



Departamento
de Engenharia Mecânica

Instituto Politécnico de Coimbra
Instituto Superior de Engenharia de Coimbra

Produção de Ferramentas para Prensas de Extrusão de Alumínio

PRODUÇÃO NA INDÚSTRIA DAS MATRIZES

Relatório de estágio apresentado para a obtenção do grau de Mestre
em Engenharia Mecânica

Autor

Rui Filipe Vaz Cruz Santos Fernandes

Orientador

Prof. Doutor Luís Filipe Borrego

ISEC

Supervisor

José Fernando Macedo Pereira

ALUPORT

Coimbra, janeiro, 2020



Departamento
de Engenharia Mecânica

Instituto Politécnico de Coimbra
Instituto Superior de Engenharia de Coimbra

Produção de Ferramentas para Prensas de Extrusão de Alumínio

PRODUÇÃO NA INDÚSTRIA DAS MATRIZES

Relatório de estágio apresentado para a obtenção do grau de Mestre
em Engenharia Mecânica

Autor
Rui Filipe Vaz Cruz Santos Fernandes

Orientador
Prof. Doutor Luís Filipe Borrego
ISEC

Supervisor
José Fernando Macedo Pereira
ALUPORT

Coimbra, janeiro, 2020

Dedicatória

Aos Meus Avós

Aos Meus Pais

Ao Meu Irmão

À Minha Namorada

AGRADECIMENTOS

Antes de mais, os primeiros agradecimentos são endereçados ao diretor geral do grupo ALUPORT, Sr. José Fernando Macedo Pereira, não só pela oportunidade, mas também por todo o acompanhamento dado. Foi sempre muito prestável e aberto a todo o tipo de diálogo.

Em seguida, agradecer formalmente a todos os colaboradores do grupo ALUPORT, na pessoa da Eng. Ana Cláudia. São mestres na arte do receber, transmitindo conhecimento da forma mais simples e humilde experienciada até hoje.

Dentro deste grupo, gostaria ainda de deixar um agradecimento especial ao Eng. Luís Esteves, pela partilha de todo o seu conhecimento e experiência ao longo do estágio, mostrou-se sempre disponível.

Como este trabalho simboliza o finalizar de um percurso de cinco anos no ISEC, deixo o meu agradecimento formal, pela instituição que é, pelo que me fez ser e pelo que contribuiu para o meu conhecimento. Aqui não posso deixar de endereçar um agradecimento aos professores do DEM, por toda a partilha e por procurarem fazer dos seus alunos melhores engenheiros e melhores pessoas.

No âmbito do estágio tenho ainda que agradecer ao meu orientador por toda a disponibilidade para discutir e trazer evolução nos temas relacionados com o estágio. Para além de me fazer evoluir, ainda foi capaz de me motivar quando necessário.

Quero ainda deixar uma palavra de apreço à minha namorada por todo o apoio que me deu ao longo desta jornada, fazendo parte integrante do meu percurso.

Finalizo deixando uma palavra de imensa gratidão e carinho pelos meus pais. Numa altura de um grande desafio, em que obviamente saí da minha zona de conforto, foram capazes de me motivar mostrando que estavam sempre presentes. Fizeram com que esta aventura fosse possível, a todos os níveis.

Obrigado a todos!

RESUMO

Atualmente, decorrem tempos importantes para a indústria, principalmente para a indústria portuguesa, mantendo-se focada em acompanhar o desenvolvimento das suas concorrentes a nível internacional. Como é do conhecimento geral, a indústria 4.0 e a tecnologia que lhe está inerente, veio colocar alguma pressão nas empresas, de modo a conseguirem acompanhar o investimento realizado pelas suas concorrentes, adquirindo tecnologia de ponta que transforma a indústria em fábricas cada vez mais autónomas e produtivas.

É no enquadramento das ferramentas para as prensas de extrusão de alumínio que surge o estágio, com o objetivo de explorar a sua produção, compreendendo também as bases da indústria de extrusão de alumínio.

No presente relatório são abordadas as ferramentas produzidas pela ALUPOINT que é empresa acolhedora do estágio. De forma a explicar a produção propriamente dita, foram tidas em conta, todas as etapas de produção de uma matriz.

No decorrer do estágio foram realizadas atividades tendo por base a Maquinação CNC, a programação e a electroerosão por fio. Houve ainda uma formação num equipamento de medição de ferramentas.

Palavras chave: Ferramentas, Projeto, Programação, Maquinação CNC, Produção, Indústria 4.0

ABSTRACT

Nowadays, there are important challenges for industry, mainly for Portuguese industry, remaining focused on following the development of its internationally competitors. As is well known, industry 4.0 and the technology that is inherent to it, came to put some pressure on companies, in order to keep up with the investment made by their competitors, acquiring cutting edge technology that transforms the industry into increasingly autonomous factories, as well as more productive.

It is in the framework of the tools for the aluminum extrusion presses that the curricular internship appears, with the goal of exploring its production and also understanding the bases of the aluminum extrusion industry.

This report addresses the tools produced by ALUPOINT, the welcoming company of the internship. In order to explain the production itself, the production steps of a matrix were taken into account in detail.

During the internship, activities were carried out based on CNC machining, programming and wire EDM. There was also a training in tool measuring equipment.

Keywords: Tools, Project, Programming, CNC Machining, Production, Industry 4.0

ÍNDICE

AGRADECIMENTOS.....	III
RESUMO	V
ABSTRACT	VII
ÍNDICE	IX
LISTA DE FIGURAS	XIII
LISTA DE TABELAS.....	XVII
LISTA DE FÓRMULAS	XIX
1 INTRODUÇÃO.....	1
1.1 Enquadramento	1
1.2 Objetivos	1
1.3 Empresa/Grupo de acolhimento	2
1.3.1 ALUPOINT – Matrizes de Portugal.....	2
1.3.2 TORMACO – Tornearia de Precisão	3
1.3.3 HAERTHA – Tratamentos Térmicos de Aços.....	4
1.3.4 TRATADIE – Tratamentos y mecanizados	5
1.3.5 TENDERNESSCAPACITY – Tratamentos Térmicos e Maquinação	5
1.4 Plano de trabalho.....	6
1.5 Estrutura do relatório	6
2 FERRAMENTAS PARA PRENSAS DE EXTRUSÃO DE ALUMÍNIO.....	9
2.1 Enquadramento teórico	9
2.1.1 Extrusão do Alumínio	9
2.1.2 Montagem de ferramentas.....	13
2.2 Ferramentas de Extrusão	14
2.2.1 <i>Bolster/Backer</i>	15
2.2.2 <i>Ring's</i> (Anéis/Porta Ferramentas)	15
2.2.3 Matrizes	16
2.2.4 Cabeças Fixas/ <i>Castool</i>	20
2.2.5 Navalhas	21
2.2.6 Discos de Limpeza.....	21

3	PRODUÇÃO NA INDÚSTRIA DAS MATRIZES.....	23
3.1	Gabinete de projeto.....	24
3.2	Torneamento.....	25
3.2.1	Corte.....	25
3.2.2	Torno.....	26
3.3	Graminho.....	27
3.4	Maquinação CNC.....	28
3.5	Maquinação Convencional.....	28
3.6	Eletroerosão por Penetração Grafite.....	29
3.7	Polimento.....	30
3.8	Furação e Marcas.....	31
3.9	Tratamentos térmicos.....	32
3.10	Retificação CNC/ Mó.....	33
3.11	Eletroerosão por penetração cobre.....	36
3.12	Eletroerosão de fio.....	37
3.13	Acabamentos.....	38
3.14	Montagem.....	38
3.15	Expedição.....	40
3.16	Correção de Matrizes.....	40
4	ATIVIDADES DESENVOLVIDAS NO ESTÁGIO.....	41
4.1	Formação no processo produtivo.....	41
4.2	Programação de uma matriz.....	42
4.3	Formação em Equipamentos/Participação no Processo Produtivo.....	52
4.3.1	Formação na Maquinação CNC.....	52
4.3.2	Formação na Erosão de Fio.....	57
4.3.3	Formação no equipamento <i>Zoller</i>	58
5	PROPOSTAS DE MELHORIA E TRABALHOS FUTUROS.....	67
6	CONCLUSÕES.....	69
	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	71

ANEXO 1 - QUADRO DE SEGURANÇA REFERENTE À OPERAÇÃO DE UMA CNC	73
ANEXO 2 - FICHA DO EQUIPAMENTO 132	74
ANEXO 3 - FERRAMENTAS DISPONÍVEIS PARA AFIAMENTOS	75
ANEXO 4 - CONTROLADOR FANUC H- EQUIPAMENTO 132	76
ANEXO 5 - EXEMPLO DE DESENHO DE UMA MATRIZ	77
ANEXO 6 - EXEMPLO DE FICHA DE PROGRAMAS DE UMA MATRIZ	78
ANEXO 7 - LISTA DE FERRAMENTAS EQUIPAMENTO 132	79
ANEXO 8 - FICHA IDENTIFICAÇÃO ÓLEO SERVOL 108	80
ANEXO 9 - FICHA IDENTIFICAÇÃO ÓLEO MACCURAT D 68	81
ANEXO 10 - FICHA MANUTENÇÃO MÁQUINA CNC	82

LISTA DE FIGURAS

Figura 1- Logotipo ALUPOINT (Aluport, 2015).....	2
Figura 2 - Instalações da ALUPOINT (Aluport, 2015).....	3
Figura 3 - Logotipo TORMACO (Aluport, 2015).....	3
Figura 4 - Instalações da TORMACO	4
Figura 5 - Logotipo HAERTHA (Haertha, 2018).....	4
Figura 6 - Instalações da HAERTHA	4
Figura 7 - Logotipo TRATADIE (Tratadie, 2018)	5
Figura 8 - Logotipo TENDERNESS CAPACITY (Tenderness, 2019).....	5
Figura 9 - Instalações da TENDERNESS CAPACITY	5
Figura 10 - Extrusão Direta (IFSC, 2019).....	10
Figura 11 - Gráfico deslocamento-pressão na extrusão direta (Adaptado de Baptista, 2015) .	10
Figura 12 - Deformação homogênea (Baptista, 2015)	11
Figura 13 - Deformação heterogênea (Baptista, 2015)	11
Figura 14 - Set de Montagem de Ferramentas separadas (Adaptado de IFSC, 2019)	13
Figura 15 - Set de Montagem de Ferramentas (Palma, 2014).....	13
Figura 16 – <i>Bolster</i> (Aluport, 2015)	15
Figura 17 - <i>Backer</i>	15
Figura 18 – <i>Ring</i> (Aluport, 2015)	15
Figura 19 - Bearing macho/placa (Adaptado de Aluport, 2015).....	16
Figura 20 - Perfil extrudido.....	17
Figura 21 - Placa sólida.....	17
Figura 22 - Placa de alimentação	17
Figura 23 - Conjunto macho/placa e perfil (Aluport, 2015)	18
Figura 24 - <i>Bearing's</i> macho/placa (Adaptado Palma, 2014)	18
Figura 25 - Nomenclatura da matriz (Aluport, 2015)	18
Figura 26 - Placa Matriz semitubular.....	19
Figura 27 - Esboço das ferramentas dentro do container (Palma, 2014)	19
Figura 28 - Cabeça fixa (Aluport, 2015).....	20
Figura 29 - Cabeça fixa desmontada (Aluport, 2015).....	20
Figura 30 - <i>Castool</i> separado por partes (Aluport, 2015)	20
Figura 31 – Navalha (Aluport, 2015).....	21
Figura 32 - Disco de limpeza (Aluport, 2015)	21
Figura 33 - Fluxograma produção na indústria das matrizes	23
Figura 34 - Gabinete projeto com vista para a produção	25
Figura 35 - Secção do serrote mecânico e lotes de aço	26
Figura 36 - Saída serrote mecânico.....	26
Figura 37 - Torno CNC vertical e stock de discos/peças	27
Figura 38 - Posto de graminhar placas	27
Figura 39 - Posto de graminhar machos.....	27
Figura 40 - Banca de machos	27
Figura 41 - Centro de maquinação CNC (Equipamento nº 132).....	28
Figura 42 - Fresadora manual	29
Figura 43 - Afiaamentos lado da saída.....	29
Figura 44 - Preparação do eletrodo	29
Figura 45 - Eletrodo e ficha do eletrodo	30
Figura 46 - Eletroerosão por penetração	30

Figura 47 - Polimento com <i>biax</i>	30
Figura 48 - Separação de peças.....	31
Figura 49 - Furação.....	31
Figura 50 - Roscagem.....	32
Figura 51 - Marcas e punções.....	32
Figura 52 - Fornos para tratamentos térmicos.....	33
Figura 53 - Retificação das faces planas.....	33
Figura 54 - Máquina desmagnetizadora.....	34
Figura 55 - Retificadora plana.....	34
Figura 56 - Retificação do encaixe do macho.....	35
Figura 57 - Medição com paquímetro.....	35
Figura 58 - Medição com micrómetro.....	35
Figura 59 - Erosão do perfil do castelo.....	36
Figura 60 - Eletroerosão por penetração.....	36
Figura 61 - Erosão do desencaixe do castelo (aprox.).....	37
Figura 62 - Eletroerosão de fio, Elérodos de cobre.....	37
Figura 63 - Eletroerosão de fio, Placas.....	37
Figura 64 - Placa com perfil a ser limado.....	38
Figura 65 - Verificação da matriz.....	39
Figura 66 - Preparação para embalamento da matriz.....	39
Figura 67 - Embalamento.....	39
Figura 68 - Expedição através de serviço da ALUPORT (Haertha, 2018).....	40
Figura 69 - Perfil extrudido e macho.....	40
Figura 70 - Perfil empenado e placa.....	40
Figura 71 - Graminho.....	41
Figura 72 - Graminhagem.....	41
Figura 73 - Macho graminhado.....	42
Figura 74 - Sentido de extrusão <i>backer</i>	42
Figura 75 - Sentido de extrusão macho.....	42
Figura 76 - Ambiente de trabalho G.CAM.....	44
Figura 77 - Janela para alterar a cor.....	44
Figura 78 - Folha 6 com as marcas.....	45
Figura 79 - Folha 11 com perfil e contornos para desbaste.....	46
Figura 80 - Janela de maquinação.....	46
Figura 81 - Janela de operações dentro da maquinação.....	47
Figura 82 - Folha 15 (com a 10 ligada), respetiva ao <i>Bearing</i>	48
Figura 83 - Folha 3, Bocas de alimentação.....	49
Figura 84 - Visualização a 2D da maquinação das bocas.....	50
Figura 85 - Folha 30, Afiamentos.....	51
Figura 86 - Alinhamento com o ponto (1º passo).....	53
Figura 87 - 1º passo (Aprox.) - Centrar o ponto.....	54
Figura 88 - 2º passo - Percorrer a peça, verificando o ponto na linha.....	54
Figura 89 - Código com informação para o operador.....	57
Figura 90 - Gráfico que mostra a localização do fio no perfil.....	58
Figura 91 - Equipamento <i>VENTURION 450</i> da <i>Zoller</i>	59
Figura 92 - Ambiente de trabalho com o menu ao fundo.....	60
Figura 93 - Menu de medição de uma ferramenta.....	62
Figura 94 - Limpeza de gumes de corte.....	62

Figura 95 - Sujidade presente nas esferas	63
Figura 96 - Esferas limpas.....	63
Figura 97 - Posicionamento da janela	65
Figura 98 - 2º Posicionamento da janela	65
Figura 99 - Ambiente no fim da medição com tabela valores	66
Figura 100 - Tabela de valores das duas medições (Aprox.)	66

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Cronograma do plano de trabalho	6
Tabela 2 - Diâmetros e respetiva cor.....	49
Tabela 4 – Afiamentos em função da travessa.....	51
Tabela 3 - Afiamento em função da travessa	51

LISTA DE FÓRMULAS

1 - Razão de extrusão	11
2 - Fórmula da profundidade do <i>bearing</i>	48

SIMBOLOGIA

A₀- Área inicial da secção transversal do tarugo (mm²)

A_f- Área final da secção transversal do produto extrudido (mm²)

D- Compensação de diâmetro (mm)

F- Avanço de corte (mm/min)

H- Compensação de altura (mm)

HRC- Escala *Rockwell C*

R- Razão de extrusão

S- Velocidade de Rotação (RPM)

T- Posição da ferramenta no carrossel

ABREVIATURAS

AD- Arc Discharge

CAD- Computer Aided Design

CAM- Computer Aided Manufacturing

CNC – Computer Numeric Control

EDM – Electrical Discharge Machinig

ISO- International Organization for Standardization

OHSAS- Occupational Health and Safety Assessment Services

1 INTRODUÇÃO

1.1 Enquadramento

O alumínio, descoberto no séc. XIX, inicialmente não tinha grande aplicação industrial, uma vez que o seu processo de refinamento através de minérios era bastante complexo. Com o passar dos anos, este processo foi estudado e originou evolução, tornando o alumínio mais acessível (Laparra,2015).

Nas duas grandes guerras, o alumínio revelou-se um recurso importante com utilidade militar, sendo que foi no pós-guerra que se tornou o metal não ferroso mais produzido. Na segunda metade do séc. XX, a reciclagem do alumínio ganhou importância, trazendo novas oportunidades para o mesmo. Por sua vez, a produção de alumínio continuou a aumentar até aos dias de hoje (Laparra, 2015).

Nos últimos quarenta anos, a utilização do alumínio é uma aposta ganha nos mais variados campos. Para além de ser o elemento metálico em maior quantidade da crosta terrestre, tem características como a sua baixa densidade, a resistência à corrosão, o baixo ponto de fusão e o facto de ser reciclável que o tornam único e interessante para as mais variadas aplicações, como por exemplo a aeronáutica (Laparra, 2015).

A ALUPOINT, pela mão do Sr. Fernando Macedo, viu esta oportunidade e procurou entrar no ramo da exploração do alumínio de forma indireta, uma vez que quis/quer responder a uma necessidade na indústria das ferramentas para a extrusão de alumínio.

Com os conhecimentos que foi acumulando, com a experiência dos seus trabalhadores e procurando jovens qualificados capazes de trazer novas ideias e novos métodos, o grupo ALUPOINT procura ser competitivo, indo de encontro àquilo que são os avanços tecnológicos, oferecendo uma gama diversificada de serviços, mantendo como o seu core business as ferramentas para a extrusão de alumínio (Aluport, 2015).

Até aqui tudo parecia ser interessante, mas uma das razões que pesou por esta opção de estágio - ainda mais que a experiência do grupo - foi o facto da ALUPOINT estar na calha de um projeto na área da indústria 4.0. O projeto continua em andamento e a oportunidade de o integrar continua em aberto.

1.2 Objetivos

O objetivo principal do estágio foi adquirir competências referentes à produção de ferramentas para extrusão de alumínio, bem como entender um pouco à cerca da indústria da extrusão de alumínio.

É importante referir, que se procurou criar relações interpessoais, demonstrar responsabilidade e competitividade que o mercado exige.

1.3 Empresa/Grupo de acolhimento

1.3.1 ALUPOINT – Matrizes de Portugal

Fundada a 22 de novembro de 1978, a ALUPOINT (figura 1) com instalações na zona industrial de Águeda (figura 2), é a empresa mãe que dá nome ao grupo, atualmente gerido pelo Sr. José Fernando Macedo Pereira, desde 2013.

Conta assim com mais de 40 anos de experiência, o que se reflete na qualidade dos produtos, uma vez que com o passar do tempo adquiriu meios tecnológicos avançados, procurou a formação dos seus trabalhadores, o que permitiu reunir as condições essenciais para crescer a nível competitivo, com o objetivo de ser o parceiro ideal dos clientes que é, para além do mais, o seu grande lema (Aluport, 2015).

De forma a ir de encontro com as exigências dos clientes, aumentando a sua competitividade e encarando a responsabilidade social como fator estratégico, a empresa tem implementado na sua estrutura um sistema de gestão integrado de qualidade, higiene, segurança e ambiente seguindo as normas ISO 9001:2008 e OHSAS 18001, a qual já mereceu uma menção honrosa (Aluport, 2015).

Com tudo isto, pretende ser líder na Península Ibérica no ramo da produção de matrizes e ferramentas para as prensas de extrusão de alumínio, começando desde cedo a exportar para Espanha, em 1981. Nos dias de hoje e com a qualidade dos produtos desenvolvidos conseguiu explorar outros mercados, como Argentina, Brasil, Cuba, Inglaterra, Israel, França, Marrocos, Perú e Polónia (Aluport, 2015).

Com este crescimento de mercado, originou-se um maior volume de trabalho, o que implica maiores tempos de espera dos clientes. Para os evitar, a ALUPOINT procurou expandir o seu negócio ao longo dos anos, originando a criação de quatro novas empresas, as quais são controladas pela mesma, que auxilia com o seu conhecimento e larga experiência, garantindo os seus serviços subcontratados.



Figura 1- Logotipo ALUPOINT (Aluport, 2015)



Figura 2 - Instalações da ALUPOINT (Aluport, 2015)

1.3.2 TORMACO – Tornearia de Precisão

A TORMACO (figura 3), é uma empresa construída em meados de 2000, com o objetivo de fazer face ao crescente nível de encomendas, que obrigou a abertura de novos postos de trabalho e uma reorganização de tarefas na empresa sediada em Águeda. Foi edificada em Soure (figura 4), de forma a conseguir suprir todas as necessidades de uma extrusora que iria ser construída ali na zona, o que não se veio a realizar.

Esta empresa nos seus primórdios especializou-se em trabalhos de tornearia, daí o seu nome. Mais tarde e com a formação de alguns trabalhadores de Soure na ALUPOINT, a TORMACO passou a maquinar algumas matrizes sólidas, como forma de escoar o excesso de trabalho da empresa mãe.

Para além de torneiar peças com diâmetros específicos diretamente para a ALUPOINT, que irá ser apresentado mais à frente, é responsável por produzir ferramentas/acessórios para as prensas de extrusão de alumínio. Este material produzido na TORMACO é depois transportado para a ALUPOINT para ser vendido como marca ALUPOINT.



Figura 3 - Logotipo TORMACO (Aluport, 2015)



Figura 4 - Instalações da TORMACO

1.3.3 HAERTHA – Tratamentos Térmicos de Aços

Por sua vez, a HAERTHA (figura 5), é uma empresa especializada em tratamentos térmicos de aços e foi fundada em 2006, ocupando um espaço no edifício ALUPORT - tal é possível confirmar na figura 6 - procurando a proximidade da empresa mãe. Antes de existir, a ALUPORT era obrigada a recorrer a empresas exteriores para fazer os tratamentos térmicos aos seus produtos, o que originava tempos de entrega mais longos. Assim, e como o nível de produção se justificava foi criada a HAERTHA que ficou responsável pelo tratamento de aços da ALUPORT. Para além da diminuição de cerca de dois dias no tempo de produção da ALUPORT (Haertha, 2018), veio conferir mais qualidade aos produtos, uma vez que os tratamentos térmicos foram estudados em concreto para os produtos da ALUPORT.

Com o passar dos anos foi uma empresa que acompanhou o desenvolvimento do mercado e para se tornar competitiva, aproveitando todo o seu potencial tecnológico, a HAERTHA soube ir à procura de clientes exteriores para dar rentabilidade ao investimento feito.



Figura 5 - Logotipo HAERTHA (Haertha, 2018)



Figura 6 - Instalações da HAERTHA

1.3.4 TRATADIE – Tratamientos y mecanizados

A TRATADIE (figura 7) é a única empresa do grupo que não se encontra em terras nacionais. Foi construída no norte de Espanha, na zona da Galiza (Tratadie, 2018), de forma a explorar melhor o mercado espanhol, procurando a proximidade com os clientes.

É uma empresa que possui uma estrutura similar à ALUPOINT, embora recorra a técnicos da ALUPOINT para ajudar em alguns processos específicos. É ainda servida pela HAERTHA que procede aos tratamentos térmicos das peças que produz.



Figura 7 - Logotipo TRATADIE (Tratadie, 2018)

1.3.5 TENDERNESSCAPACITY – Tratamentos Térmicos e Maquinação

A TENDERNESS CAPACITY, com o logótipo da figura 8, sediada em Águeda, com instalações ao lado da ALUPOINT (figura 9), é uma nova empresa, fundada em 2017 que procura responder aos novos estímulos do mercado, isto é, o grupo decidiu apostar em tecnologia inovadora, para oferecer uma solução inexistente no mercado (Tenderness, 2019), como os fornos de grandes dimensões, para realizar têmpera e cementação.

Com isso, investiu em fornos para realização de tratamentos térmicos de cementação e têmpera e em máquinas computadorizadas de alta velocidade e alto acabamento, aplicando a experiência do grupo e rejuvenescendo-a com técnicos altamente especializados, de forma a tornar-se uma referência no meio.



Figura 8 - Logotipo TENDERNESS CAPACITY (Tenderness, 2019)



Figura 9 - Instalações da TENDERNESS CAPACITY

1.4 Plano de trabalho

O plano de trabalho foi desenvolvido em consonância com o supervisor (Sr. Fernando Macedo) e adaptado de acordo com as necessidades da empresa, percorrendo as seguintes fases:

- FASE 1: Formação no processo produtivo
- FASE 2: Formação nos programas CAM
- FASE 3: Formação em equipamentos específicos
- FASE 4: Participação nos processos de fabrico
- FASE 5: Elaboração do relatório final

Tabela 1 - Cronograma do plano de trabalho

Ano	2018	2018	2019	2019	2019	2019	2019	2019
Mês	Nov	Dez	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun
FASE 1								
FASE 2								
FASE 3								
FASE 4								
FASE 5								

1.5 Estrutura do relatório

O presente relatório é composto por seis capítulos, que por sua vez se subdividem em subcapítulos.

No primeiro capítulo pretende-se explicar o âmbito do trabalho, onde se aborda a escolha pela empresa, os objetivos definidos, o plano de trabalho com as diferentes fases e ainda a estrutura do presente documento.

O segundo capítulo, é referente à indústria da extrusão de alumínio, onde se procura abordar as bases para se compreender a produção de ferramentas para prensas de extrusão de alumínio. Faz-se ainda referência às principais características dos aços que são utilizados para o fabrico de ferramentas. Por último, são abordados os exemplos de ferramentas produzidos na ALUPOINT, acompanhados com uma breve descrição.

Já o terceiro capítulo diz respeito à produção na indústria das matrizes, sendo uma descrição da estrutura modelo adotada pela ALUPOINT. Para isso, foi realizado um fluxograma de modo a compilar a estrutura que a ALUPOINT desenvolveu. Ao longo do capítulo são explicadas as diferentes etapas, começando com o pedido da matriz, passando pelo torneamento do material, em seguida os desbastes, até que a mesma é acabada, procedendo-se então à expedição.

O quarto capítulo descreve de forma detalhada as atividades realizadas durante o estágio. Este capítulo tem por base o conhecimento dos operadores com os quais se privou, bem como notas que foram sendo tomadas durante o estágio.

O quinto capítulo é referente a propostas de melhoria que poderão interessar à empresa, bem como trabalho futuro que poderá ser desenvolvido num próximo estágio. São abordados investimentos com vista a modernização da fábrica.

O último capítulo aborda as conclusões do trabalho, discutindo o cumprimento dos objetivos traçados e fazendo uma análise ao decorrer do estágio.

2 FERRAMENTAS PARA PRENSAS DE EXTRUSÃO DE ALUMÍNIO

A ALUPORT é especialista na área das ferramentas para as prensas de extrusão de alumínio, onde procura estar à frente naquilo que é designado a inovação e desenvolvimento nesta área. Este processo de conformação é bastante exigente, com muitos detalhes que são necessários ter em conta. Contudo, para entender melhor a função de cada ferramenta produzida pela ALUPORT, é necessário ter bases sobre o processo e o que ele envolve.

2.1 Enquadramento teórico

O processo tecnológico de extrusão por si só, consiste em comprimir um bloco metálico (*tarugo/bilete*), pré aquecido num forno, contra uma matriz aplicando pressões elevadas. Esta compressão é realizada acima do limite elástico do tarugo, fazendo-o fluir através da matriz, resultando uma secção transversal constante, com dimensões bastante precisas (Baptista, 2015).

Como na extrusão da maioria dos metais as pressões de trabalho são bastante elevadas, a extrusão é realizada a quente, diminuindo a resistência à deformação, como é o caso do alumínio.

As altas tensões de compressão originadas durante o processo são bastante eficazes para evitar o rompimento do metal na deformação primária do tarugo, razão pela qual este processo tem vindo a crescer no que concerne à sua utilização em trabalhos de metais de difícil configuração como os aços inoxidáveis ou mesmo ligas à base de níquel.

2.1.1 Extrusão do Alumínio

Segundo Baptista (2015), a força necessária para ocorrer uma correta extrusão é influenciada pelas seguintes variáveis:

- Tipo de extrusão
- Razão de extrusão
- Temperatura de trabalho
- Velocidade de deformação
- Condições de atrito na matriz

A extrusão de alumínio é realizada de forma direta, seguindo o mesmo sentido do pistão, isto é, é feita a compressão do tarugo, com recurso do conjunto embolo/pistão, contra a matriz (ferramenta), como se pode ver na figura 10.

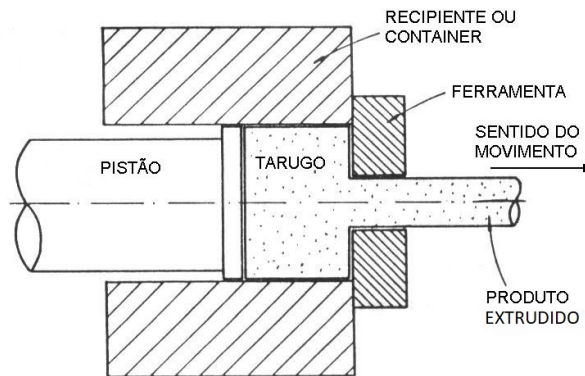
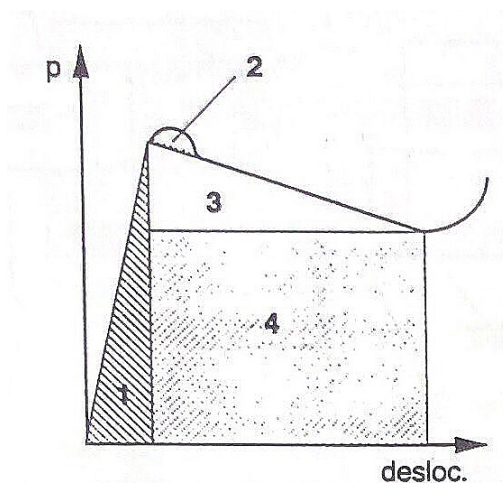


Figura 10 - Extrusão Direta (IFSC, 2019)

Por outro lado, este tipo de extrusão vai influenciar a pressão de extrusão, isto é, o coeficiente entre a força de extrusão e área da secção transversal do tarugo.



1. Trabalho para preenchimento da câmara de extrusão
2. Trabalho necessário para início da deformação
3. Trabalho de fricção e de corte
4. Trabalho de deformação de todo o tarugo metálico

Figura 11 - Gráfico deslocamento-pressão na extrusão direta (Adaptado de Baptista, 2015)

Na figura 11 está representado, para a extrusão direta, o gráfico deslocamento-pressão típico. Na fase inicial (1) do deslocamento, há um aumento de pressão responsável pelo enchimento da câmara de extrusão com o material à temperatura definida para o processo. No fim do enchimento da câmara, há novamente um aumento ligeiro de pressão, chegando à pressão máxima (2), também conhecida como a ‘pressão de rompimento’. Esta pressão máxima é responsável pelo início da deformação do material que se pretende extrudir, onde na prática é possível começar a observar a extrusão do perfil. Para além disto, é possível observar uma zona do gráfico (3) em que a pressão vai diminuindo, responsável pelo trabalho de corte no tarugo. Há medida que o tarugo se aproxima do fim, esta pressão vai diminuindo, até chegar a uma pressão mínima, pressão esta, responsável pela deformação de todo o tarugo (4).

A razão de extrusão (R) é o coeficiente da área inicial da secção transversal do tarugo (A_0) e a área final da secção transversal do produto extrudido (A_f):

$$R = \frac{A_0}{A_f} \quad (1)$$

A razão de extrusão das ligas de alumínio pode chegar a 400:1 (Baptista, 2015).

Quanto à temperatura, os metais extrudidos a quente têm a vantagem da diminuição de tensão de escoamento, isto é, a resistência à deformação diminui com o aumento de temperatura.

A temperatura de extrusão a quente deve situar-se entre a temperatura de recristalização e uma temperatura definida em 75% da do ponto de fusão (Rodrigues & Martins, 2010). Esta gama de temperaturas deve-se à intensa deformação produzida, que poderá provocar amolecimento das ferramentas.

No caso das ligas de alumínio, as temperaturas costumam-se situar entre os 400°C e os 500°C (Soares, 2009).

O aumento da velocidade do pistão produz um aumento de pressão. No caso de a velocidade ser baixa, o arrefecimento do tarugo é considerável, aumentando a pressão necessária para a extrusão. Assim, o segredo está na conjugação dos dois fatores, de modo a que se tenha uma pressão de extrusão otimizada. Esta seleção é determinada por tentativas para cada tipo de material e para o tamanho do tarugo.

A deformação homogênea ocorre com baixo atrito na câmara de extrusão e com o tarugo bem lubrificado (figura 12). Por outro lado, o material sofre deformação heterogênea quando não existe lubrificação, isto é, junto às paredes da câmara de soldadura o tarugo sofre esforços de corte intenso, enquanto na zona central sofre alongamento puro, tal como demonstra a figura 13.

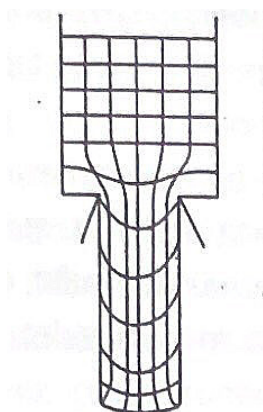


Figura 12 - Deformação homogênea (Baptista, 2015)

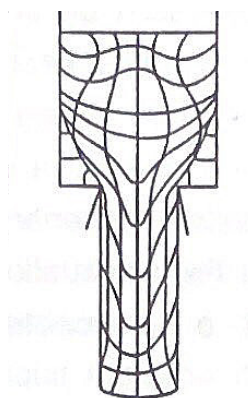


Figura 13 - Deformação heterogênea (Baptista, 2015)

Para concluir, segundo Palma (2014), os fatores que influenciam o processo e a qualidade da extrusão de alumínio são:

- Temperatura
- Velocidade
- Matriz
- Arrefecimento
- Alinhamento
- Processo/Pessoas

A temperatura e a velocidade, como é possível perceber anteriormente, são definidas recorrendo a testes para cada material, dependendo da dimensão do tarugo, de forma a garantir uma correta pressão do processo de extrusão.

Um fator muito importante é também a qualidade da matriz, que necessita de cumprir critérios rigorosos durante a sua produção, de forma a garantir que o perfil é extrudido em perfeitas condições e sem empenos.

Para além disso, o arrefecimento do perfil é um fator a ter também em conta. Em casos específicos são projetados canais de arrefecimento do perfil, na própria matriz. Este arrefecimento é utilizado de forma a corrigir empenos que ocorreriam sem arrefecimento.

O alinhamento da matriz e da prensa é também muito importante, garantido assim melhor qualidade do processo.

Por fim, é necessário que as pessoas ligadas ao processo conheçam exatamente todos as variáveis e os fatores do mesmo, de forma a contribuírem para uma qualidade superior.

2.1.1.1 Equipamentos de extrusão

Na teoria, para este tipo de processo, os equipamentos de extrusão costumam ser hidráulicos e podem ser divididos em dois grandes grupos:

- Prensas Verticais
- Prensas Horizontais

As prensas verticais são construídas com capacidades entre as 300 e as 2000 toneladas, com a vantagem do alinhamento do êmbolo com as ferramentas e da elevada taxa de produção, necessitando de um menor espaço de trabalho.

Devido à sua construção, proporcionam um arrefecimento uniforme do tarugo na câmara de extrusão, resultando numa deformação simétrica e uniforme.

As prensas horizontais, são usadas maioritariamente para a produção de barras e tubos e a sua capacidade pode ir das 1500 até as 225000 toneladas.

Na prática, a grande maioria dos clientes com que o grupo ALUPOINT trabalha, possuem prensas horizontais (Navarra, 2019).

2.1.2 Montagem de ferramentas

A montagem das ferramentas foi projetada para uma fácil reposição das partes danificadas e para a recuperação/reutilização das ferramentas. A ideia neste ponto é conseguir demonstrar apenas a montagem no interior da prensa, para que mais à frente se possa explicar cada uma das ferramentas produzidas na ALUPORT.

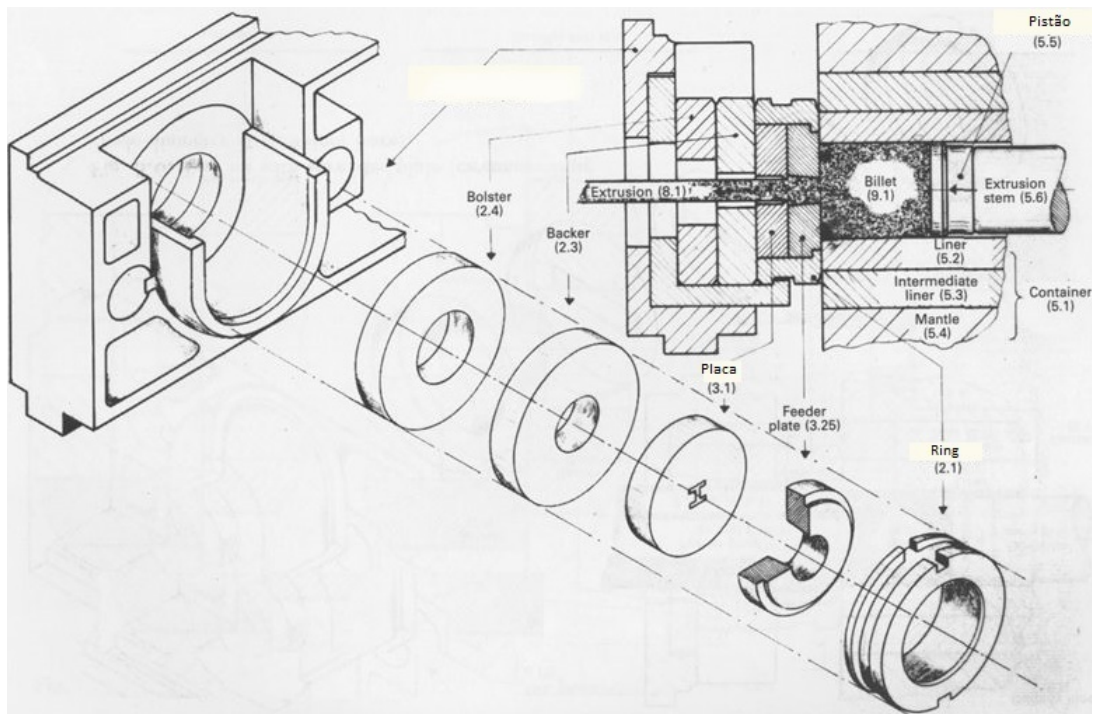


Figura 14 - Set de Montagem de Ferramentas separadas (Adaptado de IFSC, 2019)

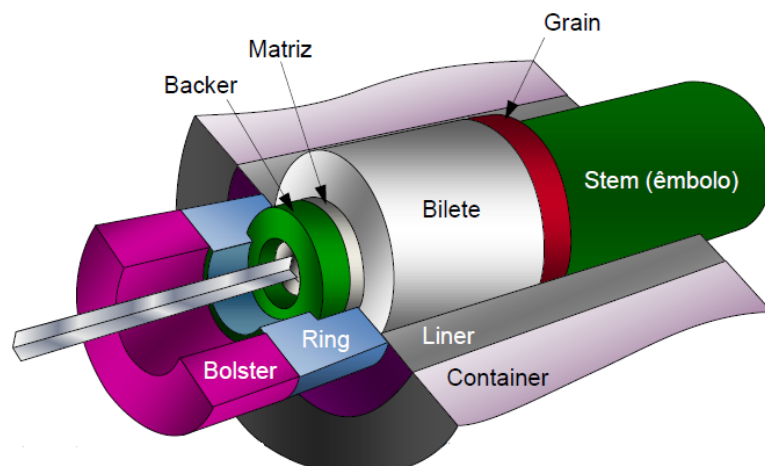


Figura 15 - Set de Montagem de Ferramentas (Palma, 2014)

Com base nas duas figuras anteriores (14 e 15), é possível perceber que um set de montagem de ferramentas é composto essencialmente por: o *bolster*, o *backer*, o *ring*, a *matriz*, o *pistão* (cabeça fixa ou *grain*) e o *êmbolo*(*stem*).

A matriz está inserida dentro do *ring*, que contem ainda o *backer*, responsável por fazer o seu preenchimento, como é o caso da figura 15, que é o mais habitual na produção da ALUPOINT.

O pistão, por sua vez, é responsável por realizar a compressão do tarugo (bilete) contra a matriz. No caso da figura 14, estamos perante uma matriz sólida, composta com placa e *feeder plate*, com a sua finalidade explicada mais à frente.

Para finalizar, o *bolster* é responsável por fazer o preenchimento fora do *ring*, servindo de apoio ao mesmo.

2.2 Ferramentas de Extrusão

Depois de explicadas as bases da extrusão de alumínio anteriormente, em que é notório que se trata de um processo difícil com propriedades que necessitam de ser continuamente ajustadas, é fácil perceber que as ferramentas de extrusão de alumínio estão sujeitas a um elevado desgaste.

Deste modo, como se trata de um processo com características muito específicas, obriga a uma escolha ponderada do material para as ferramentas de extrusão.

Hoje em dia, como o mundo da investigação se encontra em constante desenvolvimento e como há uma necessidade por parte dos investigadores de publicarem os estudos que desenvolvem, é mais fácil obter informações sobre as mais diversas áreas. Como a extrusão de alumínio não é exceção, o material com melhores propriedades para desempenharem uma boa função enquanto ferramenta de extrusão também se encontra identificado.

No caso concreto das matrizes, ferramenta com condições de trabalho mais severas, uma vez que estão sujeitas a esforços mecânicos e de carga térmica, devem apresentar valores máximos de tenacidade, dureza e resistência a quente, assim como elevada resistência ao revenido e à fadiga térmica.

Segundo Soares (2009), o aço indicado para este tipo de ferramentas é o 1.2343 ou o aço 1.2344, com durezas entre os 44 HRC e os 49 HRC, podendo chegar aos 52 HRC, no caso de serem nitruradas.

Na ALUPOINT, para além das matrizes serem fabricadas com este tipo de aço, com durezas dentro do intervalo indicado pelo autor Soares, também as outras ferramentas são produzidas com este tipo de aço, à exceção dos *backers* e *bolsters*, uma vez que não são sujeitos a esforços tão elevados e utilizam um aço com propriedades idênticas para a função que desempenham, mas mais barato.

As peças apresentadas em seguida, são peças produzidas pelo grupo ALUPOINT. Optou-se por uma divisão das ferramentas consoante a sua função e dividiram-se as matrizes pelo tipo de matriz existente.

2.2.1 Bolster/Backer

O *bolster* é uma ferramenta para fornecer apoio à matriz, servindo como encosto e como parte do enchimento. Nos casos mais complicados, em que o perfil tem uma zona com grande sollicitação de esforços, o *bolster* é dimensionado para dar suporte a esta zona (Aluport, 2015).

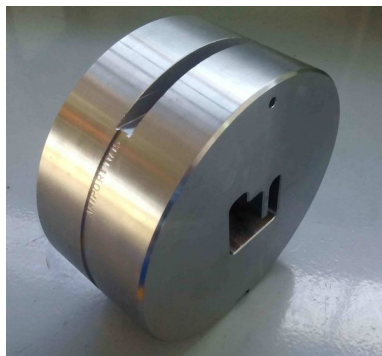


Figura 16 – Bolster (Aluport, 2015)

O *backer* por sua vez faz o restante enchimento da matriz, de maneira a que a matriz tenha o comprimento do *ring* (porta ferramentas), isto porque o mesmo *bolster* pode ser utilizado para mais que um perfil, poupando dinheiro. Na mesma medida o *backer* também pode servir para reforçar o perfil nas zonas mais complexas (Aluport, 2015).



Figura 17 - Backer

2.2.2 Ring's (Anéis/Porta Ferramentas)

Os *Ring's* (figura 18) são ferramentas para as prensas que levam dentro deles as matrizes, delimitando o espaço da matriz (Aluport,2015). A mesma prensa pode usar vários *ring's* com dimensões diferentes.

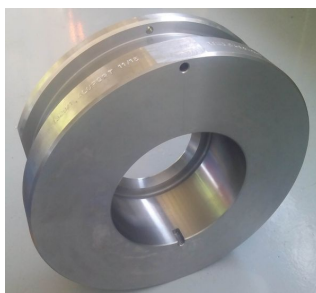


Figura 18 – Ring (Aluport, 2015)

2.2.3 Matrizes

As matrizes são de maneira simples um disco de aço, que contém um ou mais orifícios do perfil desejado. Assim, consoante o perfil que se quer extrudir podem ser divididas em: Sólidas, Tubulares, Semitubulares.

Vendo de maneira mais completa, não é assim tão simples. Todas as matrizes, sejam sólidas, tubulares ou semitubulares, são compostas por um *bearing*. Mas afinal o que é o *bearing*?

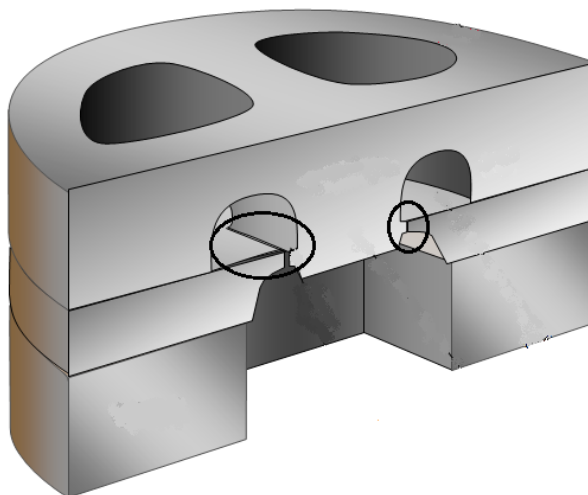


Figura 19 - Bearing macho/placa (Adaptado de Aluport, 2015)

O *bearing* (figura 19) é o que auxilia a correta extrusão de alumínio, isto é, é uma altura dimensionada de aço que delimita o perfil e que faz de travão nas zonas mais favoráveis à extrusão. É afetado:

- Pela posição do perfil em relação à matriz, ou seja, nas zonas centrais da matriz, com maior velocidade em relação às zonas mais afastadas, o *bearing* tem que ter alturas superiores;
- Pela geometria, nos casos em que a geometria por si só implica perdas de carga em pontos do perfil, que têm que ser compensados através de alturas do *bearing* inferiores ao resto do perfil;
- Nas zonas de maior entrada de alumínio como é o caso das bocas no macho, aqui os *bearing's* tem que ter uma altura superior para compensar a maior entrada.

A principal função do *bearing* é conseguir uma velocidade de extrusão (de saída) do perfil uniforme, distribuindo as perdas de carga por todo o perfil. Assim quanto maior for o *bearing*, maior será a perda de carga naquele ponto do perfil, que serve para compensar a maior velocidade de entrada do alumínio. Isto serve para eliminar empenos no perfil extrudido, figura 20.



Figura 20 - Perfil extrudido

2.2.3.1 Sólidas

A matriz sólida é caracterizada por representar um perfil sem partes ocas, sendo a abertura do perfil da matriz igual ao perfil que se quer extrudir (Aluport, 2015).

Quando se trata de perfis simples é composta apenas por uma placa que contém o perfil. Em perfis mais exigentes ou com o diâmetro do tarugo inferior ao perfil que se quer extrudir, aplica-se um *feeder plate*, também conhecido como placa de alimentação (figura 22). A ideia é guiar o tarugo para as zonas mais exigentes ou fora do diâmetro do tarugo.



Figura 21 - Placa sólida



Figura 22 - Placa de alimentação

2.2.3.2 Tubulares

A matriz tubular obriga ao complemento da placa com o macho, para se conseguir cumprir as partes ocas do perfil (Aluport, 2015), isto é, o perfil exterior é conferido pela placa, tal como nas sólidas e a parte oca é conferida pelo macho, que entra na placa, ficando os *bearing's* ao mesmo nível (figura 24).



Figura 23 - Conjunto macho/placa e perfil (Aluport, 2015)

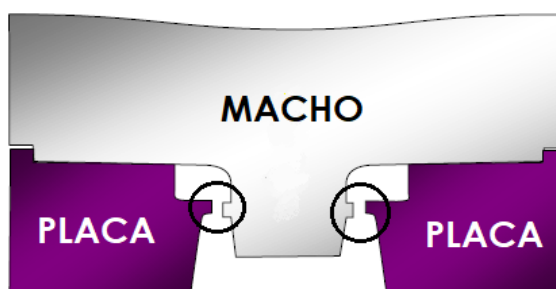


Figura 24 - *Bearing's* macho/placa (Adaptado Palma, 2014)

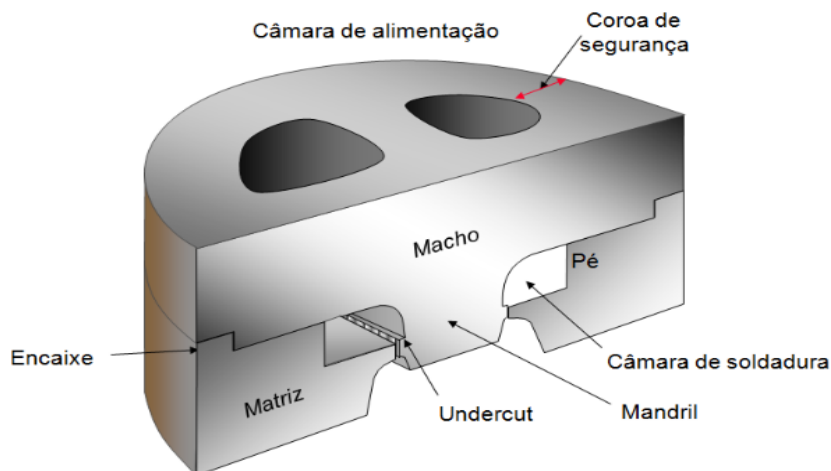


Figura 25 - Nomenclatura da matriz (Aluport, 2015)

2.2.3.3 Semitubulares (*Semihollow*)

A matriz semitubular ou *semihollow*, é uma espécie híbrida da matriz sólida e tubular e serve para perfis mais complexos que obrigam a matrizes mais fortes (Aluport, 2015), isto é, é apenas composta pela placa, no entanto a placa tem espessuras superiores, com bocas de alimentação para guiar o tarugo para a zona do perfil, desviando-o de zonas sólidas, de forma a que o esforço de compressão não seja aplicado nessas zonas mais frágeis, tal como mostra a figura 26.

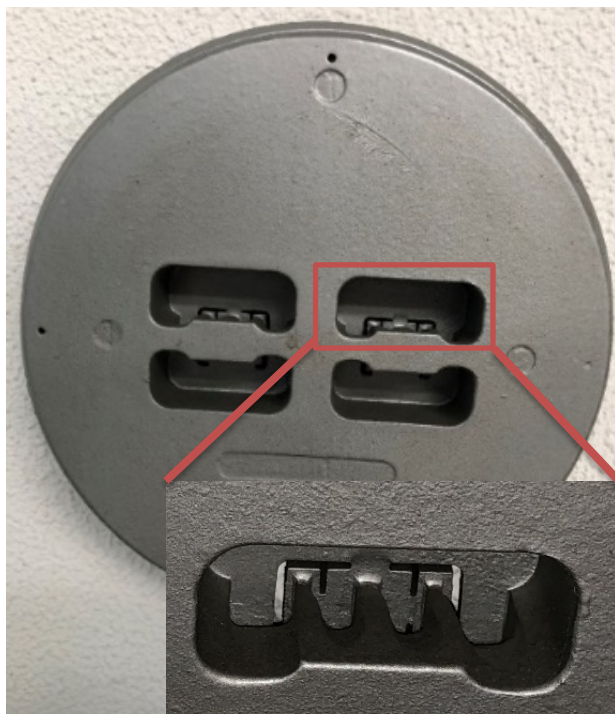


Figura 26 - Placa Matriz semitubular

Na figura 27, consegue-se perceber a diferença da montagem entre uma matriz sólida e uma matriz tubular (Palma, 2014), em que o *ring* tem um formato diferente na zona de entrada e os *backers* costumam ter espessuras maiores

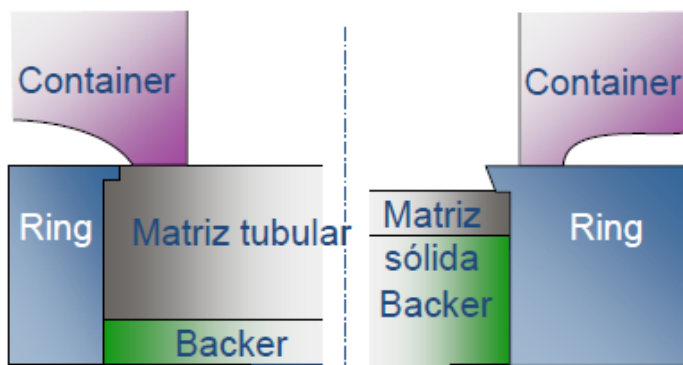


Figura 27 - Esboço das ferramentas dentro do container (Palma, 2014)

2.2.4 Cabeças Fixas/*Castool*

A cabeça fixa (figuras 28 e 29), também conhecida como atelier ou mesmo pistão parece uma peça simples, mas na realidade é bastante complexa, isto devido às funções que tem que exercer. A principal função é empurrar o tarugo através da matriz, movimento que ocorre ciclicamente. Para além disto, tem que absorver o calor do tarugo que seria transmitido ao êmbolo. Mais, tem que expandir quando sujeita a carga, vedando o *container*, deixando apenas uma película fina de revestimento e voltar à sua dimensão inicial quando se remove a carga, para não danificar o container (Aluport, 2015).

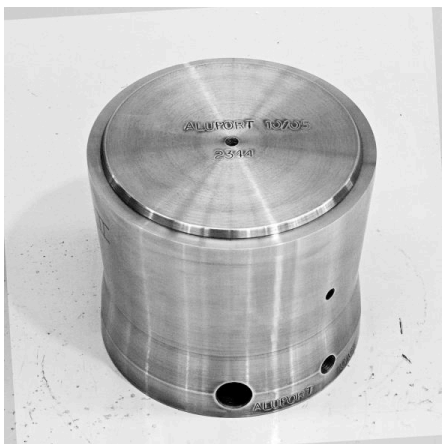


Figura 28 - Cabeça fixa (Aluport, 2015)



Figura 29 - Cabeça fixa desmontada (Aluport, 2015)

O *Castool* é em tudo idêntico à cabeça fixa, apenas diferem na maneira como são contruídos. Enquanto que a cabeça fixa é construída por duas grandes peças, o corpo exterior e interior, como se pode observar na figura 29, o *Castool* tem uma divisão no corpo exterior, separando-o em três grandes peças (figura 30), de maneira a economizar dinheiro quando é necessário a sua reposição, pois são peças que sofrem grandes esforços, conjugados com a oxidação.

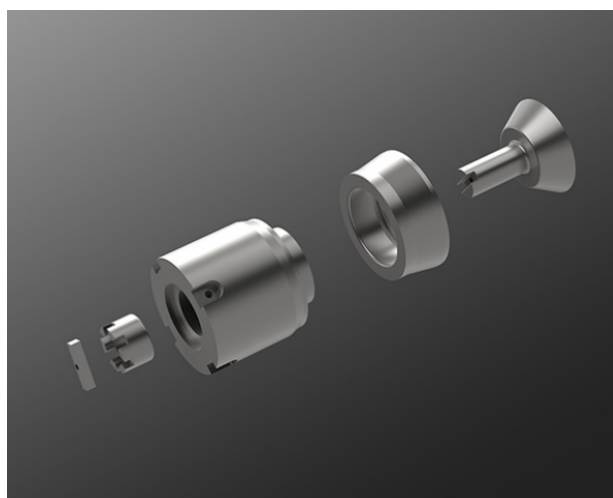


Figura 30 - *Castool* separado por partes (Aluport, 2015)

2.2.5 Navalhas

As navalhas (figura 31) são usadas para cortar os extremos do tarugo de alumínio e cada prensa tem uma navalha com um desenho específico, tendo que ser produzidas para cada prensa especificamente. Como sofrem grande desgaste na zona de corte, tem que ser renovadas de tempos a tempos (Aluport, 2015).

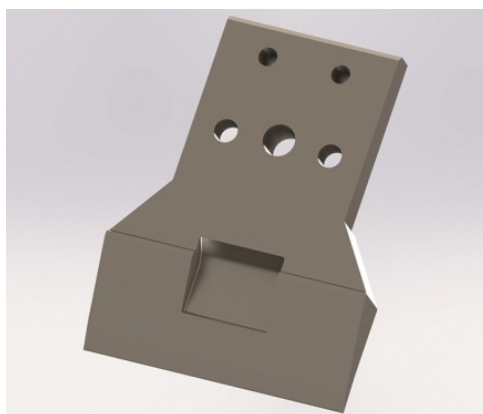


Figura 31 – Navalha (Aluport, 2015)

2.2.6 Discos de Limpeza

Os discos de limpeza (figura 32) são utilizados no final de se dar a extrusão, para limpar os restos do tarugo que ficam no container (Aluport, 2015).

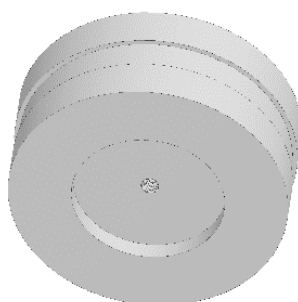


Figura 32 - Disco de limpeza (Aluport, 2015)

3 PRODUÇÃO NA INDÚSTRIA DAS MATRIZES

Neste capítulo, como um dos principais objetivos do estágio é o contacto com a estrutura da empresa, de forma a que se interagisse e percebesse como se procede em qualquer etapa de fabrico, definiu-se como objetivo abordar a estrutura e o trabalho que é desenvolvido na ALUPORT, recorrendo ao seu dia a dia, escolhendo relatar a produção de uma matriz, uma vez que é o ex-libris da produção da empresa. O Fluxograma da produção de matrizes na ALUPORT é o apresentado na figura 33.

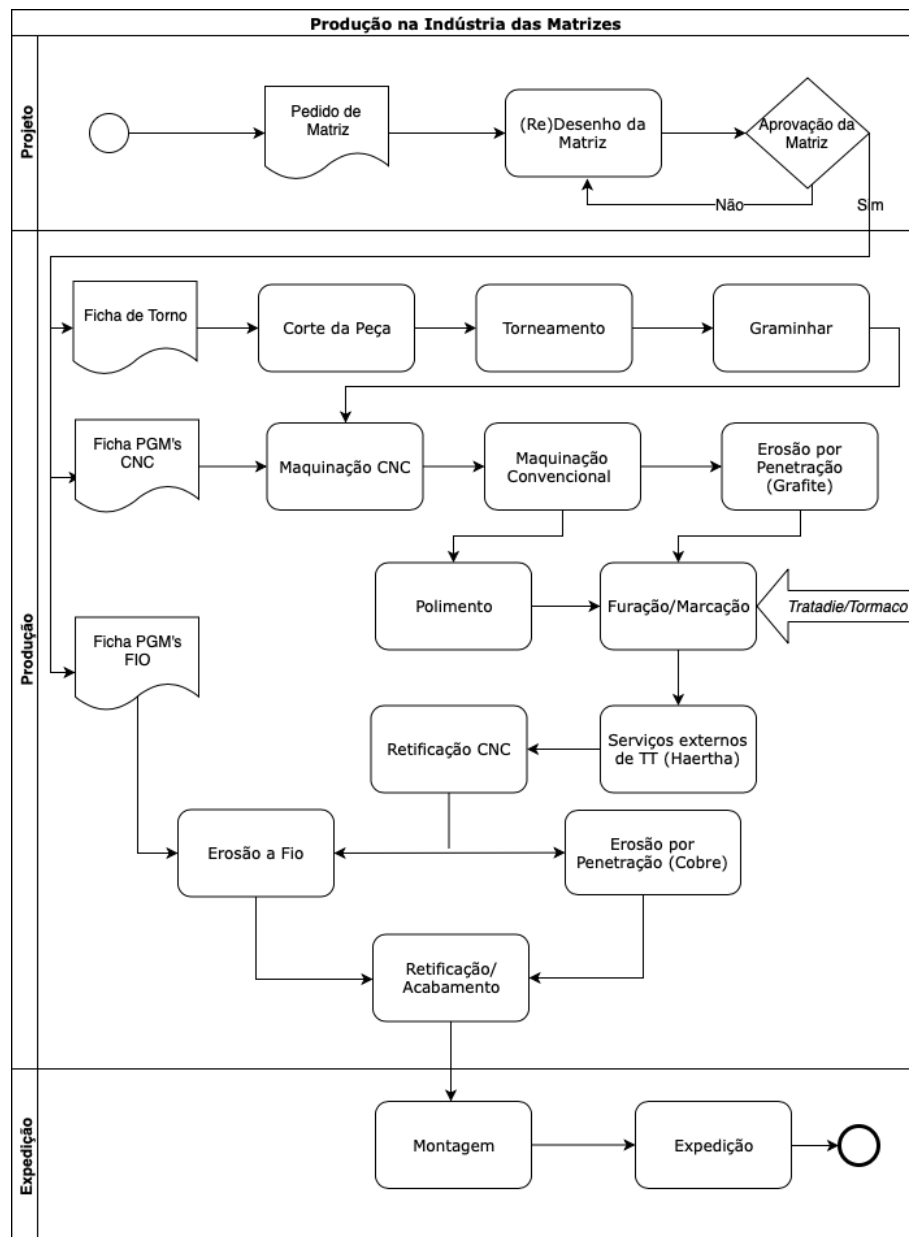


Figura 33 - Fluxograma produção na indústria das matrizes

Como apresentado anteriormente (figura 33), a produção de uma matriz obriga a uma estrutura bem definida, sendo um processo exigente e rigoroso, em que é necessário tomar em consideração determinados parâmetros, para que ela possa apresentar uma qualidade de excelência, garantindo uma correta extrusão.

3.1 Gabinete de projeto

A primeira etapa na conceção de uma matriz, é o gabinete de projeto (figura 34), que normalmente recebe uma solicitação por parte do cliente para que seja produzida uma nova matriz. Assim o cliente faz uma requisição, enviando como anexo o perfil que pretende extrudir devidamente cotado e com informações que considere importantes, como por exemplo os seus lados visíveis ou a sua posição de extrusão. Se for um cliente que faça parte da base de dados da ALUPORT, basta apenas informar qual será a prensa de trabalho, simplificando a troca de informação. Caso não o seja, o cliente tem que informar quais as características da prensa, como a dimensão do porta ferramentas ou até mesmo a capacidade. A partir daí dá-se início ao projeto da matriz verdadeiramente dito.

A matriz começa por ser desenhada recorrendo a software de CAD 2D, neste caso específico o Autocad, tendo por base as informações recebidas pelo cliente, as quais influenciam a posição da matriz e a alimentação do perfil. Depois de desenhada e devidamente cotada em 2D, é então encaminhada para o chefe de desenho. Este é responsável por dimensionar os *bearing's* da matriz e avaliar a alimentação dos mesmos, concluindo a sua parte do trabalho com a aprovação do desenho.

Na grande maioria dos casos, a matriz carece da aprovação do cliente, pelo que é enviado o desenho aprovado anteriormente pelo gabinete de projeto ao cliente, obrigando a fazer parte integrante do projeto.

Depois de aprovada pelo cliente, o gabinete inicia o seu trabalho na produção da matriz, começando com a programação da maquinação da peça em softwares de CAD/CAM MastercamX4, Mastercam2017 e em GCAM.

Para simplificar o trabalho, aumentando a produtividade dos seus trabalhadores, os programadores têm trabalhos específicos, desempenhando a programação daquilo que lhe compete.

Como se trata de trabalho em cadeia, em que dependem do trabalho de outros programadores, estes possuem bases e ideias de todas as etapas da programação.

Ao mesmo tempo que é iniciada a programação, é emitido um documento de produção (ficha de torno) que contém o desenho das peças a toronar com as cotas necessárias, a partir da qual o operador de torno inicia as suas tarefas (ver mais à frente).

No fim das etapas de programação, é emitido um documento de produção (ficha de programação) com uma folha de rastreio (ficha de fabrico) que acompanham a peça ao longo das etapas de produção.

A folha de rastreio é importante, uma vez que identifica a peça através do seu número de fabrico e serve para que os técnicos que realizam as diversas etapas da peça preencham parâmetros relativos à peça, sendo ao mesmo tempo os responsáveis por aquela etapa, de forma a aumentar a qualidade do produto final.



Figura 34 - Gabinete projeto com vista para a produção

3.2 Torneamento

Esta etapa está subdividida, uma vez que, primeiro o operador do torno procede ao corte do material necessário e só depois procede ao torneamento da peça. Tudo isto é realizado tendo por base a ficha de torno emitida pelo gabinete de projeto, a qual é normalmente composta pelo macho, pela placa e pelo *backer*.

3.2.1 Corte

Assim que recebe a ficha do torno, o operador desloca-se à zona de corte, para colocar o serrote de fita em funcionamento, a fim de haver a maior economia de tempo possível. Então, coloca o lote de material que pretende cortar no serrote, seleciona a espessura que é necessária e coloca o serrote em funcionamento. O diâmetro do lote de material é normalmente dois ou três milímetros acima do diâmetro da peça, para se poder realizar desbastes e acabamentos com margem de segurança. Para além disso a espessura selecionada pelo operador é acima da

espessura da peça entre um a três milímetros para o mesmo poder realizar operações de facejamento. Depois de cortado, o lote de aço dá origem a um disco.



Figura 35 - Secção do serrote mecânico e lotes de aço



Figura 36 - Saída serrote mecânico

3.2.2 Torno

O operador, com o auxílio de um carro, faz o transporte do disco até ao torno. Em seguida, procede ao torneamento da peça com recurso a um torno CNC vertical e a programas predefinidos, alterando-os para que cumpram as dimensões da peça.

Nem todos os diâmetros que a ALUPORT utiliza são torneados em Águeda, nem faria sentido, uma vez que tem uma empresa especializada para isso. Assim, a ALUPORT apenas torneia matrizes com os diâmetros de 246 e de 280mm, que têm maior utilização, eliminando tempos de espera.

As matrizes com os diâmetros de 200, 220, 260, 318, 380, 400 e 500mm são realizadas na empresa de Soure, a TORMACO. Estes são depois transportados, diariamente, consoante a necessidade para a ALUPORT.

Depois de concluído o torneamento da peça, o operador procede à marcação do tipo de aço na peça. Em seguida, utilizando o sistema informático implementado, dá baixa do material utilizado nos lotes e insere a peça no sistema de produção.

A peça está então preparada, pelo que o operador faz o seu transporte até ao posto de graminhar, separando apenas por machos e placas.

Para além destas tarefas, o operador é responsável por receber o aço proveniente dos fornecedores, armazenando-o e inserindo-o nos lotes existentes informaticamente.



Figura 37 - Torno CNC vertical e stock de discos/peças

3.3 Graminho

No posto de graminhar, os machos são marcados com uma linha central dos dois lados pelo operador encarregue para os desbastes. Noutro lado, são graminhadas as placas, de forma mais completa, uma vez que as linhas extras ajudam a centrar a placa na erosão por penetração. Os *backers*, como normalmente são feitos em fresadoras CNC horizontais saltam esta etapa. É uma etapa com um grau baixo de precisão, apenas serve para auxílio a destorcer a peça nos desbastes.

Após esta etapa as peças são levadas até a zona de desbastes dos machos e das placas onde encontram as fichas de fabrico.



Figura 38 - Posto de graminhar placas



Figura 40 - Banca de machos



Figura 39 - Posto de graminhar machos

3.4 Maquinação CNC

Antes de iniciar esta etapa propriamente dita, os operadores encarregues para o efeito devem medir a peça para saber se está conforme a ficha de rastreio.

Como os desbastes são uma etapa demorada, mas fundamental para o processo, a ALUPORT é dotada de nove centros de maquinação para o efeito.



Figura 41 - Centro de maquinação CNC (Equipamento nº 132)

Três destes centros procedem ao desbaste dos machos e estão ao encargo de um operador. Por outro lado, para o desbaste das placas tubulares existem outros três centros de maquinação ao abrigo de outro operador. Este mesmo operador está encarregue dos desbastes dos *backers*, os quais são realizados num centro de maquinação à parte. Por fim, ficam a restar dois centros de maquinação que estão à responsabilidade de um terceiro operador e onde se realizam os desbastes das placas sólidas.

De referir que no desbaste das placas sólidas e tubulares é realizado o furo do AD, furo este que vai servir para a abertura do perfil na eletroerosão de fio, como é possível ver mais à frente.

Depois de concluídos os desbastes é importante que os operadores voltem a medir a peça, mas desta vez segundo os parâmetros que são necessários preencher na ficha de fabrico.

Esta etapa vai ser explicada mais detalhadamente no capítulo 4.

3.5 Maquinação Convencional

Os machos depois de desbastados são transportados pelo operador até à bancada dos fresadores. Aqui, através de uma fresadora manual de cinco eixos (figura 42), são realizados pequenos desbastes que não são possíveis numa máquina CNC de três eixos ou deste modo tornam-se mais rápidos, como é o caso dos afiamentos do lado da saída ou pequenos toques/ retificações no desencaixe (figura 43).

Já as placas só chegam a esta etapa depois de passar pela erosão por penetração (caso precisem), sendo que começam por abrir o *bearing* com o eléctrodo de grafite e só depois vem realizar pequenas aberturas na entrada, para facilitar a passagem de alumínio no processo de extrusão.

Os *backers* depois de maquinados na CNC passam diretamente para a furação.



Figura 42 - Fresadora manual



Figura 43 - Afiamentos lado da saída

3.6 Eletroerosão por Penetração Grafite

Normalmente, só as placas com os perfis mais complicados, que não são possíveis de realizar ou de difícil realização através da maquinação CNC é que tem que abrir com a eletroerosão por penetração. Neste caso é emitido uma ficha de eletroerosão por penetração, para que seja realizado a maquinação do eléctrodo de grafite. Assim, quando a peça chegar a esta etapa, o eléctrodo já estará pronto, como na figura 44. No caso dos machos, passarão por uma etapa idêntica mais à frente.



Figura 44 - Preparação do eléctrodo

3.8 Furação e Marcas

As peças chegadas aqui são agrupadas. Machos ficam todos juntos, tal como as placas e os *backers*, de modo a facilitar o trabalho. Isto acontece, porque normalmente para além dos furos e das marcas serem realizados por grupos de peças, também o tratamento térmico é realizado do mesmo modo e assim adianta-se trabalho.

Os furos necessários nas faces das peças já costumam vir realizados da maquinaria CNC, pelo que aqui é feita uma retificação quando necessário. Por exemplo, no caso de ser necessário rosca. Para além disso, roscam-se os furos que são necessários roscar e realizam-se os furos na parte exterior da peça.

Por fim é feita a marca da referência da matriz, da data em que foi realizada e da inscrição 'ALUPORT', tudo isto recorrendo a punções de marcação (figura 51).

É ainda importante referir que as peças produzidas nas empresas do grupo, como as peças da TRATADIE e da TORMACO, são introduzidas nesta etapa. Aqui são separadas e é realizado o trabalho como uma peça normal, seguindo depois para o tratamento térmico.



Figura 48 - Separação de peças



Figura 49 - Furação



Figura 50 - Roscagem



Figura 51 - Marcas e punções

3.9 Tratamentos térmicos

Os tratamentos térmicos, como já foi referido no capítulo da introdução, são realizados por uma empresa exterior à ALUPORT, embora pertença ao grupo. As suas instalações são anexas à ALUPORT, chegando a haver passagem entre as duas empresas.

Os machos, as placas e os *backers* costumam temperar por grupos, de modo a conseguir obter melhores propriedades em cada um.

São sujeitos a tratamentos de têmpera, estudados para cada peça, sendo que os machos e as placas devem ter durezas entre os 47-49 HRC e os *backers* entre os 44-46 HRC. As durezas são analisadas no final de cada tratamento, antes da peça voltar à ALUPORT, de modo a conferir se os valores estão dentro do intervalo.



Figura 52 - Fornos para tratamentos térmicos

3.10 Retificação CNC/ Mó

O processo de retificação é um processo complexo e composto por três fases distintas. Como as peças foram sujeitas a tratamento térmico - possível causador de empenos - a primeira fase consiste numa primeira retificação das superfícies planas, recorrendo a uma máquina CNC. Como é uma operação mais simples, utiliza-se uma mesa magnética, centrando -se a peça com a ajuda das marcas da mesa. O zero dos eixos x, y e z corresponde ao centro da mesa, logo, apenas é necessário medir a sua espessura e recorrendo à tabela dos *offsets*, define-se a altura em z e os incrementos com que se vai trabalhar. São utilizados subprogramas, que realizam a maquinação num plano z de fora para dentro da peça. No caso dos *backers*, como se encontram prontos, são então armazenados até que o resto das peças da matriz estejam finalizadas.

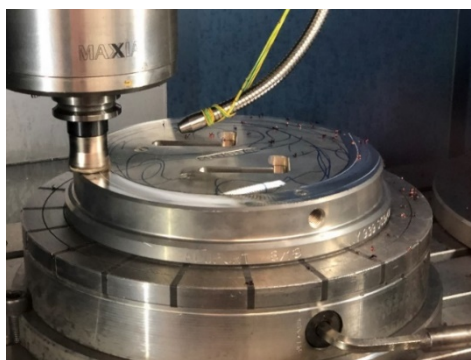


Figura 53 - Retificação das faces planas

Devido ao sistema de aperto, o operador está encarregue de fazer a desmagnetização das peças e fazer o seu transporte para as próximas fases.



Figura 54 - Máquina desmagnetizadora

Finalizada a desmagnetização, as placas seguem para a última etapa, enquanto que nos machos é realizada uma retificação da superfície que contém o castelo, recorrendo a uma retificadora plana. Aqui, apenas a superfície mais afastada do castelo é retificada, pois a superfície na zona do castelo vai ser retificada posteriormente.



Figura 55 - Retificadora plana

A última fase de retificação é a mais complexa e de grande importância, uma vez que confere à matriz as características do perfil. Nos machos retifica-se o encaixe, a superfície de contacto com a placa, os *bearing's*, o desencaixe do castelo e os furos das cavilhas. Já nas placas, é feita a retificação do encaixe, a superfície em contacto com o macho, os *bearing's* e o ressalto exterior que serve para centrar a placa na eletroerosão por fio.

Todo este processo é realizado com um máximo de precisão, de modo a garantir um correto alinhamento na posição do macho e da placa, garantindo não só a qualidade da matriz, mas também a qualidade da extrusão. Para isso recorre-se não só a paquímetros, mas também a micrómetros para obter resultados mais precisos.



Figura 56 - Retificação do encaixe do macho

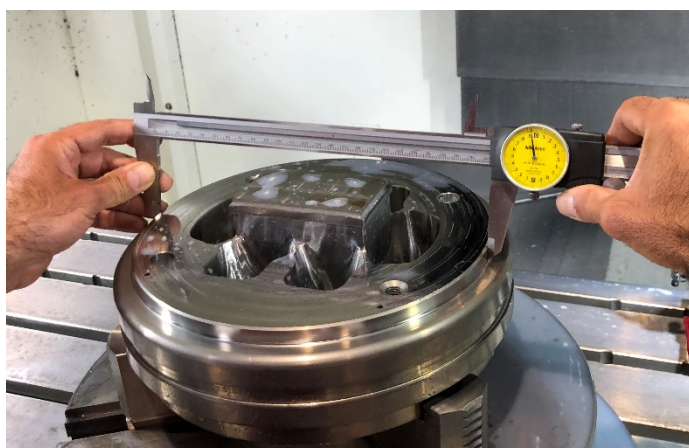


Figura 57 - Medição com paquímetro



Figura 58 - Medição com micrómetro

3.11 Eletroerosão por penetração cobre

Esta etapa é apenas para os machos, uma vez que as placas já passaram por uma etapa idêntica anteriormente. Estes são então sujeitos a eletroerosão por penetração, com elétrodo de cobre, de modo a que os castelos consigam cumprir as especificações do perfil requerido pelo cliente (figura 59 e 60), mas tal só acontece quando o perfil tem zonas mais exigentes, impossíveis de realizar recorrendo a maquinação CNC.

Também é aplicado em casos em que as fresas não conseguem fazer o desencaixe (*undercut*) necessário, pelo que se utilizam os elétrodos de cobre (figura 61). Aquando o projeto da matriz, caso ela necessite desta etapa, é emitida uma ficha para a eletroerosão de fio para que seja aberto o perfil numa chapa de cobre. Assim quando a peça chegar para realizar a abertura do perfil, o elétrodo de cobre já estará preparado.

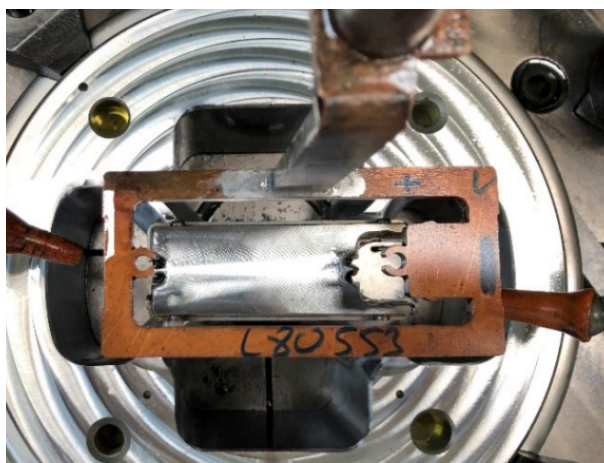


Figura 59 - Erosão do perfil do castelo



Figura 60 - Eletroerosão por penetração

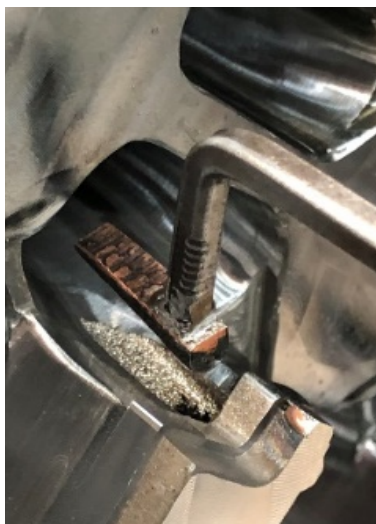


Figura 61 - Erosão do desencaixe do castelo (aprox.)

3.12 Eletroerosão de fio

No parque de máquinas de fio existem seis máquinas operacionais, sendo que uma delas é apenas para abrir o perfil das chapas de cobre, que dão origem aos elétrodos de cobre, utilizados na eletroerosão por penetração.

A operação de eletroerosão de fio ocorre em paralelo à operação anterior, de modo a que seja aberto o perfil das placas.

Aqui, a placa é assente na mesa de trabalho, é centrada com recurso ao ressalto que foi retificado na etapa anterior e o fio colocado no furo do AD realizado na etapa dos desbastes.



Figura 62 - Eletroerosão de fio, Elétrodos de cobre



Figura 63 - Eletroerosão de fio, Placas

3.13 Acabamentos

Depois de realizado a abertura dos perfis, quer nos machos quer nas placas, os técnicos responsáveis por cada uma das etapas anteriores, estão encarregues de fazer o transporte até a uma das cinco bancas de acabamentos.

Aqui, os operadores preocupam-se com os *bearing's* das placas e dos machos, nos quais aplicam lima de diamante ou lixas de grão fino, para que todas as pequenas imperfeições fiquem disfarçadas.

É também importante que comparem os perfis simetricamente e ainda que realizem verificações dimensionais do perfil das placas, com recurso a blocos padrão, para garantir uma extrusão com qualidade e que o perfil saía o mais uniforme possível.



Figura 64 - Placa com perfil a ser limado

3.14 Montagem

Os operadores responsáveis pela montagem da matriz têm que fazer a recolha das peças, isto é, recolher o macho e a placa, bem como, levantar o *backer* no posto de armazenamento.

Depois de realizada esta primeira tarefa, os operadores atestam a qualidade da matriz, realizando uma última verificação dimensional do perfil entre o conjunto macho e placa, garantindo a qualidade das peças produzidas.

Por fim, fazem a montagem da matriz e embalam-na para que fique pronta para a entrega ao cliente.



Figura 65 - Verificação da matriz



Figura 66 - Preparação para embalagem da matriz



Figura 67 - Embalamento

3.15 Expedição

A última etapa é então a expedição da matriz. Esta pode ser realizada de duas formas:

- O cliente desloca-se às instalações e faz o levantamento da matriz
- A matriz segue até ao destino pelo transporte próprio que a ALUPOINT oferece aos clientes.



Figura 68 - Expedição através de serviço da ALUPOINT (Haertha, 2018)

3.16 Correção de Matrizes

Para matrizes que são realizadas pela primeira vez, é normal que haja uma etapa adicional, como a correção da matriz.

Depois de ser feita a expedição da matriz para o cliente, este fica encarregue de realizar um teste na prensa para qual a matriz foi projetada. É normal que o perfil não seja extrudido conforme as condições indicadas pelo cliente, pelo que a ALUPOINT encarrega-se de proceder à correção da matriz.

Faz-se a recolha da matriz junto do perfil extrudido e realizam-se as devidas compensações no *bearing*, tendo por base o perfil extrudido, de modo a que a extrusão do perfil seja realizada corretamente.



Figura 69 - Perfil extrudido e macho



Figura 70 - Perfil empenado e placa

4 ATIVIDADES DESENVOLVIDAS NO ESTÁGIO

Ao longo dos sete meses de estágio, foram desenvolvidas várias tarefas, cumprindo o plano de trabalho traçado, com a inserção em várias etapas do processo produtivo no fabrico de matrizes, bem como no estabelecimento de relações com outras empresas do grupo.

4.1 Formação no processo produtivo

Como referido, a ALUPOINT é uma empresa que opera segundo normas de segurança rigorosas (ISO 9001 e OHSAS 18001), com vista a melhorar a qualidade de saúde e segurança no trabalho, dotando os seus trabalhadores com formações. Neste âmbito, foi realizada uma pequena formação com base no trabalho desenvolvido numa CNC (Anexo 1), aplicando em seguida à produção em geral. Assim, sempre que se utilize um equipamento novo, deve-se consultar a ficha de identificação do equipamento, que possui instruções de segurança, tal como no exemplo do Anexo 2. Neste campo, houve um alertado para a política de reciclagem e separação de resíduos implementada no grupo.

Posto isto, o diretor geral introduziu o tema da extrusão de alumínio, fazendo referência para os principais aspetos a controlar e a ter em causa na construção/produção de uma matriz, como é o caso dos *bearing's*, explicando o fabrico de uma matriz, tal como descrito no capítulo anterior, percorrendo as várias etapas ao longo da fábrica.

A primeira etapa a ser explorada foi o posto de graminhar dos machos, com relevância para a posição da peça a ser graminhada e a marcação do top 'T' em relação à marcação existente na peça.

Aqui, a face do macho é encostada ao íman que vai auxiliar a sua fixação à mesa e recorrendo à ferramenta que dá o nome ao processo, o graminho, traça-se uma linha nas duas faces do macho, percorrendo as superfícies na sua totalidade.



Figura 71 - Graminho



Figura 72 - Graminhagem



Figura 73 - Macho graminhado

Também se sucedeu uma pequena exploração do posto de desbaste, com o intuito de perceber algumas considerações gerais:

- Explicação da posição da peça, de entrada e saída do alumínio consoante a marcação do número de referência no aço. A posição da peça consoante o sentido de extrusão é facilmente observável num macho (figura 75) e com alguma experiência também se torna numa placa, mas quando se fala em *backer's* é obrigatório observar o número de referência (figura 74);
- Medição de um macho e observação do preenchimento da ficha de rastreio.

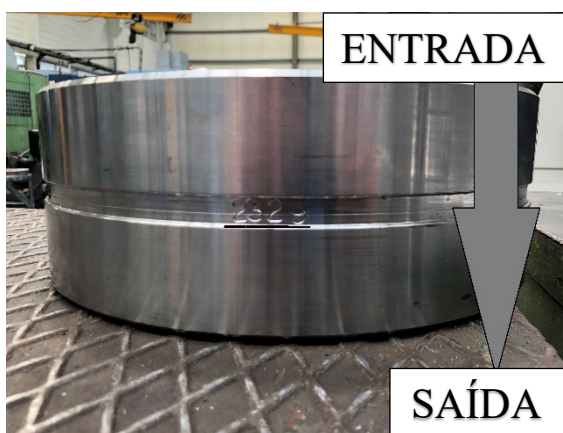


Figura 74 - Sentido de extrusão *backer*

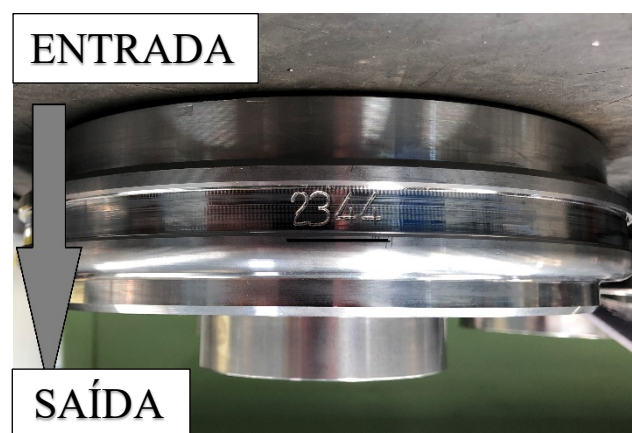


Figura 75 - Sentido de extrusão macho

4.2 Programação de uma matriz

No fim desta breve introdução na produção das matrizes, o objetivo era iniciar a formação tendo por base aquilo que se passa dentro do gabinete de projeto. Então, antes de mais foi observado a marcação de profundidades (tep's) no desenho 2D do *bearing*. Um tep corresponde às 'rampas' do *bearing*, ou seja, onde ocorre a diminuição ou o aumento da altura do *bearing*, de forma a compensar a entrada de alumínio.

Até aqui foi tudo como uma breve introdução naquilo que era um novo tema, sendo que a primeira etapa de formação propriamente dita foi a programação de uma matriz, tendo por base o desenho 2D.

Na ALUPOINT existem dois softwares para a programação, duas versões com bases CAD/CAM que são o MastercamX4 e o Mastercam 2017. O outro é o G.CAM, um software mais antigo.

O MastercamX4 serve para a maquinação que necessita de ser realizada a 3D, como o caso das rampas. Por outro lado, visto só haver uma licença do Mastercam2017, ele só é utilizado em peças que são maquinadas nas máquinas que possuem quatro eixos, o que só acontece nas matrizes de maior dimensão. Neste ponto é importante referir que a ALUPOINT é de momento dotada com três máquinas que possuem quatro eixos, no entanto apenas duas são utilizadas para trabalhar em quatro eixos, embora não o consigam fazer em contínuo, uma vez que a versão que têm apenas permite mover a paleta manualmente. Assim, sempre que é necessário trabalhar num 4º plano, ele é definido pelo programador que anota a rotação do eixo da paleta, que é mais tarde utilizada pelo operador para inserir na máquina.

Já o G.CAM é um programa que foi desenvolvido para uso interno na ALUPOINT e tem por base o desenho a 2D. É um programa bastante simples que possui funções idênticas ao Autocad, como o desenho de retas paralelas, retas perpendiculares, encontrar as tangentes, entre outras, no entanto são realizadas de forma menos intuitiva do que em outros softwares mais modernos. Aqui a programação começa com o desenho das trajetórias de maquinação, que são mais tarde configuradas conforme a maquinação que se pretende fazer.

Como iniciação foram explicados comandos rápidos que auxiliam a utilização do programa, como:

- F1- Limpa a seleção do desenho;
- F2- Serve para fazer zoom (desenhando a janela pretendida);
- F3- Volta ao zoom normal (serve para afastar caso se tenha utilizado o comando F2);
- F6- Calcula o perímetro do contorno selecionado (usado para descobrir interrupções);
- F10- Ligar/Desligar Folhas
 - F10+L- Ligar intervalo de folhas (inserir nºs das folhas);
 - F10+D- Desligar intervalo de folhas;
 - F10+O- Liga todas as folhas;
 - F10+S- Liga apenas uma folha (inserir o nº da folha)

Foi também explorado o ambiente de trabalho do programa:

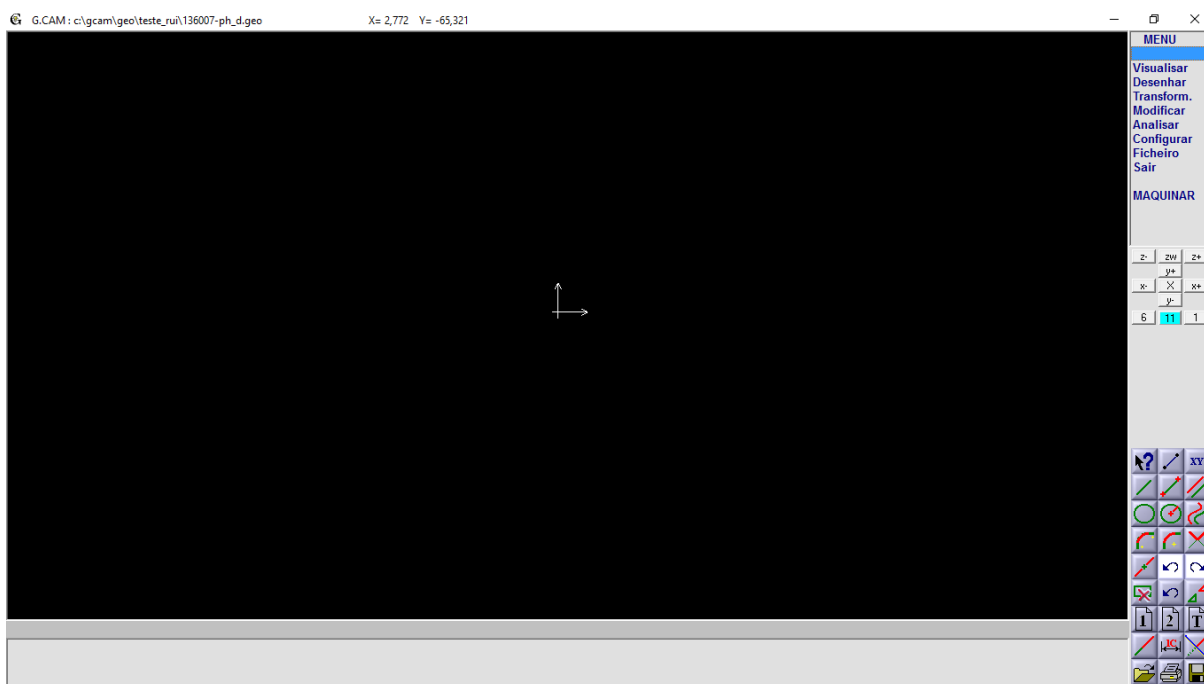


Figura 76 - Ambiente de trabalho G.CAM

Aqui, a principal preocupação foi entender o menu presente no lado direito do ambiente, tal como é possível observar na figura 76.

Dentro da primeira janela do menu, é possível importar/exportar desenhos, complementar as ferramentas de acesso rápido presentes do lado direito na parte inferior e ainda proceder à programação da maquinação. Na parte inferior temos o menu de desenho, com teclas rápidas para desenhar retas, circunferências, entre outras e ainda mudar de cor.

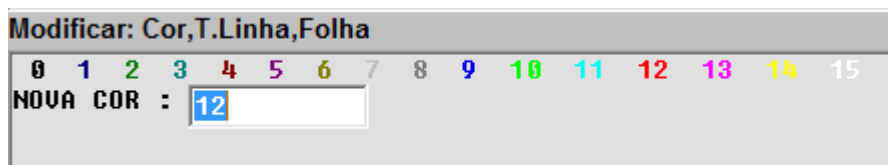


Figura 77 - Janela para alterar a cor

Depois de observar e ganhar alguma experiência, foi explicada a terminação de cada programa, que define do que se trata, realizando para isso a programação de uma matriz, com o auxílio de apontamentos:

Programa 630:

Abre-se a folha 6, a qual tem a marcação da face da entrada. Usa-se um ciclo de furação com fresa de $\varnothing 12$, correspondente a posição cinco no carrossel (T5), com rotação (S) de 850 rpm e um avanço (f) de 55 mm/min.

Por sua vez, a marca horizontal é programada recorrendo ao contorno simples com os parâmetros do 630, com os menus explicados mais à frente. Esta marcas, na prática servem para que na etapa da marcação, seja marcado o top (T) e a referência da matriz.

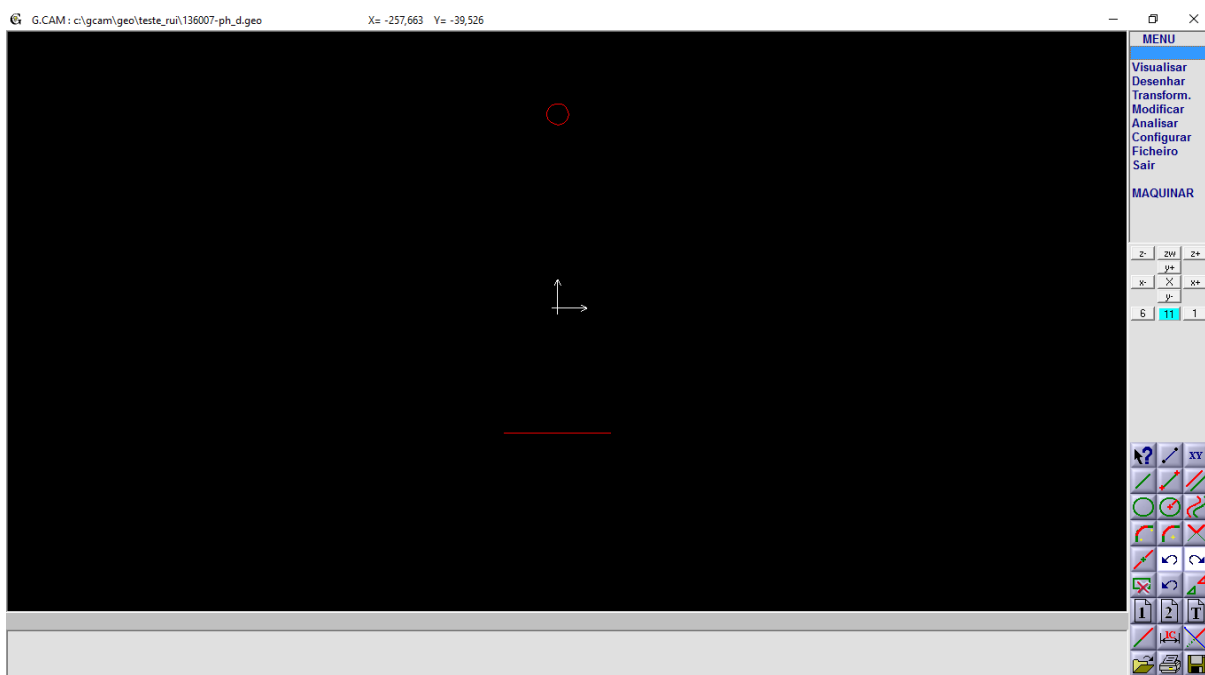


Figura 78 - Folha 6 com as marcas

Programa 666:

É um programa encarregue por fazer o desbaste do castelo através de duas etapas diferentes.

Primeiramente abre-se a folha 11, a qual tem o desenho do perfil e duplica-se para as folhas 10,14 e 16. A folha 14 vai ficar sempre com o desenho do perfil original.

Na folha 10 realiza-se a compensação do castelo (perfil, parte interior), quando o perfil é descentrado. Aqui, a compensação é feita a 0.05mm a favor do centro, salvo exceções de 3 clientes, que com o Ø da matriz igual ou superior a 280mm, a compensação é de 0.075.

O novo perfil, já compensado, é então alterado para a cor 12 (Vermelho) e comparando com o perfil da folha 14. No fim da verificação, duplica-se o perfil da folha 10 para a 11, apagando o perfil anterior.

Começa-se por se desenhar o diâmetro do castelo, o diâmetro do encaixe do macho e o diâmetro exterior e em seguida, desenha-se os contornos para o desbaste do macho:

- Desenha-se a cor 13 (rosa) um contorno ao perfil do macho a 0.75mm (Intermédia);
- Desenha-se a cor 10 (verde) um contorno à intermédia de 8mm, em que se vai utilizar uma fresa de Ø16;
- Por fim desenha-se a cor 12 (vermelho) um contorno a 13.5mm da linha intermédia.

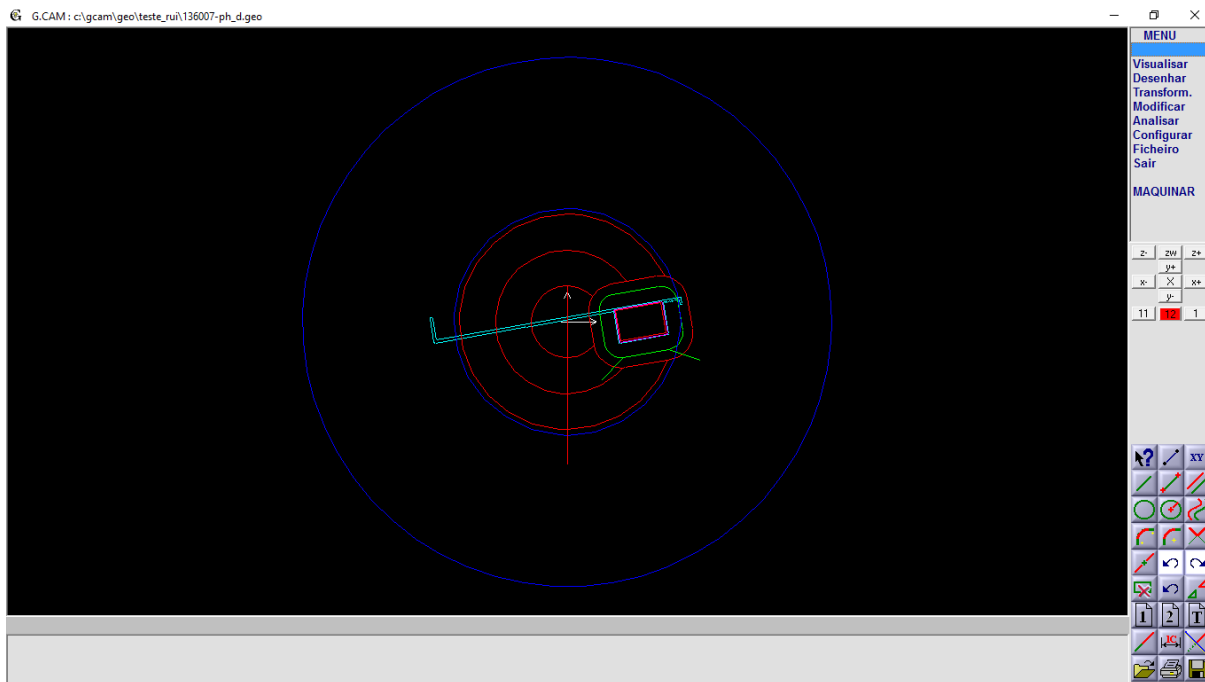


Figura 79 - Folha 11 com perfil e contornos para desbaste

A última parte desta primeira etapa é a mais complicada, uma vez que requer alguma experiência a nível de maquinação e ao mesmo tempo a nível do programa:

É necessário criar um contorno (vermelho) desde o exterior do Ø do castelo que garanta o desbaste até à intermédia, ou seja, sem deixar nenhuma parte por maquinar. Este percurso vai ser maquinado com uma fresa de pastilhas de Ø25, mas com raio de 3, pelo que é preciso ter em conta que as linhas do percurso não podem ter mais de 19mm entre si, já com o desconto do raio.

Quando se procede à programação, seleccionando a maquinação na primeira janela do menu (figura 79), o programa altera essa janela para um novo menu, como na figura 80.

Neste menu é possível proceder à maquinação através do menu operações, visualizar o que já se encontra programado ou mesmo pós-processar o programa gerado pelo programa.

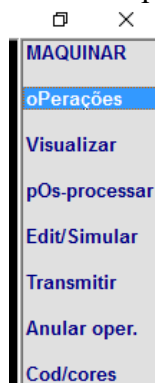


Figura 80 - Janela de maquinação

Para proceder então à programação dos programas, seleciona-se as operações, que abre uma nova janela, tal como na figura 81.

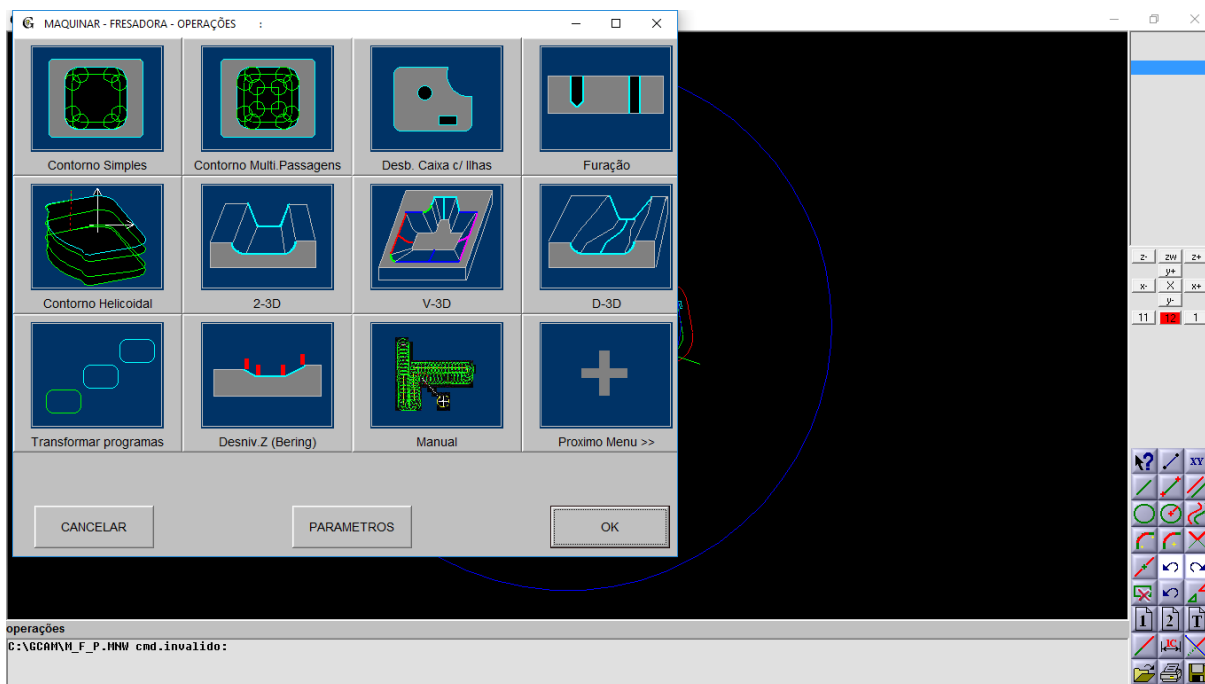


Figura 81 - Janela de operações dentro da maquinação

Aqui, recorre-se ao contorno simples, selecionando os parâmetros já gravados no programa referentes ao programa 666 com a fresa de $\varnothing 25$, selecionando ainda o contorno que se desenha até aqui, começando pela zona da entrada.

Na segunda etapa deste programa é desenhado um segundo percurso a cor verde, que vai ser percorrido pela fresa de pastilhas de $\varnothing 16$ e a uma distância de 8mm da intermédia, com entrada no mesmo ponto do percurso anterior, realizando a retificação do desbaste anterior, também representado na figura 79. A programação desta etapa é idêntica à anterior, apenas se altera a seleção de parâmetros e a seleção do percurso.

É um programa que é processado com subprogramas.

Programa 607:

Tem por base o último percurso (verde), mas desta vez a entrada da ferramenta não tem que ser feita no mesmo sítio, podendo ser feita junto ao percurso, uma vez que essa zona já se encontra maquinada. Também esta programação recorre ao contorno simples, sendo selecionado os parâmetros do programa 607, como a fresa de gargalo.

Programa 620:

O programa 620 vai maquinar o *bearing*. Para isso antes de começar a programação é necessário recorrer ao desenho para calcular a profundidade da ferramenta. Esta profundidade é calculada da seguinte forma:

$$\text{Prof} = \text{Alt. total do macho} - \text{Alt. da super. em contacto com a placa} - (\text{caixa} + \text{subcaixa}) - \text{cota do bearing} \quad (2)$$

Esta fórmula é aplicada em todas as cotas do *bearing*, de modo a conseguir calcular todas as profundidades.

Para proceder ao desenho do contorno de maquinação é necessário ligar só a folha 15 e depois ligar a folha 10, como auxílio para desenhar o percurso da ferramenta. Este percurso da ferramenta é feito a 0.55mm do perfil do castelo, com a cor 15 (branco).

Como a maquinação é realizada com uma fresa de Ø3.5mm, correspondente a um raio de 1.75mm e a paralela a é feita a 0.55mm, maquina-se assim 1.2mm de material.

Nota: Em casos que seja necessária mais resistência no *bearing* o máximo que se tira pode chegar aos 0.5mm.

As profundidades são calculadas em função do desenho, com as dimensões do mesmo e são depois programados, com a profundidade de cada rampa e são representados a cor 9 (azul), como se pode ver na figura 82.

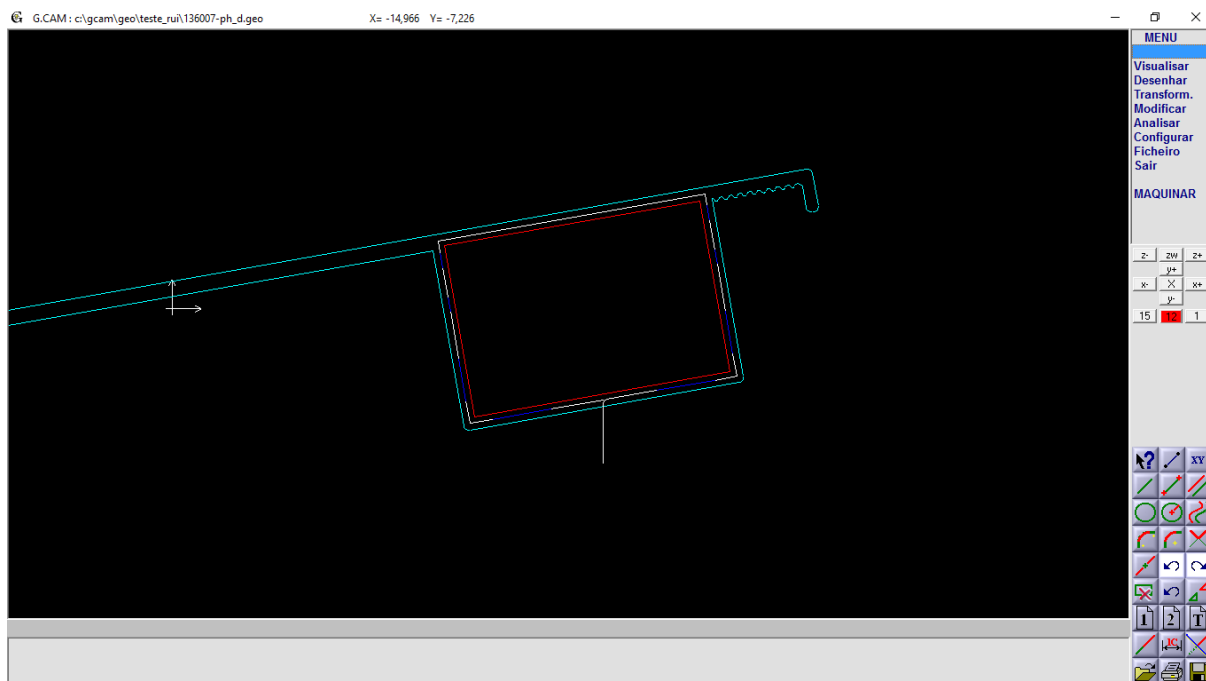


Figura 82 - Folha 15 (com a 10 ligada), respetiva ao *Bearing*

A programação desta etapa recorre ao tipo de maquinação de desníveis (figura 81), em que depois de inseridos os parâmetros de maquinação, é necessário selecionar o percurso, inserido a altura das diferentes profundidades. No fim dá-se a indicação do programa para fazer a compensação da ferramenta, de modo a que faz os cálculos automáticos da altura da ferramenta ao longo do percurso.

A programação do macho do lado da saída está concluída, pelo que se inicia o lado da entrada. Deste lado, a programação é bastante mais simples e mais rápida, não sendo necessário desenhar tantos percursos.

Programa 625:

Aqui, começa-se com a programação do 625, que é a furação das bocas. Para isso, abre-se a folha 3 e desenham-se os furos a 2D. A estratégia adotada é tentar enquadrar o maior furo possível, sendo que os furos vão de Ø25 até Ø12, passando pelo Ø20 e pelo Ø16.

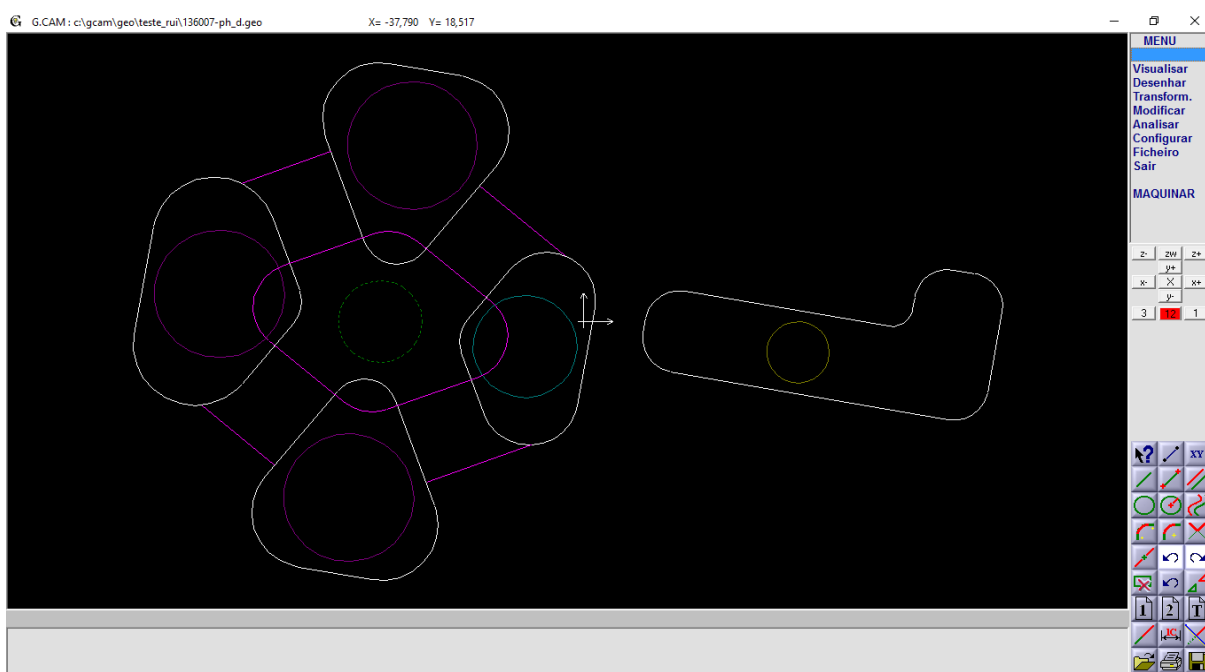


Figura 83 - Folha 3, Bocas de alimentação

A cor dos furos depende do seu diâmetro. Apresentam-se as cores dos respetivos furos na tabela 2.

Tabela 2 - Diâmetros e respetiva cor

Furação	
Diâmetro (mm)	Cor
Ø25	Cor 5- Roxo
Ø20	Cor 3- Verde escuro
Ø16	Cor 2-Verde
Ø12	Cor 6- Dourado
Ø10	Cor 9- Azul

Depois de desenhados os furos, procede-se à maquinação dos mesmo. Para isso, no menu de operações seleciona-se a furação (figura 81). Ao selecionar este tipo de maquinação é necessário definir o tipo de operação, o diâmetro do furo e a profundidade do mesmo.

Então, primeiro realiza-se um ponteamento, com 3mm de profundidade. Em seguida, programa-se um ciclo de pica-pau para realizar o furo de um lado ao outro da peça, dando mais 10mm que a altura do macho.

Programa 626:

Neste programa, como o desenho já contém as bocas, não é necessário acrescentar mais nada. Assim, recorre-se ao contorno multipassagens, com os parâmetros do 626, selecionando apenas a fresa e posteriormente seleciona-se o contorno das bocas.

É um programa também ele processado com subprogramas.

Acedendo ao menu de visualização é possível visualizar a 2D o trajeto que a fresa irá fazer, como é possível observar na figura 84. A visualização é igualmente válida para os outros programas.

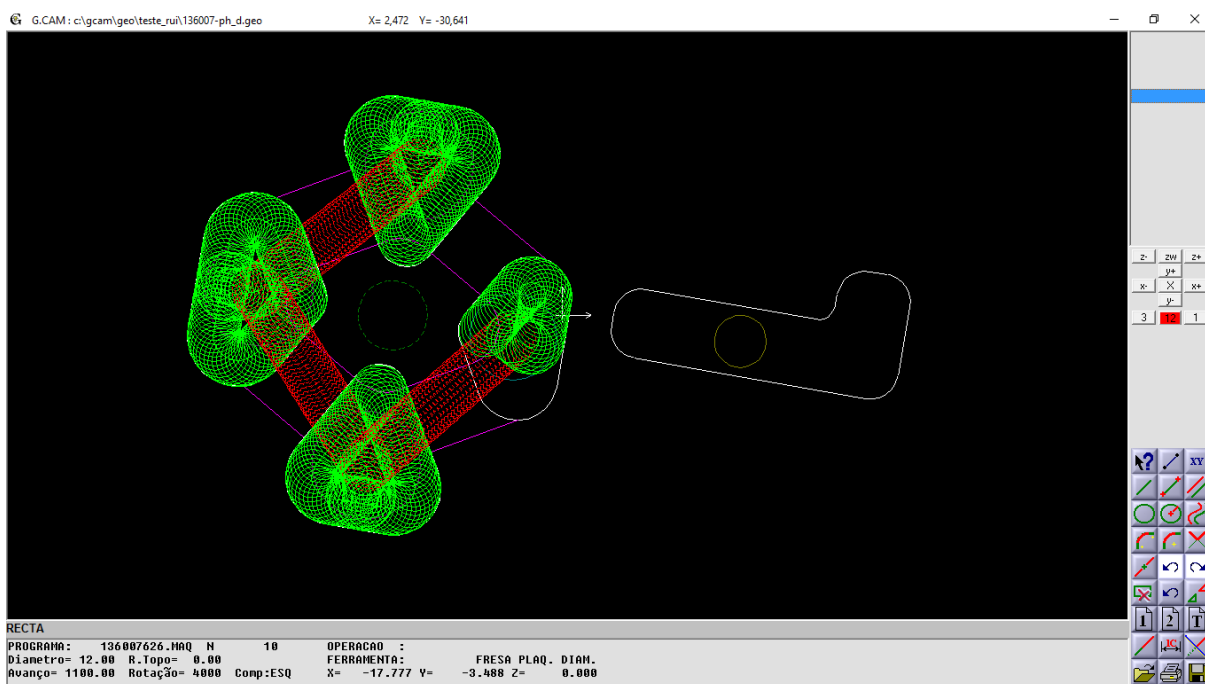


Figura 84 - Visualização a 2D da maquinação das bocas

Programa 309:

Ainda na folha 3, que contém o desenho do rebaixo (parte central das bocas), procede-se a programação da maquinação do mesmo. Este programa é idêntico ao anterior, apenas não se realiza o furo que suaviza a entrada da ferramenta e altera-se os parâmetros para os parâmetros do programa 309, que também se encontram guardados no GCAM.

Programa 627:

Este programa vai realizar o desbaste dos afiamentos no lado da entrada. Para realizar o contorno em primeiro é necessário abrir a folha 30 e depois consulta-se o desenho para saber a espessura da travessa. Em seguida, consulta-se as tabelas 3 e 4, para saber qual a espessura do afiamento.

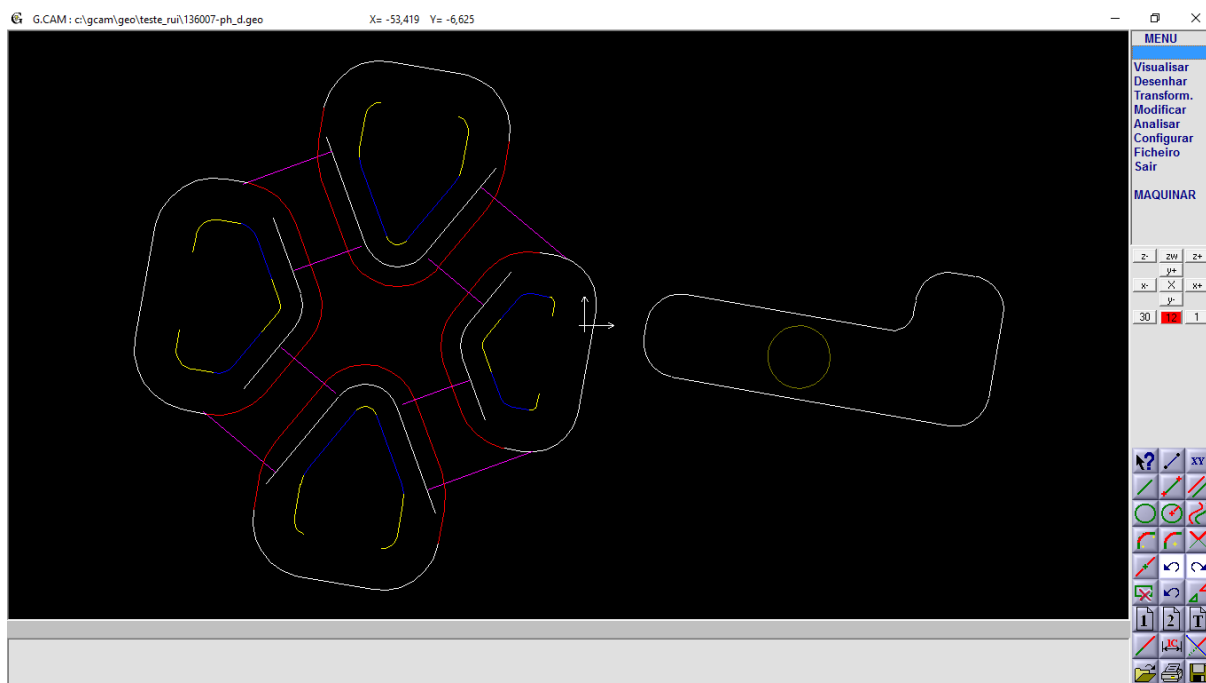
Tabela 3 – Afiamentos em função da travessa

Abertura do afiamento (mm)	
Esp. Travessa	Esp. Afiamento
10	2
11	2,5
12	3
14	3
15	3,5
17	3,5
18	4

Tabela 4 - Afiamento em função da travessa

Abertura do afiamento (mm)	
Esp. Travessa	Esp. Afiamento
19	4,5
21	4,5
22	5
28	5
29	6
34	6
37	7

Depois de encontrado o valor do afiamento, realiza-se um contorno paralelo à boca com a espessura do afiamento a cor 12 (vermelho), que se vai unir à linha da boca, na zona (branca) mais afastada do castelo, como na figura 85.

**Figura 85 - Folha 30, Afiamentos**

Neste caso em concreto, a paralela foi feita a 3,5 mm, uma vez que a espessura da travessa é de 15mm. Aqui é importante descobrir o raio do arco que sofre o afiamento. No fim de ter o valor do raio, faz-se a seleção da ferramenta. Esta seleção tem por base a base de dados de ferramentas que existem para o efeito, disponibilizada pela ALUPOINT (Anexo3).

A ferramenta com maior utilização é a 20B4L e sempre que é possível é a que se utiliza. Para isso, o raio do arco tem que ser superior 8mm, uma vez que a ferramenta à profundidade que leva junto do arco, tem um raio de 8mm. Caso isto não aconteça, é necessário selecionar outra ferramenta.

Na programação, recorre-se ao tipo de maquinação de desníveis (figura 81), igual ao 620, definindo-se a profundidade de início, do afiamento e a de fim, pelo que para a fresa 20B4L a profundidade de entrada é de 18mm, a do afiamento de 28mm e depois acaba na de 18mm novamente.

Programa 628:

Recorrendo ao contorno exterior anterior, através dos contornos de multipassagens, realiza-se o chanfro a 45°.

Os programas são processados para uma Dropbox (*cloud*), para que fiquem acessíveis em todas as máquinas. Para além disso, a sua consulta encontra-se disponível para as outras empresas do grupo que operam no ramo da maquinação, uma vez que estão todas ligadas em rede, sendo por isso mais fácil a acessibilidade/troca de documentos e informações.

4.3 Formação em Equipamentos/Participação no Processo Produtivo

Para complementar o conhecimento das etapas do fabrico da matriz, foi sendo dada formação em alguns dos equipamentos, nas mais variadas etapas da produção. A primeira etapa em que se realizou uma formação, foi a nível da maquinação CNC.

4.3.1 Formação na Maquinação CNC

Na etapa dos desbastes, foi dada a oportunidade de experienciar a maquinação CNC, que começou com exploração de um controlador FANUC H, presente na máquina 132 (Anexo4). Nesta máquina realiza-se os desbastes das bocas (entrada do alumínio) dos machos.

Foi explicado com especial importância o G40, que aparece no princípio dos programas, que é relativo ao cancelamento das compensações de modo a que o programa se inicie sem compensações. Por outro lado, foi explicado as compensações de altura (H), de diâmetro (D) e as relativas posições de armazenamento. Com isto, foi feita referência ainda ao G43, responsável por ativar as compensações de altura, e ao G41 e G42 que fazem a compensação de raio à esquerda e a direita respetivamente.

Seguiu-se a colocação da peça na máquina, procedendo ao alinhamento e conseqüentemente ao apalpamento do zero peça.

Neste ponto, é importante destacar a forma como é iniciado todo este processo:

Primeiro é requerido ao operador que verifique se as dimensões da peça já torneada são iguais às dimensões do desenho de projeto (anexo 5), com as devidas tolerâncias (+0.5mm, na superfície de contacto do macho com a placa e conseqüentemente no castelo), de modo a realizar operações de retificação.

Posto isto, e com os grampos da bucha (3 grampos) limpos, coloca-se a peça, apenas fazendo um pequeno aperto. Em seguida, com a bucha (T16) selecionada como ferramenta de trabalho, insere-se o ponto e faz o aperto do mesmo. O ponto é uma ferramenta utilizada na ALUPORT que auxilia no alinhamento da peça.

O alinhamento:

O alinhamento da peça é uma etapa bastante importante, embora não contenha um grau muito elevado de precisão. Isto é, é necessário que o operador se esforce para que a peça fique direita, uma vez que quando a peça for rodada a alimentação fique de acordo com a saída do macho. Para isso, é necessário realizar:

- **1º PASSO:** Centrar o ponto em cima da linha, mais ao menos a meio;
- **2º PASSO:** Com o ponto no centro da peça, percorrendo-a de um lado para o outro, faz-se ajustes em x e ao mesmo tempo ajusta-se a peça, para que o movimento do ponto seja feito exatamente em cima da linha. Para confirmar esta situação são realizados dois pontos nas duas extremidades da linha.



Figura 86 - Alinhamento com o ponto (1º passo)



Figura 87 - 1º passo (Aprox.) - Centrar o ponto



Figura 88 - 2º passo - Percorrer a peça, verificando o ponto na linha

Zero Peça:

De seguida segue-se a etapa de definir o zero peça. Para isso, os operadores têm à sua disposição duas maneiras de o fazerem:

- Recorrendo a uma sonda de contacto, que realiza a apalpação da peça e insere os valores correspondentes ao zero peça diretamente na máquina. Aqui o técnico apenas tem que definir um Z estimado para que a sonda consiga detetar o Z da peça.
- E através de um comparador e da ferramenta padrão. Uma vez que tem que ser o operador a inserir os valores do zero-peça na máquina, esta maneira é um pouco mais demorada.

Depois de realizadas estas duas etapas iniciais, é necessário carregar os programas guardados na *Dropbox* para a memória da máquina. Estes programas são identificados pelo gabinete de projeto recorrendo a uma ficha de programas, tal como exemplo no anexo 6.

Para isso, o controlador tem um programa guardado com o nome ‘O0001’:

‘O0001’;

\K0;

X27320625;

X127320;

\K0;

O operador indica ao controlador para fazer a saída deste programa ‘O0001’, e seleciona o nome que pretende atribuir ao programa que é chamado pelo programa ‘O0001’. No caso de o programa de entrada conter subprogramas, ele tem que entrar por defeito com o nome atribuído na etapa da programação. Aquilo que o programa ‘O0001’ vai fazer é chamar o programa indicado pelo operador, acedendo à pasta com o nº ‘127320’ e carregando o programa nº ‘27320625’, para este caso específico.

Como a maioria dos programas realizados pelo gabinete de projeto são em G.CAM, é necessário levar em conta que o programa apenas permite a simulação num plano a 2D. Assim, é importante que o operador entenda o código, de modo a conseguir detetar erros.

Para além disso, vai ter que realizar algumas alterações de parâmetros, como é o caso da correta seleção de ferramentas consoante o carrocel de ferramentas da máquina que está a operar (anexo7) ou até a substituição do L no caso de subprogramas, que está associado ao nº de repetições do subprograma, tendo que, para isso descobrir o incremento (em Z) que está associado ao processo.

Ao longo desta etapa foi então explicado, à medida que realizava a maquinação do lado da entrada das matrizes, os principais parâmetros a ter em conta em cada programa, por ordem de maquinação. De referir que os machos eram primeiro desbastados do lado da saída (castelo) e só depois do lado da entrada (bocas).

No programa 625, o que é mais importante a ter em conta, é a seleção da ferramenta, isto é, conferir se a ferramenta presente na ficha de programas e no programa corresponde na realidade à ferramenta que se pretende, uma vez que esta pode estar alterada na magazine de ferramentas.

No programa 626, antes de mais é necessário conferir se as pastilhas estão em condições para realizar a maquinação. Aqui é necessário proceder à alteração do L, que corresponde ao nº de repetições do ciclo, mas deve realizar-se sempre uma primeira passagem com L1, de modo a comprovar que as bocas estão corretamente programadas. Na seleção do parâmetro L, como

normalmente o incremento é de 0.5, o L corresponde a duas vezes a altura do macho mais cinco passagens para limpar totalmente a boca. Assim, tendo um macho com 50mm é necessário inserir um L105.

No programa 309, programa responsável pelo rebaixo, é necessário ter as mesmas preocupações que no programa anterior.

Já o programa 450, que ainda não tinha sido abordado, uma vez que a sua programação não foi realizada durante o estágio, é o programa encarregue por maquinar as rampas dos afiamentos. Aqui, é muito importante ter em atenção sempre a ferramenta que vem na ficha de programação e a sua posição, uma vez que é um programa que entra com a função ‘DNC’ ou por outras palavras, função de controlo remoto, em que o programa à medida que é lido é apagado.

Quando chegamos ao programa 627, dos afiamentos, a preocupação essencial é perceber se o afiamento é feito com a 20B4L. Caso não seja, é necessário alterar o programa no que diz respeito à ferramenta, respeitando para isso a ficha de programação e a ordem de ferramentas da magazine.

Por último o 628, programa responsável por chanfrar as bocas, em que apenas é dado uma vista de olhos para confirmar que está conforme o habitual.

Fica ainda a encargo do operador a manutenção da máquina, como a verificação do óleo de corte, o *Servol* 108 (anexo 8), usando para isso um refratómetro para identificar a concentração do óleo na água presente no depósito e verificação dos níveis de óleo, *Macurat* 68 (Anexo9) e *Castrol* AWS 32, que são respetivamente o óleo de lubrificação e óleo de refrigeração/sistema pneumático. Esta manutenção tem que seguir os parâmetros da ficha do anexo 10, pelo que ainda é necessário a limpeza dos filtros.

Para além disso, o operador é responsável por garantir o bom funcionamento da máquina, realizando operações de limpeza dos barramentos e acrescentar/substituir a água sempre que necessário.

No fim de cada operação de manutenção que lhe é requerida, o operador deve preencher a ficha de manutenção, deixando a sua identificação, informação esta que é posteriormente arquivada.

Depois desta etapa no desbaste das bocas, na máquina 132, explorou-se ainda um controlador *Fagor* e outro *Siemens*. A ideia foi obter maior experiência a nível de controladores, conhecendo assim maneiras de zerar ferramentas, chamar ferramentas, menus de offsets e principais detalhes de cada um, não desenvolvendo grande trabalho em cada um, pelo que o controlador FANUC foi o mais utilizado para a maquinação

4.3.2 Formação na Erosão de Fio

Esta foi uma etapa bastante curta, apenas serviu para experienciar a erosão de fio, algo que nunca tinha estado em contacto, recebendo alguma informação sobre como se realizava o processo, bem como algumas considerações gerais.

Neste parque de máquinas existem seis máquinas de fio, como relatado anteriormente. Das seis máquinas, existe uma delas dedicada à produção de elétrodos de cobre, uma das etapas deste tipo de processo, a qual foi utilizada para introduzir o processo, com um controlador FANUC.

Começa-se por introduzir programas no controlador, processo idêntico à maquinação CNC. Depois de carregar o programa para a memória da máquina, verifica-se a espessura da placa de cobre, procedendo à sua substituição caso seja necessário.

Em seguida aperta-se a placa na mesa da máquina. Depois de a placa se encontrar fixa, coloca-se o fio no furo já feito na placa, recorrendo ao modo manual da máquina, centrando-o. Por fim, baixa-se a cabeça de cima da máquina, procedendo ao enchimento do tanque. Zera-se a máquina e coloca-se em funcionamento.

Quando termina a primeira parte do contorno, normalmente o interior, o programa traz uma pausa (figura 89), para o operador colocar o fio no segundo furo, de modo a realizar contorno exterior. Vaza-se então o tanque e puxa-se a cabeça para cima, cortando o fio. Depois seleciona-se a função 'D.RUN' que coloca a máquina a andar em vazio, com avanços superiores e clica-se no *start*, pelo que o programa desloca a máquina para o segundo furo. Aqui há uma nova pausa do programa, para que o operador coloque o fio, baixe a cabeça e volte a encher o tanque. Aqui não é necessário centrar o fio no furo, uma vez que vai ser em função do primeiro furo, sendo necessário apenas dar ordem à máquina para continuar, desligando a função 'D.RUN'. Aguarda-se o fim do programa.

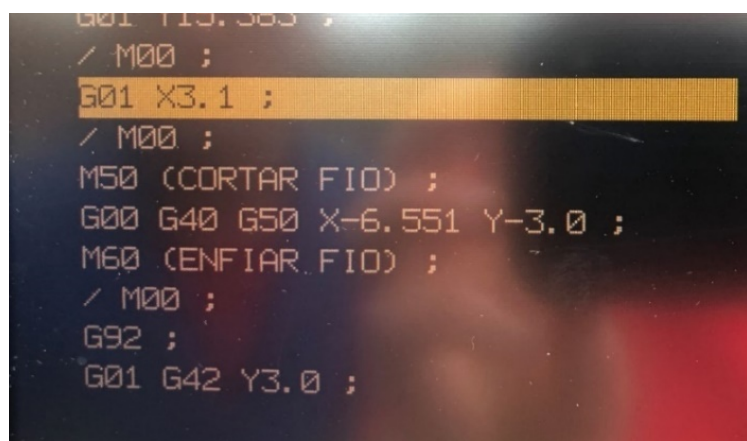


Figura 89 - Código com informação para o operador

Está então finalizado o elétrodo, pelo que se vaza o tanque, corta-se o fio e sobe-se a cabeça, recolhendo o elétrodo.

Na outra etapa deste processo, a abertura dos perfis das placas das matrizes, o processo é idêntico, apenas se acrescenta o zero em x e y da placa, que é feito automaticamente, com o fio a encostar no ressalto da placa em três pontos distintos. Depois é só necessário olhar para o desenho, o qual tem o furo do AD, com coordenadas em função do centro da placa. Estas coordenadas são utilizadas para fazer movimentar a mesa, uma vez que a abertura do perfil começa no furo do AD. Procede-se ao carregamento do programa e coloca-se a máquina em funcionamento.

Nas duas etapas é possível observar através de um gráfico o perfil que se vai abrir e inclusive a posição onde se encontra a máquina.

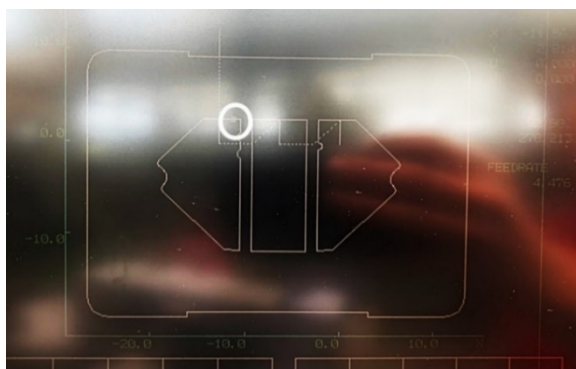


Figura 90 - Gráfico que mostra a localização do fio no perfil

4.3.3 Formação no equipamento Zoller

Durante o estágio, foi proposto uma formação com um técnico especializado da *Zoller* num equipamento adquirido pela TENDERNESS (grupo ALUPORT), o VENTURION 450.

O VENTURION 450 equipamento de medição da *Zoller*, tem um design aperfeiçoado, com máxima ergonomia e uma ótica justa que permite a medição de todo o tipo de ferramentas, com elevada qualidade. Para além disso, possui um sistema de ajuste e medição controlados por CNC, complementando a opção manual, com alta qualidade de construção, o que permite uma medição com elevada precisão (Zoller, 2019).

Adequa-se a pequenas e grandes necessidades de produção e completa a medição com funções que ajuda a verificar e a gerenciar ferramentas.

É composto por:

- ‘Cockpit’- unidade de controlo, com painel tátil (1)
- Alça ‘eQ’- permite o uso manual (2)
- Fuso ‘ACE’- *All clamping element* (elemento de fixação total) (3)
- Processamento de imagem- com aumento de cortes até 40 vezes (4)
- Teclado membrana- Serve para acionar bloqueio e fixação do fuso (5)



Figura 91 - Equipamento VENTURION 450 da Zoller

Esclarecer que esta versão do equipamento costuma contar com uma impressora de etiquetas para identificar as ferramentas, mas a mesma não foi adquirida.

Depois de introduzida as demais características, o formador começou por explicar que a máquina precisa de ter ar comprimido entre os 5 e os 6 bar, caso contrário dá um erro e não avança, por questões de segurança e longevidade do equipamento.

Foi então ligada a máquina, com recurso a autenticação. Esta autenticação pode ser feita de duas maneiras:

- Como um técnico, para uso normal da ferramenta de medição, em que apenas consegue aceder ao sistema do Computador (Windows, na unidade de controlo) para abrir o software de medição (*Pilot 3.0*);
- Como um administrador para gerenciar o programar e aceder à raiz do Windows, modificando determinados parâmetros.

Para os técnicos do grupo ALUPORT, a autenticação deve ser sempre feita da primeira maneira, sendo que apenas o engenheiro informático tem acesso como administrador, para além dos técnicos da *Zoller*.

Assim ligou-se a unidade de controlo com a primeira maneira de autenticar e foi explicado o menu principal:

Estas funções encontram-se na barra inferior da figura 92.

As (próximas) figuras referentes ao que aparece no ecrã, foram obtidas com recurso a fotografia devido à dificuldade em aceder ao Windows, daí a baixa qualidade.

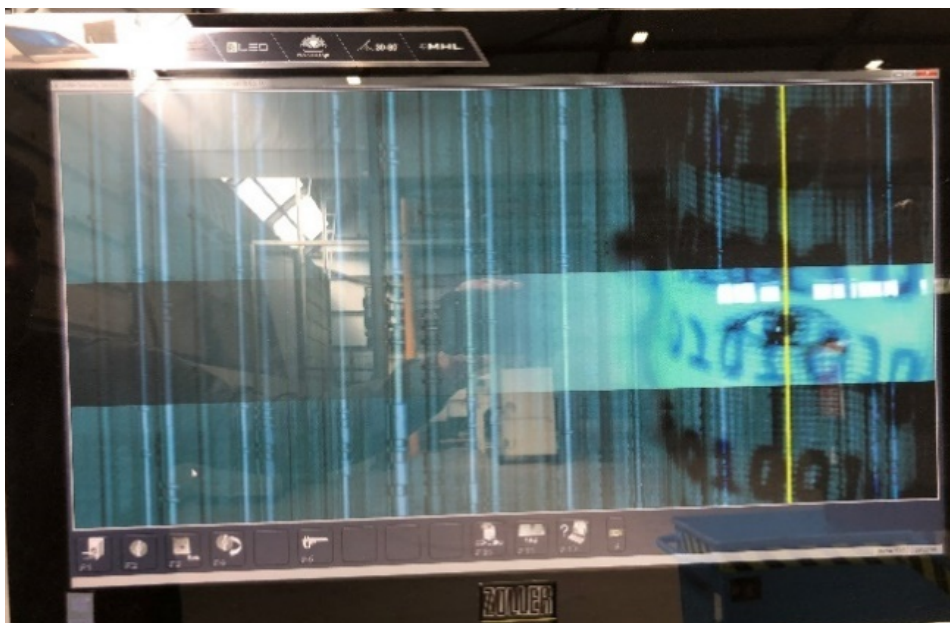


Figura 92 - Ambiente de trabalho com o menu ao fundo

F1- Desligar a unidade de controlo

F2- Aceder ao CD

F3- Backup do software *Pilot* (mais demorado)

F4- Restaurar backup guardado

F6- Abrir *Pilot* 3.0 (Sistema de medição)

F10- Manual de utilização

F11- Definições

F12- *Help*

F (último, seleciona o segundo nível):

F3- Faz-se backup da base de dados das ferramentas criadas

F4- Restaurar backup da base de dados

F (último, seleciona o 3 nível)

F1- Atividade anterior

F3- Salvar atividades anteriores

É muito importante, quando se inicia o programa, verificar-se, se não está nada a obstruir a câmara, de outro modo irá dar erro.

Antes de mais, recorrendo ao sistema de CNC presente no programa, faz-se um zeramento dos eixos.

Agora com a máquina pronta para trabalhar, é começar a seguir os passos para conseguir criar as bases de dados:

1. É importante ter em conta o adaptador da máquina em estudo, pelo que a primeira coisa a realizar é a criação de um adaptador compatível. Para isso utiliza-se o valor de altura de uma ferramenta e utiliza-se essa mesma ferramenta para medir no VENTURION. Depois de medida esta ferramenta faz-se a compensação do adaptador, podendo este já ficar identificado com o nome da máquina em estudo. Ter em atenção que sempre que se seleciona um adaptador ou se faz a troca de cone, deve-se calibrar o adaptador, função semiautomática, uma vez que apenas é necessário mover a câmara para junto das esferas (mais detalhada à frente).
2. Está então pronto para a criação de uma nova ferramenta, clicando F10-novo ficheiro, abrindo uma janela para inserir dados da ferramenta.
3. É importante criar uma nomenclatura que seja perceptível a todos, a nível dos adaptadores e das novas ferramentas, identificando ambos com a máquina a que pertencem.
4. Depois de atribuído o nome à nova ferramenta, é possível inserir uma foto da ferramenta, não sendo obrigatório, acedendo ao menu gráfico.
5. No nível um, deve-se guardar medidas características da ferramenta, como a altura (Z) e o diâmetro (D)
6. Para definir a medição automática da ferramenta, é necessário definir a forma da aresta de corte da ferramenta, que terá que ser idêntica ao gráfico apresentado.
7. Depois de definir a forma da aresta de corte é necessário definir um playback, que não é mais do que definir uma posição em Z e X, de acordo com a imagem da câmara, onde seja possível visualizar a forma da aresta de corte da ferramenta de forma idêntica à forma da aresta de corte selecionada anteriormente.
8. É possível ainda definir outras medidas, ou diferenças, como o caso das diferenças de pastilha numa fresa de pastilhas recorrendo a outros modos de focagem
9. Basta clicar no F5 para o medidor apresentar valores

Procedeu-se à medição de uma ferramenta utilizada, uma fresa de pastilhas Ø20 para realizar uma pequena explicação do que consiste e da utilidade do equipamento, percorrendo o menu central do programa *Pilot 3.0*, que torna o programa bastante intuitivo:



Figura 93 – Menu de medição de uma ferramenta

Acede-se ao menu dos adaptadores e seleciona-se/cria-se o adaptador. Neste caso, selecionou-se um adaptador já existente, uma vez que a máquina ainda não tinha adaptador.

Depois de selecionado é necessário proceder à calibração do mesmo. Neste ponto é necessário proceder à limpeza das esferas do adaptador com uma pasta que é disponibilizada pelo comercializador do equipamento (figura 94).



Figura 94 – Limpeza de gumes de corte

Este é um processo importante, uma vez que basta o pó para alterar o valor recolhido pelo equipamento. O operador durante o processo deve ter atenção à janela da câmara (figura 95 e 96).

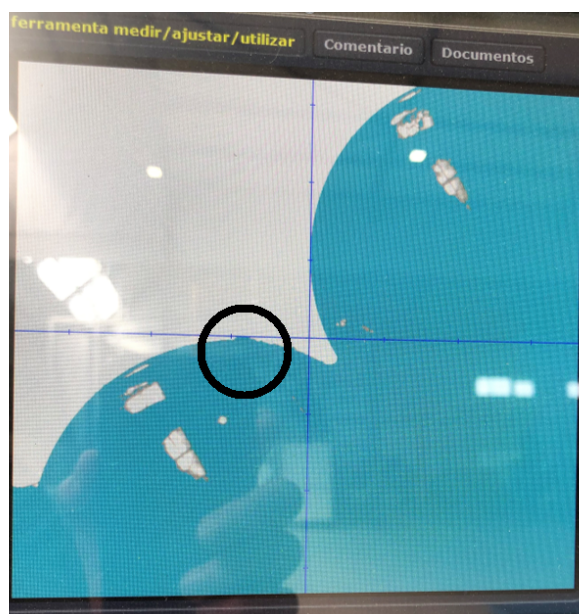


Figura 95 - Sujidade presente nas esferas

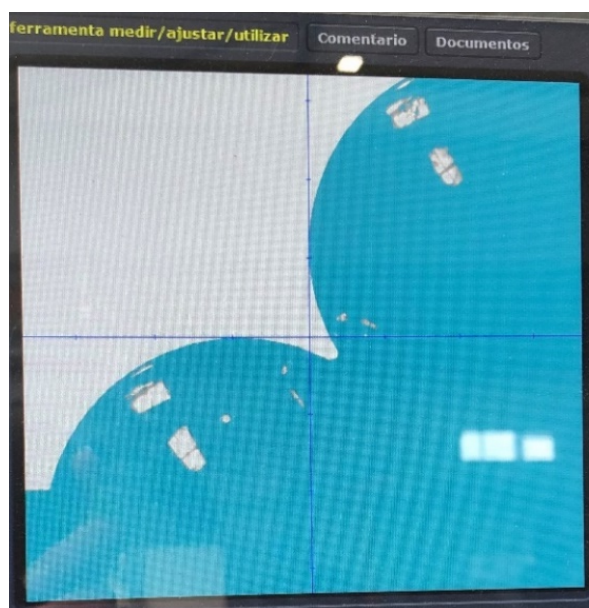


Figura 96 - Esferas limpas

Na segunda etapa, atribui-se um nome à ferramenta, obedecendo à nomenclatura definida por quem utiliza o equipamento. No nome acrescenta-se o diâmetro da ferramenta, de modo a

simplificar a identificação da ferramenta. No segundo campo, relativo à descrição, faz-se referência à máquina onde pertence a ferramenta.

Para além de definir a máquina que utiliza a ferramenta, atribui-se a posição no carrocel de ferramentas da máquina.

Ainda no campo relativo as características da ferramenta, é possível carregar uma foto da ferramenta, de modo a ficar associada à medição. No entanto, é necessário recorrer a um sistema externo, por exemplo um telemóvel para carregar a fotografia, uma vez que o sistema não tem câmara embutida.

Na terceira etapa define-se o passo que se está a medir, isto é, foi definido que a medição a fazer no passo um deve ser dos valores de diâmetro e altura da ferramenta. Como se trata de uma ferramenta de difícil medição dos valores do diâmetro e altura no mesmo passo, o primeiro ficou para calcular o diâmetro e o segundo para calcular a altura.

Depois, define-se a forma de corte como a do desenho 17, no primeiro passo e a do desenho 8 para o segundo passo, desenho que pode ser consultado nas figuras 97 e 98, zona com azul mais escuro (assinalado a vermelho), relativa às formas de corte. Define-se ainda o foco automático.

Em seguida, recorrendo ao modo manual, através da alça 'eQ', ajusta-se a janela para realizar a medição, de maneira idêntica à janela da forma de corte. No fim de estar ajustada, faz-se o playback (F3), em que o programa vai guardar aquela posição como a posição para realizar a medida. Este ponto tem que ser realizado para os dois passos, uma vez que a forma de medição é diferente, tal como é possível observar nas figuras 97 e 98.

A dimensão da janela foi definida por defeito, com dimensão 3.6×3.6. Quanto menor for a dimensão da janela, melhor será a precisão da medida.

Quanto ao modo de medição, definiu-se o modo n-c que mede o diâmetro e a altura. O software encontra-se então pronto para calcular o valor da ferramenta. Basta apenas clicar no F5 (medir ferramenta).



Figura 97 - Posicionamento da janela



Figura 98 - 2º Posicionamento da janela

Os valores dados pelo equipamento foram:



Figura 99 - Ambiente no fim da medição com tabela valores

Status	Valores de medição				
[1] MP19	-	Mod.	Valor	Dif.	Tol.
Dimensão longitudi...	Z	RA	160,799	0,000	
Dimension transve...	X	RA	9,960	-0,019	
Raio	Ra		2,999		
[2] MP0	-	Mod.	Valor	Dif.	Tol.
Dimensão longitudi...	Z	RA	162,284	-0,010	
Dimension transve...	X	RA	6,971	-0,102	
Raio	Ra		2,987		

Figura 100 - Tabela de valores das duas medições (Aprox.)

Nos valores da figura 100, correspondente ao primeiro passo da medição, apenas o valor de X tem significado real e corresponde ao raio da ferramenta, ou seja, a ferramenta tem um raio de 9.960mm, o que corresponde a um diâmetro de 19.92mm. Como as pastilhas da ferramenta em uso apresentavam algum desgaste, o valor é aceitável.

Já nos valores correspondentes ao segundo passo da medição, o único com valor real é o Z, uma vez que é o passo que mede a altura da ferramenta. No entanto o valor da altura da ferramenta na máquina era de 161.635mm, enquanto no equipamento de medição deu 162.284mm. Isto acontece, porque o adaptador utilizado não corresponde à máquina que se estava a medir. Era necessário criar outro adaptador e dar-lhe a compensação em função dos valores da máquina e repetir o ensaio de modo a obter valores aceitáveis.

Em ambos os ensaios são ainda dados valores relativos ao Ra, que é o raio do gume de corte da ferramenta.

5 PROPOSTAS DE MELHORIA E TRABALHOS FUTUROS

No decorrer das etapas de produção, depois de perceber exatamente o que era a indústria da produção de matrizes e conhecendo um pouco daquilo que poderá vir a ser o futuro da indústria no geral, foram surgindo algumas questões acerca de métodos que poderão ser inovados.

Ao observar o mundo atual e o rumo que leva, é perceptível que as empresas com maiores aspirações devem seguir as novas tecnologias de forma a não serem surpreendidas num futuro próximo. Neste ponto é importante falar na indústria 4.0 e no que advém com ela.

De acordo com Pires, J. Norberto, professor catedrático, em ‘Robótica Industrial – Indústria 4.0’ (2018), prevê-se que em 2030 mais de 30% dos empregos atuais sejam automatizados. É importante ter duas visões deste ‘problema’:

- Primeiro, é necessário olhar para ele como empresário: isto é, é necessário ter estudos realizados de nova tecnologia que permita implementar ‘fábricas inteligentes’, capazes de tomar decisões de forma independente, aumentando a produtividade que deriva da automatização de processos mais simples (em primeiro lugar), não dependendo de pessoas.
- Segundo, é importante que as pessoas se capacitem deste novo futuro, procurando novas formas de conhecimento, para, por exemplo poderem trabalhar nesta nova indústria.

Segundo o Observador (2019), o ministro da economia disse que as empresas portuguesas estão a ter um percurso extraordinário e que um dos programas lançados tem 70 milhões de euros para formar 200 mil pessoas na área do digital.

Nesta temática, é bom perceber que há um projeto dentro da indústria 4.0 em marcha, com a aquisição de uma impressora 3D, o que vai ajudar na recuperação de matrizes danificadas, bem como na redução do processo produtivo inerente, uma vez que não é necessário recorrer a empresas exteriores para realizar a solda nas partes danificadas.

Por outro lado, uma vez que existe a realização de investimento em nova tecnologia é importante para o grupo capitalizar este investimento, pelo que é necessário colocar a tecnologia em funcionamento. Depois da aquisição do equipamento da *Zoller*, o VENTURION 450 e uma vez que já existem operadores capacitados para o utilizar era importante para o grupo que este fosse incluído nas etapas de produção, porque permite poupanças de tempo associada aos processos de maquinação, permitindo a medição de ferramentas de modo mais eficiente e em paralelo com a maquinação, como exposto anteriormente. Para além disso, é um sistema já com algum desenvolvimento por parte da *Zoller*, possuindo mais equipamentos que podem ser associados de forma a rentabilizar melhor o equipamento adquirido.

Neste campo, depois de algum estudo realizado extra estágio, encontrou-se uma solução que parece ser interessante e que pode ser alvo de estudos por parte da empresa. A solução passa pela aquisição do ‘*RoboSet*’ que funciona em paralelo com o equipamento VENTURION 450, que torna o processo completamente autónomo, aumentando o ganho de tempo. Este robô, como o nome indica, é responsável por fazer a troca de ferramentas do VENTURION 450, tornando a medição da ferramenta completamente automática, sem necessidade de um operador junto do equipamento para inserir quaisquer dados (Zoller, 2019), que necessitam de ser introduzidos na solução existente. Assim, o operador consegue controlar o processo de medição e ainda a maquinação em consonância.

Também neste campo parece ser interessante o investimento num armazém eletrónico de ferramentas, uma vez que o mesmo gere o stock de ferramentas de modo autónomo, enviando avisos para o responsável para a reposição das ferramentas em falta. Para além disso, permite um controlo estatístico das etapas que utilizam mais ferramentas, uma vez que cada operador pode ter uma senha, ficando assim identificado durante o processo de levantamento da nova ferramenta. Este controlo estatístico vai permitir uma melhor gestão do gasto de ferramentas, que se transmite em poupança de dinheiro.

Isto são duas ideias de investimento que poderá interessar em específico à empresa ALUPORT, uma vez que permite ganhos nos processos associados, no entanto devem ser ponderados os ganhos versus o investimento necessário.

Por outro lado, e como uma das preocupações da empresa é acompanhar os avanços tecnológicos, inovando para isso nos processos de fabrico associados à tecnologia, poderá ser do interesse da ALUPORT o estudo da maquinação dos afiamentos dos machos e das placas, permitindo assim eliminar a etapa da maquinação convencional. Este estudo é algo complexo, envolvendo muitas questões, como por exemplo se se justifica uma etapa em específico para o desgaste dos afiamentos, ou por outro lado se este desgaste pode ser logo realizado aquando o desgaste da peça na maquinação CNC.

É um estudo interessante para ser realizado por um novo estagiário vindo do ISEC, de modo a estabelecer uma ligação à empresa que já conta com um engenheiro formado no ISEC. Deste modo, a criação desta ligação vai de encontro à política adotada nos últimos anos por parte do ISEC, permitindo uma estreita colaboração do instituto com empresas desenvolvidas, procurando formar alunos com base nas necessidades do mercado, complementando assim a componente mais teórica.

Para finalizar é importante esclarecer que a empresa tem uma estrutura bem montada, muito completa e eficaz, sendo liderada por uma pessoa com uma visão muito alargada daquilo que é a produção no geral, uma vez que conta com 40 anos de experiência, tendo capacidade para analisar corretamente os tempos de aquisição ou implementação de nova tecnologia.

6 CONCLUSÕES

O dia a dia na ALUPORT é baseado no projeto de novas matrizes e na repetição das mesmas. É importante esclarecer que embora tenha uma estrutura bem definida, em que os colaboradores realizam trabalhos por etapas, característicos de uma indústria em série, a fabricação das ferramentas para as prensas de extrusão de alumínio tem também por base ideais de prototipagem, uma vez que as ferramentas devem ser testadas no equipamento dos clientes para depois sofrerem afinações.

O trabalho de pesquisa realizado, abordado no segundo capítulo, complementado com a discussão com colaboradores, incluindo o diretor geral, foi importante para a conseguir chegar ao objetivo principal, que era entender as bases da indústria da extrusão de alumínio e conseguir entender e desenvolver competências na produção das ferramentas para extrusão de alumínio.

As atividades descritas no quarto capítulo, serviram para aplicar e consolidar conhecimento adquirido ao longo da formação académica. Para além disso, contribuíram ainda para a consolidação do objetivo, na medida do desenvolvimento de competências na produção das ferramentas para extrusão de alumínio.

Deve-se salientar que este tipo de indústria, que conta com as mais variadas tecnologias, como a eletroerosão de fio, eletroerosão por penetração e até mesmo os tornos CNC, foram muito importantes para que estivesse em contacto com tecnologias que só conhecia no papel, amplificando os seus conhecimentos a nível prático.

Estes pontos anteriores, permitiram ainda conseguir identificar as ferramentas de uma prensa de extrusão de alumínio, com as quais nunca tinha tido contacto.

A humildade, a capacidade de ensinar e a motivação naquilo que é o trabalho do dia a dia dos demais colaboradores, foram o ingrediente especial para que houvesse sucesso na criação das relações interpessoais com todos eles.

Para além de todos estes objetivos, também foi requerido que tivesse algum espírito crítico na resolução dos problemas presentes no dia a dia e que a resolução fosse a mais simples e eficaz.

Para finalizar, este estágio revelou-se bastante interessante, tendo sido muito importante para o primeiro contacto com o mundo do trabalho, contribuindo para desenvolver as capacidades de acordo com as necessidades encontradas.








REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aluport: ALUPORT - Matrizes de Portugal (2015). <http://www.aluport.pt/> (página internet oficial), Águeda.
- Baptista, J. (2015). *Apontamentos de Tecnologia Mecânica I*. Sebenta, Departamento de Engenharia Mecânica do Instituto Superior de Engenharia de Coimbra, Coimbra (em Português).
- IFSC: Instituto Federal Santa Catarina – Aula de Extrusão (2019). http://joinville.ifsc.edu.br/~valterv/Processos_de_Fabricacao/Aula_5_extrusao.pdf (página internet oficial), Brasil.
- Haertha: HAERTHA – Tratamentos Térmicos dos Aços (2018). <https://haertha.pt/> (página internet oficial), Águeda.
- Laparra, M. (2015). *A portait of aluminium, metal of dream and modernity*. Instituto da história do alumínio, Paris (em Inglês).
- Navarra: NAVARRA – Processos Produtivos (2019). <http://www.navarraaluminio.com/pt/processos-produtivos/extrusao.html> (página internet oficial), Braga.
- Observador: Jornal Observador (2019). <https://observador.pt/2019/04/09/portugal-tem-que-ficar-mais-digital-avisa-o-ministro-da-economia/> (página internet oficial), Lisboa.
- Palma, A. (2014). *Alumínio uma Questão de Massa Cinzenta*. Ordem dos Engenheiros, Lisboa (em Português).
- Pires, J. N. (2018). *Robótica Industrial*. Lidel, Lisboa (em Português).
- Rodrigues, J. & Martins, P. (2010). *Tecnologia Mecânica Vol. II*. Escolar Editora, Lisboa (em Português).
- Soares, P. (2009). *Aços para Ferramentas*. Publinústria, Porto (em Português).
- Tenderness: TENDERNESS CAPACITY – Tratamento Térmico e Maquinação (2019). <https://www.tendernesscapacity.pt/> (página internet oficial), Águeda.
- Tratadie: TRATADIE – Tratamientos y Mecanizados (2018). <http://www.tratadie.com/> (página internet oficial), Espanha.
- Zoller: Aparelho de ajuste e medição Premium »venturion« (2019). http://global.zoller.info/pt-BR/produtos/ajustar_medir/dispositivos_verticais_de_ajuste_e_de_medicao/venturion450 (página internet oficial).
- Zoller: Automation Solution »roboSet/venturion« (2019). http://global.zoller.info/pt-BR/produtos/automacao/solucoes_de_automacao/roboSet-venturion (página internet oficial).

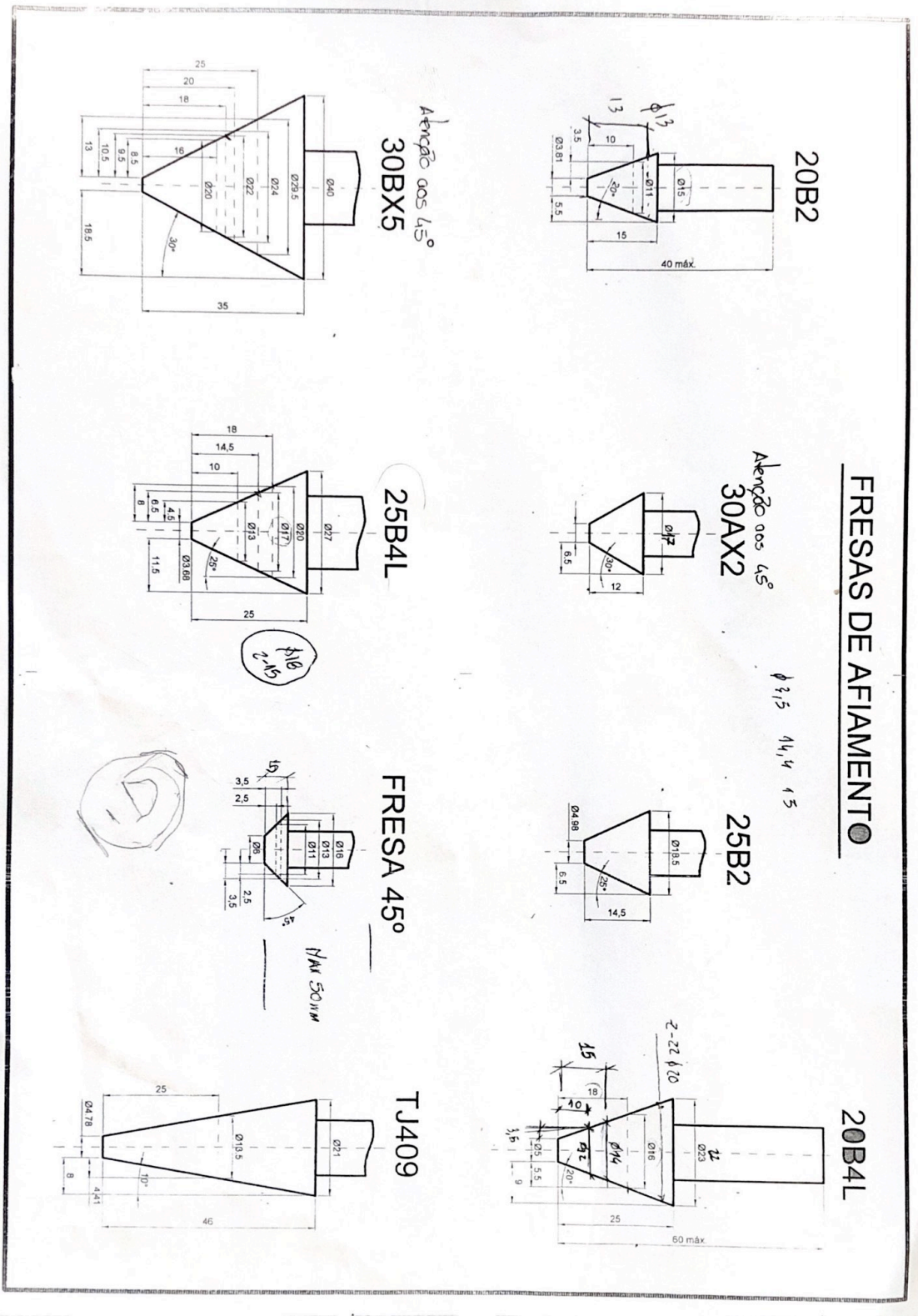
ANEXO 1 - Quadro de Segurança Referente à Operação de uma CNC

ACTIVIDADES PRINCIPAIS/RISCOS	CONSELHOS E INSTRUÇÕES DE SEGURANÇA
<p>MOVIMENTAÇÃO MANUAL DE CARGAS</p>	<p>É obrigatório usar luvas</p> <p>É obrigatório usar botas/sapato de segurança</p>  <p>Protecção obrigatória das mãos</p>  <p>Protecção obrigatória dos pés</p>
<p>EXECUÇÃO DA OPERAÇÃO</p>	<p>É obrigatório usar botas/sapato de segurança</p> <p><u>Não esquecer:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> ▶ Manter a porta fechada ▶ Respeitar os dispositivos de segurança  <p>Protecção obrigatória dos pés</p>
<p>MANUTENÇÃO E LIMPEZA DO POSTO</p>	<p>É obrigatório usar óculos de protecção</p> <p>É obrigatório usar botas/sapatos de segurança</p> <p>É obrigatório usar luvas de protecção</p> <p><u>Não esquecer:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> ▶ Desligar máquina e o disjuntor no quadro eléctrico central, baterias e pilhas ▶ Sinalizar a máquina e quadro eléctrico com Indicando que está em manutenção ▶ Não utilizar as pistolas de ar comprimido  <p>Protecção obrigatória dos olhos</p>  <p>Protecção obrigatória dos pés</p>  <p>Protecção obrigatória das mãos</p>  <p>Perigo de electrocussão</p>
<p>É proibido fumar ou fumar nas instalações da empresa É proibido comer e beber nas áreas de trabalho</p>	 <p>Proibição de fumar</p>  <p>Proibição de fazer lume ou de fumar</p>
	<p style="text-align: center;">AMBIENTE</p> <p style="text-align: center;">Respeite a separação dos resíduos</p> 

ANEXO 2 - Ficha do Equipamento 132

IDENTIFICAÇÃO DO EQUIPAMENTO 132	
Designação: Centro de Maquinação CNC Marca/ Modelo: VC1052 Nº de Série: VC15214 Fornecedor: MMR, Lda. Data de Aquisição: Março/2017 Ano de Fabrico: 2017	Capacidade: Eixo x: Eixo y: Eixo z: Assistência Técnica: MMR, Lda. Mecânica e Electrónica:
FOTO / CROQUI	
	
OBSERVAÇÕES	
Fontes de energia: Quadro Eléctrico QDP – 3 / bateria (pilha) e compressor Certificado de conformidade CE	
SUBSTÂNCIAS PERIGOSAS UTILIZADAS	RESÍDUOS PRODUZIDOS
Servol 108 Macurat 68 Castrol AWS 32 e Castrol AWS 22 Massa consistente Produto de limpeza , limpa vidros e petróleo iluminante.	Ferramentas de corte degradadas Limalhas contaminadas com óleo Óleo usado Águas oleosas de limpeza
INSTRUÇÕES DE SEGURANÇA	
MOVIMENTAÇÃO MANUAL DE CARGAS	EXECUÇÃO DA OPERAÇÃO
 	   Óculos ou viseira em caso de abertura da porta
MANUTENÇÃO E LIMPEZA DO POSTO	<u>Não esquecer:</u> <ul style="list-style-type: none"> ▶ Desligar máquina e o disjuntor no quadro eléctrico central ▶ Sinalizar a máquina e quadro eléctrico com placa Indicando que está em manutenção ▶ Não utilizar as pistolas de ar comprimido 
   	 
É proibido fumar ou fumegar nas instalações da empresa É proibido comer e beber nas áreas de trabalho Ambiente Respeite a separação de resíduos	


ANEXO 3 - Ferramentas Disponíveis Para Afiamentos



ANEXO 4 - Controlador FANUC H- Equipamento 132



ANEXO 6 - Exemplo de ficha de programas de uma matriz



Ficha de Programas para Matrizes Tubulares

REFERÊNCIA: EXL-18844 CLIENTE: RAYE PARROCOS

TIPO: PH Ø 246 x 140 N.º Cav. 2

Ref compensado 0,05


CASTELO	Obs./Ferramentas	Rubrica	Data	BOCAS LADO ALIMENTAÇÃO	Obs./Ferramentas	Rubrica	Data
135694 666	Desbaste Castelo			135694 625			
135694 607	Retífica com força de aperto			135694 626			
135694 620	T20 Ø 3,5 (565)			135694 309			
	↳ Bearing Centerao						
				135694 650	APT T2 Ø 20 (2-10)		
				135694 627	T20 20846		
89310 516				135694 628	T17 (45°)		
BOCAS LADO CASTELO	Obs./Ferramentas	Rubrica	Data	CAVILHAS	Obs./Ferramentas	Rubrica	Data
135694 899	T20 Ø 10 (2-5)						
	↳ faz rebasio nas travessas do Castelo						
	Com sub-programas						
	↳ Com sub-programas						
135694 624				89310 503			
135694 800				Marcas			
135694 855				135694 630			10/12/18

BEARINGS NA PLACA	Obs./Ferramentas	Rubrica	Data	Cx. e SUB-Cx.	Obs./Ferramentas	Rubrica	Data
135694 700	T15 Ø 16 Zambuca (AD)						
135694 702	T16 Ø 3						
135694 703	T16 Ø 2,5						
135694 705	T18 Ø 10 Desbaste T2 (sub-programa)						
135694 706	T4 Ø 4 x 35 x Ø 10 - Desbaste com força de bearing (Cônica)			135694 555	buracos 7/40		10/12/18
135694 708	T4 Ø 3 x 35 x Ø 10 - faz o mesmo mas com feira program.						
135694 360	T20 45°			89310 515			
135694 444	↳ CAVILHAS com força de T17						
	↳ Utilizam-se ferramentas						
89310 400							
BACKER	Obs./Ferramentas	Rubrica	Data				
MARGAS	Obs./Ferramentas	Rubrica	Data				

Observações:









Nº das Fichas de fabrico de matrizes fabricadas sob estes programas:

ANEXO 7 - Lista de Ferramentas Equipamento 132









	IT 35	FERRAMENTA MÁQ. N° 132
---	--------------	-----------------------------------

T1	Roca Ø25 Pastilhas Desbaste Castelos
T2	Roca Ø20 Pastilhas Bocas
T3	Broca de ponto Ø16
T4	Roca Ø16 Pastilhas de Retificação de Castelos
T5	Fresa Ø12.7 Curta - marcas
T6	Broca Ø13 MD retificação Cavilhas
T7	Roca Ø16 pastilhas desbaste bocas Z-60mm
T8	Roca Ø12 pastilhas Desbaste Bocas Z-60mm
T9	Broca Ø10,5
T10	Broca Ø12
T11	Broca padrão Ø28
T12	Broca Ø25
T13	Broca Ø3
T14	Broca Ø20
T15	Broca Ø16
T16	Bucha
T17	Fresa 45° plaquetes
T18	Fresa Ø10 pastilhas DES Superior Castelos
T19	Fresa Ø16 DES inferior Castelos
T20	20 B4L
T21	25 B4L
T22	20 B2
T23	Roca Ø12
T24	

ANEXO 8 - Ficha Identificação Óleo Servol 108

Identificação	Servol 108: Óleo sintético – Iminodietanol <20%	
Fornecedor: Brugarolas, S.A.	Tel. Empresa: 0034935883100	
<p>R 48/22 – Nocivo risco de efeitos graves na saúde no caso de exposição prolongada por ingestão.</p> <p>S 26 – Em caso de contacto com os olhos, lavar imediata e abundantemente com água e consultar um especialista.</p> <p>S 62 – Em caso de ingestão, não provocar o vómito. Consultar imediatamente um médico e mostrar-lhe a embalagem ou o rótulo.</p>		 Xn-Nocivo
EPI's		
 <small>Protecção obrigatória das mãos</small>	 <small>Protecção obrigatória dos olhos</small>	 <small>Protecção obrigatória do corpo</small>
	<p>Extinção de incêndio</p> <p>Não é inflamável nem facilita a combustão</p>	
	<p>Em caso de derrame acidental</p> <p>Medidas preventivas relativas a pessoa: Evitar o contacto com a pele e os olhos. Lavar-se com água e sabão, e mudar a roupa que esteve em contacto com o produto. Lavá-la antes da sua reutilização.</p> <p>Medidas para a protecção do meio ambiente: Não será colocado na natureza para prevenir a contaminação dos solos, águas e esgotos.</p> <p>Procedimento limpeza/recolha: Recolher com terras absorventes e/ou meios mecânicos. Depositar os resíduos em embalagens fechadas. Reciclagem efectuada por gestores autorizados no tratamento de resíduos.</p>	
	<p>Primeiros socorros</p> <p>Medidas gerais: Em caso de dúvida ou se persistirem os sintomas consultar o médico. Nunca administrar nada pela boca a pessoas em estado inconsciente.</p> <p>Contacto com a pele: Lavar com água abundante e sabão. Não usar dissolventes.</p> <p>Contacto com os olhos: Lavar abundantemente com água durante no mínimo 15 minutos.</p> <p>Após ingestão: Beber água e enxaguar várias vezes a boca. Não provocar o vómito. Procurar assistência médica.</p>	
<p>Telefone de emergência (INTOXICAÇÕES) Centro de informação ANTI-VENENOS – 808250143 Brugarolas, S.A. – 0034935883100 Emergência – 112</p>		
Não tirar nem danificar esta ficha de segurança		

ANEXO 9 - Ficha Identificação Óleo Maccurat D 68

Identificação	Maccurat D 68	
Fornecedor: BP Lubrificantes, Lda.	Tel. Empresa: 213891321	
<p>S24/25 – Evitar o contacto com a pele e os olhos.</p> <p>S26 – Em caso de contacto com os olhos, lavar imediata e abundantemente com água e consultar um especialista.</p> <p>S36 – Usar vestuário de protecção adequado.</p> <p>S62 – Em caso de ingestão, não provocar o vómito. Consultar imediatamente um médico e mostrar-lhe a embalagem ou o rótulo.</p>	 <p>Xn-Nocivo</p>	
EPI's		
 <p>Protecção obrigatória das mãos</p>	 <p>Protecção obrigatória dos olhos</p>	 <p>Protecção obrigatória do corpo</p>
 <p>Extinção de incêndio</p> <p>Não é inflamável</p>		
<p>Manuseamento e Armazenagem</p> <p>Armazenar em embalagem original bem fechadas, temperatura (°C) não superior 60°C e protegida dos raios solares.</p>		
 <p>Em caso de derrame accidental</p> <p>Medidas preventivas relativas a pessoa: Evitar o contacto com a pele e os olhos. Lavar-se com água e sabão, e mudar a roupa que esteve em contacto com o produto. Lavá-la antes da sua reutilização.</p> <p>Medidas para a protecção do meio ambiente: Não derramar em cursos de água, solo e esgotos.</p> <p>Procedimento limpeza/recolha: Recolher com terras absorventes e/ou meios mecânicos. Depositar os resíduos em embalagens fechadas. Reciclagem efectuada por gestores autorizados no tratamento de resíduos.</p>		
 <p>Primeiros socorros</p> <p>Medidas gerais: Em caso de dúvida ou se persistirem os sintomas consultar o médico. Nunca administrar nada pela boca a pessoas em estado inconsciente.</p> <p>Contacto com a pele: Lavar abundantemente com água e sabão durante no mínimo 15 minutos. Retirar a roupa e calçado contaminado. Lavar a roupa antes de voltar a usa-la.</p> <p>Contacto com os olhos: Lavar abundantemente com água durante no mínimo 15 minuto e contactar o médico.</p> <p>Após inalação: Névoas e vapores podem causar irritação do aparelho respiratório. Retirar-se para o ar fresco. Procurar um médico se aparecerem sintomas.</p> <p>Após ingestão: Poderá causar náuseas, vômitos e diarreias. Beber água e enxaguar várias vezes a boca e garganta. Não provocar o vômito. Procurar assistência médica de imediato.</p>		
<p>Telefone de emergência (INTOXICAÇÕES)</p> <p>Centro de informação ANTI-VENENOS – 808250143</p> <p>Emergência – 112</p> <p>Tel. Empresa: 213891321</p> 		
Não tirar nem danificar esta ficha de segurança		

Tipo manutenção: Interna		Observações		Fornecedor Equipamento:		
Equipamento: Centro de Maquinação CNC TAKUMI	Modelo: VC1052	Nº Série: VC15214	Ano Fabrico: 2017	Assistência Técnica:		
Acção	Consumível	Tipo	Responsável	Datas	Rubrica	Observações
Atestar óleo refrigeração Jul	Castrol AWS 32	Mensal	Carlos Gaspar/ Maderal/Luis			Atenção: mudar óleo 1 vez por ano
Ago						
Set						
Limpeza de filtros (refrigeração, ar condicionado, armário eléctrico e ar comprimido) e ventiladores Jul		Trimestral	Carlos Gaspar/ Maderal/Luis			
Ago						
Jul						
Limpeza exterior e interior da máquina Jul		Mensal	Carlos Gaspar/ Maderal/Luis			
Ago						
Jul						
Verificar e atestar nível de óleo pneumático Jul	Castrol AWS 22	Mensal	Carlos Gaspar/ Maderal/Luis			
Ago		Mensal				
Set		Mensal				

