, definem a forma exterior da peça. Os moldes em estudo contemplam duas cavidades que por sua vez são denominadas de Cavidade 100 e Cavidade 101, ambas são o espelho uma da outra.

E por uma parte móvel (ou lado da extracção) que compreende:

- Chapa da Bucha: Na chapa das buchas são colocados os postigos que formam a bucha – parte macho do molde – que por sua vez, definem a forma interior da peça. Da mesma forma das cavidades, os moldes estudados também possuem duas buchas, denominadas por Bucha 200 e Bucha 201 e também são o espelho uma da outra.
- Chapa de reforço das buchas;
- Calços;
- Chapa de aperto da extracção.

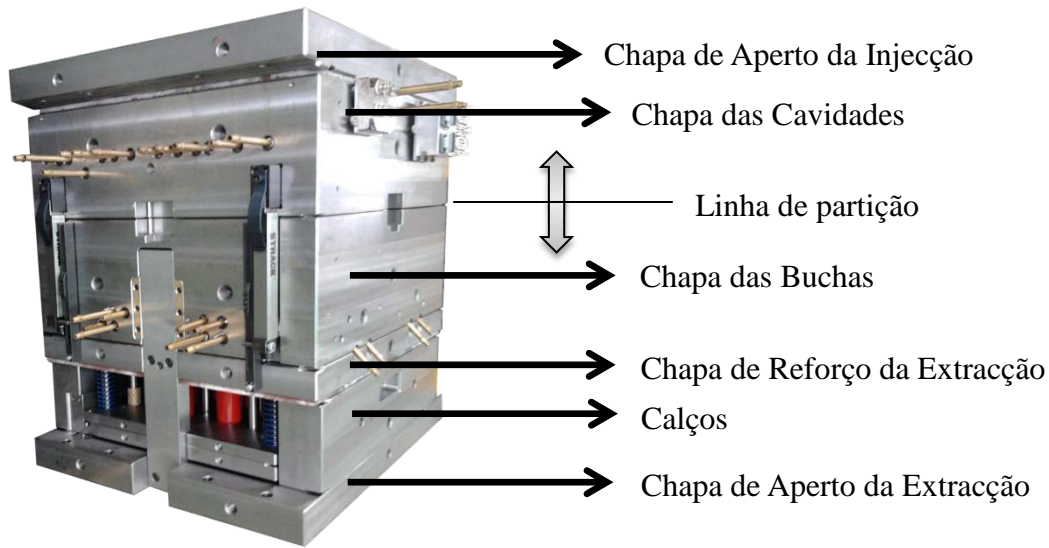


Figura 3 – Estrutura de um molde convencional

É possível definir outras tipologias para os moldes, contudo, não será necessário para a realização deste trabalho.

4.2 Processo produtivo

Este capítulo tem como objectivos mostrar e explicar o modelo geral do processo produtivo de moldes existente na empresa em estudo.

Assim, na empresa em estudo, o processo produtivo de moldes é geralmente composto por quatro fases, como se pode ver na Figura 4. Seguindo uma filosofia de engenharia simultânea, as fases decorrem paralelamente e cada uma contribui para o ciclo de fabricação do molde, possuindo diferentes actividades que, dependendo da complexidade e características de cada molde, terão um dado planeamento. Este método organizacional implica a necessidade de grande comunicação por parte dos intervenientes. Na Figura 4, pode-se ter uma ideia do ciclo de produção de um molde.

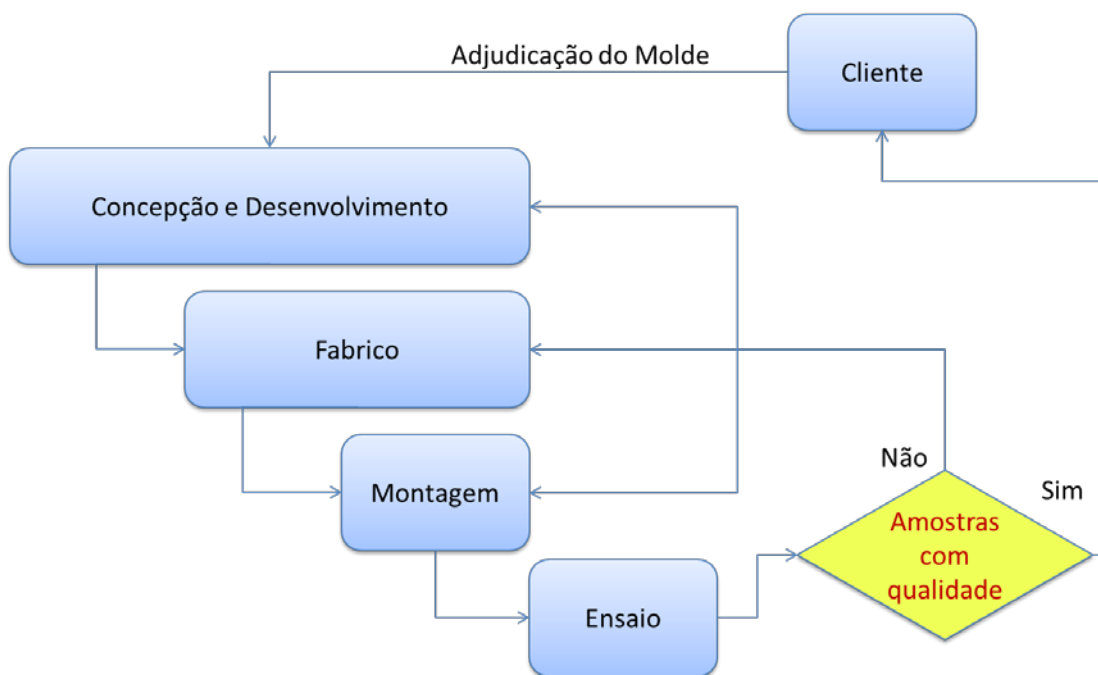


Figura 4 – Ciclo de produção de um molde

4.2.1. Fase de Concepção e Desenvolvimento do Molde

A fase de *concepção e desenvolvimento* de moldes inclui uma fase preliminar que se inicia após a adjudicação do molde e onde é realizado um projecto preliminar e a compra da matéria prima, após esta fase inicial, três actividades distintas serão iniciadas, cada uma a seu tempo, que são, o projecto, a modelação e a programação. Estas três actividades estão intimamente interligadas, sendo necessário existir partilha de informações ao longo de todo o processo de trabalho. O projecto e a modelação são actividades que utilizam ferramentas *Computer-aided Design* (CAD), enquanto que a programação utiliza ferramentas *Computer-aided Manufacturing* (CAM).

O projeto é onde se processa a actividade do desenho do molde, definindo os sistemas funcionais do molde. No geral, trata o desenho do projecto do molde, excepto da definição de superfícies moldantes.

A modelação tem como principal objectivo definir as superfícies moldantes, completando o modelo em 3D do projecto.

O CAD, usado no projecto e modelação, é um software que permite realizar o desenho do molde. Esta ferramenta substitui o uso do papel e permite desenvolver desenhos em 2D ou em 3D. Tem também outras ferramentas que permitem com maior facilidade ao projectista e modelador otimizar os recursos existentes, realizando rápidas análises ao

design do produto e maximizando a sua performance, utilizando a representação gráfica do produto. A informação do CAD é constantemente partilhada ao longo da produção do molde (Congress of the U.S., 1984, pp. 43-48).

O CAM, é uma ferramenta em forma de software informático, que permite a realização de programas de controlo numérico que são enviados para as máquinas CNC, permitindo desta forma o trabalho automático (excluindo alguns trabalhos de preparação) (Congress of the U.S., 1984, p. 48).

O planeamento do trabalho varia de molde para molde, não só pela complexidade de cada molde, mas também pela carga fabril submetida por outras peças em fabrico. Normalmente, com a encomenda do cliente é entregue o desenho 3D da peça que ele pretende, assim como alguns outros requisitos, assim como o tempo de ciclo, número de cavidades, tipos de materiais e tratamentos térmicos. Assim, a fase inicial do projecto passa pela revisão do desenho, definindo as suas funcionalidades, de acordo com as necessidades do cliente, adequando à tecnologia mais apropriada para cada caso.

São muitas as possibilidades de planeamento do trabalho mas por norma, tanto os projectistas como os modeladores centram-se nas peças mais complexas do molde e que também demoram mais tempo a serem produzidas, a bucha e a cavidade, relegando as restantes peças para depois, pois são mais simples.

Os projectistas e os modeladores podem desenvolver as mesmas peças simultaneamente. Como tal, o modelador necessita das medidas da peça e das suas funcionalidades, definidas no projecto, para assim definir as superfícies. Neste caso, a partilha de informação é essencial.

Todo este trabalho é realizado de uma forma contínua, e a peça começa a ser maquinada sem que todo o trabalho do projecto e da modelação esteja acabado. Assim, tanto o projecto como a modelação vão disponibilizando informação para a programação, que através da ferramenta CAM, irá realizar os programas para as máquinas CNC efectuarem a maquinação das peças. Poderão também disponibilizar a informação directamente para a maquinação, através de desenhos 2D ou 3D das peças, sendo por vezes o operador da máquina a criar o programa, caso o trabalho seja realizado uma máquina CNC.

4.2.2. Fase de Fabrico

O fabrico passa por diversas fases que, de peça para peça, seguem o seu próprio caminho. Na empresa em estudo e adequando ao caso, as peças passam por norma, pelas fases de *desbaste*, *tratamento térmico*, *desempeno* e *acabamento*. Por vezes, as peças alternam de fase em fase, podendo também repetir alguns processos, não se tratando de retrabalhos, mas sim de planeamentos.

Fase de Desbaste

Nesta fase, são usadas fresadoras ou engenhos de furar. Estas máquinas podem ser manuais (convencionais) ou automáticas (centros de maquinação por controlo numérico – CNC).

Uma Fresadora CNC é uma máquina automatizada que utiliza o controlo numérico. Através das ordens do programa, ela cumpre os seus objectivos, que geralmente neste caso são, através do corte por arranque de apara, realizar furações, fresagens mais grosseiras, ou outras mais minuciosas, nas peças de aço que fazem parte do molde. Utiliza várias ferramentas de corte que podem ser trocadas automaticamente à medida que vai realizando o seu trabalho, bastando para isso, que exista essa informação no programa enviado pelo CAM (Congress of the U.S., 1984, pp. 57-60).

Esta é a fase inicial da fabricação e inclui vários processos de arranque de material. Por norma, o primeiro é o *galgamento*, com seguimento da *fresagem de desbaste* e *furação*. Esta fase caracteriza-se pela pouca necessidade de precisão nas medidas, com tolerâncias superiores às fases seguintes, sendo então efectuados arranques de material mais grosseiros, de forma a preparar a peça para os trabalhos seguintes que serão mais minuciosos.

O *galgamento* é o processo de desbaste inicial. Através da informação que vem do projecto, o galgamento é o processo que tem o objectivo de criar esquadrias e superfícies de referência ao bloco de aço que vem do fornecedor, limpando imperfeições que possam existir nas camadas superficiais. O processo nesta empresa é realizado numa máquina fresadora convencional. Por vezes, pode não existir *galgamento* e o *fabrico* começar no processo de *fresagem de desbaste*.

A *fresagem de desbaste* é o arranque da apara da peça que dá a forma grosseira à peça. Podem ser utilizadas máquinas convencionais ou automáticas, dependendo da

disponibilidade, no entanto, a preferência vai para as máquinas automáticas devido à rapidez de todo o processo. Quando existe bastante material a ser arrancado numa zona do bloco, pode existir um corte de toda essa zona através de uma serra, de modo a acelerar o processo, não gastar tanto as ferramentas de desbaste e também de forma a se poder aproveitar algum material para peças futuras.

A *furação* é também um tipo de desbaste por arranque de aparas, só que neste caso, é em forma de furo. Também pode ser de dois tipos, convencional ou automatizada. A furação convencional utiliza informação do projecto e é através do desenho 2D que o operador recebe a informação necessária para maquinar a peça, realizando furações, que neste caso, normalmente são para fixações, guias e outros furos normalmente mais simples. A furação CNC utiliza a informação do programador e através dos programas que são inseridos na furadora CNC, a peça é maquinada automaticamente, mas com necessidade de um operador para realizar as trocas de ferramentas. É de notar que a informação cedida pela programação é informação trabalhada que foi recebida antes pelo projecto, com o desenho em 3D.

Tratamento Térmico

O tratamento térmico é usado normalmente a seguir à fase de maior arranque de material, ou seja, o *desbaste inicial*. Por norma, o tratamento mais utilizado e que também foi usado nos moldes em estudo, foi a *têmpera*. A *têmpera*, é uma operação que consiste em arrefecer bruscamente um produto metalúrgico entre duas temperaturas bem definidas, a fim de lhe modificar as suas propriedades, com o objectivo de endurecer o material (REMY, GAY, & GONTHIER, 2002, p. 126). Como o tratamento térmico é um processo de endurecimento do material, é normalmente efectuado após os processos de desbaste, senão, seria muito mais difícil desbastar o material. Por vezes, este tratamento provoca algumas deformações no material, deixando-o por vezes com empenos indesejados, sendo por vezes necessário ser desempenado. Depois da *têmpera*, por norma, a fase seguinte é a do desempeno, na rectificadora.

Fase de Desempeno

Nesta fase, é utilizado o processo de *rectificação*, que por sua vez, consiste em efectuar com precisão o arranque de apara por abrasão, através de uma mó (MALKIN & GUO, 2008). Este processo é destinado a superfícies e é necessário para corrigir empenos na peça que possam ter sido provocados durante o arranque de apara ou até durante o tratamento térmico. Este processo é efectuado normalmente em peças mais complexas e em que o desbaste feito tenha sido de grande proporção, como é o caso normal das cavidades e das buchas, pelo que poderá não ser sempre necessário recorrer à rectificação da peça.

Fase de Acabamento

A fase final de fabrico, ou *fase de acabamento* do molde, inclui uma série de processos que dependendo de cada molde, poderão ser, ou não, necessários e pela ordem planeada em cada caso, são eles a fresagem de acabamento e electroerosão por penetração e/ou por fio.

A *fresagem de acabamento* utiliza o mesmo conceito que a *fresagem de desbaste inicial*, apesar de na fase de acabamento haver uma maior minuciosidade relativamente à inicial. Nesta fase, é preferível a utilização de fresadoras CNC, sendo portanto a informação recebida da programação para o *fabrico*. É normal existirem várias

fresagens de acabamento, intercaladas com *electroerosão* e trabalhos de *bancada* (com montagem de componentes que, posteriormente, poderão ser fresados novamente).

A *electroerosão* é a erosão de aço através de descargas eléctricas. Pode ser realizada de duas formas diferentes, por penetração ou por fio. Estes dois tipos de *electroerosão* são utilizados para a obtenção de formas complexas, difíceis de obter mesmo através das máquinas CNC com ferramentas de corte por arranque de aparta. (RONALD, 2006).

Na *electroerosão por penetração*, utilizam-se eléctrodos de grafite, que são bons condutores eléctricos, com a forma pretendida para erodir. O eléctrodo é posicionado bastante perto da peça e conduzido de forma a penetrar na peça, por um programa realizado pelo operador da máquina. Através de descargas eléctricas, o material vai sendo consumido (erosão), ficando a peça com a forma do eléctrodo. Este processo passa por várias fases distintas. Primeiro, é necessário fazer o eléctrodo e só depois se prossegue para a *electroerosão*. Assim, é necessário em primeiro lugar realizar a modelação do eléctrodo, de seguida, esta informação passa para uma secção existente na empresa, onde apenas se realizam a programação de máquinas que realizam os eléctrodos. A esta secção é chamada internamente pela *secção de grafite*, que tem um operador especializado, que por sua vez, realiza a programação destinada à fabricação do eléctrodo pelo método de fresagem. A informação que este programador recebe, vem do modelador, que por sua vez, realiza o modelo do eléctrodo a ser produzido.

Quanto à *electroerosão por fio*, o arranque de material é também realizado através de descargas eléctricas. Mas, sendo o eléctrodo um fio neste tipo de erosão, não é necessário o seu fabrico personalizado, este é alimentado através de uma bobine que alimenta a máquina de erosão à medida que o fio vai sendo consumido. A máquina de erosão é também controlada automaticamente através de um programa de controlo numérico, assim como na *electroerosão por penetração*, este programa é também realizado pelo operador da máquina que recebe informação directamente do projecto ou da modelação (desenho em 3D), não passando pela secção de CAM habitual. Todos os trabalhos de erosão (por penetração e por fio) são realizados por máquinas comuns a todas as empresas do grupo TJ.

4.2.3. Fase de Montagem

Por fim, geralmente entre os últimos trabalhos de arranque de material, é iniciada a montagem, composta pelas actividades de polimento e o trabalho de bancada. O

polimento e os trabalhos de *bancada* por vezes são efectuados por ordens diferentes ou intercalados, dependendo da carga e disponibilidade existentes.

O *polimento* consiste no tratamento final da superfície, tratando as zonas moldantes. É o polimento que ditará a textura da superfície da peça injectada, sendo por isso, um trabalho importante e minucioso que influenciará directamente a qualidade final da peça injectada.

A fase da montagem, também denominada por trabalho de *bancada*, envolve a montagem manual dos vários elementos que compõem o molde, assim como justamento de componentes, afinação de movimentos, montagem da estrutura, entre outros, de acordo com a informação recebida do projecto. É realizada na fase final de fabricação, preparando desta forma o molde para a realização dos ensaios. Por vezes, processos de *polimento* são necessários durante a execução dos trabalhos de *bancada* e os próprios operadores da *bancada* podem efectuar alguns deles.

A Figura 5 mostra de forma resumida os processos incluídos nas várias fases de produção da generalidade dos moldes produzidos na empresa em estudo.



Figura 5 – Processos adjacentes a cada fase

(Página em branco)

5. Desenvolvimento do *Value Stream Mapping* da fabricação de moldes

Neste capítulo é desenvolvida a ferramenta *VSM* de modo a ser aplicada no tipo de sistema de fabrico utilizado actualmente na indústria dos moldes. Os moldes seguem um sistema de fabrico por *jobbing*, pois só são realizados após a encomenda do cliente e customizados à sua maneira, logo, cada molde fabricado é diferente de todos os outros e tem a sua própria cadeia de valor, existindo uma partilha de recursos com os outros moldes. Este capítulo tem como objectivos desenvolver e comunicar a cadeia de valor das doze peças acompanhadas e ser uma base de dados para o próximo capítulo. Através do *VSM*, é então possível obter uma imagem gráfica de todos os processos realizados, com informação relativa a alguns dos indicadores mais relevantes.

Para desenhar o *VSM* do processo de fabrico dos três moldes da empresa, foi realizado um acompanhamento durante todo o ciclo de *fabricação e montagem* e foram registados os dados referentes a cada processo de fabrico, assim como os acontecimentos relevantes em cada processo. Depois de recolhida a informação, o mapeamento foi realizado utilizando uma ferramenta de mapeamento em desenvolvimento no projecto *Tooling Edge*, onde foram colocados todos os registos considerados importantes e relegados outros que não trariam benefício para este projecto. De modo a ter toda a informação organizada para ser colocada na ferramenta *VSM*, foi desenvolvida uma metodologia, em folhas de cálculo, que se tornou uma mais-valia para efectuar a análise dos resultados.

Os dados identificados como os mais importantes a recolher em cada processo foram a *data de início e fim*, o *tempo de processo*, o *tempo de valor acrescentado*, o *tempo de setup*, o *número de operadores*, o *tempo disponível*, o *tempo de carga*, o *tempo de retrabalho*, e as *esperas*, incluindo o *tipo* e o *motivo*. Foram também registadas as razões de situações imprevistas, de modo a justificar alguns dos desperdícios encontrados. Estes dados foram tratados de forma a se obterem outros indicadores, como o *lead time total* e de *fabrico*, *tempo de produção*, *rácio de produção*, *rácio de espera total*, *rácio de espera externa*, *rácio de espera interna*, *rácio de tempo não aproveitado fora do horário laboral do posto de trabalho* e o *uptime*.

As *datas de início e fim*, referem-se ao momento inicial e final do processo em causa. A distinção de fim e início de um processo acontece quando a peça troca de posto de trabalho e/ou quando finaliza uma operação e começa outra distinta, podendo, por

vezes, acontecer a peça ter dois processos seguidos no mesmo posto de trabalho ou ter um processo em dois postos de trabalho diferentes (ex: a realização do justamento de posições em duas bancadas, durante a fase de *montagem*). Uma operação é a tarefa discriminada de um processo, contudo, para a realização deste trabalho não será necessário entrar em detalhe nas operações, apesar de existir alguma informação disponível, pois na realização do *VSM* deve-se primeiro observar de um modo geral para primeiro identificar onde se pode melhorar e só depois se deve partir para o detalhe com acções de melhoria.

O *tempo de processo* é o tempo que o processo demora a ser completado, do início ao fim, inclui o tempo de *setup*, o tempo de valor acrescentado, tempo de controlo de qualidade e o tempo de retrabalho. Pode ser considerado como tempo de processo, o tempo que se demora a realizar o galgamento, o desbaste, a rectificação, etc. Serão registadas as datas de início e fim de cada processo, caso existam paragens no processo, serão registadas como *tempo de espera interna*.

O *tempo de setup* é o tempo que se demora a preparar a máquina e a peça, de maneira a se poder iniciar o *fabrico*, ou criação de valor. Podem ser considerados como os principais processos de *setup* o tempo de posicionamento da peça, introdução do programa CNC, de alimentação de ferramentas e também de desmontagem da peça da máquina. Caso seja o operador da máquina a realizar o programa CNC, este tempo é também considerado de *setup*.

O *tempo de valor acrescentado* é o tempo em que se realizam tarefas que efectivamente são valorizadas pelo cliente final (ou por algum cliente interno), com o exemplo da fresagem, o tempo de valor acrescentado é o tempo que a máquina está a arrancar a peça, sendo que neste caso, é considerado o tempo que o programa CNC está em execução, que inclui o curso da ferramenta para o próximo ponto a fresar e a troca automática de ferramenta.

O *número de operadores* refere-se à quantidade de operadores afectos ao processo em questão. Pode ser igual, inferior ou superior a um. Este valor permite ter uma noção se o operador de uma máquina está afecto apenas a essa máquina, ou também a outras. Se está 0,5 operadores afectos à máquina, significa que esse operador está a afecto a duas máquinas.

O *tempo disponível* refere-se ao número de horas (por dia e semana) a que cada cada posto de trabalho tem disponível para operar, considerado horário normal e varia consoante a infra-estrutura e o número de turnos. No caso da empresa em questão, existem postos de trabalho, onde é necessária a presença do operador, com tempo disponível de 8 ou 14 horas diárias (1 ou 2 turnos respectivamente), durante 5 dias por semana. Existem também postos de trabalho com um tempo disponível de 24 horas diárias, durante 7 dias por semana, onde se incluem os postos de trabalho de fresagens e electroerosão por penetração, pois é possível nestes casos acrescentar valor sem a presença de operador. No entanto, é normal tanto nesta empresa, como neste sector (fabricação de moldes) existir trabalho em horas extra. Este é, aliás, um factor crítico que as empresas utilizam para conseguir cumprir os prazos de entrega.

O *tempo de carga* é o tempo diário médio que um recurso teve ocupado. Devido à dificuldade em medir este tempo, é feita uma recolha de tempos com base nos registos efectuados pelos operadores das máquinas, com uma média da carga do posto de trabalho durante o período de processamento – incluindo o(s) dia(s) de trabalho na peça em estudo e possivelmente alguns dias durante esse período de processamento, no caso de a peça voltar mais do que uma vez ao mesmo posto de trabalho.

A *espera* acontece quando a peça fica em inactividade, à espera do próximo processo, ou da continuação do mesmo. Este tempo é retirado dentro do tempo disponível para esse posto de trabalho, caso contrário é registado como *tempo de espera fora do horário do posto de trabalho*. Para melhor compreender as *esperas* serão identificados os *tipos* e *motivos* de *espera*. O *tipo de espera* identifica se a *espera* acontece entre dois processos – *espera externa* – ou dentro de um processo – *espera interna*. A *espera externa* contabiliza a duração do tempo que a peça fica em *espera* desde a data final do último processo até à data inicial do processo seguinte e cada *espera externa* está associada ao próximo processo, o qual a peça vai ser submetida. A *espera interna* refere-se às paragens ocorridas dentro de um processo. O *motivo de espera* refere-se à principal causa de ter acontecido determinada *espera*, independentemente do *tipo de espera*. Como *motivos de espera* são considerados *demasiada carga*, *falta de recursos humanos* e *outros*. Inicialmente os *motivos* eram bastantes, o que levou a um agrupamento por categorias, ou seja, a *demasiada carga*, refere-se a acontecimentos como a ocupação da infra-estrutura com outra peça, a entrada directa no posto de trabalho de outro molde com uma urgência elevada ou alterações estratégicas no planeamento devido ao excesso

de carga. A *falta de recurso humano* refere-se a *esperas* que ocorram devido à falta directa do operador, seja por ele estar ocupado noutra infra-estrutura (o que pode acontecer devido ao excesso de carga, mas a abordagem será feita por falta de recursos humanos) ou, em alguns casos, como nos postos de trabalho com *tempo disponível* de 24 horas diárias, quando a *espera* acontece fora do horário laboral do operador. Por fim, o *motivo outros*, inclui faltas de componentes necessários, falta no fluxo de informação (programas CNC, desenhos 2D, etc.), imprevistos, factores externos, manutenção de equipamentos e outros factores que não sejam bem perceptíveis. Existe também, antes de se iniciar o fabrico, a chamada *espera inicial*, que é uma *espera externa* e deve-se ao facto de existir um impasse entre a chegada dos aços e a ordem do supervisor para que se inicie o trabalho no molde. Para se tentar perceber esse impasse, foi discutido com um dos chefes de produção da empresa e as razões são algo complexas, pois, em grande parte, deve-se ao facto de a carga fabril ser superior à capacidade da empresa, mas também devido a um risco existente, sobretudo nesta fase, de possíveis alterações na definição dos sistemas funcionais do molde, obrigando a possíveis mudanças no projecto, ainda também por questões de planeamento, de modo a reduzir o número de *setups* para melhor aproveitamento da capacidade da empresa, ou seja, se for possível, é preferível realizar um *setup* em vez de dois, para fazer duas operações no mesmo processo (em vez de fazer dois processos e dois *setups* iguais, em datas diferentes), sem que isso afecte negativamente o que está à sua volta. No entanto, esta *espera inicial* não se limita apenas a restrições das infra-estruturas adjacentes ao primeiro processo (por vezes a infra-estrutura estava disponível, mas não se decidia avançar com o fabrico), mas sim a uma gestão das prioridades que não é discutida entre o departamento de produção com o que realiza a compra dos aços, que leva, por vezes, a um longo tempo de *espera inicial* e à eficiência existente. As horas de *espera iniciais* são contabilizadas através de uma média do tempo que as quatro peças, buchas e cavidades, tiveram em *espera*, desde a chegada dos aços, até ser iniciado o fabrico, de acordo com o horário laboral de 8 horas diárias. É apresentado de seguida, para o molde TJ1897, o exemplo de como podem ser calculadas as *esperas iniciais*.

E_i – Espera inicial, desde a chegada dos aços até ao início da fabricação.

A_f – Chegada dos aços – 06-12-2011 11:00.

F_i – Início de fabrico da cavidade 100, cavidade 101, bucha 200 e bucha 201.

Peças do molde TJ1897	Data do início de fabrico
$F_{i_{cav100}}$	3-1-2012 23:44
$F_{i_{cav101}}$	4-1-2012 18:29
$F_{i_{bu200}}$	6-1-2012 19:49
$F_{i_{cav100}}$	9-1-2012 11:00

Tabela 2 – Início de fabrico molde TJ1897

$$E_i = \frac{(F_{i_{cav100}} - Af) + (F_{i_{cav101}} - Af) + (F_{i_{bu200}} - Af) + (F_{i_{bu201}} - Af)}{4} \quad (1)$$

$$E_i = 174,51 \text{ horas}$$

O *tempo de retrabalho* acontece sempre que há uma iteração para corrigir, acrescentar ou modificar qualquer coisa que devia ter sido realizada bem à primeira. Por vezes, a necessidade de retrabalho só é detectada mais tarde noutro processo (processo que detectou a necessidade de retrabalho) e também por vezes o retrabalho é realizado noutro processo.

Estes dados serão tratados de forma conveniente de forma a obter os indicadores para análise de resultados.

O *lead time total* é o tempo decorrido desde a adjudicação do molde até, neste caso, à entrega das primeiras amostras, que coincide com o primeiro ensaio realizado ao molde. O *lead time de fabrico* é o tempo decorrido desde a chegada dos aços até à entrega das primeiras amostras e é este que é utilizado neste estudo, pois o tempo de diferença entre estes dois indicadores refere-se a uma parte inicial que não entra para o prazo de entrega.

O *tempo de produção* refere-se à soma dos *tempos de processo* de fabricação, montagem e acabamento. Este indicador exclui os tempos de desenho, modelação, programação e outros referentes ao fluxo de informação.

O *rácio de produção* é a relação de *tempo de produção* com o *lead time de fabrico*.

$$\text{Rácio de produção} = \frac{\text{Tempo de produção}}{\text{Lead time de fabrico}} \quad (2)$$

O *rácio de espera total* é a relação de todas as *esperas* com o *lead time de fabrico*. O *rácio de espera externa* e o *rácio de espera interna* referem-se à relação de *esperas externas* e *internas*, respectivamente, com o *lead time de fabrico*. O *rácio de tempo espera fora do horário laboral do posto de trabalho* (Rácio EspFHor) refere-se à relação entre o *tempo espera fora do horário laboral do posto de trabalho* e o *lead time de fabrico*.

$$\text{Rácio de espera total} = \frac{\Sigma(\text{Esperas Externas} + \text{Esperas Internas})}{\text{Lead time de fabrico}} \quad (3)$$

$$\text{Rácio de Esperas Entre Processos} = \frac{\Sigma \text{Esperas Externas}}{\text{Lead time de fabrico}} \quad (4)$$

$$\text{Rácio de Esperas Dentro de Processos} = \frac{\Sigma \text{Esperas Internas}}{\text{Lead time de fabrico}} \quad (5)$$

$$\text{Rácio EspFHor} = \frac{\Sigma \text{EspFHor}}{\text{Lead time de fabrico}} \quad (6)$$

O *uptime* é a relação da média de tempo em que um recurso está em carga e o seu tempo disponível para cumprir o bloco do processo em causa. Quando o *tempo de carga* de um posto de trabalho é menor que o *tempo disponível*, o *uptime* será inferior a 1. Por outro lado, se exceder o valor 1, significa que existem horas extras nesse posto de trabalho. Este valor pode ser dado em percentagem. Para uma optimização dos postos de trabalho, é importante analisar o *uptime* de cada posto de trabalho.

$$\text{Uptime} = \frac{\text{tempo de carga}}{\text{tempo disponível}} \quad (7)$$

5.1 Value Stream Mapping

De seguida é apresentado um exemplo de um *VSM* realizado, visto ter sido necessário reduzir bastante o tamanho, de tal forma que não se consegue perceber. Estão no anexo III as versões optimizadas, onde é possível observar os *VSM* de todas as peças acompanhadas. O exemplo aqui representado é da cavidade 100 do molde TJ1897, ver Figura 6.

Para a realização dos *VSM* foi utilizada a ferramenta em desenvolvimento no projecto *Tooling Edge*, contudo, os valores das *esperas* representados nos mapas não são os valores analisados, mas sim uma aproximação a esses valores. Os cálculos foram efectuados com base nos valores registados durante o estágio, que foram exportados para a ferramenta *VSM*.

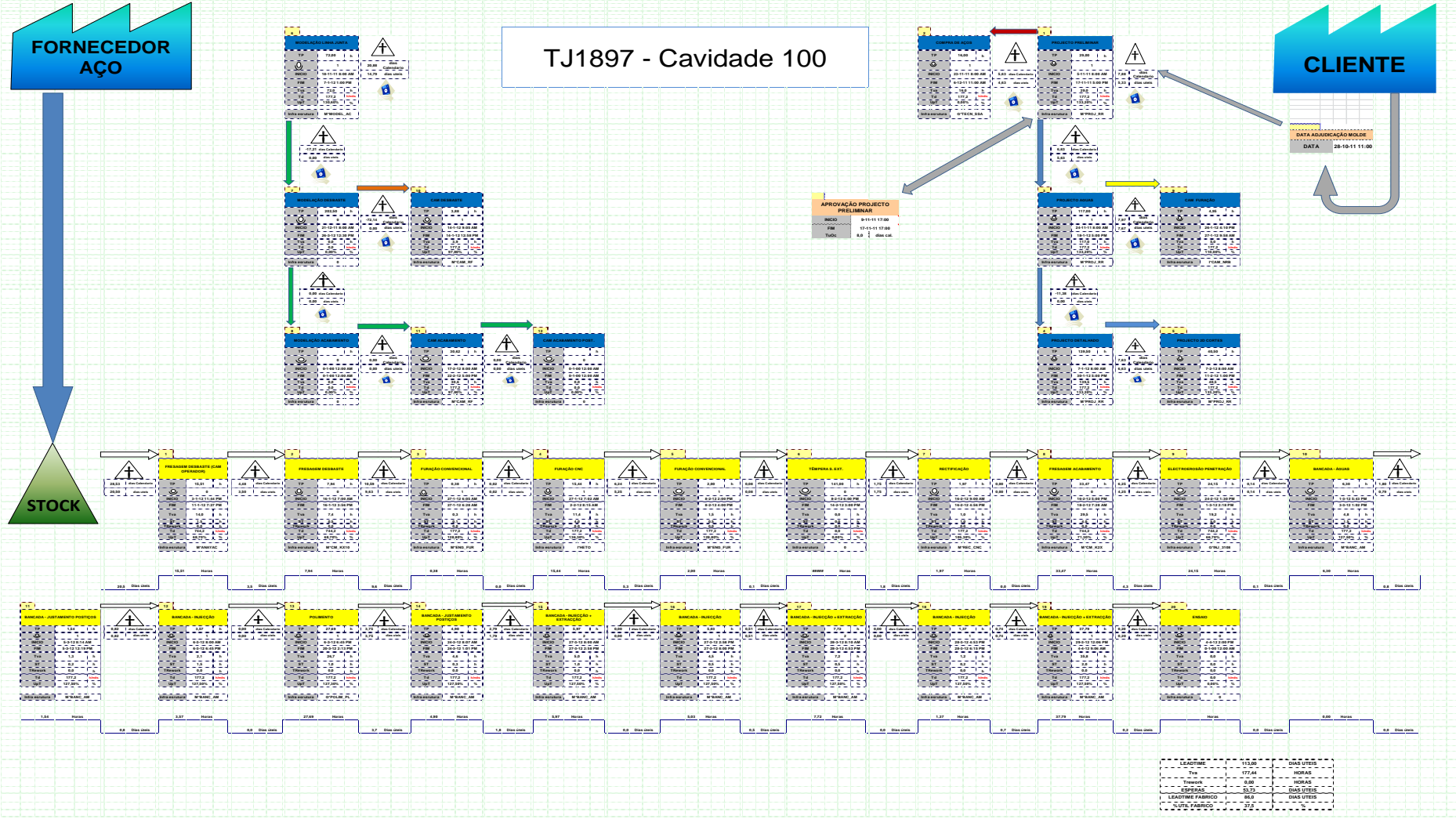


Figura 6 – VSM Molde TJ1897 - Cavity 100

6. Análise de Resultados

Neste capítulo pretende-se analisar a informação recolhida e tratada, relativa a *esperas* na cadeia de valor dos vários moldes, prestando atenção aos indicadores que se verificaram relevantes, assim como possíveis acontecimentos anormais, tentando identificar padrões de acontecimentos indesejados que se pretendam eliminar, de modo a cumprir os objectivos deste trabalho.

Para simplificar a compreensão das *esperas* nas várias secções de trabalho, serão agrupados todos os vários processos iguais num só (ex: todas as *esperas* de todas as *fresagens de acabamento* serão agrupadas num único processo de *fresagem de acabamento*), de modo a realizar uma análise global. Serão então analisados os processos registados de cada peça acompanhada (seis buchas e seis cavidades), realizando inicialmente para cada molde (duas buchas e duas cavidades) uma média dos diversos tempos de *espera* ocorridos das diferentes peças nos vários processos, focando o interesse nos tempos de *esperas internas e externas*, assim como o *motivo* dos mesmos, de modo a identificar quais os processos mais susceptíveis de terem maiores *esperas*, para se poder posteriormente focar o interesse da melhoria contínua nos locais mais críticos de toda a cadeia de valor. Atenção que os tempos de *espera* devem ser vistos como uma quantidade de estrangulamento comparativa aos restantes processos e não como a média de tempo que cada peça está em espera num dado processo.

Inicialmente será realizada a análise dos três moldes separadamente, realizando uma média dos tempos ocorridos nas quatro peças acompanhadas (duas buchas e duas cavidades) de cada molde. Posteriormente será realizada a média de todo o conjunto dos moldes em estudo. Serão também feitas algumas considerações finais, atendendo à existência de informação para outros tipos de análise. Existe também informação detalhada de todos os processos de todas as peças individuais dos três moldes, contudo, não estará toda exposta porque se tornaria demasiado detalhado e não será realizada essa análise processual detalhada por não ser necessária para os objectivos do trabalho, mas sim para possíveis análises por parte da empresa em estudo para futuras acções de melhoria.

6.1 Molde TJ1897

Começando então pelo molde TJ1897, que foi produzido essencialmente na TJ Moldes, as informações gerais relativas a este molde estão na Tabela 3 e pode-se observar no espaço temporal no **Error! Reference source not found.**

DATA	ETAPA
28-10-2011	Adjudicação do molde
05-11-2011	Início do projecto preliminar
17-11-2011	Aprovação do projecto preliminar
18-11-2011	Início da modelação
23-11-2011	Encomenda dos aços
06-12-2011	Chegada dos aços
03-01-2012	Início da fabricação do molde
16-03-2012	Prazo inicial para entrega de primeiras amostras
04-04-2012	Entrega das primeiras amostras - Prazo alterado pelo cliente

Tabela 3 – Informações gerais do Molde TJ1897

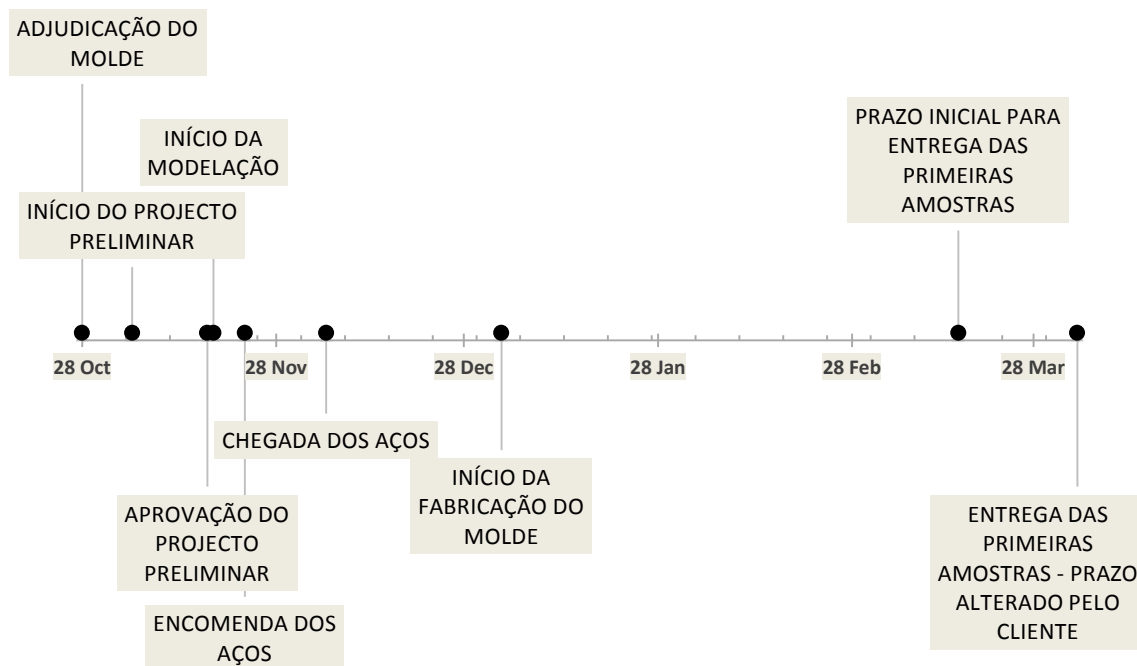


Gráfico 1 – Timeline do Molde TJ1897

Este molde cumpriu o prazo estipulado para a realização das primeiras amostras, pois o cliente adiou este prazo inicialmente proposto, o que permitiu alterações no planeamento, facilitando desta forma o seu cumprimento.

Na Tabela 4 encontram-se os tempos médios das quatro peças (duas buchas e duas cavidades) do molde TJ1897, relativamente aos indicadores relevantes.

INDICADORES RELEVANTES	HORAS	DIAS
Lead Time de Fabrico do Molde	2882,4	120,1
Tempo Médio Produção - Fabricação e Montagem	466,5	19,4
Tempo Médio Espera Total	847,5	35,3
Tempo Médio Espera Externa	567,0	23,6
Tempo Médio Espera Interna	280,5	11,7
Tempo de Espera Fora do Horário Laboral do Posto de Trabalho	1568,4	65,4

Tabela 4 – Indicadores relevantes molde TJ1897

Observando o Gráfico 2, que mostra a distribuição do *lead time de fabrico* pelos vários indicadores, pode-se constatar que durante a produção do molde, cerca de 54% do tempo não está a ser aproveitado, pois a organização dos postos de trabalho assim o permite. Alguns postos de trabalho têm um horário laboral diário de 8 ou 14 horas, consoante os turnos, e outros, nos casos de postos de trabalho com equipamentos preparados (Fresadoras CNC e Electroerosoras por Penetração), de 24 horas diárias. Apenas 16% do *lead time de fabrico* é *tempo de produção*, que inclui *valor acrescentado*, *setups* e outras actividades necessárias com tempos não muito relevantes para este estudo. Os restantes 30%, são tempos de *espera* que serão analisados de seguida, sendo 20% *espera externa* e 10% *espera interna*.

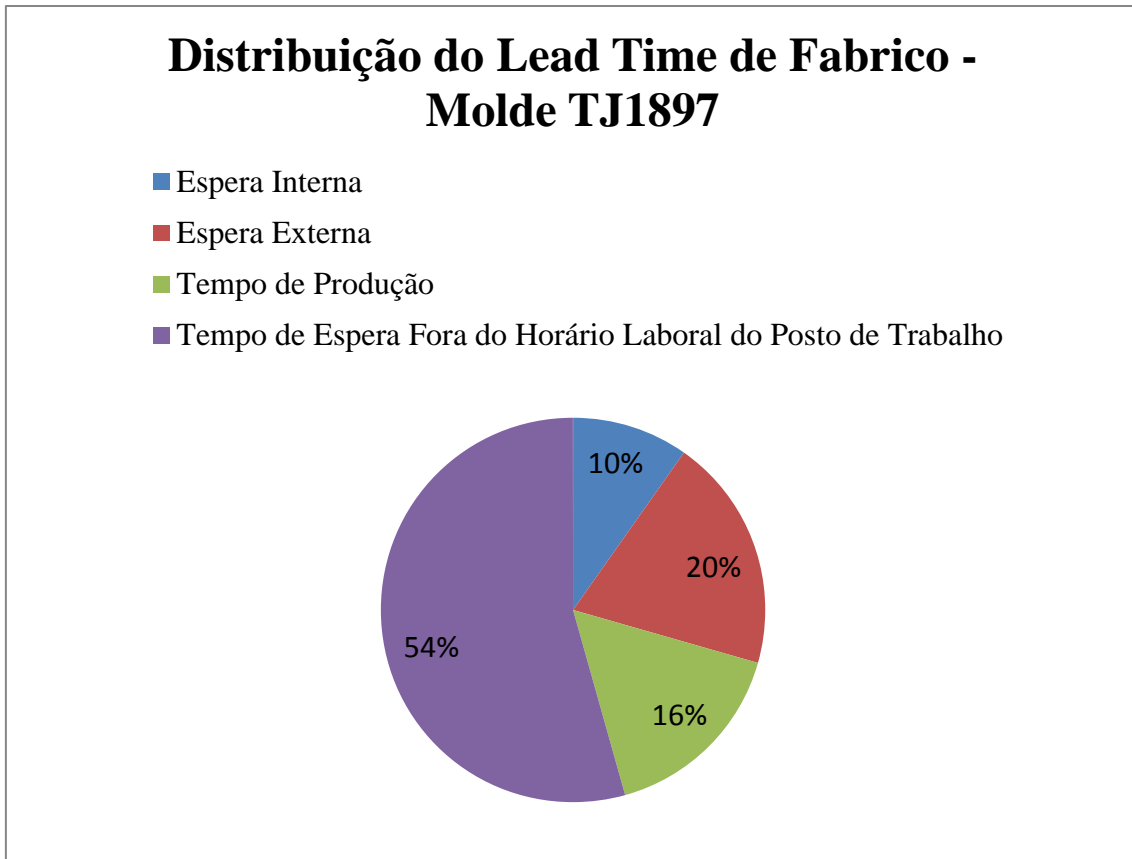


Gráfico 2 – Distribuição do *Lead Time* de fabrico do Molde TJ1897

De seguida, será apresentada a informação do total de *esperas* associadas a cada processo. Esta informação é relativa às quatro peças observadas e foi realizada uma média de todas as *esperas* para cada processo, como se pode ver no Gráfico 3.

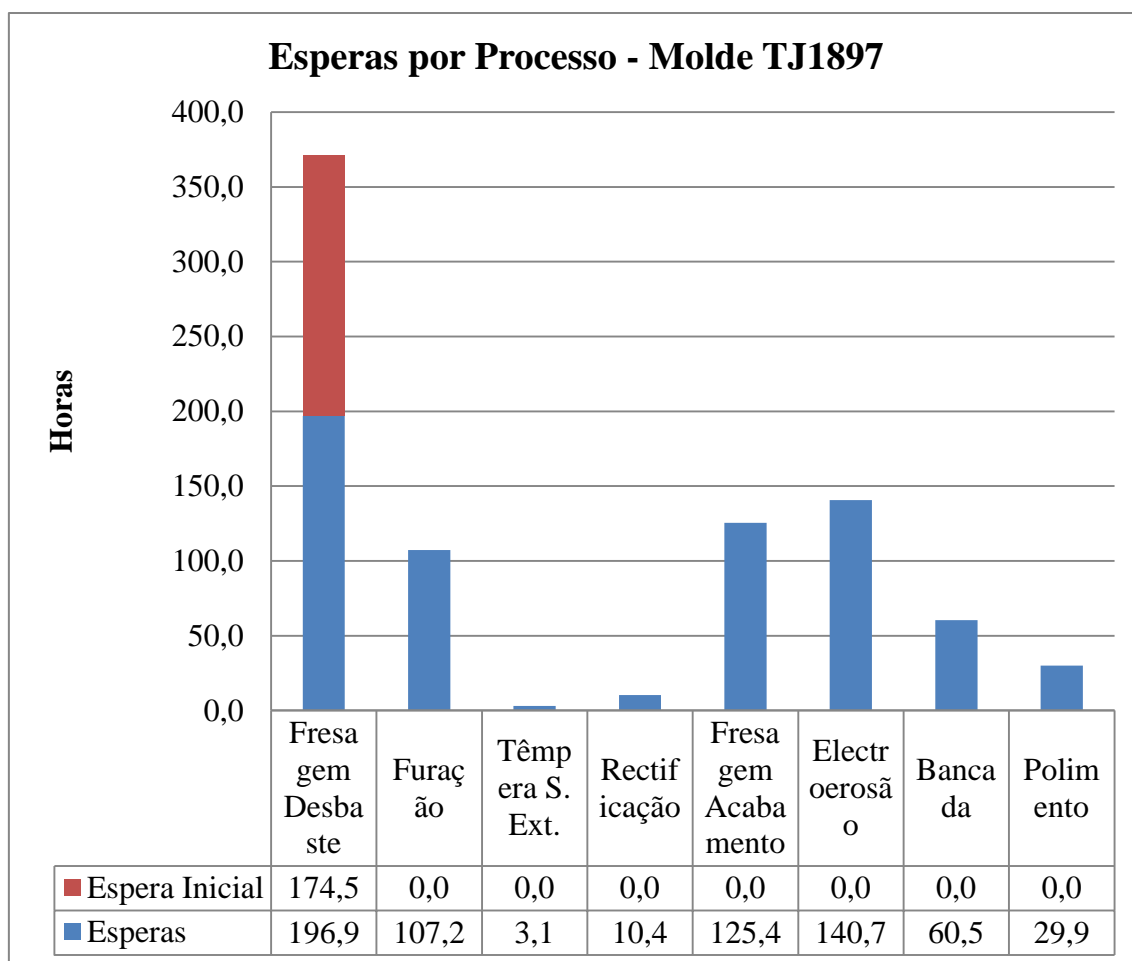


Gráfico 3 – Esperas por processo do molde TJ1897

Este molde iniciou o fabrico no processo de *fresagem de desbaste* e como se pode observar, existe uma *espera* significativamente maior neste processo, seja pela *espera inicial*, mas também motivada por outras *esperas* nos restantes processos de *fresagem de desbaste*. É importante relembrar que existem vários processos de *fresagem de desbaste* e que aqui, todos os processos iguais, estão agrupados num só.

Realizada a média da *espera inicial*, obtém-se um valor de 174,51 horas. São cerca de 22 dias úteis que o *fabrico* do molde esteve parado e onde se pode, para já, identificar um período crítico de *espera*. Esta abordagem pretende mostrar que pode ser possível aumentar a eficiência, pois, se a empresa conseguir prever o tempo de *espera inicial*, poderá adquirir a matéria-prima mais tarde, o que significa ter menos tempo a matéria-prima em inventário. Se a chegada de aços coincidissem com o momento de início de fabrico, o *lead time de fabrico* teria início no momento que se iniciasse o fabrico e a eficiência melhoraria.

Este gráfico mostra também *esperas* noutros processos, tais como o de *fresagem de acabamento, furação, electroerosão* e também, mas um pouco mais curtas, nos de *bancada e polimento*. Na *rectificação e têmpera*, as *esperas* não são muito significativas relativamente às restantes. Visto que a *têmpera* é um processo sub-contractado, a *espera* que aqui aparece a ela associada, é o período de tempo médio que cada peça espera até ser levada para a empresa sub-contractada.

Após terem sido identificados os processos mais críticos relativamente às *esperas*, serão analisados os *tipos de esperas* associadas aos diferentes processos.

No Gráfico 4, é possível distinguir o tipo de *espera* associada a cada processo. Pode-se ver que existem processos maioritariamente afectados pela *espera externa*, assim como a *fresagem de desbaste* (que mesmo tendo maioritariamente *espera externa*, também apresenta valores consideráveis de *espera interna*), *furação* e *fresagem de acabamento*, outros pela *espera interna*, tais como *electroerosão* (que também apresenta valores consideráveis de *espera externa*), *bancada e polimento*. É importante relembrar que a *espera inicial* é um tipo de *espera externa*.

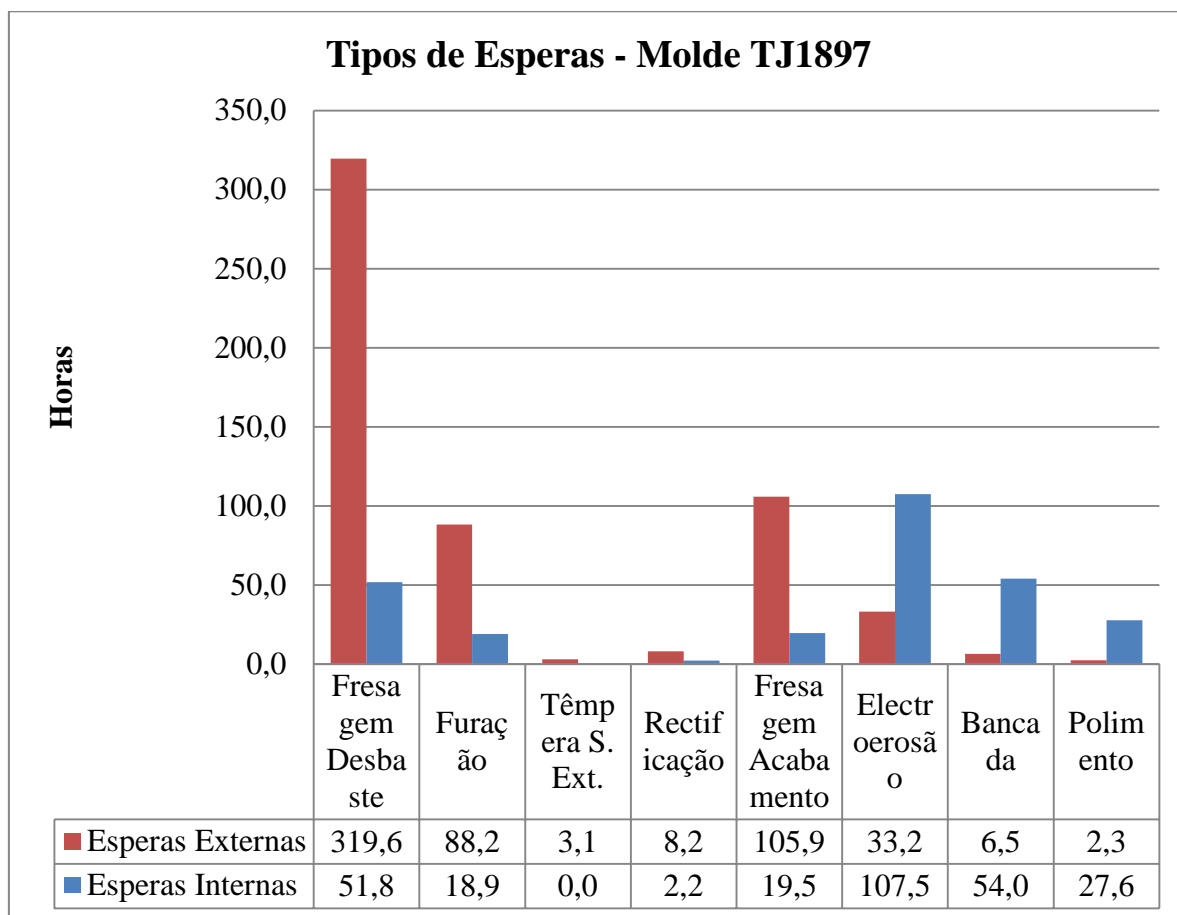


Gráfico 4 – Tipos de esperas do molde TJ1897

Continuando a análise das *esperas*, serão agora identificados os *motivos* de *esperas*. Observando o Gráfico 5, é possível distinguir os diferentes *motivos* de *esperas* associados a cada processo. É evidente que o motivo que mais se destaca é o de *demasiada carga*, sobretudo nos processos de *fresagem de desbaste*, *furação* e *fresagem de acabamento*. No entanto, também se pode observar que existem processos onde existe a *falta de recursos humanos*, como a *electroerosão*, *bancada* (estas duas com valores semelhantes também para *demasiada carga*) e *polimento* (apenas com *falta de recurso humano*).

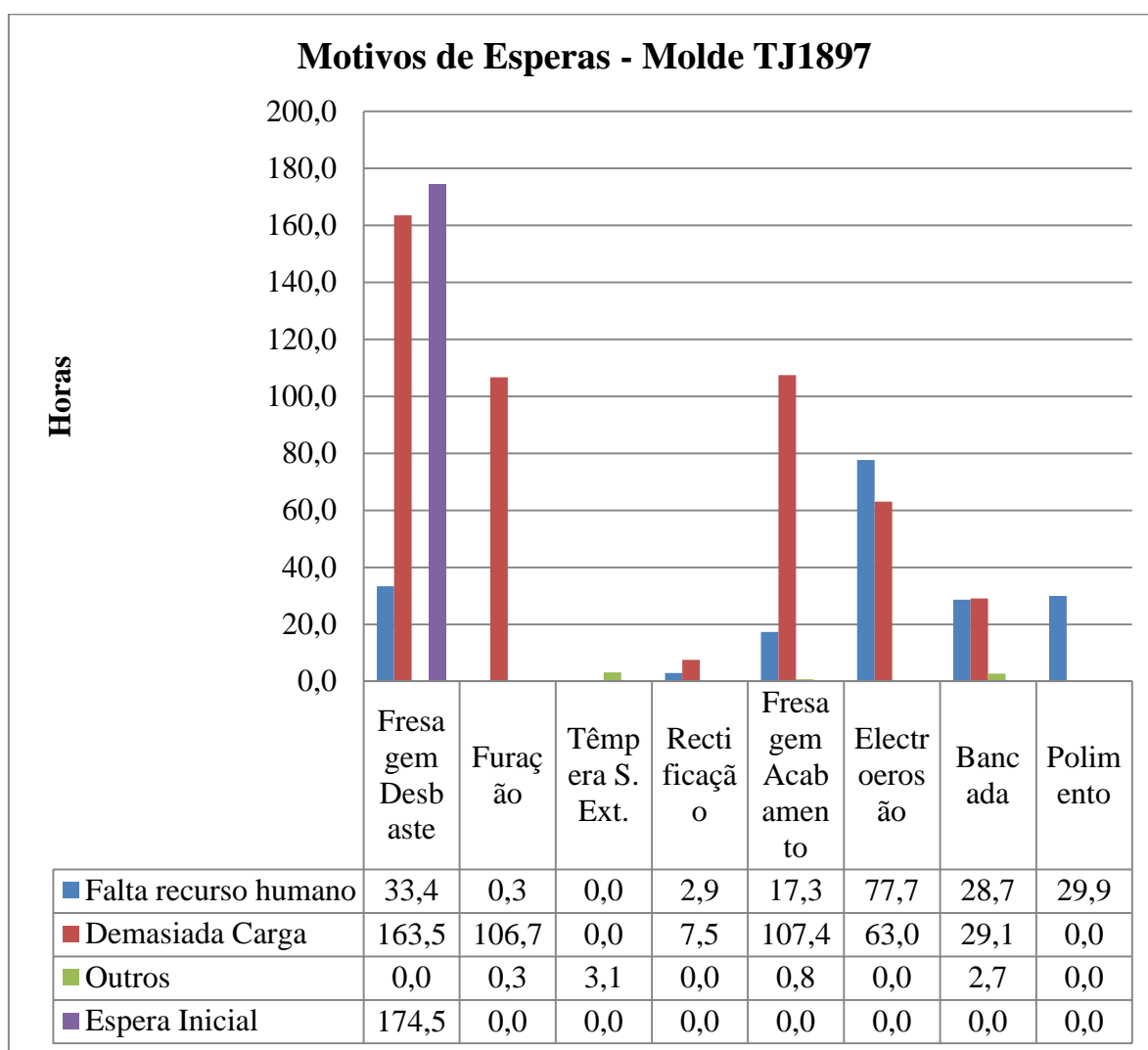


Gráfico 5 – Motivos de esperas do molde TJ1897

Por fim, para este molde, serão agrupados os *motivos* e os *tipos* de *esperas* para cada processo do molde TJ1897, como se pode ver no Gráfico 6. As *esperas* identificadas como mais relevantes foram a *espera inicial*, as *esperas* para entrar nos processos de *fresagem de desbaste* e *acabamento* e nos processos de *furação*, devido ao motivo

demasiada carga e também as paragens, ou *esperas internas* ocorridas nos processos de *electroerosão*, por *falta de recursos humanos* que garantam a continuidade de processamento durante as 24 horas diárias que as electroerosoras estão possibilitadas de operar, caso a preparação necessária do trabalho seja feita.

Identificada a quantidade, *tipo* e *motivo* de tempo médio que cada peça esteve “parada”, à *espera* de entrar ou de continuar cada processo, torna-se possível saber onde actuar de modo a reduzir o desperdício *espera*, contribuindo assim para um aumento da eficiência, com melhor planeamento e optimização dos diferentes postos de trabalho.

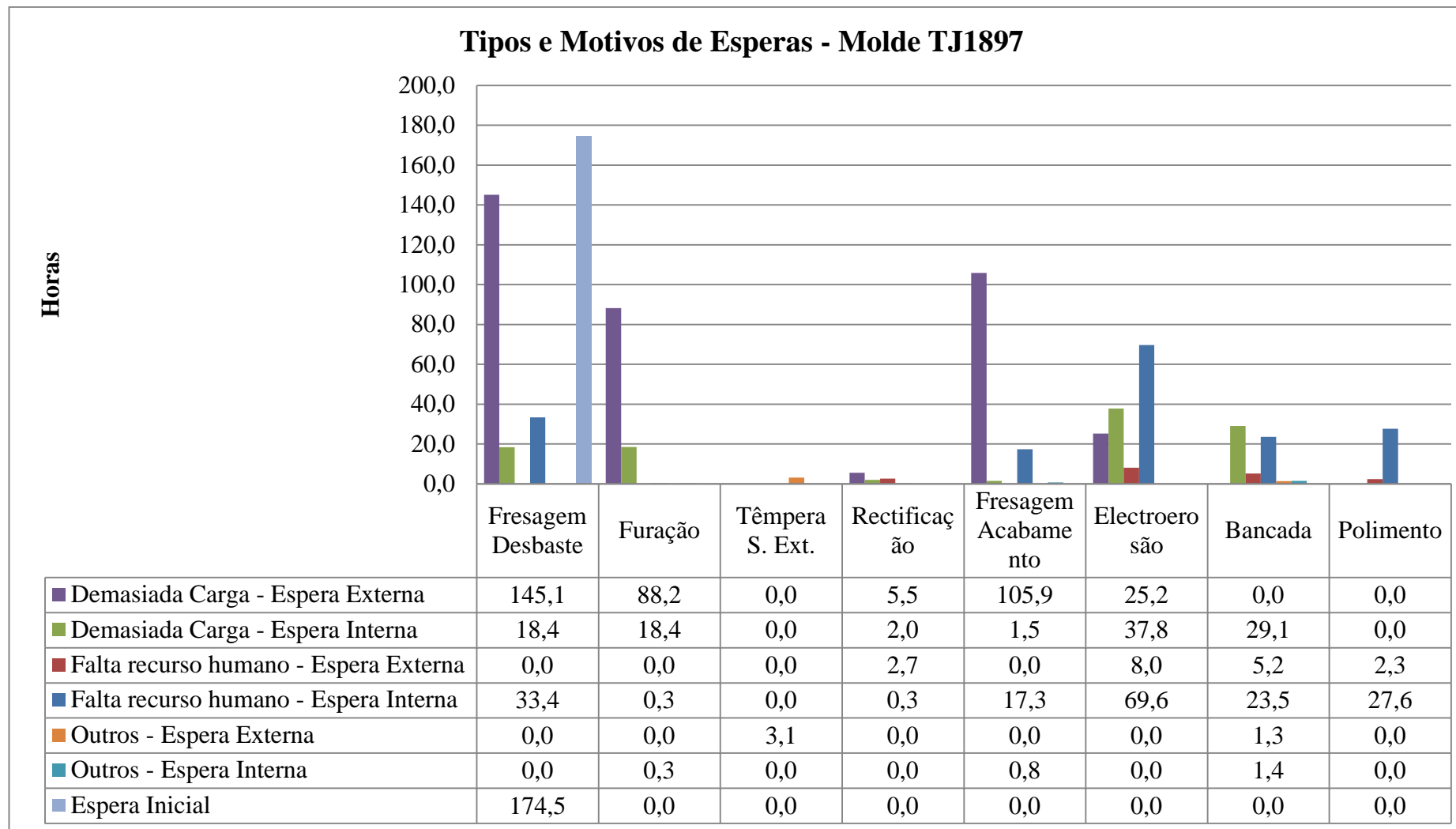


Gráfico 6 – Motivos e tipos de esperas do molde TJ1897

6.2 Molde TJ1898

Este molde foi produzido essencialmente na iTJ e as informações gerais encontram-se na Tabela 5, podendo ser observado no espaço temporal no Gráfico 7.

DATA	ETAPA
07-11-2011	Adjudicação do molde
28-11-2011	Início do projecto preliminar
06-12-2011	Aprovação do projecto preliminar
21-12-2011	Início da modelação
15-12-2011	Encomenda dos aços
27-12-2011	Chegada dos aços
13-01-2012	Início da fabricação do molde
30-03-2012	Prazo inicial para entrega de primeiras amostras
07-04-2012	Entrega das primeiras amostras

Tabela 5 – Informações gerais do molde TJ1898

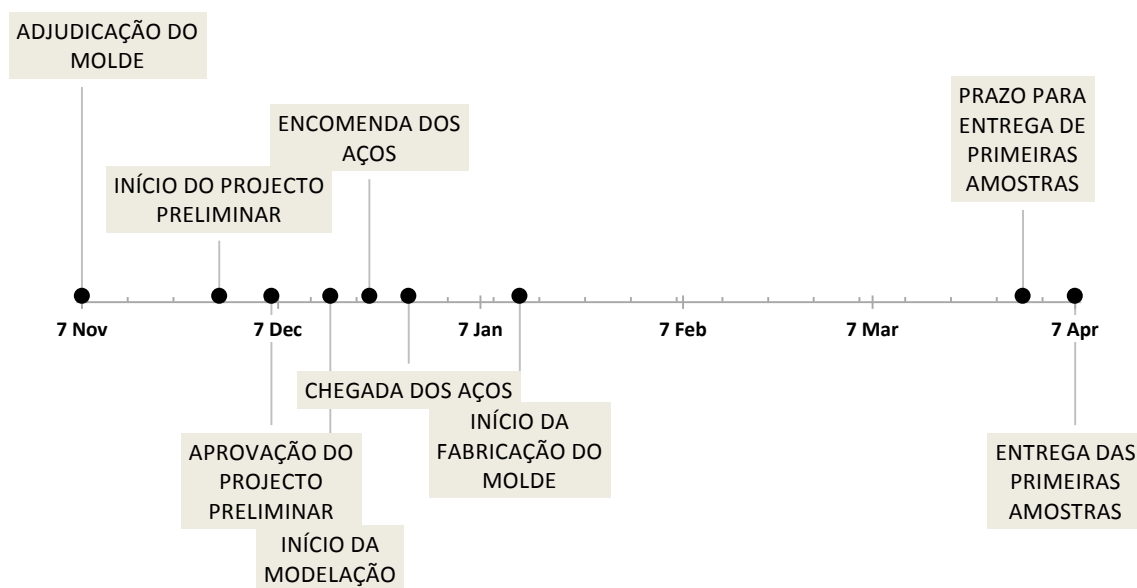


Gráfico 7 – Timeline do molde TJ1898

Este molde ultrapassou o prazo definido para entrega das primeiras amostras, no entanto, não são conhecidas as implicações desse atraso.

Na Tabela 6 encontram-se os indicadores relevantes referentes às buchas e cavidades do molde TJ1898. Tal como na análise do molde anterior, neste também foram realizadas as médias das cavidades e das buchas.

INDICADORES RELEVANTES	HORAS	DIAS
Lead time de fabrico do molde	2457,6	102,4
Tempo médio produção - Fabricação e Montagem	475,9	19,8
Tempo médio espera total	1108,9	46,2
Tempo médio espera externa	593,1	24,7
Tempo médio espera interna	515,9	21,5
Tempo de espera fora do horário laboral do posto de trabalho	872,8	36,4

Tabela 6 – Indicadores relevantes do molde TJ1898

O Gráfico 8 mostra a distribuição do *lead time de fabrico* pelos outros indicadores e pode-se observar que 36% do *lead time de fabrico* não é aproveitado, pois é um tempo de espera que está fora do tempo disponível para os postos de trabalho, 21% são *esperas internas*, 24% são *esperas externas* e apenas 19% é *tempo de produção*.

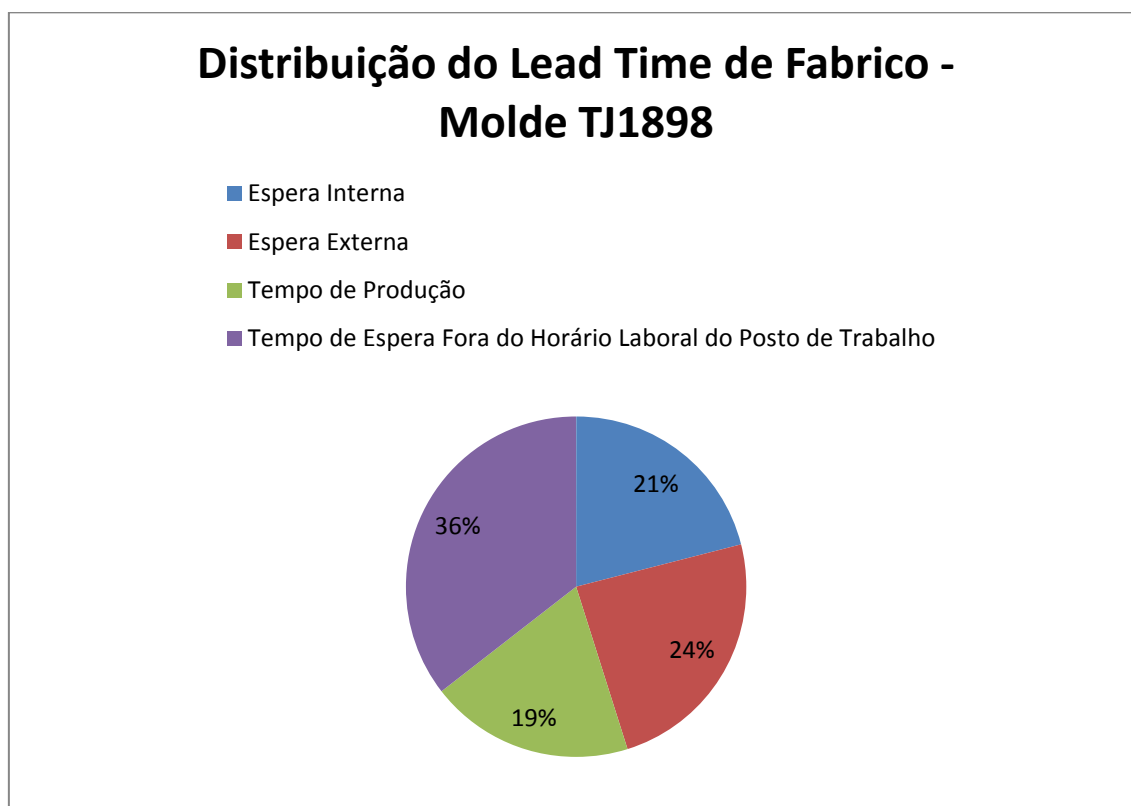


Gráfico 8 – Distribuição do lead time de fabrico do molde TJ1898

Apresenta-se a seguir o Gráfico 9 que mostra a média do total de *esperas* associadas a cada peça deste molde. Neste molde, é evidente que os processos mais preocupantes são as *fresagens*, principalmente a de *acabamento*, mas também a de *desbaste*. Também é possível observar a existência de *esperas* nos outros processos. Depois das *fresagens*, a *espera inicial* no *galgamento*, a *electroerosão* e a *furação* são os processos que se seguem com maiores *esperas*. Da mesma forma que o TJ1897, o molde analisado anteriormente, este também tem uma *espera inicial*, apesar de não ser tão significativa. Calculando da mesma forma, obtém-se para *Ei* um valor de 105 horas.

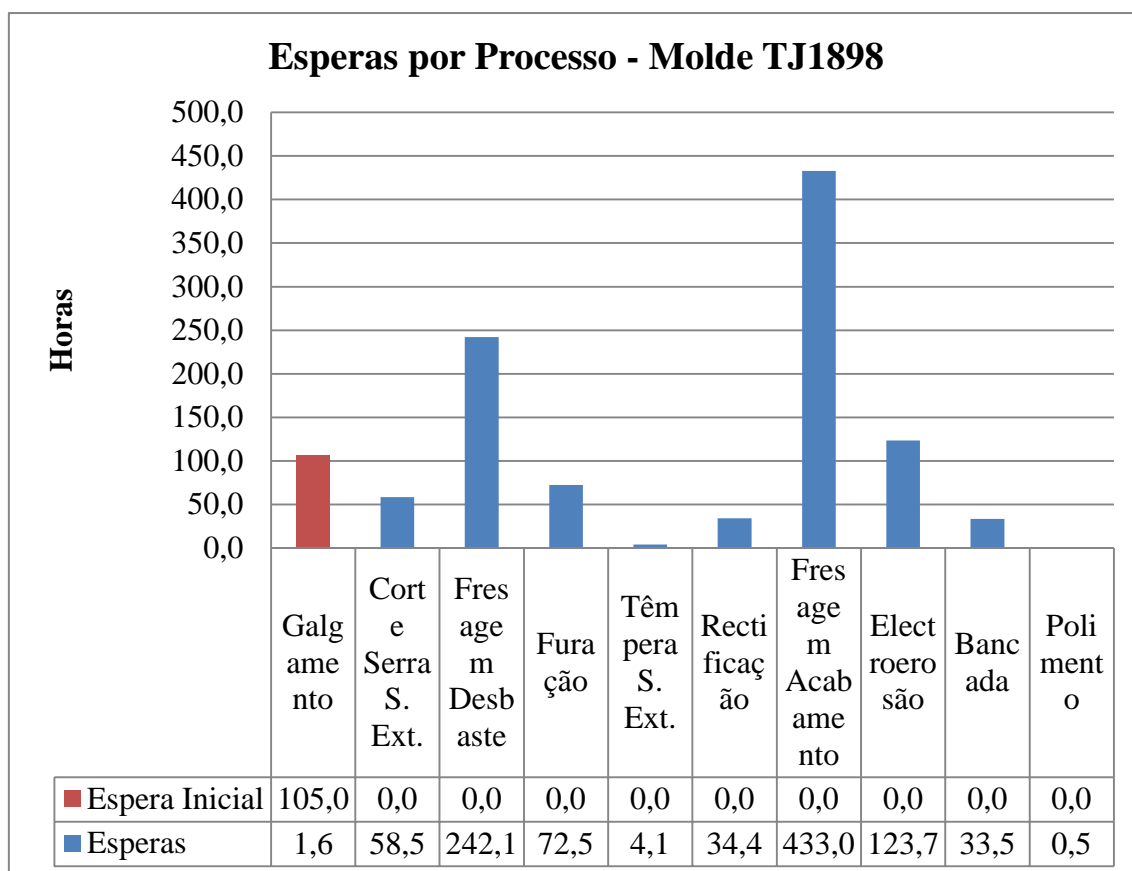


Gráfico 9 – Esperas por processo do molde TJ1898

Analisando os *tipos* de *espera*, com o auxílio do Gráfico 10, é possível identificar quais os processos mais influenciados pelas *esperas externas* ou *internas*. As *esperas* mais críticas acontecem nos processos de *fresagem de acabamento* e são *esperas internas*. Os processos de *fresagem de desbaste* tem na maioria *esperas externas*, mas também apresentam valores consideráveis de *espera interna*. Nos processos de *galgamento*, a *espera externa* que ocorre é a *espera inicial*. Relativamente à *electroerosão*, existem maiores valores de *espera interna* do que *externa*, ao contrário da *furação*.

Relembrando que a *têmpera* e o processo de *corte a serra* são processos sub-contractados, a *espera* a eles associada apenas mostra o tempo desde o último processo, até ser iniciado o transporte para as empresas sub-contractadas.

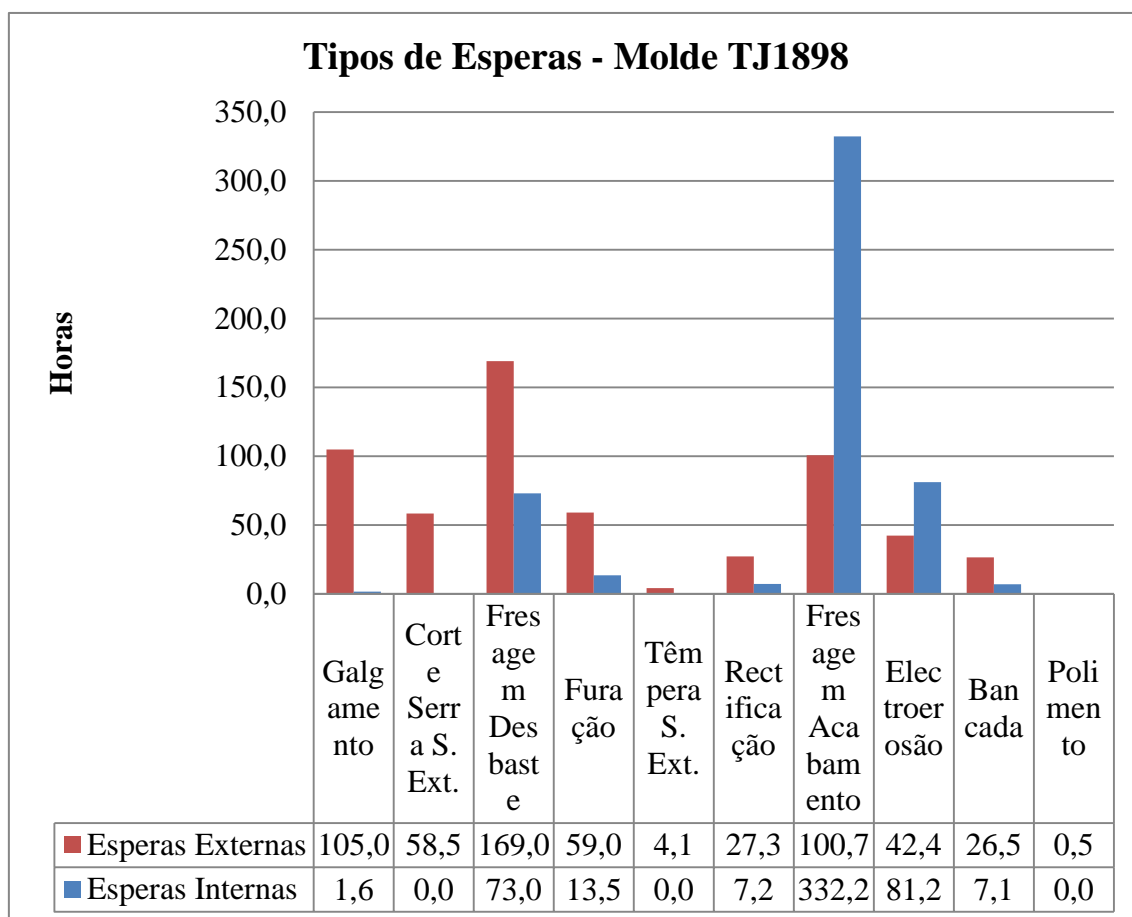


Gráfico 10 – Tipos de esperas do molde TJ1898

Seguir-se-á a análise do *motivo* de *esperas*, auxiliada pelo Gráfico 11, que mostra como o excesso de carga se faz sentir nos processos de *fresagem* e de *furação*, apesar de também existir *esperas* por *falta de recursos humanos*. Na *electroerosão* e *bancada* o principal *motivo* de *espera* é a *falta de recursos humanos*. No *galgamento*, como já foi identificado antes, sentem-se os vários *motivos* relacionados com a *espera inicial*.

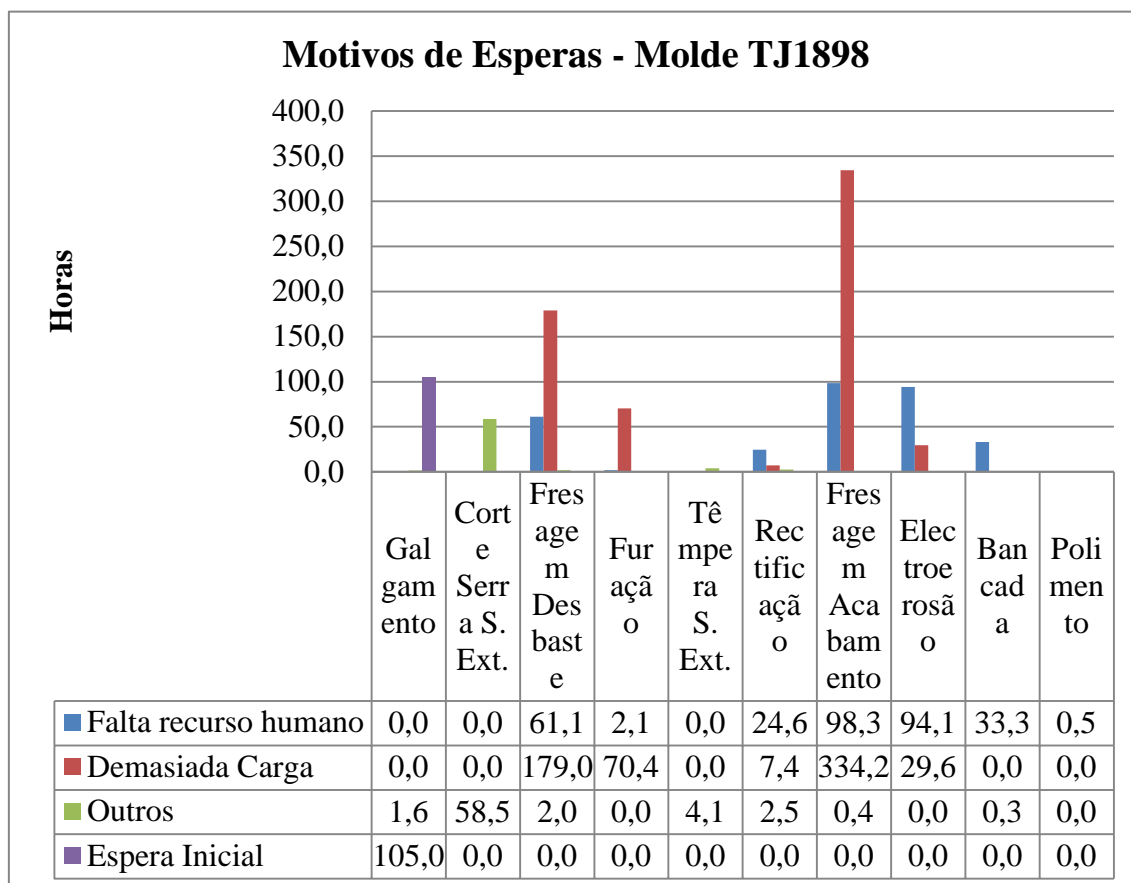


Gráfico 11 – Motivos de esperas do molde TJ1898

Prossegue-se na análise de *esperas* do molde TJ1898 e através do Gráfico 12, é possível identificar ambos os *tipos* e *motivos* das *esperas* ocorridas na cadeia de valor deste molde. A principal *espera* identificada foi do *tipo interno*, com o *motivo demasiada carga* nos processos de *fresagem de acabamento*. Nestes mesmos processos também é possível encontrar *esperas externas* por *demasiada carga* e *esperas internas* por *falta de recursos humanos*. Seguem as *esperas externas* nos processos de *fresagem de desbaste*, com *motivo* de *demasiada carga*, notam-se também nestes processos algumas *esperas internas* por *falta de recursos humanos*. Voltando à *espera inicial*, que se faz sentir no início do fabrico do molde. Nos processos de *electroerosão*, as *esperas* mais críticas derivam do *motivo falta de recursos humanos*, que leva a paragens durante os processos, ou *espera interna*. Por fim, nas *esperas* consideradas mais críticas, encontram-se também as *esperas externas* com *motivo demasiada carga* nos processos de *furação*.

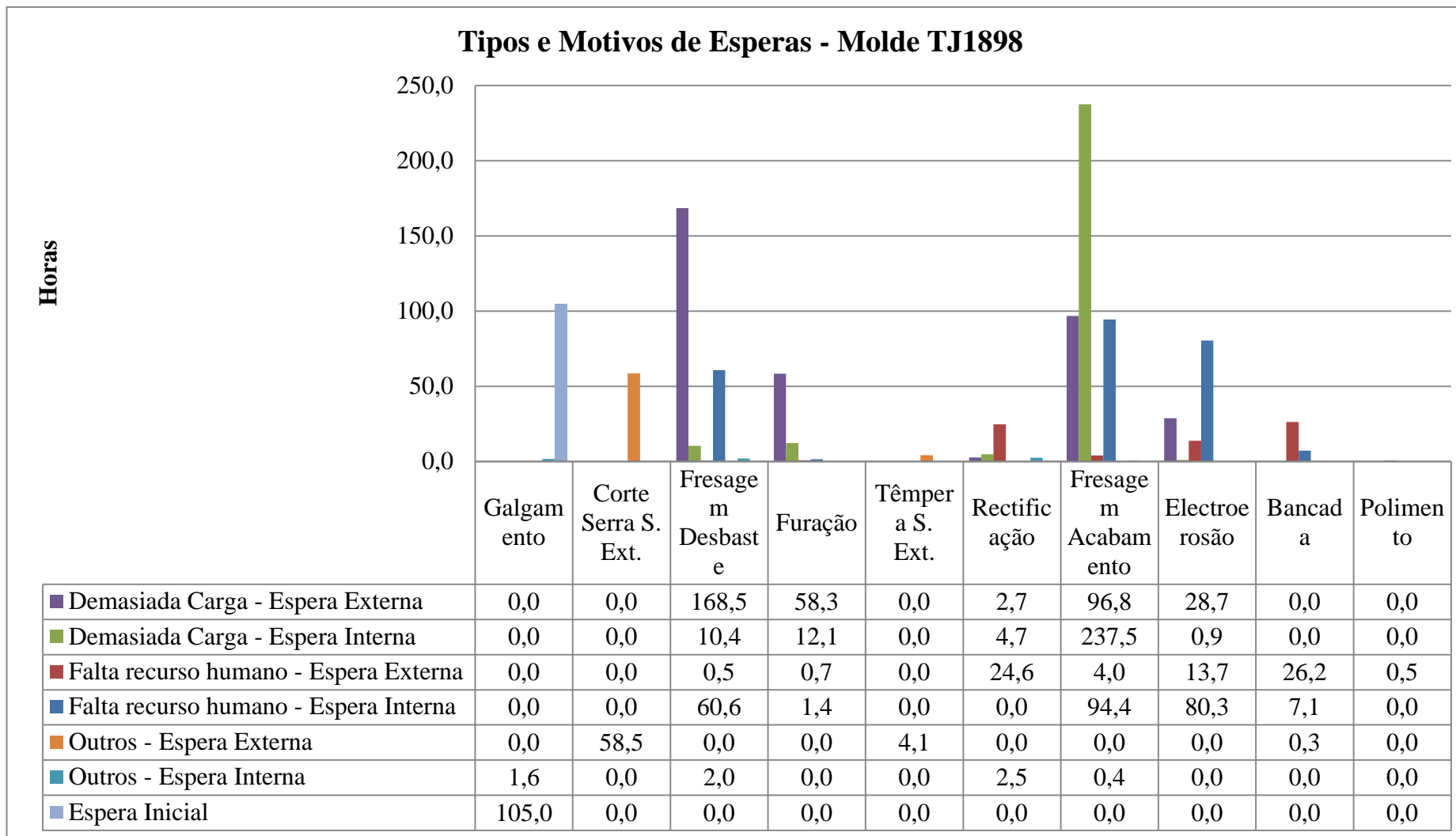


Gráfico 12 – Tipos e motivos de esperas do molde TJ1898

6.3 Molde TJ1904

Por fim, será analisado o molde TJ1904. Este molde, foi produzido na TJ Aços e as informações gerais relativas a este molde estão na Tabela 7 e pode-se observar no espaço temporal no Gráfico 13.

DATA	ETAPA
08-11-2011	Adjudicação do molde
10-11-2011	Início do projecto preliminar
16-11-2011	Aprovação do projecto preliminar
06-12-2011	Início da modelação
24-11-2011	Encomenda dos aços
09-12-2011	Chegada dos aços
22-12-2011	Início da fabricação do molde
09-03-2012	Prazo para entrega de primeiras amostras
15-03-2012	Entrega das primeiras amostras

Tabela 7 – Informações gerais do molde TJ1904

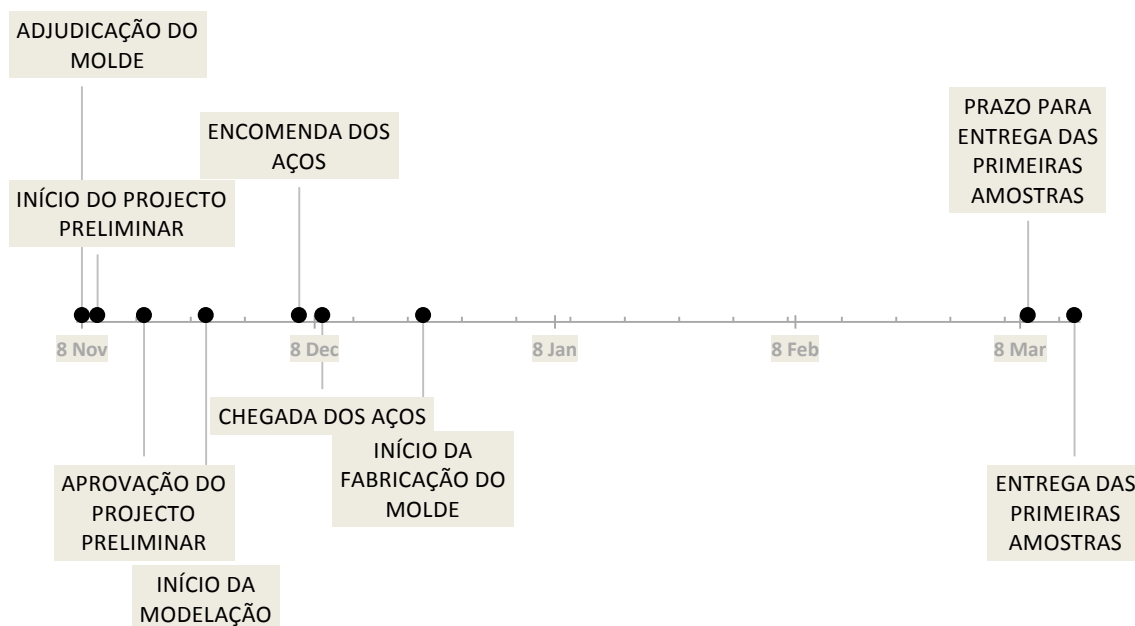


Gráfico 13 – Timeline do molde TJ1904

As primeiras amostras foram entregues cerca de uma semana depois do prazo estipulado, no entanto, não são conhecidas as implicações deste atraso.

Na Tabela 8 encontram-se os indicadores relevantes referentes às buchas e cavidades do molde TJ1904. Foram realizadas as médias de tempo de produção e de *esperas* das buchas e cavidades, tal como foi a abordagem seguida na análise dos outros moldes.

INDICADORES RELEVANTES	HORAS	DIAS
Lead time de fabrico do molde	2330,4	97,1
Tempo médio produção - Fabricação e Montagem	369,1	15,4
Tempo médio esperas	1133,2	47,2
Tempo médio espera externa	964,8	40,2
Tempo médio espera interna	168,5	7,0
Tempo de espera fora do horário laboral do posto de trabalho	828,1	34,5

Tabela 8 – Indicadores relevantes do molde TJ1904

O Gráfico 14 mostra a distribuição do *lead time de fabrico* pelos outros indicadores e pode-se observar que 36% desse tempo é o tempo que não é aproveitado, pois está fora do tempo disponível para os postos de trabalho, 7% são *esperas internas*, 41% são *esperas externas* e 16% é *tempo de produção*.

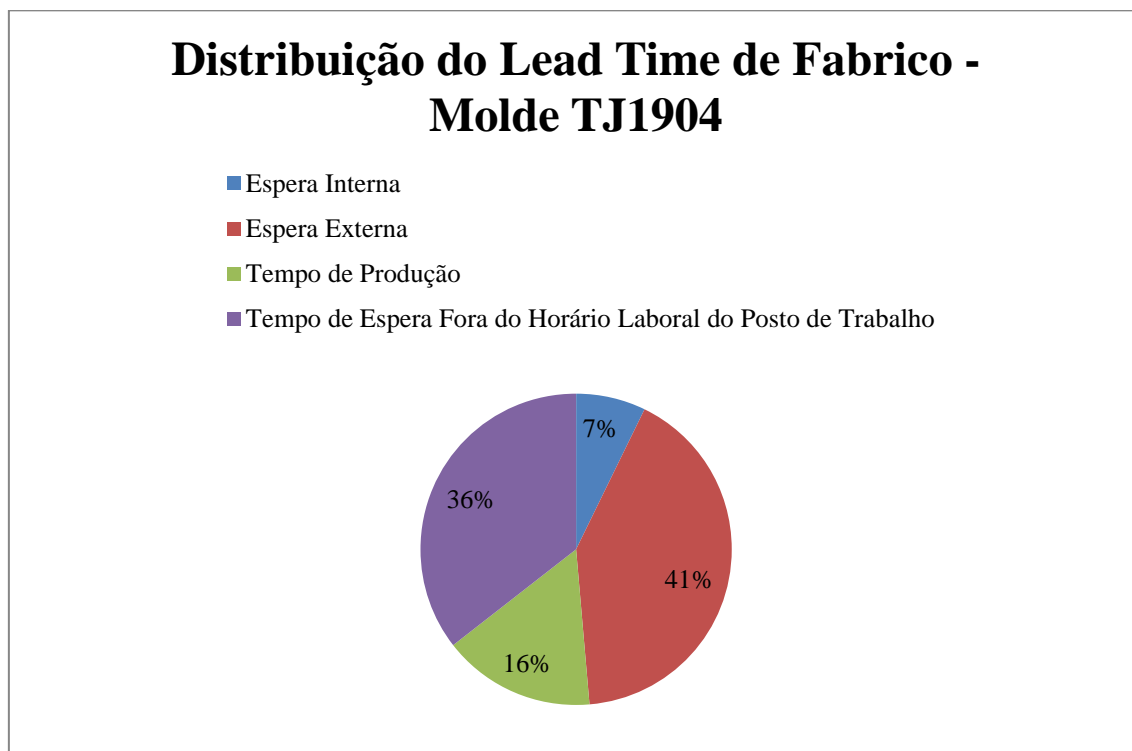


Gráfico 14 – Distribuição do lead time de fabrico do molde TJ1904

O Gráfico 15 mostra, em média, o total de *esperas* associadas a cada peça deste molde. Os processos que apresentam maiores valores em *esperas* são as *fresagens de desbaste* e

de *acabamento*, seguido da *furação por serviço externo*, *electroerosão*, *espera inicial* para o *galgamento* e *bancada*, os processos de *furação*, *rectificação*, *têmpera por serviço externo* e *polimento* não apresentam grandes preocupações quanto às *esperas*. O valor da *espera inicial* é menor neste molde, de 73 horas, mas tal como nos moldes anteriores, continua a ser um valor que deverá ser reduzido, ou de preferência, eliminado, assim como nas restantes *esperas*.

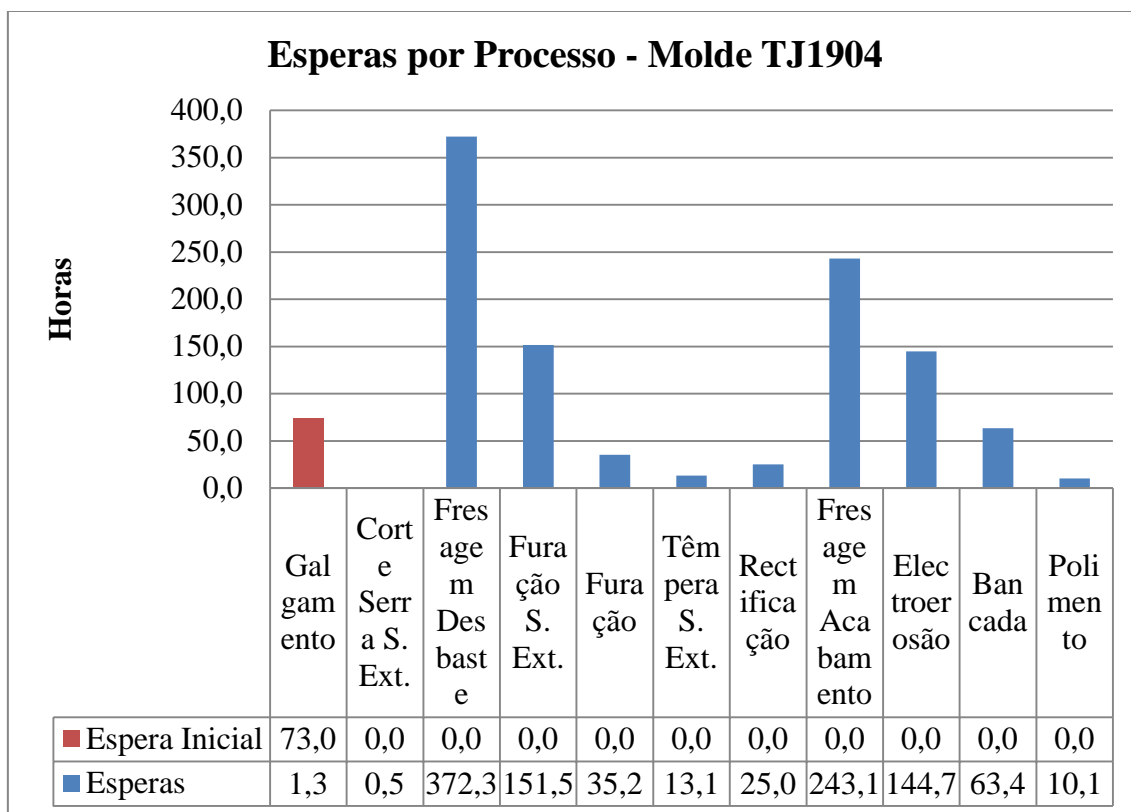


Gráfico 15 – Esperas por processo do molde TJ1904

Para analisar os *tipos* de *espera* deste molde, é apresentado o Gráfico 16. Observando este gráfico, é bastante perceptível que neste molde, a maioria das *esperas* foram *externas*. Apenas durante os processos de *fresagem de acabamento* se nota alguma inactividade significativa do *tipo interno*. Apesar de pouco significativa, também existem paragens durante os processos de *electroerosão* e *furação*. O restante não mostra preocupação quanto a *esperas internas*. Por outro lado, nota-se bem que a *espera externa* afectou bastante ambos os processos de *fresagem*, *furação para serviço externo* e *electroerosão*, tendo também afectado mas com menos relevância os processos de *galgamento*, devido à *espera inicial* e ainda de *bancada*. Os restantes não mostram necessidade de preocupação. Relembrando que nos processos sub-contractados apenas

estão relacionadas as *esperas externas* e este é o tempo que demora desde o último processo até o início do transporte para a empresa sub-contractada.

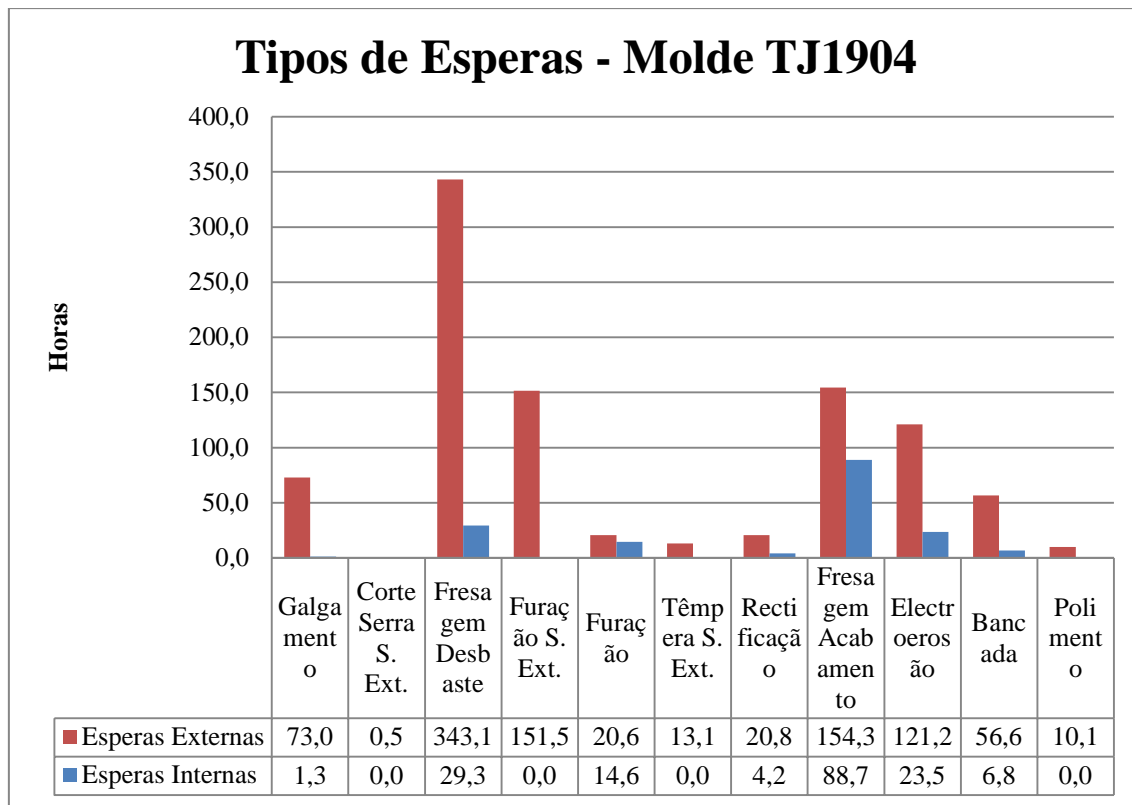


Gráfico 16 – Tipos de esperas do molde TJ1904

Passando para os *motivos* de *espera* do molde TJ1904, pode-se observar o Gráfico 17 que mostra os *motivos* associados aos vários processos da cadeia de valor. A *demasiada carga* é o principal *motivo* presente nesta análise e faz-se sentir principalmente nos processos de *fresagem de desbaste* e de *acabamento* e *electroerosão*. A *espera* ocorrida no processo de *furação por serviço externo* aconteceu durante o fim-de-semana e como foi um trabalho externo à empresa, os horários considerados foram de 24 horas diárias, tal como as outras *esperas* para serviços externos. Na produção deste molde, o *motivo falta de recursos humanos* não é tão preocupante como nos restantes, ainda assim, pode-se fazer sentir, principalmente, nos processos de *fresagem*, *electroerosão* e *bancada*. Mais uma vez, a *espera inicial* que está presente no *galgamento*, apresenta variadas causas e também é um valor que deveria ser reduzido, ou eliminado.

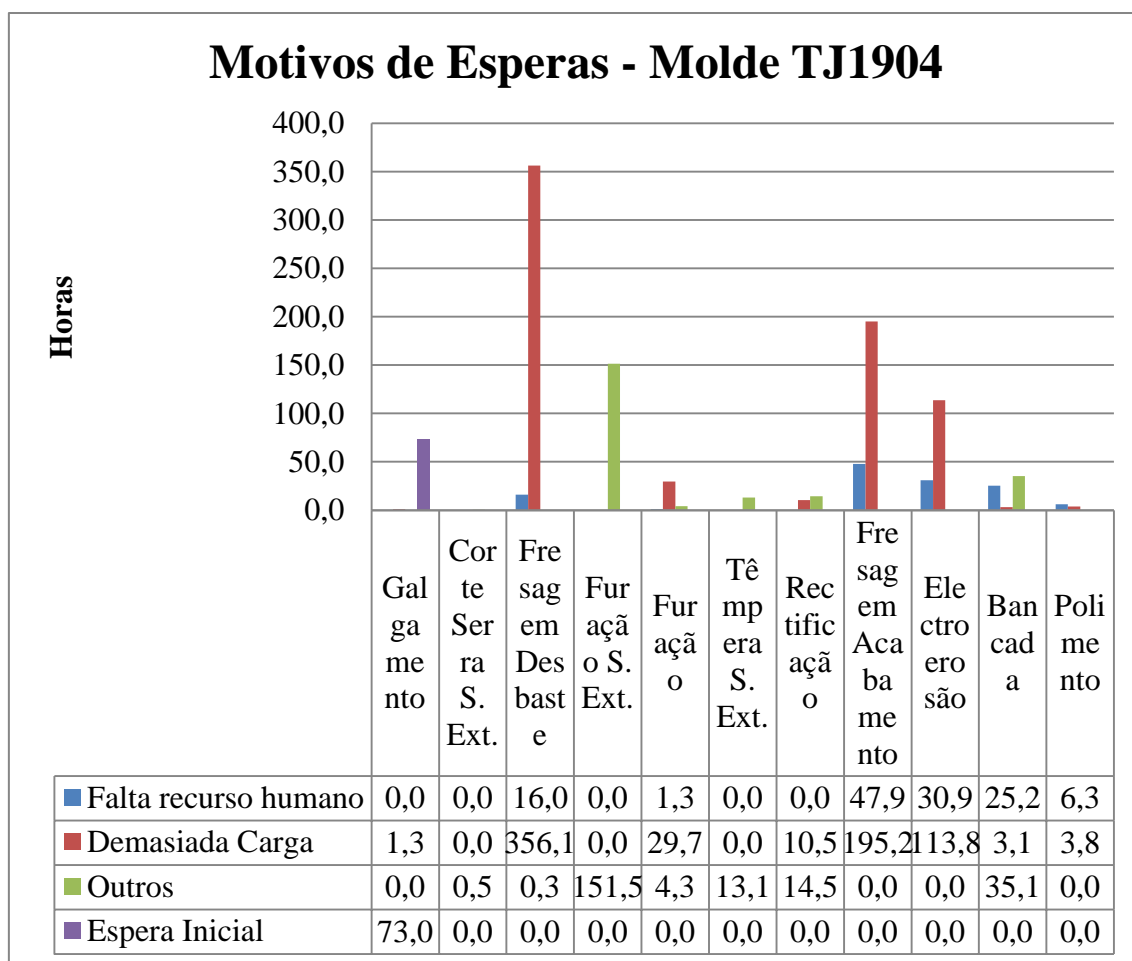


Gráfico 17 – Motivos de esperas do molde TJ1904

Por fim, através do Gráfico 18, é possível obter uma visão, tanto dos *tipos* como também dos *motivos* de *espera* presentes nos vários processos da cadeia de valor do molde TJ1904. Assim, neste molde, os processos identificados como os mais críticos e sujeitos a *esperas* mais demoradas, são os processos de *fresagem de desbaste*, *fresagem de acabamento* e *electroerosão*, devido à *demasiada carga* existente na altura, que provocou as *esperas* para entrar nos processos, ou *esperas externas*. As restantes *esperas*, apesar de não apresentarem tantas preocupações, não deverão ser esquecidas, pois todas podem ser reduzidas ou até eliminadas com processos de melhoria contínua, seguindo o conceito *lean*.

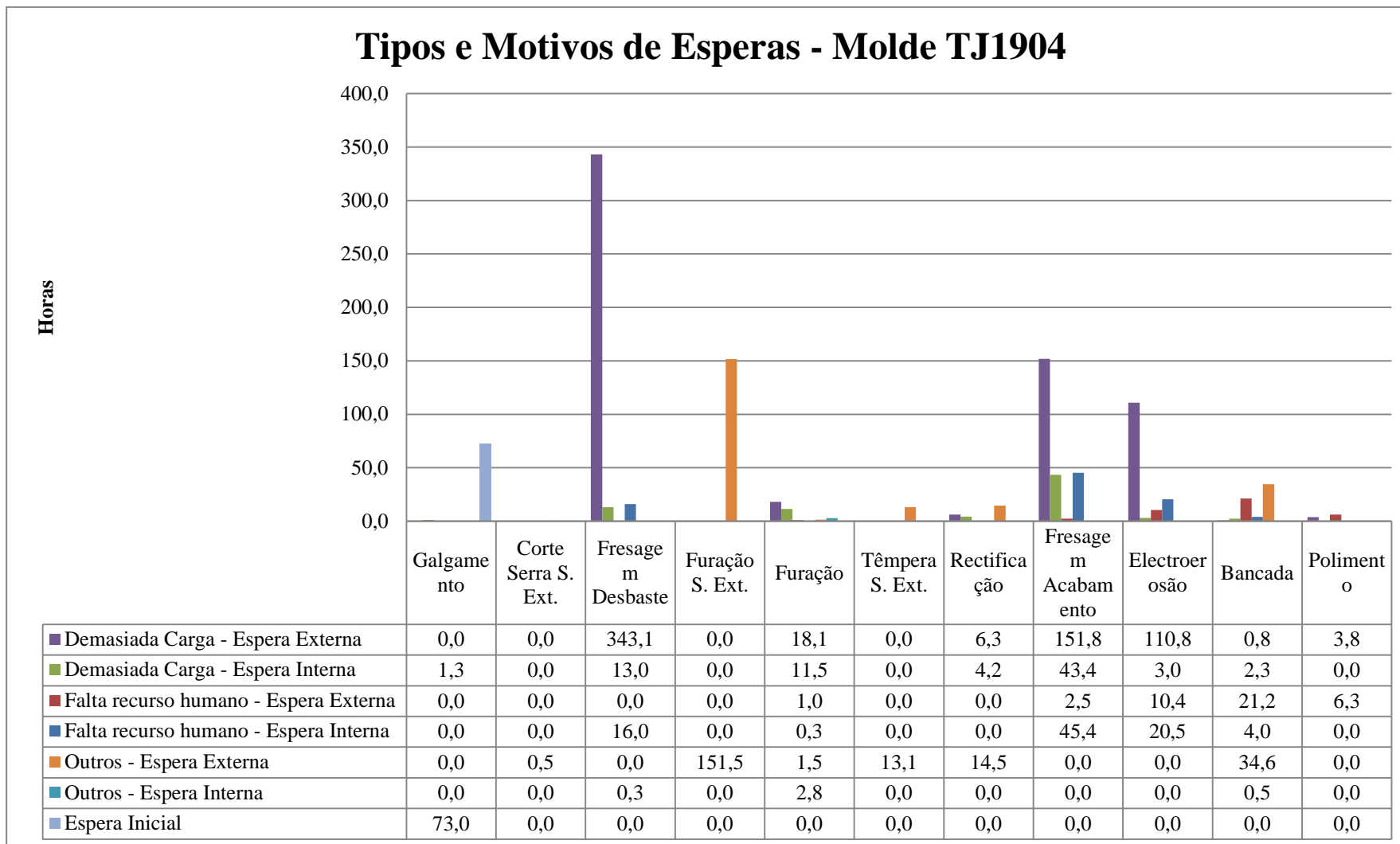


Gráfico 18 – Tipos e motivos de esperas do molde TJ1904

6.4 Média dos três moldes

Com o objectivo de resumir a ocorrência de *esperas* nas cadeias de valor da produção dos três moldes acompanhados, foi realizada uma média da soma dos resultados obtidos nos três moldes. Atenção que sendo grande o grau de complexidade de produção de moldes, com o número de processos e o planeamento a variar significativamente de molde para molde, é necessário ter em conta que as médias das *esperas* ocorridas nos três moldes, são de facto uma média e os valores devem ser encarados como o estrangulamento existente na dada secção que agrupa todos os processos iguais, assim como todas as *fresagens de acabamento* numa só. Foi então realizada uma média dos indicadores relevantes, como se pode ver na Tabela 9.

INDICADORES RELEVANTES	HORAS	DIAS
Lead Time Médio de Fabrico dos três Moldes	2556,8	106,5
Tempo Médio Produção - Fabricação e Montagem	437,2	18,2
Tempo Médio Esperas	1030,3	42,9
Tempo Médio Espera Externa	708,3	29,5
Tempo Médio Espera Interna	322,0	13,4
Tempo de Espera Fora do Horário Laboral do Posto de Trabalho	1089,4	45,4

Tabela 9 – Indicadores relevantes da média dos três moldes

De outro modo, pode-se ver a distribuição do *lead time médio de fabrico dos três moldes* no Gráfico 19, ao que o rácio de *tempo de espera fora do horário laboral do posto de trabalho* corresponde a 43%, *espera interna* a 12%, *espera externa* a 28% e o *tempo de produção* a 17% do *lead time médio de fabrico dos três moldes*.

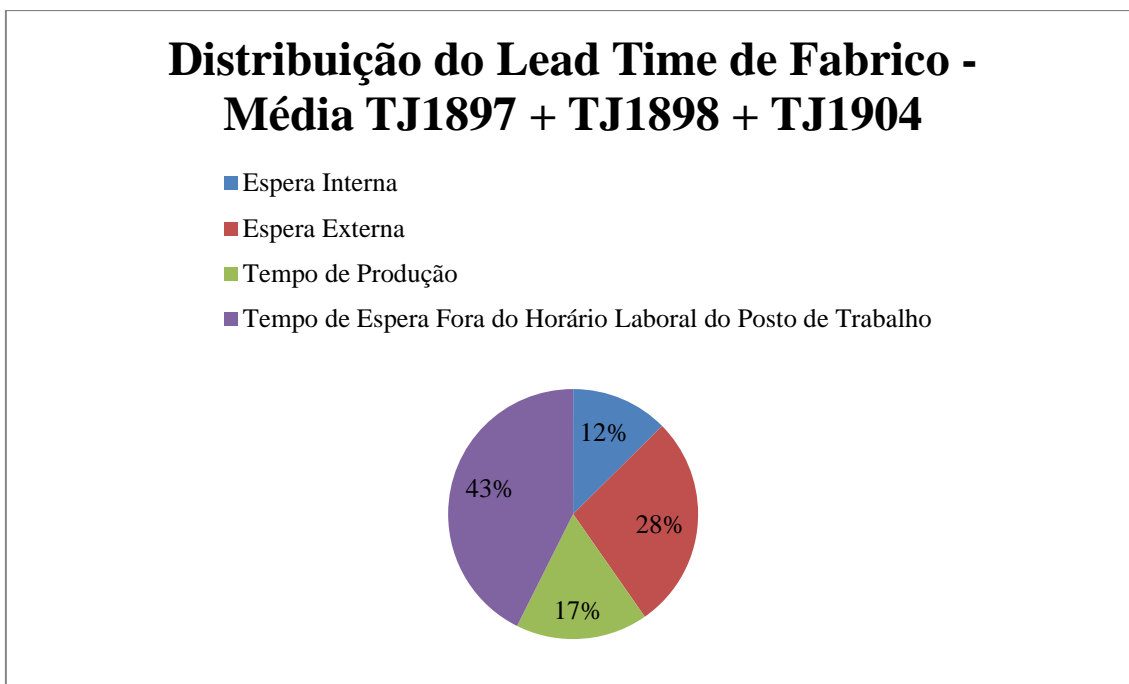


Gráfico 19 – Distribuição do lead time de fabrico da média dos três moldes

De seguida, são representadas no Gráfico 20 a média das *esperas* ocorridas pelos diversos processos das cadeias de valor dos três moldes acompanhados. Por ordem decrescente de quantidade de valor em *espera*, obtém-se em primeiro lugar a *fresagem de desbaste*, seguido da *fresagem de acabamento*, *electroerosão*, *furação* e *galgamento*. Estes são os principais processos e são referentes a 83% das *esperas* ocorridas.

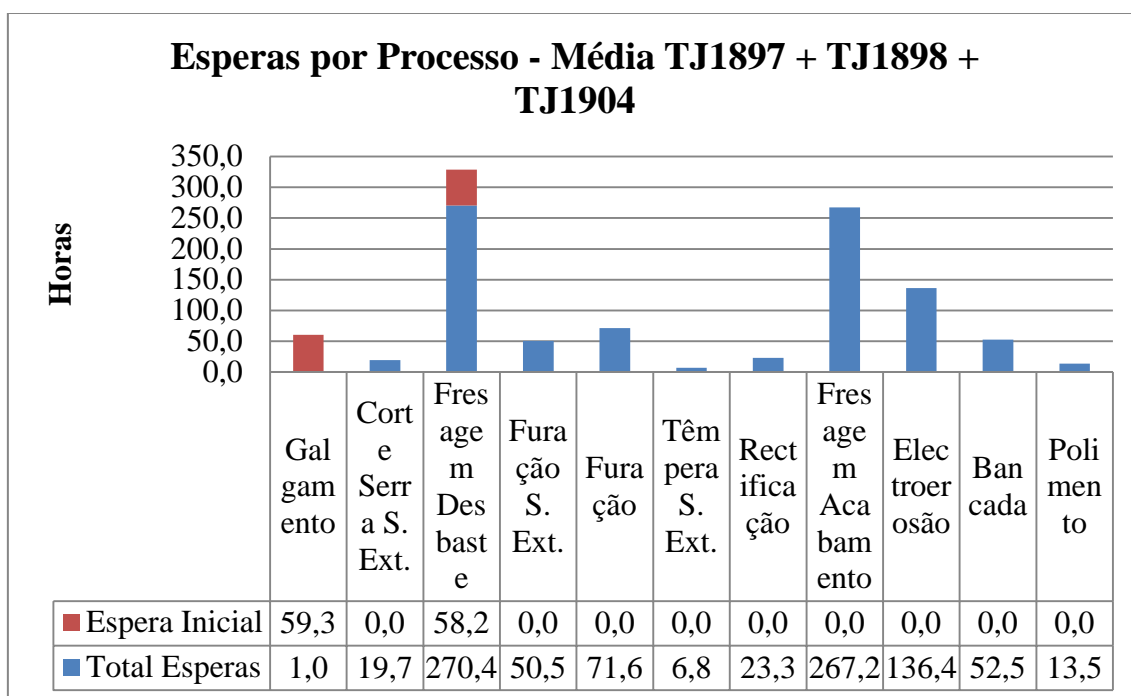


Gráfico 20 – Esperas por processo da média dos três moldes

Quanto ao *tipo* de *esperas*, observando o Gráfico 21, percebe-se que nos principais processos identificados com maiores *esperas*, a *espera externa* está sempre presente. Quanto à *espera interna*, esta torna-se mais crítica nos processos de *fresagem de acabamento* e *electroerosão*.

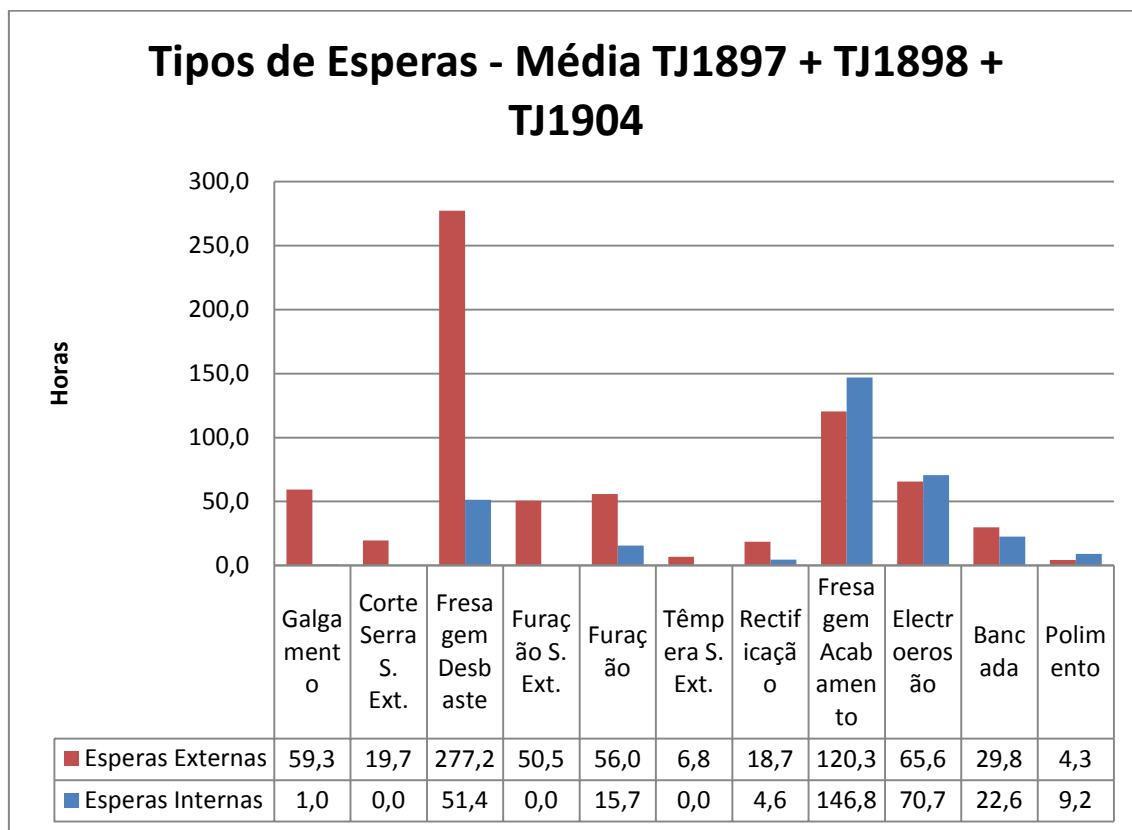


Gráfico 21 – Tipos de esperas da média dos três moldes

Relativamente aos *motivos* de *esperas*, observando o Gráfico 22, o *motivo demasiada carga* evidencia-se nos processos críticos, menos na *electroerosão*, que é acompanhado pela *falta de recursos humanos*.

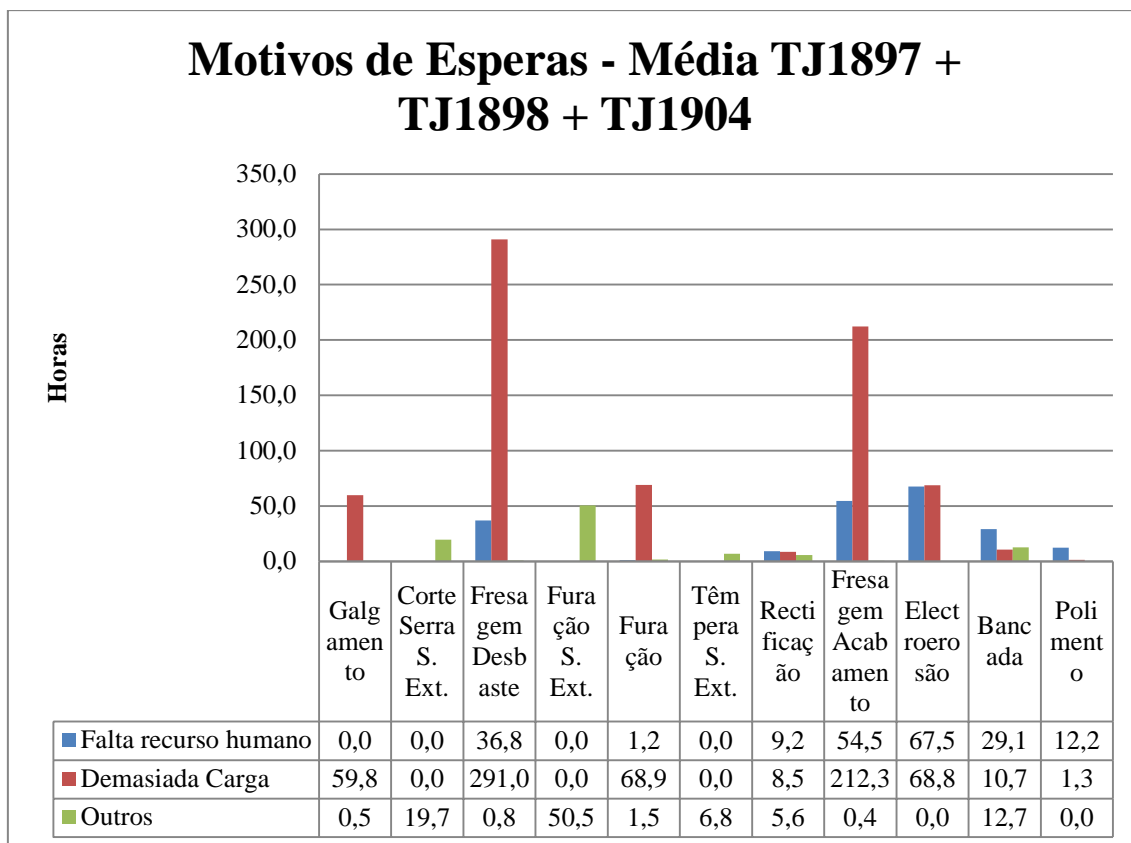


Gráfico 22 – Motivos de esperas da média dos três moldes

Por fim, realizando a análise conjunta dos *tipos e motivos de esperas* da média dos três moldes estudados, obtém-se o Gráfico 23, que mostra que as *esperas externas* devido à *demasiada carga*, são a principal ameaça, principalmente nos processos de *fresagem de desbaste*, de *acabamento* e também na *furação*. Na *fresagem de acabamento* também se evidencia a *espera interna* devido ao *excesso de carga* e à *falta de recursos humanos*. Na *electroerosão*, nota-se de semelhante modo a *espera externa* devido ao *excesso de carga* e a *espera interna* devido à *falta de recursos humanos*. A *espera inicial*, que afecta os primeiros processos de cada peça também se faz sentir e torna-se uma *espera importante*.

Tipos e Motivos de Espera - Média TJ1897 + TJ1898 + TJ1904

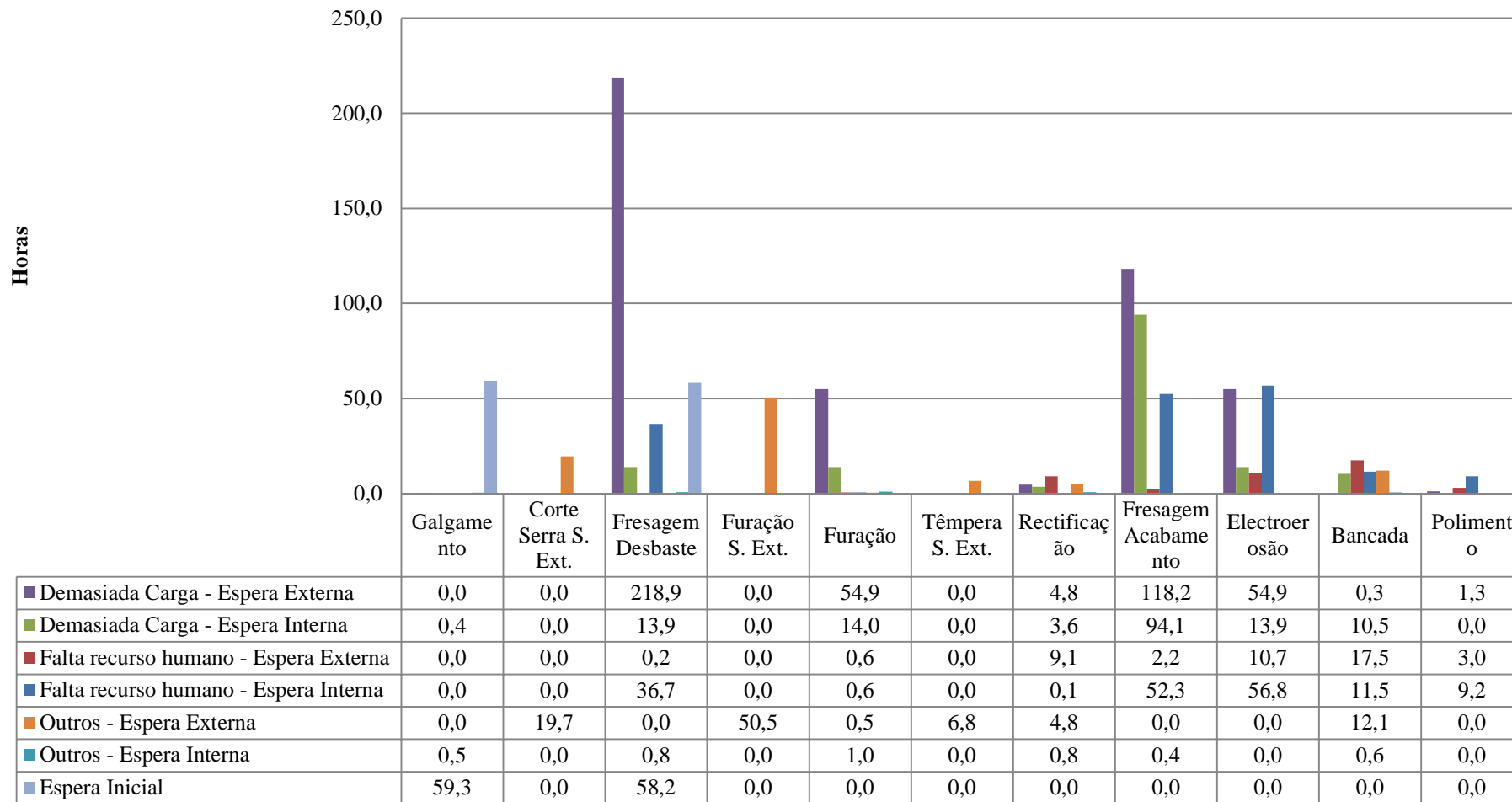


Gráfico 23 – Tipos e motivos de esperas da média dos três moldes

6.5 Considerações Finais

Pela experiência absorvida durante o estágio, fundamentada com os resultados alcançados e tendo uma visão *lean*, torna-se evidente que existem aspectos a melhorar nesta empresa, não só na cadeia de valor, mas também no paradigma estrutural. Então, com o objectivo de preparar uma próxima acção de melhoria que contribua numa redução do *lead time de fabrico*, são indicados os principais pontos que se fizeram notar ao longo deste trabalho.

Resumindo, a Tabela 10 apresenta as quantidades, os *tipos* e os *motivos* das *esperas* associadas aos processos, orientado pela frequência com que estes aparecem e mostra cerca de 83% das *esperas*, sendo estas as mais críticas e previsíveis, seria aconselhado à empresa focar-se nestes valores, de modo a reduzi-los, ou até eliminá-los.

Processo	Tipo	Motivo	Frequência Relativa
Fresagem Desbaste	Espera Externa	Demasiada Carga	21,2%
Fresagem Acabamento	Espera Externa	Demasiada Carga	11,5%
Fresagem Acabamento	Espera Interna	Demasiada Carga	9,1%
Galgamento	Espera Externa	Espera Inicial	5,8%
Fresagem Desbaste	Espera Externa	Espera Inicial	5,6%
Electroerosão	Espera Interna	Falta recurso humano	5,5%
Electroerosão	Espera Externa	Demasiada Carga	5,3%
Furação	Espera Externa	Demasiada Carga	5,3%
Fresagem Acabamento	Espera Interna	Falta recurso humano	5,1%
Furação S. Ext.	Espera Externa	Outros	4,9%
Fresagem Desbaste	Espera Interna	Falta recurso humano	3,6%
Total			83,0%

Tabela 10 – Principais esperas

Através das *esperas* identificadas, pode-se dizer que existem estrangulamentos em alguns postos de trabalho, e segundo o pensamento *lean*, essas *esperas* devem ser reduzidas ou até eliminadas, para tal, deve-se otimizar os postos de trabalho onde acontecem estas *esperas*, de modo a aumentar a sua capacidade.

Para se perceber a capacidade dos postos de trabalho identificados como os mais críticos, que foram os de *fresagem de desbaste* e de *acabamento*, *galgamento*, *electroerosão* (por *penetração*, pois como se vê nos *VSM*, a maioria das *electroerosões*

são por *penetração*) e *furação*, comparar-se-á as *esperas* e a carga existente com o tempo disponível. Destes, as *fresagens* e a *electroerosão* (por *penetração*) têm um tempo disponível de 24 horas diárias e os restantes 8 horas diárias, ou 14, no caso de um posto de trabalho na *furação CNC*.

Nas *fresagens* de *desbaste* e de *acabamento* e *electroerosão por penetração*, existem *esperas* durante o dia, principalmente devido ao excesso de carga, mas durante a noite não se trabalha tanto quanto supostamente se deveria, devido às *esperas* por *falta de recursos humanos*. Ainda assim, os operadores realizam horas extraordinárias para compensar os atrasos provocados pela falta de capacidade, pois trabalham em dois turnos, num total de 14 horas, mais as horas extraordinárias, assumidas pela empresa como necessárias ao correcto funcionamento. É considerado para estes postos de trabalho um tempo disponível de 24 horas, no entanto, esse não é um tempo disponível assumido pela empresa, mas sim uma tendência que a indústria tende a ter, até porque o investimento e o custo das tecnologias para estas secções são dos mais altos e alguns equipamentos estão, ou deveriam estar, preparados para operar durante as 24 horas diárias. Neste caso, os *uptimes* destes postos de trabalho são significativamente menores que 100%, o que significa que o tempo de carga é inferior às 24 horas diárias.

Para os restantes postos de trabalho, os tempos disponíveis são de 8/ 14 horas diárias (apenas um posto de trabalho na *furação CNC* tem um tempo disponível de 14, pois trabalha em dois turnos, os restantes postos de trabalho com turnos têm tempo disponível de 24 horas e são as *fresagens*). Existe um excesso de carga na maioria destes postos de trabalho, pois os seus *uptimes* são superiores a 100%, existindo portanto, na maioria dos postos de trabalho, realização de horas extraordinárias.

Por se suspeitar desde cedo ser a *fresagem* uma das secções mais críticas, foi realizado o estudo de tempos, com intenção de registar a frequência dos diferentes seis estados possíveis das máquinas fresadoras CNC, que são a máquina a trabalhar, com ou sem operador presente no posto de trabalho, máquina parada com ou sem a peça na mesa, máquina em *setup* ou máquina avariada ou em manutenção. Este estudo consistiu em observar (por um instante) cerca de quatro vezes por dia, dezassete máquinas fresadoras CNC e registar um dos seis estados possíveis. Os resultados encontram-se na Tabela 11.

Estados possíveis das fresadoras CNC	Número Total de Observações	Frequência Relativa
Máquina a trabalhar com operador	185	14,6%
Máquina a trabalhar sem operador	611	48,2%
Máquina parada com peça	145	11,4%
Máquina parada sem peça	109	8,6%
Máquina em <i>setup</i>	209	16,5%
Máquina em manutenção/ avariada	8	0,6%
Total	1267	100%

Tabela 11 – Resultados método observação instantânea

Das 1267 observações efectuadas, 20,7% as máquinas encontravam-se paradas (paradas com e sem peça na máquina), 79,3% estavam em processo (inclui a trabalhar com e sem operador e em *setup*), 62,8% estavam a acrescentar valor (inclui a trabalhar com e sem operador), 16,5% estavam em *setup*. Este estudo que foi realizado dentro do horário laboral dos operadores, evidencia que, ainda dentro deste horário, existe margem para optimização da capacidade de trabalho destes postos de trabalho.

Sabe-se também, através do registo interno efectuado pela empresa, no ano de 2011, que consistiu em registar todos os tempos de trabalho das máquinas fresadoras de alta velocidade e os tempos de trabalho dos operadores nesses mesmos postos de trabalho durante esse ano e os resultados mostraram que este sector se encontrava desequilibrado, pois, em geral, os tempos de trabalho da máquina eram inferiores aos tempos de trabalho dos operadores, como se pode ver no anexo I.

Outro dos problemas encontrados durante a realização do projecto, prende-se com o facto de alguns operadores não realizarem os registos correctamente no software de gestão e planeamento, que acaba por se tornar ineficaz e dificultar o planeamento. O que dificulta também a realização do mapeamento da cadeia de valor.

7. Conclusão

O objectivo deste trabalho é identificar 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*, mas que também poderá contribuir para uma redução do custo de produção. Deste modo, o objectivo do projecto está concluído, pois foram identificadas e conhecidas as *esperas* nos processos que provocam os estrangulamentos, sendo distinguidos também os processos mais críticos e encontrado um padrão nas *esperas* ocorridas nos três moldes.

Segundo a média efectuada às duas buchas e duas cavidades de cada um dos três moldes acompanhados, 17% do *lead time de fabrico* corresponde ao *tempo de produção*, enquanto o restante corresponde a *esperas*. Estas *esperas* dividem-se em três categorias, as *esperas internas*, que correspondem a 12%, *esperas externas* a 28% e as *esperas fora do horário laboral dos postos de trabalho* aos restantes 43% do *lead time de fabrico*.

Concluindo sobre as *esperas* analisadas, as duas principais razões para que estas *esperas* aconteçam são o *excesso de carga*, e a *falta de recursos humanos* presentes, principalmente nas secções de *fresagem* e *electroerosão por penetração*, que, teoricamente, poderiam operar durante 24 horas por dia, mas com *uptimes* que rondam entre os 60% e 70%, ou seja, apenas operam durante cerca de 14 a 17 horas por dia.

Nas fresagens, os operadores estão presentes normalmente em dois turnos, com uma soma de 14 horas e possíveis horas extraordinárias e principalmente nas *fresagens de desbaste*, mas também de *acabamento*, nem sempre os operadores se sentem confortáveis em deixar a fresadora, mesmo sendo CNC, a arrancar apara sem a sua presença por perto (de um dia para o outro), o que contribui para a o aumento da *espera* e redução do *uptime*, que lembrando, é a relação existente entre o tempo de carga e o tempo disponível para o posto de trabalho. Existe ainda trabalho a desenvolver no futuro, que contribua para o melhor conhecimento do fluxo de informação, pois, por vezes, o processo de fabrico é condicionado por falhas no fluxo de informação, principalmente nas *fresagens*, mas também na *furação CNC*, contudo, estes condicionamentos podem não ser muito perceptíveis.

Nos casos das electroerosoras por penetração, uma secção que serve para todas as empresas do grupo, esta possui três operadores, com os mesmos horários. Neste caso

costumam acontecer duas situações, por vezes, enquanto estão os três operadores ocupados a trabalhar em alguma outra máquina, alguma peça que necessite de acompanhamento terá de esperar até que o operador dessa mesma máquina esteja disponível, e também é comum acontecer como nas *fresagens*, qualquer trabalho, fora do tempo disponível para o operador, que necessite da presença humana, será parado.

Quanto às *esperas iniciais*, que correspondem a uma média de 15 dias úteis, estas acontecem pois não existe comunicação, nem certeza, por parte dos intervenientes para o momento certo da encomenda da matéria-prima e também em grande parte, porque existe excesso de carga na empresa.

Concluindo por fim, os postos de trabalho, principalmente nas *fresagens* e na *erosão por penetração* poderiam ser otimizados de modo a reduzir as *esperas* existentes tanto nessa secção, como nas restantes secções que também acabam por ser condicionadas.

Com a realização deste projecto, foi também realizado um importante reconhecimento de que o *VSM* pode ser utilizado na indústria dos moldes, um sistema de fabrico por *jobbing*, tendo sido estruturada uma metodologia que facilita uma futura realização de recolha e análise de dados de um próximo *VSM*.

8. Bibliografia

CENTIMFE. (2003). *Manual do Projectista para moldes de injeção de plástico*.
Marinha Grande: CENTIMFE.

Congress of the U.S., O. o. (1984). *Computerized Manufacturing Automation: employment, education and the workplace*. DIANE Publishing.

MALKIN, S., & GUO, C. (2008). *Grinding Technology: theory and applications of machining with abrasives*. New York: Industrial Press, Inc.

REMY, A., GAY, M., & GONTHIER, R. (2002). *Materiais*. Hemus.

RONALD, A. W. (2006). *McGraw-Hill Machining and Metalworking Handbook* (2nd ed.).

ROTHER, M., & SHOOK, J. (2003). *Learning to See: Value Stream Mapping to Create Value and Eliminate Muda*. Massachusetts: The Lean Enterprise Institute.

WOMACK, J., & JONES, D. (2003). *Lean Thinking: Banish Waste and Create Wealth in Your Corporation*. New York: Free Press.

9. Anexos

9.1 ANEXO I – Medição de tempos de trabalho de fresadoras de alta velocidade, 2011



FRESAGEM DE ALTA VELOCIDADE

Tempos médios de ocupação das máquinas e dos operadores

2011

29-02-2012



Introdução

De uma forma geral (não falando especificamente da TJ), podem ser muitas as razões para os Centros de Maquinação de Alta Velocidade não serem tão utilizadas como se desejaria:

- Indisponibilidade do operador por estar noutra máquina ou a fazer outro trabalho (fazer/alterar programas, por exemplo);
- Atraso do programador na entrega dos programas;
- Necessidade de fazer alterações ao programa a meio do processo;
- Indisponibilidade da peça com programa já executado e máquina a aguardar;
- Preparação de trabalho tardia/incorrecta (ferramentas, peça(s), programas) exigindo mais tempo de setup;
- Deficiente gestão dos trabalhos durante o dia por forma a aproveitar tempos de maquinação sem operador ao fim do dia;
- Não aproveitamento das horas máquina durante os tempos sem operador (noites ou fins de semana, por exemplo);
- Quantidade de trabalho insuficiente;
- Outras..

Objectivo

Apresentar e comparar horas de trabalho das máquinas de alta velocidade com as horas dos respectivos operadores (somando as dos 2 turnos).

Estes dados, de 2011, têm uma especial importância porque evidenciam o desempenho do sector mais caro da empresa num ano muito exigente em termos de quantidade de trabalho. A quantidade de trabalho foi tal que a empresa teve necessidade de subcontratar serviços de fresagem.

Levantamento e Tratamento de dados

Os tempos-máquina foram recolhidos dos contadores existentes em cada uma das máquinas e correspondem.

Os dados dos operadores de 2011 foram cedidos pelos Recursos Humanos e tiveram em conta horas extra, faltas, faltas por baixa médica e férias.

Foram calculadas as médias diárias dos tempos-homem e tempos-máquina de cada posto de trabalho, segundo 3 critérios:

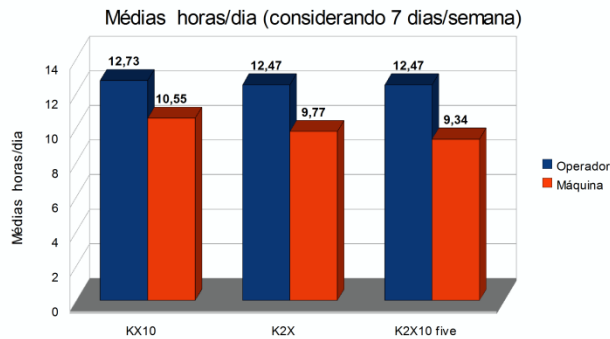
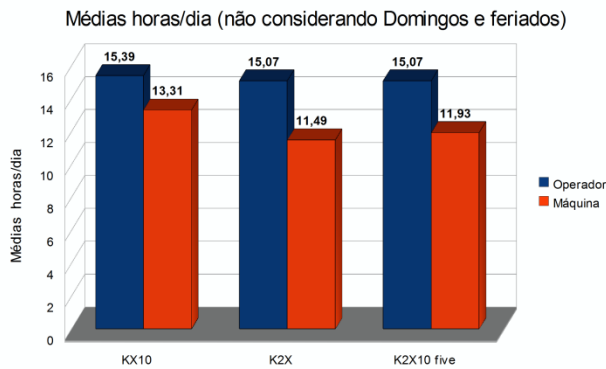
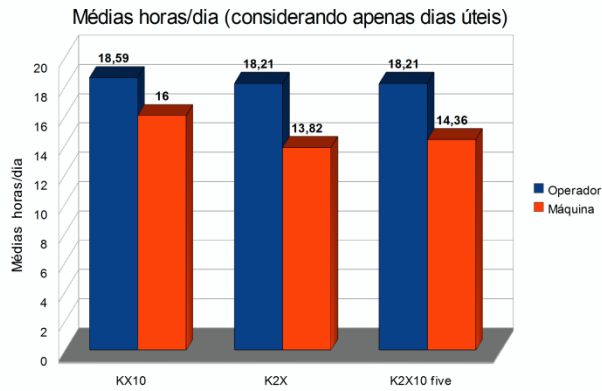
- 5 dias – considerando apenas dias uteis. Não foram por isso considerados sábados, domingos e feriados.
- 6 dias – considerando dias uteis e sábados. Não foram considerados domingos e feriados.
- 7 dias – considerando os 365 dias do ano de 2011.

De referir que os tempos efectivos de fresagem (em que se produz) são os tempos-máquina e não os tempos-homem.

TJ MOLDES



Equipa	Máquina	Horas-homem da equipa de trabalho			Horas/dia de Operador (médias)			Horas/dia de Máquina (médias)		
		totais	normais	extra	5 dias	6 dias	7 dias	5 dias	6 dias	7 dias
Mário/Zélio	KX10	4648	3369,58	1278,00	18,59	15,39	12,73	16,00	13,31	10,55
João/João	K2X	4552	3278,10	1274,00	18,21	15,07	12,47	13,82	11,49	9,77
João/João	K2X10 five	4552	3278,10	1274,00	18,21	15,07	12,47	14,36	11,93	9,34

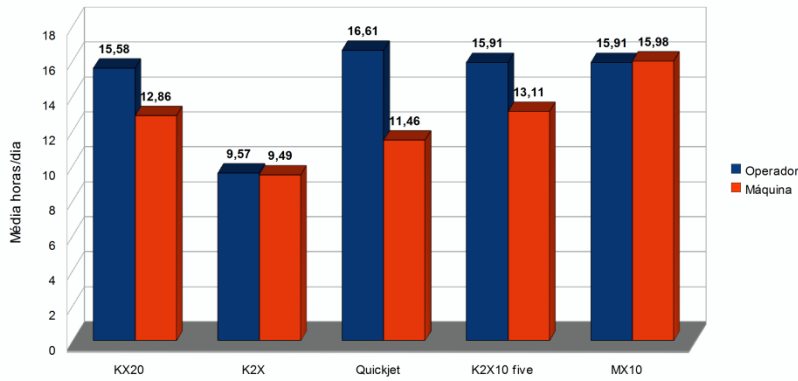


TJ AÇOS

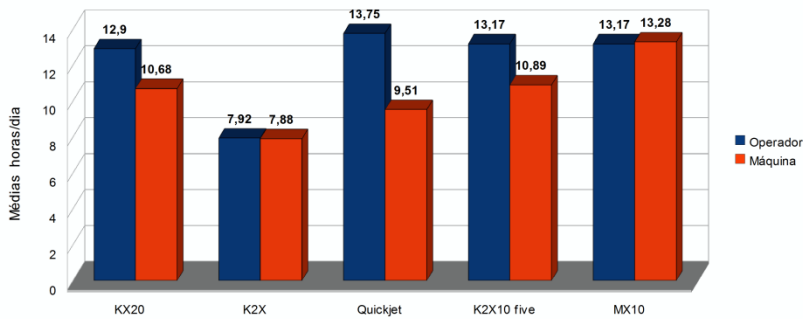


Equipa	Máquina	Horas-homem da equipa de trabalho			Horas/dia de Operador (médias)			Horas/dia de Máquina (médias)*		
		totais	normais	extra	5 dias	6 dias	7 dias	5 dias	6 dias	7 dias
Raul/Jorge	KX20	3894,58	3276,08	618,50	15,58	12,9	10,67	12,86	10,68	9,53
André	K2X	2392,46	1874,96	517,50	9,57	7,92	6,55	9,49	7,88	6,50
Paulo/Paulo	Quickjet	4151,58	3297,08	854,50	16,61	13,75	11,37	11,46	9,51	7,86
Vareda/Jorge	K2X10 five	3978,08	3260,08	718,00	15,91	13,17	10,9	13,11	10,89	7,93
Vareda/Jorge	MX10	3978,08	3260,08	718,00	15,91	13,17	10,9	15,98	13,28	11,11

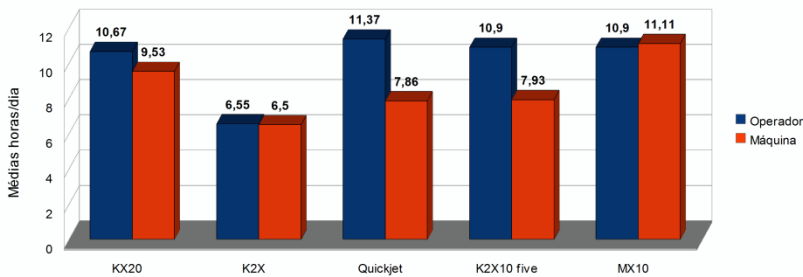
Médias horas/dia (considerando apenas dias úteis)



Médias horas/dia (não considerando Domingos e feriados)



Médias horas/dia (considerando 7 dias/semana)

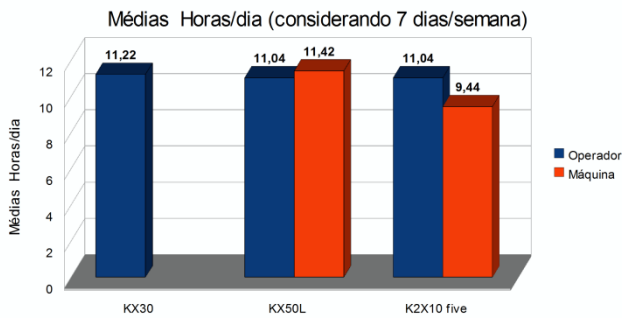
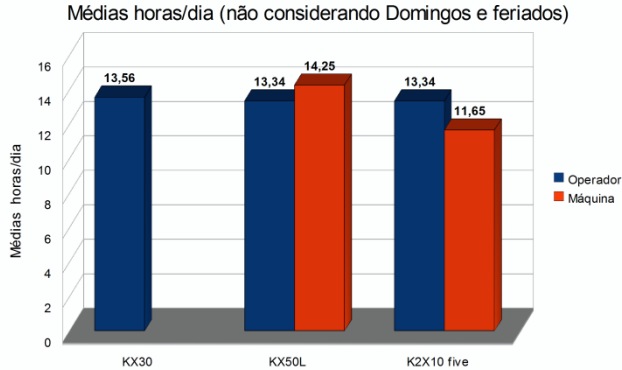
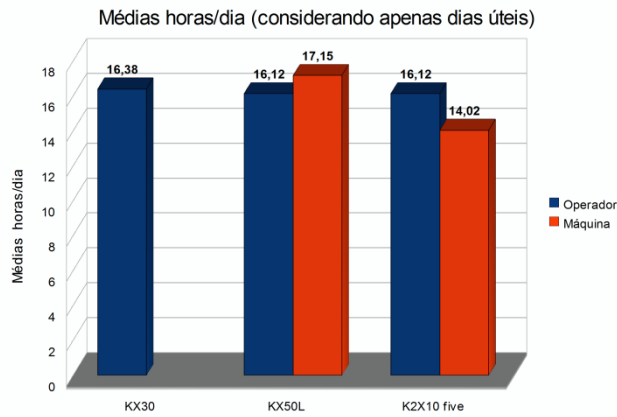


ITJ



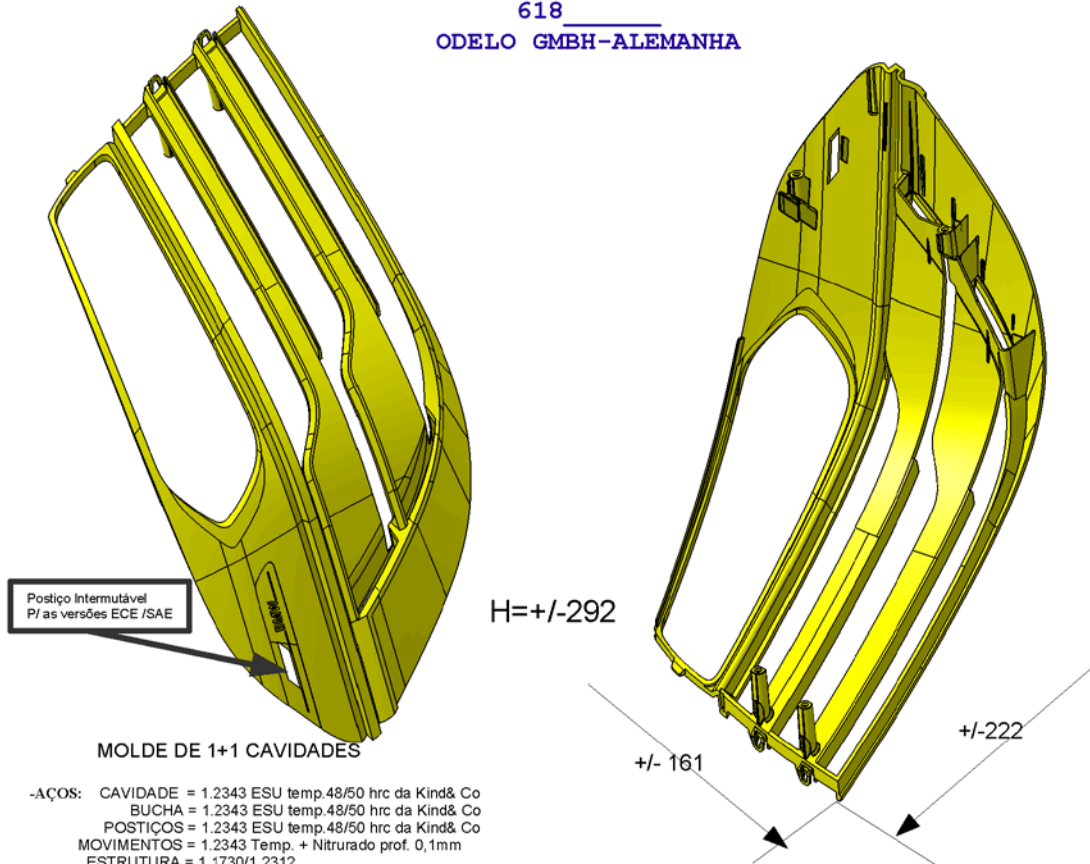
Equipa	Máquina	Horas-homem da equipa de trabalho			Horas/dia de Operador (médias)			Horas/dia de Máquina (médias)		
		totais	normais	extra	5 dias	6 dias	7 dias	5 dias	6 dias	7 dias
João/Paulo	KX30	4096,08	3356,08	740,00	16,38	13,56	11,22	*	*	*
Silvio/Valente	KX50L	4029,74	2923,24	1106,50	16,12	13,34	11,04	17,15	14,25	11,42
Silvio/Valente	K2X10 five	4029,74	2923,24	1106,50	16,12	13,34	11,04	14,02	11,65	9,44

* Não há registos acerca da KX30 porque o contador de horas está avariado



9.2 ANEXO II – Fichas Técnicas

**TJ1897 – BMW F32/33 HL BLENDE SWL
618
ODELO GMBH-ALEMANHA**



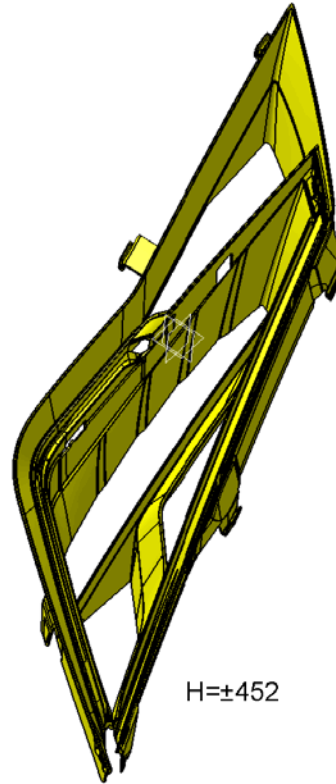
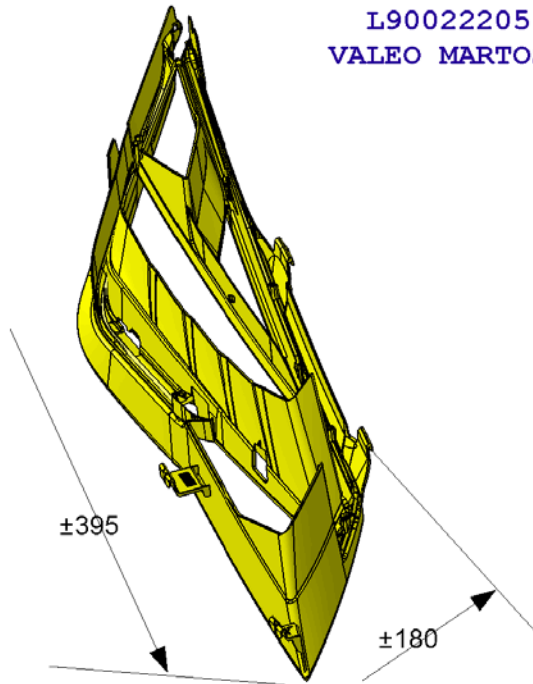
MOLDE DE 1+1 CAVIDADES

- AÇOS: CAVIDADE = 1.2343 ESU temp.48/50 hrc da Kind& Co
BUCHA = 1.2343 ESU temp.48/50 hrc da Kind& Co
POSTIÇOS = 1.2343 ESU temp.48/50 hrc da Kind& Co
MOVIMENTOS = 1.2343 Temp. + Niturado prof. 0,1mm
ESTRUTURA = 1.1730/1.2312
- INJEÇÃO: CARB. + 2 BICOS QUENTES VALVULADOS (HRS/MOLD MASTERS) + CANAL FRIO + SUBMARINA 3x POR PEÇA. accionados a ar.
- EXTRACÇÃO: EXTRACTORES
- ACABAMENTOS: CAVIDADE – Brilho 0,1 microns + EROSÃO
BUCHA – 220
MOVIMENTOS – 220
- DIMENSÕES MÁXIMAS: +/- 800 x 650 x 1050 mm
- NRº DE MOVIMENTOS : 1MOV. MECANICOS COM GUIAS INCLINADAS + 2 MOV. MECÂNICOS C/ PRÉ ABERTURA, POR PEÇA.
- MÁQUINA DE INJEÇÃO: KM MX 800 Ton.???????????
- DISTÂNCIA ENTRE COL. H. = 1120 x V.=1000 mm
- Ø DOS ANEIS: Ø 250mm m Inj / Extr.
- RAIO DO BICO: 40 mm / KO : (1) M16 C/ HASTE 1 x VÉR NORMA
- ALTURA mínima = 500 mm MAX. = 1100 mm
- N.º DE ENTRADA DE INFORMAÇÃO: 6912 =3D
- NORMAS A UTILIZAR : HASCO / ODELO
- NOTAS:
- PARA A CONSTRUÇÃO DO MOLDE SEGUIR MOLDES ANTERIORES TAL COMO TJ1873.
- CONSIDERAR POSTIÇOS INTERMUTÁVEIS PARA FAZER A VERSÃO ECE/SAE.
- PESO POR PEÇA +/- 150gr.
- APLICAR CHAPAS DE ISOLAMENTO EM AMBOS OS LADOS.
- CONSIDERAR CANAL PARA FUGAS DE GAS.
- APLICAR CENRAIS STÄUBLI NO TÓPO DO LADO OPOSTO AO OPERADOR CONFORME NORMA.
- O MOLDE DEVE IR PARA O CLIENTE NUM ESTRADO REFORÇADO.
- APLICAR CONTADOR DE CICLOS DA PROGRESSIVE REP C/VP 200, NA CHAPA 3 DO LADO DO OPERADOR.
- FAZER 1x POR BUCHA CAIXA PARA O KISTLER REP 6157 BA L4 , MAS NÃO COMPRA-LO.
- APLICAR 1 CENTRAL STÄUBLI PARA A REFRIGERAÇÃO 1x POR LADO, DE ACORDO COM AS NORMAS.
- APLICAR 2 MICROSITCH'S ATRÁS DA CHAPA 8 NA DIAGONAL.

MATERIAL : PC Makrolon 2407 BRANCO
CONTRACÇÃO Geral: 0,6%

**DESENHADOR – ROGÉRIO / HUGO
MODELADOR – ALVARO
PROGRAMADOR – RICARDO
PRODUÇÃO – TJ MOLDES**

TJ1898 - SEAT 370 FULL LEDS - EMBELLECEDOR PRINCIPAL
L90022205 - Rev.6
VALEO MARTOS- ESPANHA



MOLDE DE 1+1 CAVIDADES

- AÇOS: CAVIDADE = 1.2343 ESR TEMP. 46/48 HRC
BUCHA = 1.2711
POSTIÇOS = 1.2711 / 1.2343 TEMP. 46/48 HRC
- MOVIMENTOS Grandes = 1.2311 NITRURADO prof. 0,2 mm
- MOVIMENTOS Pequenos = 1.2343 TEMP. + NITRURADO prof. 0,1mm
- BALANCÉS = 1.2343 TEMP. + NITRURADO prof. 0,1mm
- ESTRUTURA = 1.1730
- INJEÇÃO: CARB. 2 BICOS QUENTES COM VALVE GATE (YUDO)+ CANAL FRIO + SUBMARINA.
Accionado a ar.
- EXTRACÇÃO: EXTRACTORES + BARRAS EXTRACTORAS + BALANCÉS
- ACABAMENTOS: CAVIDADE - BRILHO = 3 microns
BUCHA - LIXA 600
MOVIMENTOS - LIXA 600
- DIMENSÕES MÁXIMAS: +/- 980 x 980 x 1100 mm
- NRº DE MOVIMENTOS : 4 MOV. MECÂNICO COM GUIAS INCLINADAS + 1 BALANCÉ, POR PEÇA.
- MÁQUINA DE INJEÇÃO: 800 TON.
- DISTÂNCIA ENTRE COL.: V = ____ x H. = ____ mm
- Ø DOS ANEIS: Ø 200 INJEÇÃO / EXTRACÇÃO
- RAIO DO BICO: 19 mm / KO : M 36
- ALTURA mínima = ____ mm MAX. ____ mm.
- N.º DE ENTRADA DE INFORMAÇÃO: 6958 = 3D
- NORMAS A UTILIZAR : HASCO / RABOURDIN / VALEO MARTOS

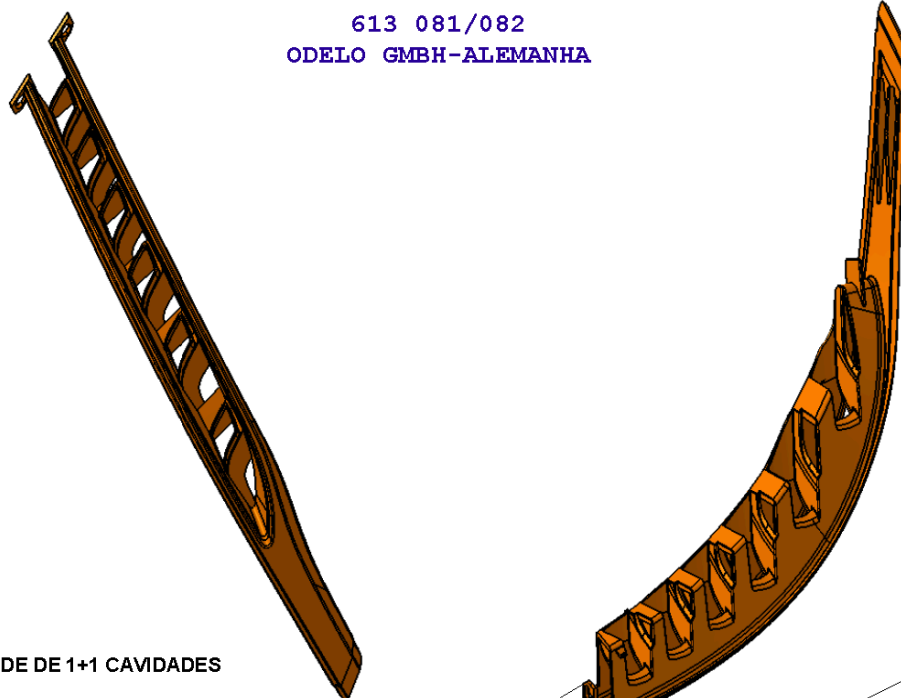
H=±452

MATERIAL : PC - Preto
CONTRACÇÃO Geral: 0,6% a confirmar

- NOTAS:
- PARA A CONSTRUÇÃO DO MOLDE CONSIDERAR AS NORMAS DOS EMBELLECEDORES
- O Ø DAS CAIXAS DOS BICOIS DE AÇÚCAR É DE 30 x 44 mm. APLICAR TAMPOES RASAS
- OS ANEIS DE CENTRAGEM DEVEM SOBRESAIR 20mm DAS CHAPAS DE AFERTO
- CENTRAS STÁVEL PARA O LADO DO OPERADOR. APLICAR MOLAS DE GAS NOS PERNOS DE RETORNO.
- CONSIDERAR ORINGS EPIDOR.
- CONSIDERAR SLIDE RETAINERS DA DME Ref. PSM
- A PERDA DE PRESSÃO NO SISTEMA DE INJEÇÃO DEVE SER INFERIOR A < 400 bares.
- NÃO CONSIDERAR CHAPA DE ISOLAMENTO.
- PÉSO POR PEÇA +/- 300 gr.

DESENHADOR - NELSON VARELA
MODELADOR - LEONEL
PROGRAMADOR - CÉSAR
PRODUÇÃO - ITJ

TJ1904 – W212 MOPF – RAHMEN SWL SL
613 081/082
ODELO GMBH-ALEMANHA



MOLDE DE 1+1 CAVIDADES

-AÇOS: CAVIDADE = 1.2343 ESU temp.48/50 hrc da Kind& Co
BUCHA = 1.2343 ESU temp.48/50 hrc da Kind& Co
POSTIÇOS = 1.2343 ESU temp.48/50 hrc da Kind& Co
BALANCÉS = 1.2343 Temp. + Nitruado prof. 0,1mm
ESTRUTURA = 1.1730/1.2312

-INJEÇÃO: 1 BICO QUENTE VALVULADO (MOLD MASTERS) + CANAL FRIO + SUBMARINA accionados a ar.

-EXTRACÇÃO: EXTRACTORES + BALANCÉS

-ACABAMENTOS: CAVIDADE – Brilho 0,1 microns
BUCHA – LIXA 240
MOVIMENTOS – LIXA 240

-DIMENSÕES MÁXIMAS: +/- 746 x 596 x 1000 mm

-N.º DE MOVIMENTOS: 2 BALANCÉS, POR PEÇA.

-MÁQUINA DE INJEÇÃO: 575 Ton????????????????

-DISTÂNCIA ENTRE COL. H = x V. = mm

-Ø DOS ANEIS: Ø 125 mm Inj / Extr.

-RAIO DO BICO: 40 mm / KO: (1) M16 C/ HASTE 1 x VÊR NORMA

-ALTURA mínima = _____ mm MAX. = _____ mm

-N.º DE ENTRADA DE INFORMAÇÃO: 6966=3D

-NORMAS A UTILIZAR: HASCO / ODELO

-NOTAS:

- PARA A CONSTRUÇÃO DO MOLDE SEGUIR MOLDES ANTERIORES.

- PÊSO POR PEÇA +/- 50 gr.

- APLICAR CHAPAS DE ISOLAMENTO EM AMBOS OS LADOS.

- NÃO APLICAR PARAFUSOS DE CEBEÇA DE EMBUTIR.

- CONSIDERAR CANAL EM VOLTA DAS CAVIDADES PARA FUGAS DE GAS.

- APLICAR RECCORD'S HASCO REP. Z81/1 3/14" + Z801/13/90.

- REP. DASO ACESSÓRIOS PARA A REFRIGERAÇÃO PODE SER DA TST+STÁUBLI / TST.ref: RMI209.06.6000 + RM109.5102/JV + AF152.12/RE + RMI152.102

- AR PARA ACCIONAR O VALVE GATE, STÁUBLI / TST RMI 206.06.6000 + RMI 06.5101/JV KQ2S10-03S + KQ2S10-02S (SMC)

- APLICAR CONTADOR DE CICLOS DA PROGRESSIVE REP. CVPL 200, NA CHAPA 3 DO LADO DO OPERADOR.

- FAZER 1x POR BUCHA CAIXA PARA O KISTLER REP. 61 57 BA 1,4, MAS NÃO COMPRA-LO.

- APLICAR 1 CENTRAL STÁUBLI PARA A REFRIGERAÇÃO 1x POR LADO, DE ACORDO COM AS NORMAS LADO OPOSTO AO OPERADOR.

- APLICAR 1 MICROSWITCH'S EUCHNER REP. N01=K ATRÁS DA CHAPA 8.

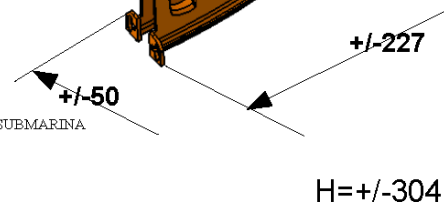
- REP. DAS FICHAS ELECTRICAS PARA O SIST. DE INJ. Cx.09 30 016 1230, Miolo 09 33 016 2601, NO TÓPO.

- REP. DAS FICHAS ELECTRICAS PARA OS MICROSWITCH'S Cx. 09 30 010 1251, Miolo 09 33 010 2601, NO TÓPO.

- NO LADO DO OPERADOR DEVE -SE MARCAR COM LETRAS DE 10mm DE ALTURA O NOME, O N.º DA PEÇA E O PÊSO DO MOLDE.

- A BARRA DE TRANSPORTE DEVE SER PINTADA DE VERMELHO E IDENTIFICADA COM O N.º DA PEÇA.

- O MOLDE DEVE IR PARA O CLIENTE NUM ESTRADO REFORÇADO.



DESENHADOR – RICARDO MENDES
MODELADOR – JOÃO COVELO
PROGRAMADOR – RUI
PRODUÇÃO - TJ AÇOS

MATERIAL : PC Makrolon 1260 GRAU
CONTRACÇÃO Geral: 0,6%

9.3 ANEXO III – VSM das doze peças

