



M 2016



IMPLEMENTAÇÃO E OTIMIZAÇÃO DE PROCESSOS PRODUTIVOS NA LEICA

TIAGO ALEXANDRE DE ANDRADE COSTA
DISSERTAÇÃO DE MESTRADO APRESENTADA
À FACULDADE DE ENGENHARIA DA UNIVERSIDADE DO PORTO EM
ENGENHARIA METALÚRGICA E DE MATERIAIS

ORIENTADOR
PROFESSOR VÍTOR MANUEL BRANCO MARTINS AUGUSTO

<i>CANDIDATO</i>	Tiago Alexandre de Andrade Costa	<i>Código</i>	201103108
<i>TÍTULO</i>	Implementação e otimização de processos produtivos na Leica		
	<i>Presidente</i>	Professor Doutor Manuel Fernando Gonçalves Vieira	DEMM/FEUP
<i>JÚRI</i>	<i>Arguente</i>	Professor Doutor Carlos Alberto Moura Relvas	DEM/UA
	<i>Orientador</i>	Professor Vítor Martins Augusto	DEMM/FEUP
<i>DATA</i>	27 de julho de 2016		
<i>HORA</i>	11h00		
<i>SALA</i>	F103 - DEMM - FEUP		

Resumo

Este trabalho foi realizado no âmbito da dissertação de mestrado para conclusão do Mestrado Integrado em Engenharia Metalúrgica e de Materiais, sob a forma de relatório de estágio, respeitante a um estágio curricular, realizado em meio empresarial. Este estágio focou-se na implementação de melhorias nos setores de maquinaria e no desenvolvimento de componentes por maquinaria na empresa Leica - Aparelhos Ópticos de Precisão S.A.

O período inicial de adaptação teve como principal objetivo compreender o processo de produção, nomeadamente, os procedimentos internos gerais e, principalmente, relativos às áreas nas quais os projetos seriam desenvolvidos.

O trabalho foi iniciado com implementação do processo produtivo para um componente de uma camara fotográfica. Posteriormente, o atual processo de produção de um componente dos binóculos Trinovid BCA, um clássico da marca, foi escrutinado, surgindo a proposta de o produzir por maquinaria, o que levou à implementação de alterações na geometria da peça, e este novo método de produção foi comparado com o anteriormente utilizado pela empresa.

A implementação de melhorias aos sectores de maquinaria, iniciou-se com a atualização dos pós-processadores, a implementação de um plano de controlo sobre fluidos associados ao processo de maquinaria e o desenvolvimento de um *software* para quantificação da eficiência das máquinas.

Neste documento são descritos projetos que promoveram um crescente conhecimento de métodos de produção, especificamente relacionados com o método de trabalho e produção da Leica, e projetos que envolveram o desenvolvimento de melhorias aos grupos de maquinaria da mesma empresa.

Abstract

The work here reported was conducted as part of the Master's dissertation, in order to finalize the Master in Metallurgical and Materials Engineering program and is presented as an internship report, stating the projects this author was involved while working at Leica - Aparelhos Ópticos de Precisão S.A. The focal points of this internship were the implementation of improvements in the machining sectors and the development of components by machining in the company.

The first main goal, during the adaptation period, was to understand the production process, namely, the general internal procedures and, mainly, the ones related to the areas in which the projects were developed.

Firstly, the productive process to a component to a photographic camera was implemented. Later, the current production process of a component of the Trinovid BCA binoculars, a classic product from the brand, was scrutinized, which resulted in a proposal to produce it by a different method: machining. This led to the implementation of geometrical alterations in the component, and the new production method was compared with the one the company has been using until now.

Regarding the machining sectors, several improvements were implemented, namely: the post-processors were updated, a new control plan of the fluids used in the machining process was implemented and software was developed to quantify the machines' efficiency.

Over this report, projects that had promoted an increasing knowledge on the production methods and projects involving the development of improvements in the machining sectors from the company are described.

Agradecimentos

Em primeiro lugar gostaria de agradecer ao Professor Vítor Martins Augusto, por aceitar ser meu orientador, por todo o apoio e aconselhamento, quer profissional, quer pessoal, prestados no decorrer do trabalho descrito nesta dissertação.

À Leica - Aparelhos Ópticos de Precisão e a todos os seus colaboradores, em particular ao Eng.º Bruno Afonso pela oportunidade de realizar a dissertação em ambiente empresarial. Gostaria também de agradecer ao Bruno Silva, Rui Miguel, Ricardo Seara, entre outros por toda a sua disponibilidade e orientação.

Agradeço também a todos os meus amigos que de uma maneira ou de outra me acompanharam desde sempre, contribuindo em grande parte para a pessoa em que hoje me tornei.

Quero também agradecer à Sofia por todo o apoio, paciência e compreensão demonstrados durante todo este período.

Por fim, mas não por último, um enorme obrigado àquelas que são a base da minha existência, da minha formação e que sempre me apoiaram em todos os momentos, acreditando e desejando sempre o meu sucesso: à minha mãe Carmo e à minha irmã Amanda.

Índice

Resumo	i
Abstract	ii
Agradecimentos	iii
Índice de Figuras	vii
Índice de Tabelas	x
Índice de Equações	xi
Índice de Anexos	xii
1. Introdução	1
1.1. Leica - Aparelhos Ópticos de Precisão S.A.....	1
1.2. Âmbito do projeto.....	2
1.3. Objetivo do projeto.....	3
1.4. Estrutura do projeto	3
2. Departamento - mecânica.....	4
2.1. Organização.....	4
2.2. Fresagem	5
2.4.1. Equipamentos disponíveis	5
2.4.1.1. Máquinas CNC	5
2.4.1.2. Auxiliares de produção.....	5
2.1.1.2.1. Lang-Technik	6
2.1.1.2.2. Equipamentos de controlo dimensional	7
2.4.2. Makino A51nx	7
2.4.2.1. Especificações gerais.....	7
2.4.2.2. Construção do Programa NC.....	8
2.3. <i>Softwares</i> auxiliares de produção	9
3. O processo produtivo.....	10

3.1.	Desenvolvimento de mecanismos	11
3.2.	Seleção de ferramentas	11
3.3.	Programação CAM	12
3.4.	Pós-processamento.....	12
3.5.	Protótipo	14
3.6.	Qualidade.....	14
3.7.	Acompanhamento do processo	14
4.	Implementação e otimização de processos produtivos de componentes para produção interna.....	15
4.1.	Estruturação e implementação do processo produtivo do componente <i>Rückschale</i> Paul.....	15
4.4.1.	Fixações	16
4.4.1.1.	1ª Fixação	16
4.4.1.2.	2ª Fixação	16
4.4.1.3.	3ª Fixação	17
4.4.1.4.	4ª Fixação	17
4.4.2.	Mecanismo	18
4.4.3.	Maquinagem da peça	19
4.2.	Análise e alteração ao processo produtivo da ponte BC.....	20
4.4.1.	Âmbito do projeto	20
4.4.2.	Processo atual	21
4.4.2.1.	Custo de processamento	21
4.4.2.2.	Defeitos no processo	22
4.4.3.	Plano de ação.....	23
4.4.4.	Proposta de alteração de processo	24
4.4.4.1.	Alterações geométricas da peça.....	24
4.4.4.2.	Definição de fixações para maquinagem	26

4.4.4.3.	Desenvolvimento de mecanismos de fixações	27
4.4.4.4.	Programação CAM e maquinagem	28
4.4.4.5.	Controlo dimensional.....	29
4.4.4.6.	Ciclo de processamento.....	32
4.4.5.	Alteração estética à peça	35
4.4.6.	Series especiais.....	36
4.4.6.1.	Alterações nos componentes.....	36
5.	Implementação de melhorias na secção de maquinagem	39
5.1.	Atualização dos pós processadores Makino A51nx.....	39
5.2.	Implementação de plano de controlo e de melhoria nos fluidos associados ao processo de maquinagem	41
5.4.1.	Motivação	41
5.4.2.	Objetivos e procedimento	44
5.4.3.	Resultados obtidos.....	44
5.3.	Desenvolvimento e implementação de <i>software</i> de OEE.....	49
5.4.1.	Interface produção	53
5.4.2.	Estados da máquina	54
5.4.3.	Paragens.....	56
5.4.4.	Fim de turno/Lote	57
5.4.5.	Registo de dados	57
6.	Conclusões.....	59
7.	Referencias bibliográficas.....	61
8.	Anexos.....	62

Índice de Figuras

Figura 1: Instalação fabril da Leica - Aparelhos Ópticos de Precisão.....	1
Figura 2: Layout do departamento da mecânica.....	4
Figura 3: Máquinas CNC disponíveis no grupo da fresagem.	5
Figura 4: Equipamentos da Lang-Technik.....	6
Figura 5: Equipamento de metrologia - Micro-hite.....	7
Figura 6: Cabeçalho do programa de chamada de ferramentas e chamada da 1ª ferramenta.....	8
Figura 7: Cabeçalho do programa que contem as estratégias da ferramenta	8
Figura 8: Troca de ponto zero.....	9
Figura 9: Final do programa.....	9
Figura 10: Fluxograma do processo produtivo.....	10
Figura 11: Fluxograma de desenvolvimento de mecanismos.....	11
Figura 12: Leica M-D.....	15
Figura 13: Modelo 3D do Rückschale Paul 1ª fase.....	15
Figura 14: 1ª fixação.....	16
Figura 15: 2ª fixação.....	16
Figura 16: Peça após 2ª fixação.....	16
Figura 17: Peça antes da 3ª fixação (a) e após 3ª fixação (b).....	17
Figura 18: 3ª fixação.....	17
Figura 19: Mecanismo na Quick-Tower referente à 4ª fixação.....	17
Figura 20: Peça após 4ª e ultima fixação.....	18
Figura 21: 1º Esboço do mecanismo de fixação.....	18
Figura 22: Componentes do mecanismo.....	19
Figura 23: Mecanismo para a 5ª fixação.....	19
Figura 24: Leica Trinovid 8x20 BCA e componente em estudo.....	20
Figura 25: Fluxograma do processo atual.....	21
Figura 26: Percentagem de peças com retrabalho antes da pintura.....	22
Figura 27: Peças aprovadas vs reprovadas e tipos de defeitos.....	23
Figura 28: Taxa de aprovação de peças por mão de pintura.....	23
Figura 29: Fluxograma de alteração de processo.....	24
Figura 30: Diferenças entre geometria inicial (a) e final (b).....	25

Figura 31: Alteração geométrica do interior da peça	25
Figura 32: Alteração geométrica do interior da peça	26
Figura 33: Alteração geométrica do interior da peça	26
Figura 34: 1ª fixação	27
Figura 35: 2ª fixação	27
Figura 36: Componente desenvolvido para o mecanismo da 2ª Fixação	28
Figura 37: Plano de ferramentas entregue à produção	28
Figura 38: Ficheiros NC com código para maquinagem da peça	29
Figura 39: Imagem do desenho técnico da Ponte BC	30
Figura 40: Zonas aprovadas e reprovadas	31
Figura 41: A azul falta de material e a vermelho material em excesso	31
Figura 42: Zona exterior da peça	32
Figura 43: Peça pós-maquinagem	32
Figura 44: Peças aprovadas vs reprovadas e tipos de defeitos	33
Figura 45: Zona de aparecimento de rebarba	33
Figura 46: Estratégias para remoção de rebarba	33
Figura 47: Custo de produção em comparação ao processo anterior	34
Figura 48: Parafuso de aço	35
Figura 49: Ponte com novo componente	36
Figura 50: Anel de asa com processo atual	36
Figura 51: Anel de asa com gravação e pintura a baixo-relevo	36
Figura 52: Componente com diferentes tipos de acabamento	37
Figura 53: Corpo e parafuso	37
Figura 54: Ponte pós-polimento	38
Figura 55: Peça desenvolvida para atualização dos pós-processadores	39
Figura 56: Estratégias programadas e respetivas ferramentas	39
Figura 57: Código antes de adição (a) e código após edição (b)	40
Figura 58: Custo dos consumíveis de abril de 2015 a janeiro de 2016	41
Figura 59: Custo de Benzina de abril de 2015 a janeiro de 2016	42
Figura 60: Custo de EcoCool Al C Plus de abril de 2015 a janeiro de 2016 ..	42
Figura 61: Custo de EcoCut HFN 16 LE de abril de 2015 a janeiro de 2016 ..	43
Figura 62: Custo de EcoCut HFN 32 de abril de 2015 a janeiro de 2016	43
Figura 63: Relatório mensal de consumíveis	45

Figura 64: Consumos de benzina antes e após implementação	47
Figura 65: OEE no LCD em terreno de fabrica	49
Figura 66: Estruturação do OEE	50
Figura 67: Relação de dependência entre os 3 fatores	51
Figura 68: Interface LCD	52
Figura 69: OEE em terreno de fabrica.....	53
Figura 70: Interface produção.....	53
Figura 71: Menu principal	54
Figura 72: Estados de máquina.....	54
Figura 73: Menu Login	54
Figura 74: Início de Produção	55
Figura 75: Início de mudança de trabalho	55
Figura 76: Fim de mudança de trabalho	55
Figura 77: Início de Retrabalho	56
Figura 78: Início de paragem planeada	56
Figura 79: Menu paragem	57
Figura 80: Fim de lote/turno	57
Figura 81: Registo de dados	58
Figura 82: Registo de dados da qualidade	58

Índice de Tabelas

Tabela 1: Especificações gerais - Makino A51nx	7
Tabela 2: Custo por etapa da produção da ponte BC	21
Tabela 3: Custo de produção por peça	32
Tabela 4: Custo de produção por peça	34

Índice de Equações

Equação 1: Fórmula para cálculo OEE.....	51
---	-----------

Índice de Anexos

Anexo 1: 1º Fixação do projeto Paul	62
Anexo 2: Folha de especificação para parafusos de fixação à Quick-Tower.	62
Anexo 3: 2ª Fixação projeto Paul	63
Anexo 4: 3ª Fixação projeto Paul	63
Anexo 5: 5ª Fixação projeto Rückschale Paul	64
Anexo 6: Pormenores do mecanismo de fixação projeto Rückschale Paul ...	65
Anexo 7: 2D do mecanismo de fixação do projeto do Rückschale Paul	66
Anexo 8: 2D do mecanismo de fixação do projeto Ponte BC.....	69
Anexo 9: Estratégias de maquinagem ponte BC	72
Anexo 10: Protocolo Dimensional	73
Anexo 11: Desenho 2D dos novos componentes.....	79
Anexo 12: 2ª atualização do pós-processador	80
Anexo 13: Folha de registo de consumíveis	86
Anexo 14: Folha de registo de ferramentas	87
Anexo 15: Folha de registos para centro de trabalho manual	88
Anexo 16: Folha de registo de consumíveis normalizada	89
Anexo 17: Formação dada aos colaboradores sobre OEE	90
Anexo 18: Manual de utilizador - Software OEE	107

1. Introdução

1.1. Leica - Aparelhos Ópticos de Precisão S.A.

Foi no ano de 1849, em *Wetzlar* na Alemanha, que a Leica foi fundada, focando-se inicialmente na produção de microscópios, e, onde mais tarde, se deu o nascimento da primeira câmara de 35 mm, o que revolucionou o universo da fotografia. Responsável por inúmeros desenvolvimentos e inovações, a marca Leica desde cedo se impôs, de forma incontornável, pela sua qualidade, granjeando um prestígio que a torna, até hoje, universalmente reconhecida. A atestar a alta qualidade dos artigos fotográficos e de observação que o grupo Leica produz, contam-se os inúmeros galardões, provenientes das mais reputadas entidades [1].



Figura 1: Instalação fabril da Leica - Aparelhos Ópticos de Precisão

A 29 de junho de 1973, por deliberação do conselho de administração da empresa alemã, foi fundada em Vila Nova de Famalicão a Leica, S.A., inicialmente designada por Leitz Portugal - Aparelhos Ópticos de Precisão, S.A.R.L, que no final do seu primeiro ano laboral, contava com quase uma centena de trabalhadores. À data de comemoração dos seus 40 anos, em junho de 2013, o número de trabalhadores rondava os 740, a trabalhar já nas novas instalações, ainda no concelho de Vila Nova de Famalicão [1].

Este crescimento a nível de colaboradores foi impulsionado pelo alargamento da gama de produtos da empresa, sendo que, inicialmente, apenas se produziam, em Famalicão, algumas peças mecânicas e óticas, evoluindo até à montagem de



câmaras fotográficas, binóculos e outros artigos de observação como miras e objetivas.

Desde sempre a qualidade dos produtos foi priorizada pela empresa, sendo um dos principais valores da marca Leica. A Leica S.A. certificou-se na norma NP EN ISO 9001 em março de 1997, estando certificada por esta mesma norma até aos dias que correm. A Leica é também uma empresa consciente das implicações ambientais da produção de resíduos associada a este tipo de indústria e, por isso, tem implementado um sistema de gestão ambiental, segundo a norma NP EN ISO 14001:2004. Com este sistema a empresa apresenta-se como amiga do ambiente, cumpridora de todos os requisitos, legais e outros, aplicáveis aos aspetos ambientais[1].

A empresa encontra-se dividida em 3 setores distintos que trabalham com o mesmo objetivo. O setor da ótica desenvolve trabalhos na área de produção de lentes e prismas, que serão incorporados nos diferentes produtos da marca. O setor da mecânica, setor no qual o trabalho a desenvolver está inserido, realiza todo tipo de componentes metálicos necessários aos produtos da marca, realizando também todo o trabalho de tratamento e acabamento superficial. Por fim, é no setor da montagem, onde se reúnem todos os componentes necessários para obter o produto final, que é depois enviado para *Wetzlar, Alemanha*, a casa mãe do grupo.

1.2. Âmbito do projeto

Este projeto surge no âmbito de uma candidatura espontânea realizada em 2015, que resultou numa proposta da empresa para que o autor desta dissertação desenvolvesse um projeto que consiste na implementação de melhorias aos setores de maquinaria e a alteração de processo de produção, com múltiplos objetivos, entre eles a redução de custo de produção, o melhoramento do fluxo de produção, a redução do retrabalho nas peças e a diminuição das taxas de refugo.

Assim sendo e, já tendo como objetivo a realização da Dissertação, foram adquiridos conhecimentos na unidade curricular de Seminário, nos *softwares* Mastercam (GrandeSoft), Cimco Edit (GrandeSoft), no pós-processamento, no estudo e compreensão de código NC e de relatórios de controlo dimensional do Pc-Dmis e da GOM, de forma a adquirir autonomia para desenvolver os projetos.



1.3. Objetivo do projeto

O objetivo deste projeto passou pela análise do processo atual, incluindo custos, tempos e fluxos de trabalho e, de seguida, o desenvolvimento de um projeto de maquinagem, com o devido acompanhamento e monitorização das etapas seguintes do processo produtivo, até à peça estar pronta para o envio para cliente.

No fim da análise será possível realizar uma comparação entre os dois processos, de forma a concluir qual o mais vantajoso, quer a nível de custos, de fluxo de trabalho, de defeitos e de capacidade de aplicar alterações ao projeto.

Outros projetos também foram abraçados durante o estágio realizado, mais especificamente, o desenvolvimento do processo produtivo das etapas e fixações de maquinagem de uma carcaça de uma camera fotográfica; a realização de atualizações aos pós-processadores; a implementação de um plano de controlo de consumíveis de máquinas CNC e o desenvolvimento de um *software* de *Overall Equipment Effectiveness (OEE)*.

1.4. Estrutura do projeto

Esta dissertação está estruturada da seguinte forma:

- O presente capítulo fez uma introdução ao projeto, com uma pequena descrição da empresa onde o projeto foi realizado, dos seus objetivos e o seu âmbito e estrutura;
- O segundo capítulo apresenta uma descrição detalhada do departamento da mecânica, assim como todos os grupos associados ao mesmo, o trabalho desenvolvido por estes, com especial atenção ao setor da fresagem, no qual o projeto será inserido;
- No terceiro capítulo faz-se uma análise e descrição do processo produtivo recomendado a utilizar em todos os projetos. Este capítulo torna-se relevante pois é possível observar e subdividir as várias etapas do processo e, desta forma, proceder à realização de um projeto sem falhas. Sendo útil também para possíveis sugestões de melhoria.
- O quarto capítulo é dedicado ao desenvolvimento e implementação de processos produtivos de componentes para produção interna, sendo que, desta forma, estão inseridos neste capítulo a produção de peças por maquinagem, a alteração de processos produtivos e as análises aos

processos desenvolvidos, estes projetos estão apresentados de forma cronológica.

- O quinto capítulo centra-se no desenvolvimento e implementação de melhorias nos setores de maquinagem, sendo que estes projetos foram realizados em paralelo entre eles e entre os projetos do quarto capítulo.

2. Departamento - mecânica

2.1. Organização

O departamento da mecânica realiza todo o tipo de operações às peças desde a chegada da matéria-prima (bloco, barra ou pré-forma fundida) até peça final, com tratamento superficial e pintura.

O *layout* do departamento encontra-se na figura 2.

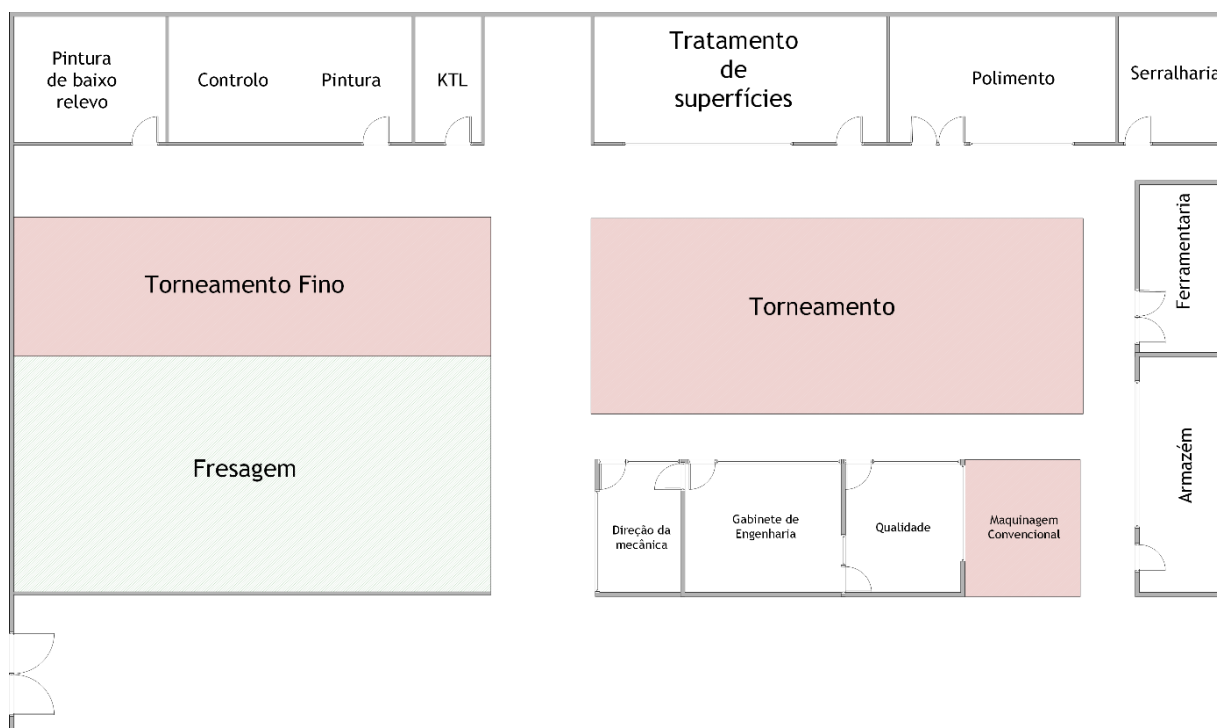


Figura 2: Layout do departamento da mecânica

Desta forma os projetos iniciam-se no Gabinete de Engenharia, no qual se faz a definição das ordens de trabalho, denominadas por Au's, diminutivo do termo “ordem de trabalho” (*Arbeitsauftrag*) em alemão. Nestas ordens são atribuídos números e roteiros pelos vários setores do departamento pela qual as peças vão passar até esta estarem prontas para expedição.

O percurso de produção de uma peça, começa, normalmente, na fresagem ou no torneamento, podendo, de seguida, passar pelo torneamento fino. Segue-se o polimento manual, o tratamento de superfícies, o KTL (*kathodische Tauchlackierung*), que se baseia no revestimento por imersão catódica, sendo que é uma etapa onde apenas se realizam trabalhos sobre peças de magnésio, a pintura e, por fim, o controlo. A ferramentaria, o armazém e a serralharia prestam apoio à produção. O gabinete da qualidade acompanha o processo todo para garantir que a qualidade dos produtos está dentro do especificado pelo cliente.

2.2. Setor de Fresagem

Como todo o trabalho será desenvolvido no setor da fresagem, este setor será explorado de forma mais intensiva, com o objetivo de ser realizada uma total compreensão dos procedimentos internos, e, se possível, sugerir melhorias a aplicar neste setor.

2.4.1. Equipamentos disponíveis

De forma a garantir a qualidade e a cadência de produção necessária, a empresa apresenta os seguintes equipamentos disponíveis:

2.4.1.1. Máquinas CNC

As máquinas fresadores CNC disponíveis na empresa estão representadas na figura 3.

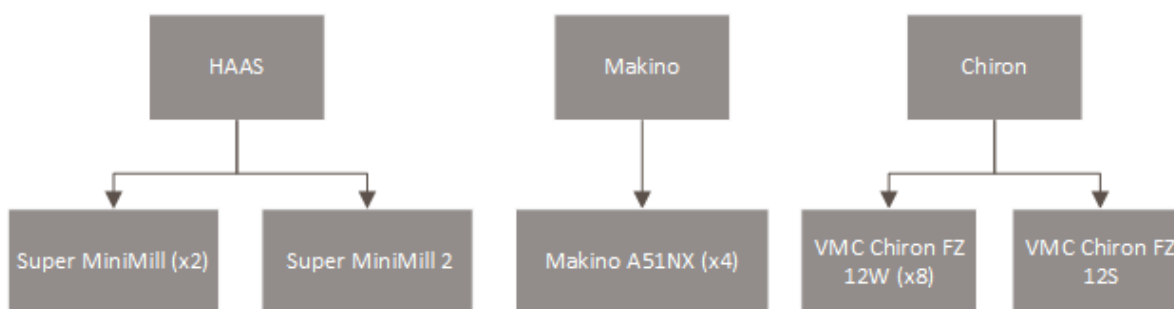


Figura 3: Máquinas CNC disponíveis no grupo da fresagem.

2.4.1.2. Auxiliares de produção

O desafio de produzir em série peças de elevada complexidade geométrica e a necessidade de cadências de produção elevadas fazem com que seja necessário otimizar o processo ao máximo, diminuindo o tempo de alimentação da máquina, aumentando a precisão com que se coloca o bloco na máquina e diminuindo o tempo de maquinagem de cada percurso.

No mercado surgem várias soluções que permitem resolver estes problemas, sendo que a Leica utiliza máquinas da Tesa para controlo dimensional e o sistema da Lang-Technik, para uma fixação rápida de peças na máquina, máquinas da Haimer, que garantem elevada estabilidade, para montagem de cones térmicos e uma máquina da Zooler, para medição de ferramentas montadas, alguns destes equipamentos vão, em seguida, ser explorados mais aprofundadamente.

2.1.1.2.1. Lang-Technik

São utilizados no dia-a-dia acessórios da Lang-Technik para facilitar a fixação das peças nas máquinas, como, a *Quick-tower*, o Makro Grip e o Quick Point, presentes na figura 4.

A *Quick-tower*, que é apropriada para centros de maquinagem horizontais, é um componente estável e de baixa vibração, produzido por fundição. Devido ao grande número de encaixes, este componente permite produzir várias peças na mesma torre, aumentando a produtividade da máquina.

O *Makro-Grip* é uma prensa com grande poder de fixação, de manuseamento fácil, devido ao seu baixo peso, e que permite o encaixe na *Quick-tower*, com fácil definição da origem e rápida fixação.

O Quick-Point permite a fixação da peça noutro eixo, fazendo com que seja possível realizar maquinagem sobre outro eixo, reduzindo o número de fixações [2,3].



Figura 4: Equipamentos da Lang-Technik

2.1.1.2.2. Equipamentos de controlo dimensional

Durante o processo produtivo de peças em série, é fundamental a existência de equipamentos que realizem controlo dimensional de forma rápida. Exemplos desses equipamentos são os paquímetros, os calibres (que se apresentem discriminados nas ordens de trabalhos) e o micro-hite (figura 5), que é um equipamento que permite medições rápidas e muito precisas (0,001 mm de erro) e que apresenta uma curva de aprendizagem muito rápida, permitindo assim resultados imediatos. Este equipamento é uma ferramenta igualmente útil durante as primeiras maquinagens, obtendo-se rapidamente resultados dimensionais que permitem realizar acertos na peça, para que possa entrar em produção [4].



Figura 5: Equipamento de metrologia - Micro-hite

2.4.2. Makino A51nx

Tendo em conta que a máquina CNC a utilizar será uma Makino A51nx, as especificações e a programação do código NC serão profundamente exploradas [5].

2.4.2.1. Especificações gerais

Tabela 1: Especificações gerais - Makino A51nx

Palete	400 x 400 mm
X	560 mm
Y	640 mm
Z	640 mm
RPM	14000
Dimensão do carrossel	60
Troca de Ferramenta	0,9 segundos
Avanço máximo de corte	50000 mm/min

2.4.2.2. Construção do Programa NC

Visto que a construção da Makino A51nx foi desenvolvida de forma a utilizar um programa de chamada de ferramentas, a construção dos programas também foi estudada para a compreender todas as operações realizadas pela máquina. Assim, na figura 6 encontra-se parte do programa de chamada de ferramenta.

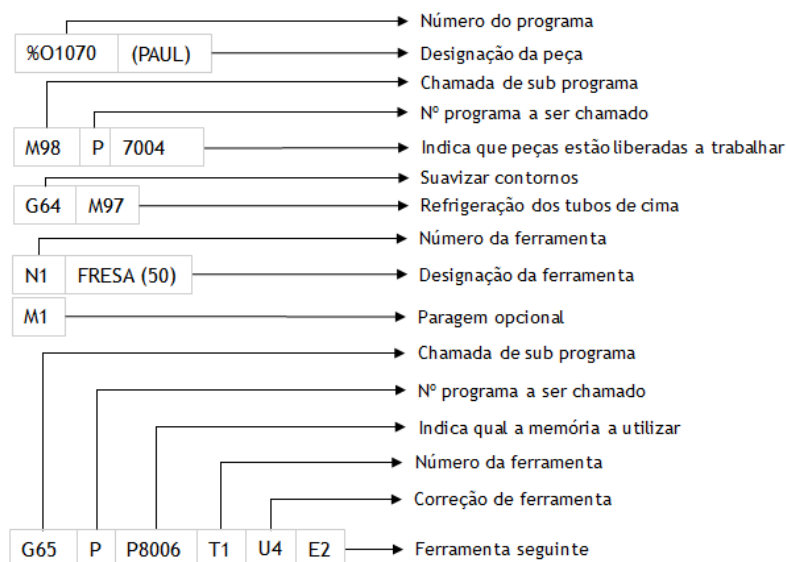


Figura 6: Cabeçalho do programa de chamada de ferramentas e chamada da 1ª ferramenta

Na ultima linha do código demonstrada na figura 6, a máquina faz a chamada da ferramenta do programa dessa ferramenta e preparar a ferramenta seguinte no carrossel (E2). O programa da cada ferramenta contém um cabeçalho no qual dá várias informações à máquina, sendo que esse cabeçalho está demonstrado na figura 7.

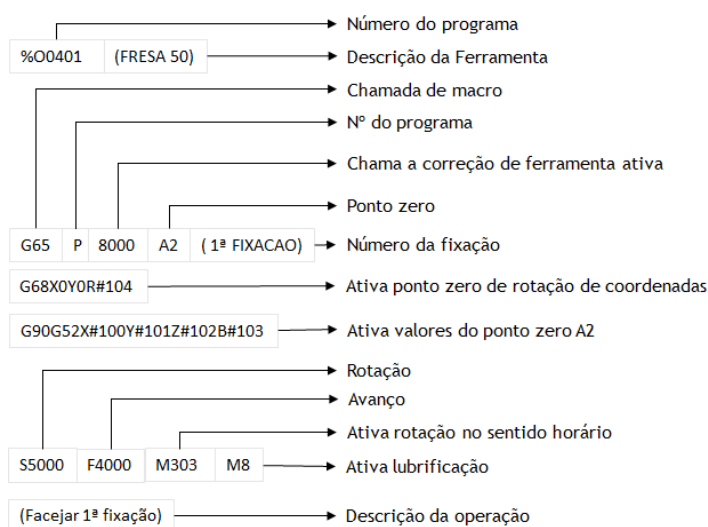


Figura 7: Cabeçalho do programa que contém as estratégias da ferramenta

Visto que cada ferramenta apenas trabalha uma vez, com o objetivo de reduzir o tempo de troca de ferramenta, quando existe uma mudança de ponto zero na mesma ferramenta, aplica-se o código apresentado na figura 8.

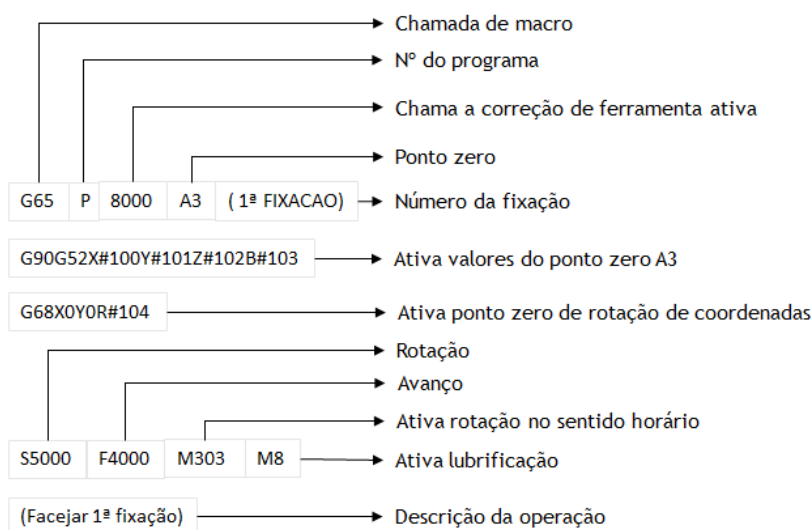


Figura 8: Troca de ponto zero

No fim de cada programa, existe um rodapé, figura 9, que faz o reposicionamento da árvore da máquina e retorna ao programa de chamada. Quando todas as ferramentas programadas forem utilizadas, o programa termina.

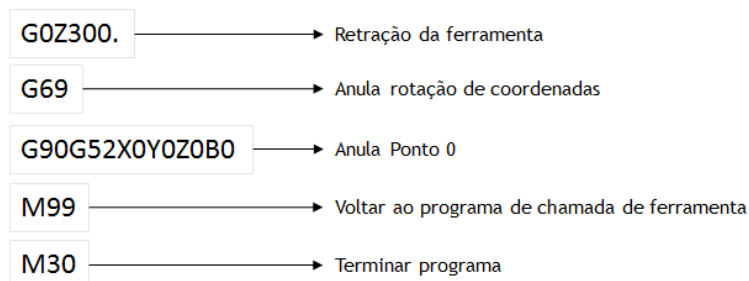


Figura 9: Final do programa

2.3. Softwares auxiliares de produção

Com a evolução da informática e a crescente necessidade de produção de peças de maior complexidade geométrica e devido à competitividade dos mercados, a utilização de *software* de auxílio à produção é de extrema necessidade.

Desta forma, para combater essas necessidades, a empresa tem ao seu dispor *software* CAD, o PTC Creo Direct Elements 18.1, *software* CAD/CAM MasterCam x9, e o Cimco Edit V7, um *software* para edição e análise de código NC.

Estes três *softwares* foram usados ao longo do desenvolvimento do estágio realizado.

3. O processo produtivo

O processo produtivo apresenta etapas que devem ser cumpridas de forma a minimizar os erros e aumentar a eficácia e a eficiência do desenvolvimento do mesmo. Desta forma, a figura 10 demonstra as etapas a cumprir de forma a garantir um desenvolvimento de processo produtivo correto.

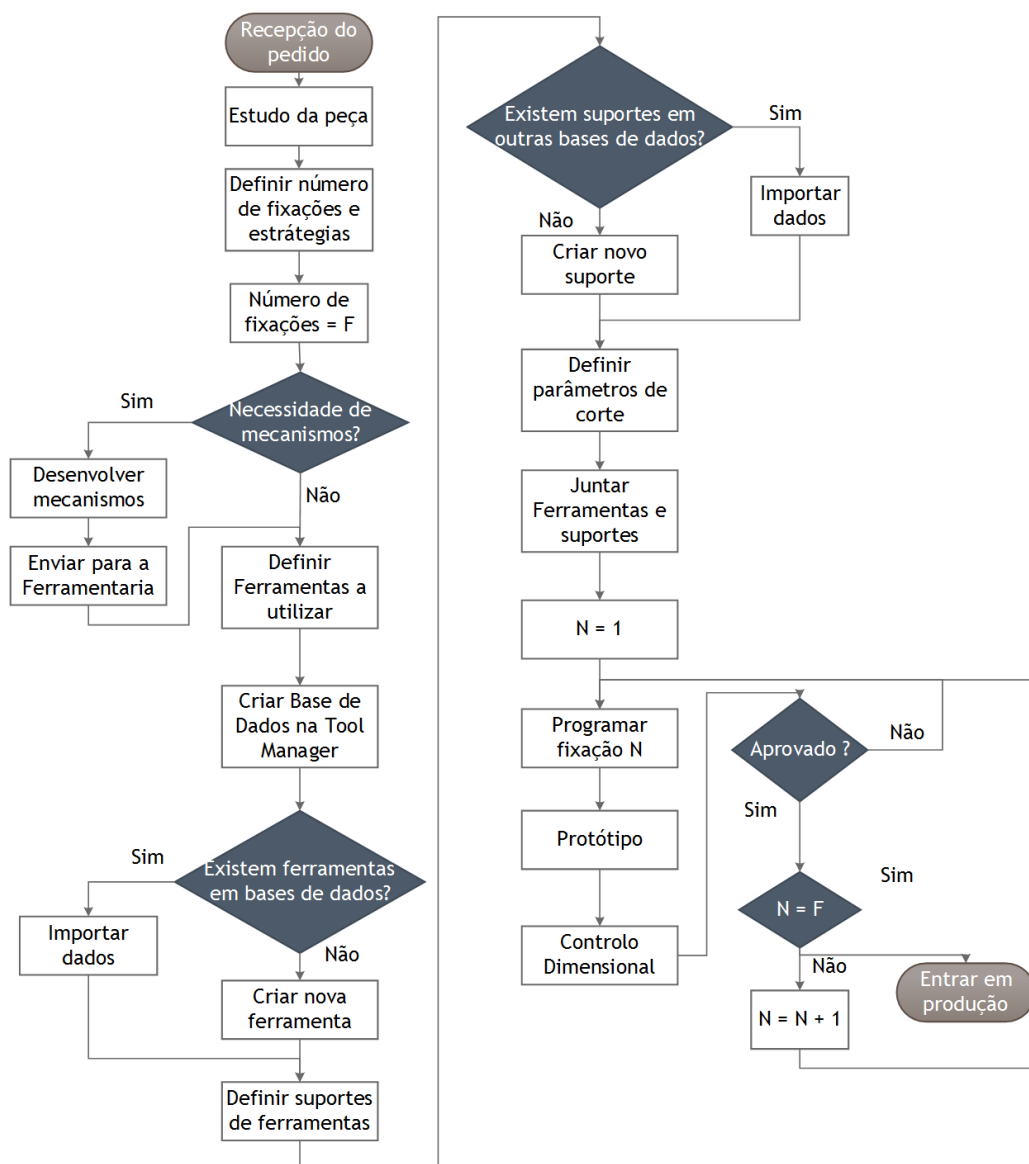


Figura 10: Fluxograma do processo produtivo

O estudo da peça é realizado através da observação da peça em 2 e 3D de forma a compreender quantas fixações são necessárias realizar para executar a produção da mesma. Nesta etapa também se realiza a definição das dimensões iniciais do bloco a maquinar. O estudo da peça deve ser extensivamente debatido, dado que a otimização do número de fixações tornará o processo mais expedito.

3.1. Desenvolvimento de mecanismos

Os mecanismos são auxiliares de produção usados para a fácil e correta fixação da peça na torre. Quando a peça está quase acabada, torna-se progressivamente mais difícil fixa-la corretamente e, por isso, a criação destes mecanismos é importante. O processo de desenvolvimento dos mecanismos, necessários para a produção de uma peça, está presente na figura 11.

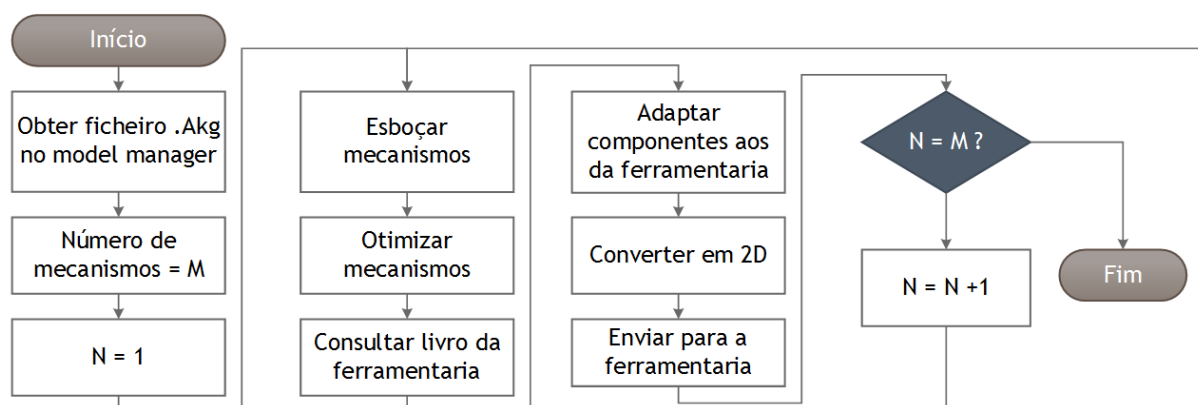


Figura 11: Fluxograma de desenvolvimento de mecanismos

Visto que estes mecanismos são realizados em específico para cada peça a produzir, torna-se importante também ter em atenção o custo e a facilidade de fabrico dos mesmos. Após o esboço inicial dos mecanismos, desenvolvido com o único objetivo de garantir a perfeita produção da peça, passa-se ao processo de simplificação da sua produção. Este processo passa pela alteração, por exemplo, de raios, patamares e caixas, para que, durante a sua produção, se utilizem o mínimo de ferramentas e por consultar o livro de peças existente na ferramentaria, para garantir que grande parte dos componentes como parafusos, anilhas, pernos, entre outros, existam na ferramentaria, tornando o processo mais rápido e com menores custos associados.

3.2. Seleção de ferramentas

Uma das etapas fundamentais na produção de peças por maquinagem é a seleção das ferramentas de corte. Numa situação de produção em série, o tempo de produção é extremamente importante e existe no mercado uma panóplia de ferramentas de corte, com diferentes características, que influenciam ao mais alto nível o tempo de maquinagem.

Nesta etapa faz-se a análise da peça a produzir, escolhem-se as ferramentas para a realização da maquinagem da mesma, calculam-se os parâmetros de corte e



faz-se a inserção dos mesmos no *Tool Manager* (base de dados de ferramentas do Mastercam que funciona integrada com este *software*). Assim, quando se programar a maquinagem da peça, recorre-se à base de dados de ferramentas, onde obtém a informação sobre as ferramentas definidas para a maquinagem da peça. Também se selecionam os suportes de ferramentas (cones ou porta-pinças) e a sua assemblagem com as ferramentas, com as respetivas alturas, para que, quando se realizar a montagem das ferramentas, exista a informação da altura que ferramenta deve ter.

Todas estas etapas permitem que o tempo de maquinagem lido no simulador seja bastante real e que se possam verificar, de forma mais correta, se haverão ou não colisões durante a maquinagem.

3.3. Programação CAM

O CAM (*Computer Aided Manufacturing*), é qualquer processo de manufatura auxiliado por meios informáticos, sendo nesta Dissertação o Mastecam o software de auxílio à produção de componentes por maquinagem.

A Programação CAM inicia-se com a obtenção do ficheiro STEP através da conversão de ficheiro existente no *PTC Creo Elements Direct Modeling 18.1*. De seguida, caso existam mecanismos de fixação, estes devem ser anexados, tornando possível observar colisões da ferramenta com os mesmos.

De seguida, procede-se à programação da fixação em questão, onde se recorre a *Tool Manager* para verificar as ferramentas destacadas para cada peça, e faz-se a programação dos percursos de maquinagem a serem utilizados, as entradas e saídas de ferramenta, as ligações, entre outros.

Existe, por vezes, a necessidade de alterar parâmetros de corte para operações individuais pois existem operações que utilizam mais percentagem da ferramenta no corte do que o estipulado inicialmente.

3.4. Pós-processamento

O pós-processamento e a subsequente construção do programa NC para a máquina são realizados de uma forma semi-manual, isto é, faz-se o pós-processamento ferramenta-a-ferramenta, depois anexa-se um cabeçalho e um rodapé, com macros no Cimco Edit V7, e retira-se parte do cabeçalho pós-processado. Paralelamente, é criado manualmente o ficheiro de chamada de



ferramenta. Isto só ocorre, pois, os pós-processadores não se encontram devidamente afinados para as máquinas existentes.



3.5. Protótipo

De forma a garantir que o produto final se encontra dentro dos requisitos especificados pelo cliente, faz-se a maquinagem do protótipo por fixação, ou seja, apenas quando o programa de maquinagem da 1ª fixação se encontra totalmente definido e afinado em máquina é que se avança para a 2ª fixação. Durante a aprovação do protótipo, não se realiza a operação toda de uma vez, isto é, cada percurso é realizado individualmente, avançando-se apenas para o percurso seguinte caso o primeiro esteja correto.

Esta metodologia de trabalho permite construir um processo produtivo sem falhas e com custos mais reduzidos, quer na não produção de produtos não conformes, quer na identificação e resolução de erros de produção e de potenciais quebras de ferramentas.

3.6. Qualidade

Para aprovação de qualidade, o protótipo final passa por uma inspeção na CMM (*Coordinate Measuring Machine*) e na Atos ScanBox, sendo emitido um protocolo de controlo dimensional aquando da aprovação da peça, de forma a garantir que está de acordo com os requisitos do cliente, quer a nível dimensional, quer a nível de rugosidade superficial, sendo que esta última ainda pode ser alterada no processo de polimento.

Nesta etapa também são realizadas folhas para preenchimento pelos operadores onde indicam as medições a realizar, sendo que desta forma é possível depois observar que cotas se apresentam fora, ou no limite da tolerância, para que se possa ter especial atenção ao cumprimento dessas cotas.

3.7. Acompanhamento do processo

O acompanhamento do processo passa por auditorias internas, onde se verificam, por exemplo, alturas de retração de ferramenta, bem como construção e análise de gráficos de análise da variabilidade do processo ao longo do tempo, nomeadamente cotas críticas e tempos de maquinagem, sendo também possível avaliar o desgaste e a quebra de ferramentas, o que é altamente variável dependendo de cada peça.

4. Implementação e otimização de processos produtivos de componentes para produção interna

4.1. Estruturação e implementação do processo produtivo do componente *Rückschale Paul*

O projeto *Rückschale Paul*, um componente externo da Leica M-D, uma câmara fotográfica analógica, presente na figura 12. Este projeto permitiu a ganhar experiência em terreno de fábrica, sobre fixações e estratégias de maquinagem.



Figura 12: Leica M-D

A produção da peça em questão inicia-se com um bloco de alumínio, com dimensões de 140x40x80 mm, numa Makino ax11n. Na figura 13 pode-se observar o modelo 3D da mesma.

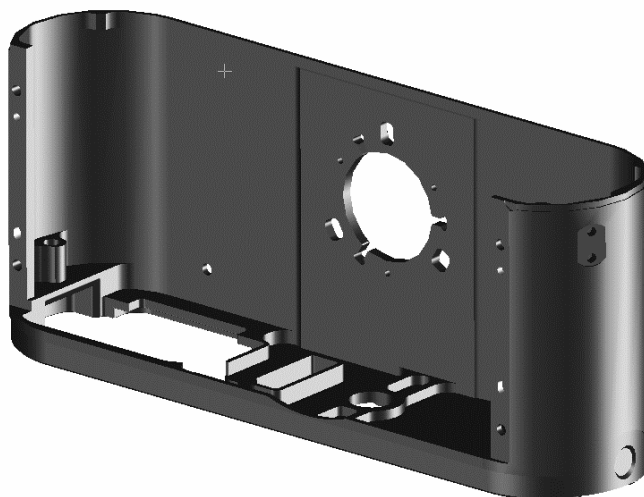


Figura 13: Modelo 3D do Rückschale Paul 1ª fase

A integração neste projeto baseou-se na divisão do mesmo por várias etapas, denominadas por fixações, e no desenvolvimento dos mecanismos de fixação necessários à produção.

4.4.1. Fixações

O processo produtivo foi dividido em 4 fixações.

4.4.1.1. 1ª Fixação

A primeira fase inicia-se com a fixação do bloco solido na *Makro-grip* (figura 14), realiza-se uma etapa de facejamento de forma a retificar o bloco e garantir que este se encontra paralelo à *Quick-Tower*, realizando-se por fim a furação.

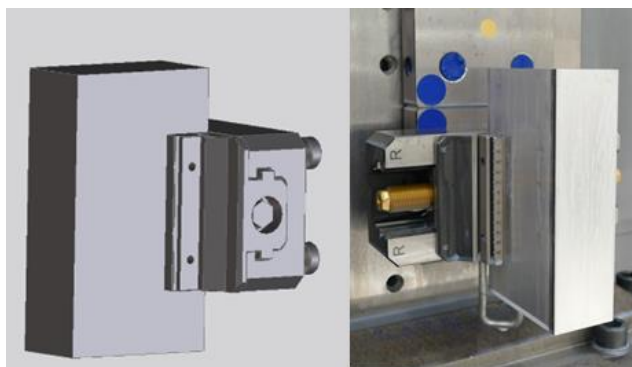


Figura 14: 1ª fixação

4.4.1.2. 2ª Fixação

Na segunda fixação o bloco é fixado à torre pelos parafusos da *Lang-Technik*, o que permite maior velocidade de fixação, e menor erro associado à fixação da peça. O aspeto do bloco está representado na figura 15.



Figura 15: 2ª fixação

Nesta fixação procede-se ao desbaste e acabamento das zonas internas e externas da peça, apresentando o aspeto demonstrado na figura 16.

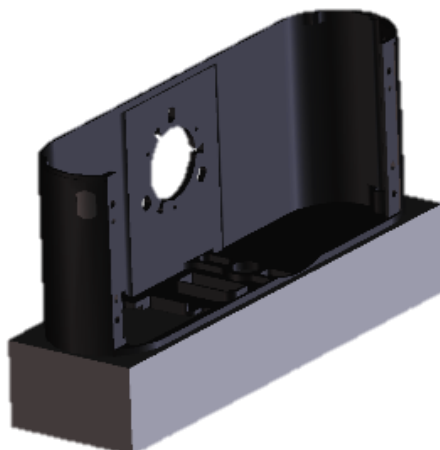


Figura 16: Peça após 2ª fixação

4.4.1.3. 3ª Fixação

A 3ª fixação serve para realizar os fresados e furações laterais (figura 17 e 18), para isso utiliza-se o *Quick-Point*, permitindo assim realizar estas operações com a peça sobre outro eixo secundário.

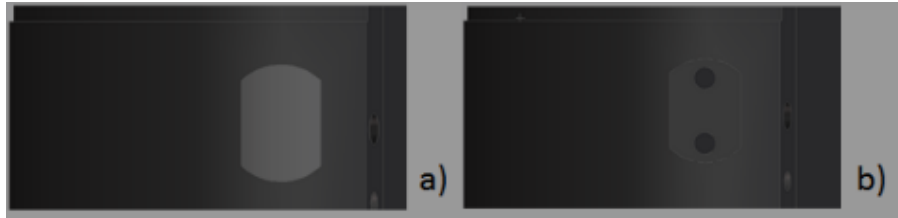


Figura 17: Peça antes da 3ª fixação (a) e após 3ª fixação (b)



Figura 18: 3ª fixação

4.4.1.4. 4ª Fixação

Na 4ª fixação, presente na figura 19, maquina-se a base da peça, com recurso a um mecanismo de fixação desenvolvido exclusivamente para este projeto, concluindo-se desta forma a produção da peça (figura 20).

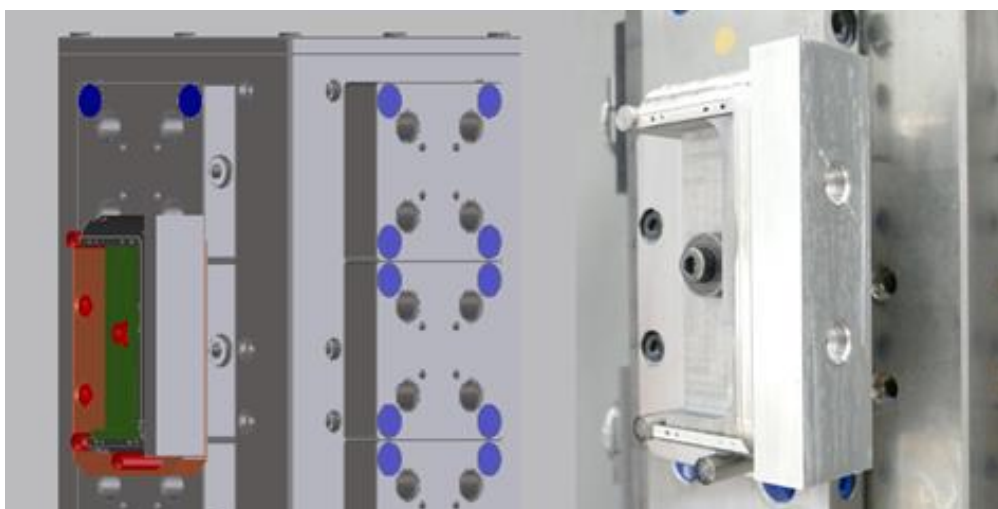


Figura 19: Mecanismo na Quick-Tower referente à 4ª fixação

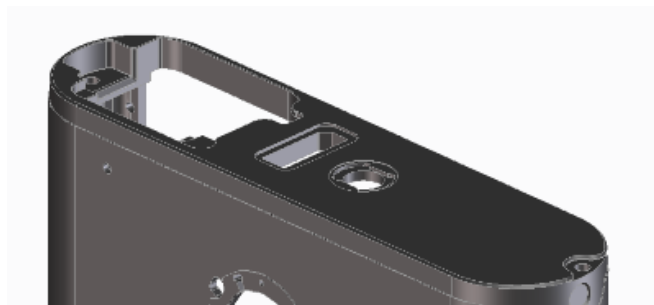


Figura 20: Peça após 4ª e ultima fixação

4.4.2. Mecanismo

Após a decisão das fixações é necessário desenvolver mecanismos de fixação, de forma a permitir a produção da peça.

Procedeu-se, então, ao esboço do mecanismo, para se obter uma imagem do resultado final e se perceber quais os movimentos necessários realizar para trocar de peça. Na figura 21 está ilustrado o primeiro esboço do mecanismo.

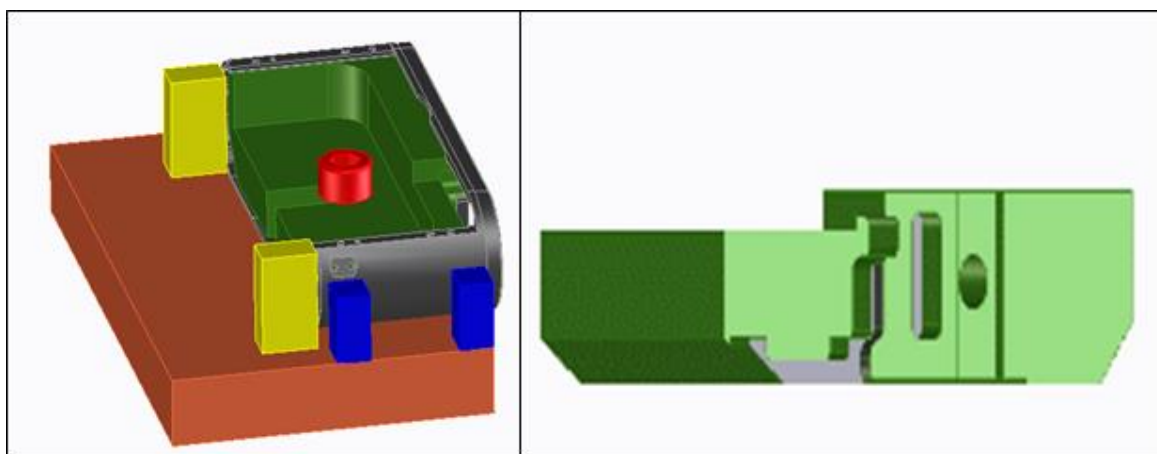


Figura 21: 1º Esboço do mecanismo de fixação

De seguida, realizaram-se ajustes ao mecanismo, ao qual se adicionou pernos e parafusos normalizados, permitindo assim que o seu processo de produção fosse mais simples, e otimizou-se a face que suporta a peça, de forma a reduzir o número de ferramentas necessárias para produzir o mecanismo, tornando a produção mais rápida e com menor custo.

Os mecanismos podem ser classificados em *W*, quando a precisão dimensional não é crítica, ou *A* quando o é. Visto que este mecanismo não influencia a precisão dimensional do corte da peça, definiu-se, portanto, que seria um mecanismo *W*.

Após a modelação e verificação do mecanismo, é necessário denominar os vários componentes nele existentes (figura 22), para que a ferramentaria possa facilmente interpretar os materiais que necessita.

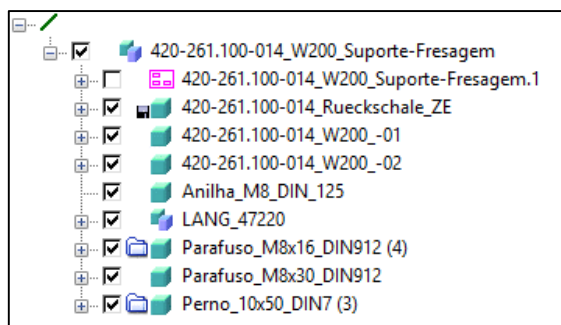


Figura 22: Componentes do mecanismo

Por fim, converte-se o ficheiro para 2D (Anexo 7), envia-se o ficheiro para a ferramentaria, com o número do produto, e define-se a urgência deste.

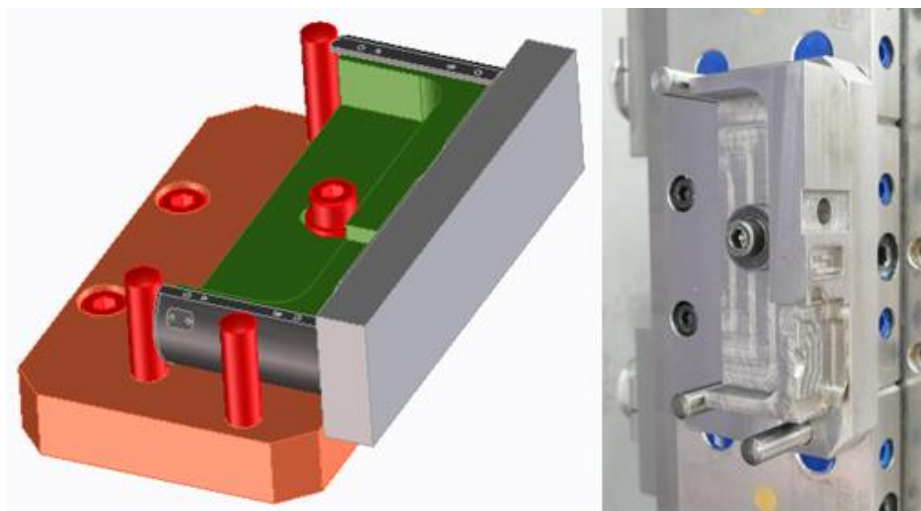


Figura 23: Mecanismo para a 5ª fixação

4.4.3. Maquinagem da peça

O autor desta dissertação também programou a produção da peça em CAM, mas o programa de maquinagem que avançou para produção foi o realizado por um colaborador da empresa. Durante o desenvolvimento da programação dos percursos de maquinagem, a peça sofreu duas alterações geométricas, o que levou a que esta tenha sido programada três vezes, implicando um longo tempo de programação, dificultando o cumprimento do prazo estipulado. Outro fator que contribuiu para o sucedido foi a inexperiência na transformação de um projeto CAM em algo viável de ser produzido em máquina, desde a escolha errada de ferramentas, a parâmetros de corte, entre outros.

Desta forma, apesar de não passar para a fase de produção, o planeamento da produção desta peça tornou-se bastante útil, aumentando a minha experiência no manuseamento do Mastercam, aumentando o meu conhecimento sobre seleção e parâmetros de corte de ferramentas.

4.2. Análise e alteração ao processo produtivo da ponte BC

4.4.1. Âmbito do projeto

A ponte BC, componente que faz a ligação entre os dois corpos dos binóculos Trinovid BCA (figura 24), é atualmente produzida por fundição e submetida a processos de furação.



Figura 24: Leica Trinovid 8x20 BCA e componente em estudo

O processo de fundição é economicamente vantajoso em relação à maquinagem na produção de uma peça. No entanto, quando a peça é submetida a processos subsequentes tais como polimento, anodização e pintura, o processo de fundição implica um maior trabalho nestas etapas, uma vez que o acabamento superficial das peças fundidas é de pior qualidade.

Desta forma, este projeto baseia-se na análise de todas as etapas de processamento da peça desde a chegada do produto até à sua entrega ao cliente e no desenvolvimento do processo produtivo por maquinagem da peça, podendo assim realizar uma comparação a nível de custos e de tempos de trabalho, retrabalho e percentagem de peças sucata, entre os processos.

Este projeto apresenta como principais objetivos a redução de taxas de rejeição de peça e de tempo de trabalho no polimento e pintura, e sendo um processo realizado a nível interno, permite um maior controlo sobre o fluxo do processo produtivo.

4.4.2. Processo atual

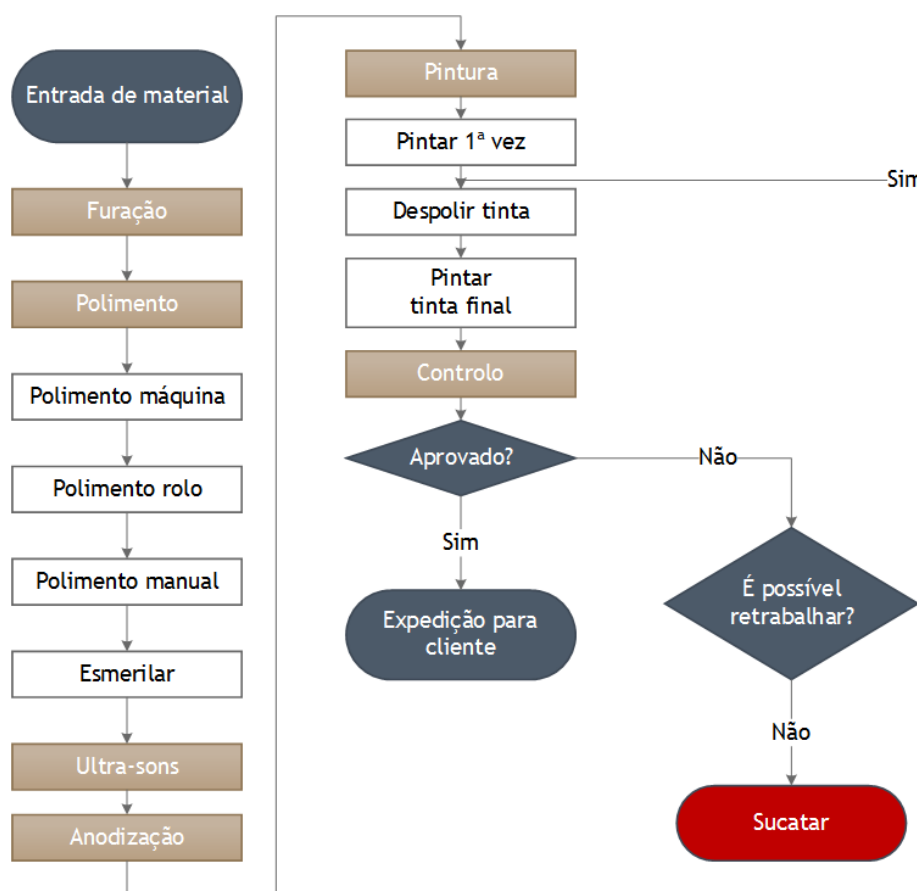


Figura 25: Fluxograma do processo atual

4.4.2.1. Custo de processamento

A ponte BC é realizada por fundição, sendo depois maquinada para a realização de furação. No final desta etapa, o material apresenta muitos defeitos intrínsecos ao processo de fundição, maioritariamente poros, o que leva à rejeição de 10% das peças. Como estas peças já tiveram um custo de produção, de forma a esse refugo ser contabilizado, calculou-se o valor a pagar para ter um número determinado de peças conformes, incluindo os custos das peças com defeitos, chegando-se assim ao valor total de 12,23€, como se pode observar na tabela 2.

Tabela 2: Custo por etapa da produção da ponte BC

	Fundição	Maquinagem	Custo de defeito	Polimento	Anodização	Pintura	Controlo	Total
Custo ciclo (€)	0,48 €	1,76 €	0,22 €	2,06 €	0,35 €	7,61 €	0,22 €	12,23 €

Quando se têm como objetivo a alteração de um processo produtivo, os custos associados a este devem estar contabilizados, apesar de que este não é o único fator a ter em conta, ao comparar os dois processos.

Tal como já foi referido anteriormente, a peça fundida é excessivamente porosa e, durante a pintura, estes poros são evidenciados. Desta forma, o custo do processo de pintura tem um peso de mais de 50% no preço final da peça, devido à atenção redobrada na preparação da peça para pintura.

4.4.2.2. Defeitos no processo

Caracterizar e identificar a causa dos defeitos das peças torna mais objetiva a busca pela sua resolução.

Após a fundição da peça, esta é maquinada e, só depois da maquinagem é que as peças são submetidas ao primeiro controlo. Tal implica que só nesta fase do processo de produção seja possível detetar quais os 10% de peças que não são conformes, implicando custos de fundição e maquinagem em peças que serão sucata. De seguida a peça segue para o polimento, onde passa por 3 etapas: polimento por máquina, no qual se remove a rebarba do plano de apartação da fundição, polimento no rolo e polimento manual.

Devido ao acumular de todos os defeitos ao longo do processo produtivo, é durante a última etapa, a pintura, onde são mais evidenciados os problemas da peça. Assim, logo que as peças entram no grupo, cerca de 50% destas necessitam ser retrabalhadas, sendo que podem ser polidas ou é-lhes aplicada uma massa na sua superfície para mascarar poros e mossas. Na figura 26 é possível observar 11 etapas de controlo de lotes de produção e a taxa de peças que necessitaram de sofrer retrabalho.

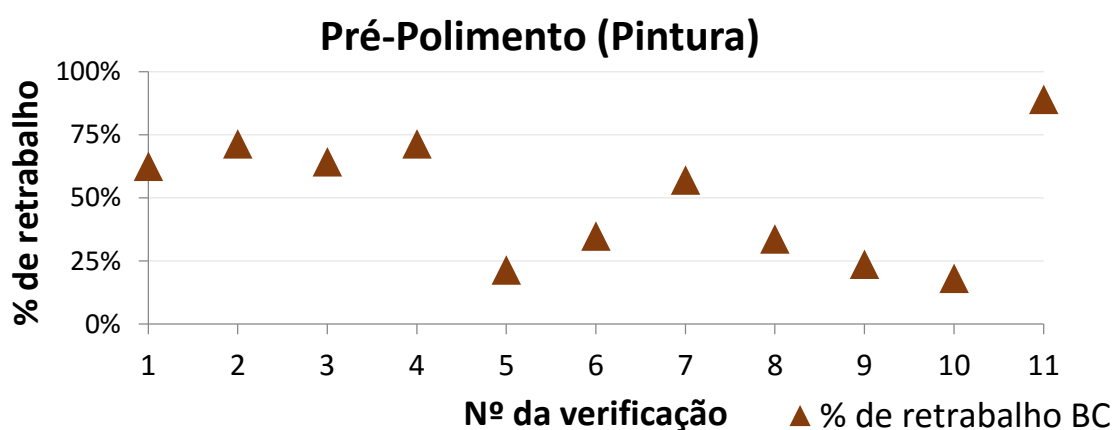


Figura 26: Percentagem de peças com retrabalho antes da pintura

Depois deste pré-polimento, aplica-se a tinta primária às peças que, depois de secas, entram nos ciclos de pintura final. Idealmente, é apenas necessário pintar as peças uma vez, mas, devido a todos os defeitos apresentados, ao nível de

acabamento superficial exigido, dado que é uma peça com grande área visível para o cliente, e devido aos padrões de qualidade da empresa, as peças necessitam de várias mãos de pintura, o que atrasa o fluxo de produção e aumenta os custos.

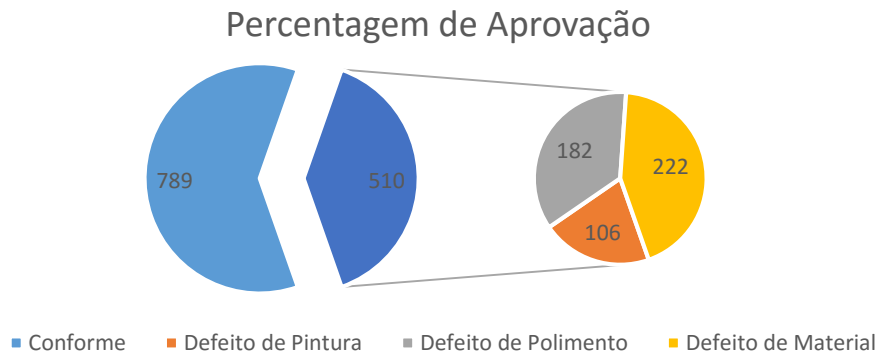


Figura 27: Peças aprovadas vs reprovadas e tipos de defeitos

A figura 28 demonstra, das peças aprovadas (789), a percentagens de peças aprovadas ao fim de cada mão de tinta.

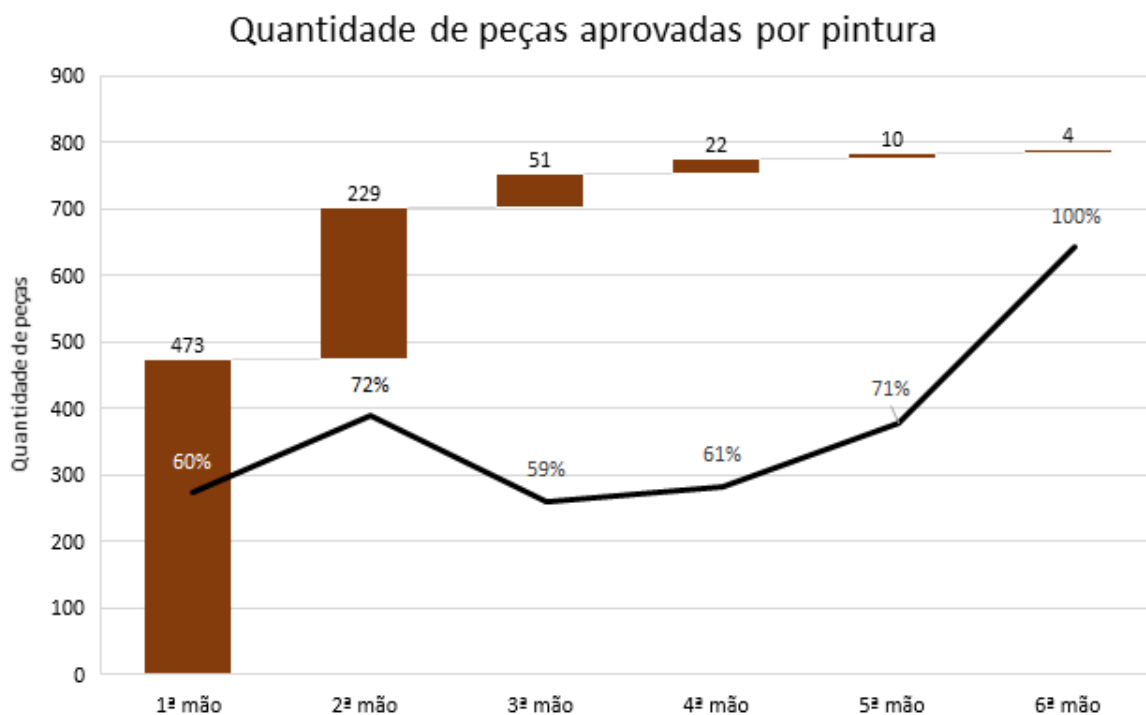


Figura 28: Taxa de aprovação de peças por mão de pintura

4.4.3. Plano de ação

De entre os problemas detetados, destacam-se a matéria-prima e o polimento, sendo que defeitos de pintura são defeitos comportamentais, ou seja, não existe a necessidade de intervir no processo.

Os objetivos são diminuir para próximo de zero a taxa de rejeição pós-maquinagem, reduzir o tempo e aumentar a eficiência de polimento, diminuir o tempo de pintura, aumentar a taxa de aprovação após 1ª mão de tinta e anular a existência de peças que precisem de uma 4ª mão de pintura.

Outra das vantagens de alterar o processo produtivo passa por tornar possível a anodização da peça a preto, o que já acontece com os restantes componentes do binóculo, o que acarreta uma redução de custos.

Ao permitir a anodização da ponte, abre-se a possibilidade da criação de séries especiais de várias cores, tornando assim um produto com décadas de história, alvo de uma revolução que se pode tornar interessante a nível de mercado.

4.4.4. Proposta de alteração de processo

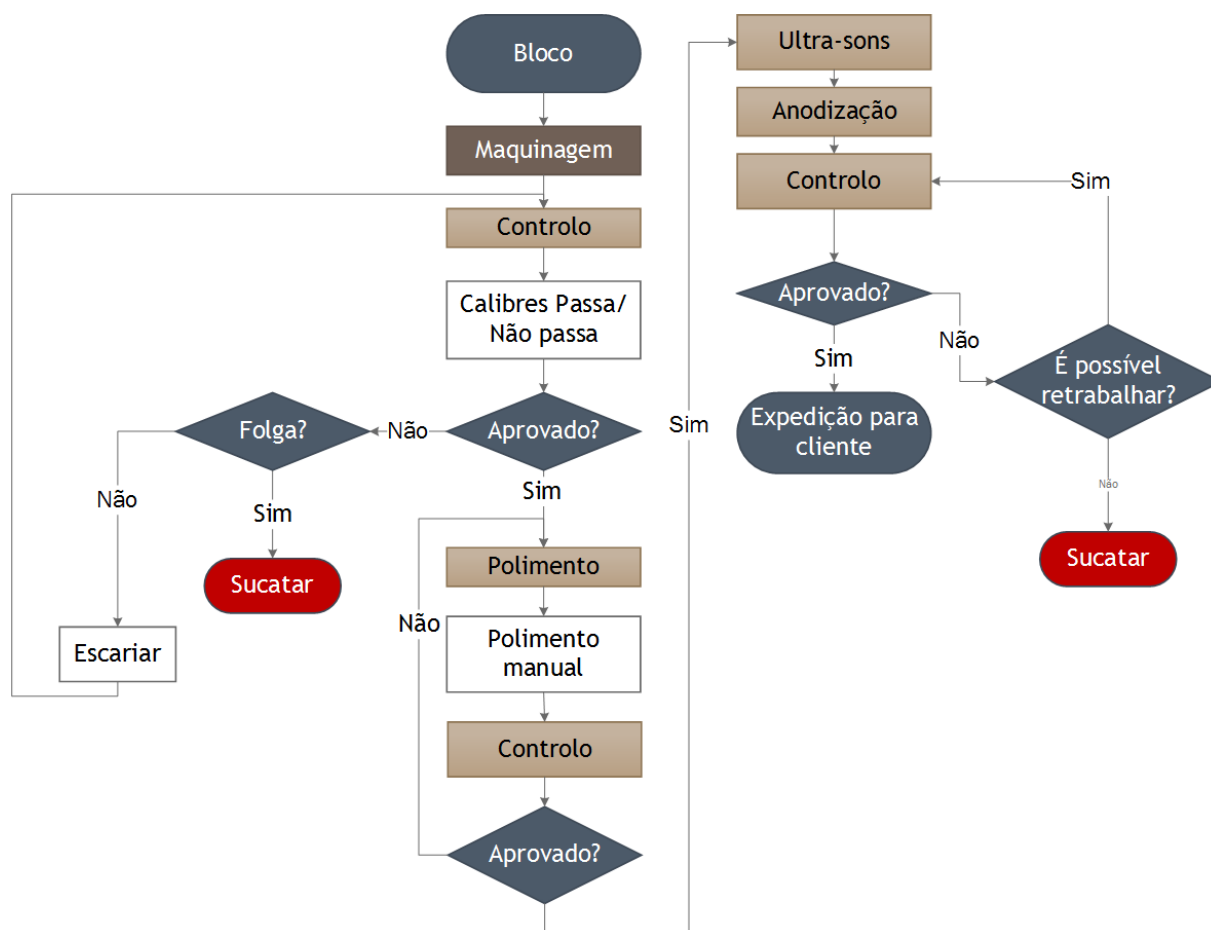


Figura 29: Fluxograma de alteração de processo

4.4.4.1. Alterações geométricas da peça

Visto que a peça era produzida por fundição, existiam algumas geometrias, como ângulos de saída que não têm necessidade de existir num projeto de maquinagem.

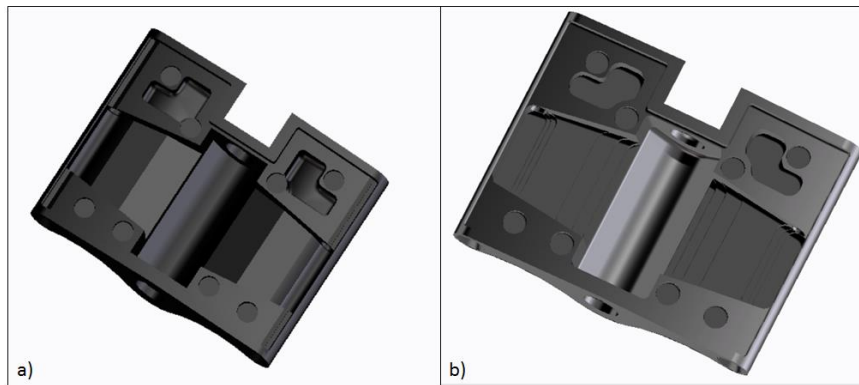


Figura 30: Diferenças entre geometria inicial (a) e final (b)

A zona visível ao cliente, isto é, a zona exterior da peça não pode ser alterada já que este produto está presente no mercado há algumas décadas, mas a zona interior pode ser completamente alterada, desde que mantenha a sua funcionalidade.

Assim, fez-se um estudo das zonas que dificultariam a maquinagem ou implicariam outras fixações e procedeu-se para às alterações.

Para produzir a peça inicial (Figura 31a) seria necessária outra fixação ou a utilização de estratégias em cópia. Ambos os casos apresentam um maior tempo de maquinagem. Para evitar este problema, e de acordo com o ilustrado na figura 31b, a zona que obrigaria a outra fixação foi transformada numa sequência de degraus perpendiculares ao eixo dos Z, o que permite a utilização de uma fresa rasa, o que resulta num menor tempo de maquinagem.

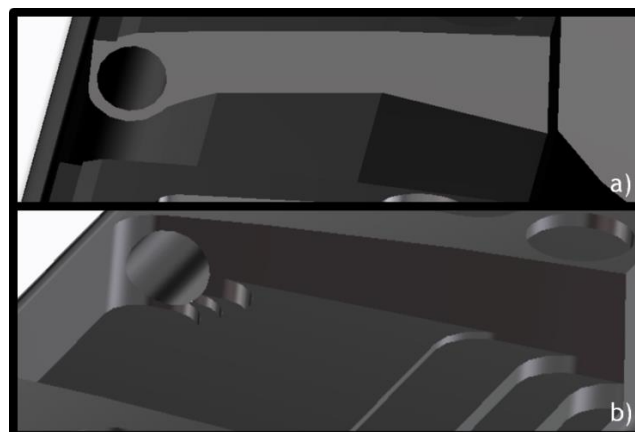


Figura 31: Alteração geométrica do interior da peça

Existe na peça uma zona de batente para componentes internos funcionais da peça, o que implica que as superfícies sejam perpendiculares, como se observa na Figura 32a. Por maquinagem não é possível garantir essa perpendicularidade, como

tal, o veio foi alargado e criou-se um raio a 0,2 mm abaixo da superfície da base, garantindo a funcionalidade da peça, ilustrado na Figura 32b.

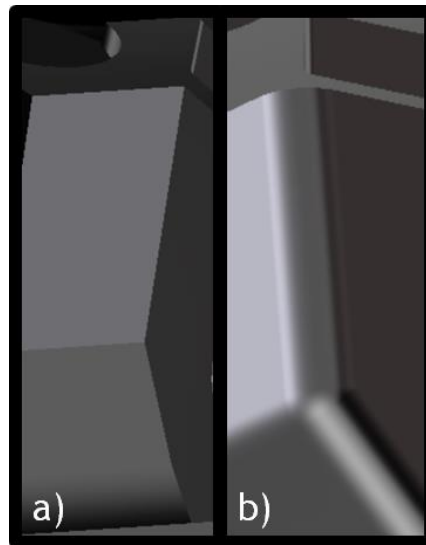


Figura 32: Alteração geométrica do interior da peça

A figura 33 ilustra as alterações implementadas na base das caixas. Inicialmente (figura 33a), estas tinham a curvatura da peça, no entanto, como estas zonas apenas servem para colagem da tampa e redução de peso, sendo por isso zonas não funcionais, esta alteração (figura 33b) permitiu eliminar mais uma maquinagem em cópia tornando assim o processo mais rápido.

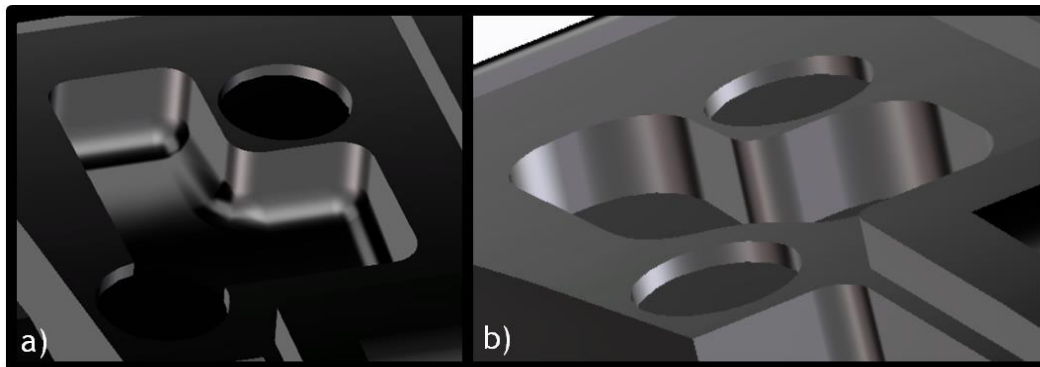


Figura 33: Alteração geométrica do interior da peça

4.4.4.2. Definição de fixações para maquinagem

Definiram-se duas fixações da peça, sendo que as alterações geométricas já tinham em mente este número de fixações.

As duas fixações estão demonstradas nas figuras 34 e 35, sendo que a 2ª fixação necessita de um mecanismo.

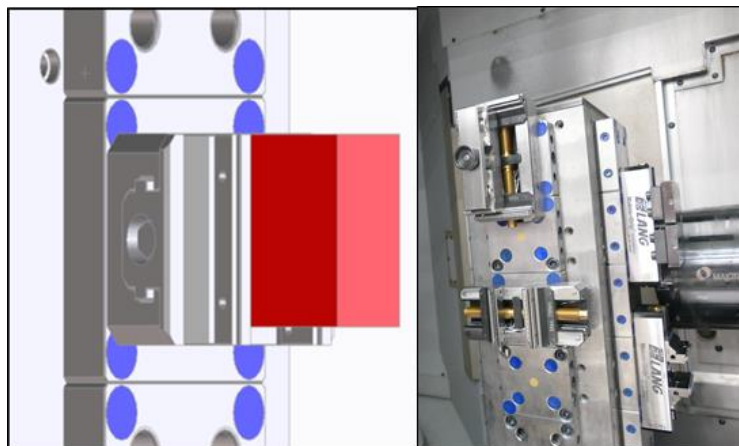


Figura 34: 1ª fixação



Figura 35: 2ª fixação

4.4.4.3. Desenvolvimento de mecanismos de fixações

Ao produzir esta peça por maquinagem, existia um mecanismo de fixação, que foi adaptado para ser utilizado para as furações necessárias, sendo retificado para que houvesse folga para a peça entrar no mecanismo. Anteriormente, o componente que ficava em contacto com a superfície já acabada da peça era em aço, o que danificava a superfície do alumínio. Para resolver este problema, desenvolveu-se um mecanismo em que esse contacto passa a ser realizado por POM (Polioximetileno).

Estes componentes em POM (figura 36) foram aparafusados numa placa de aço, para dar estrutura ao componente, e, se devido ao desgaste, os componentes deixarem de cumprir os requisitos necessários, é possível substituí-los. Foi realizado também o desenho 2D (Anexo 8) para envio para a ferramentaria.

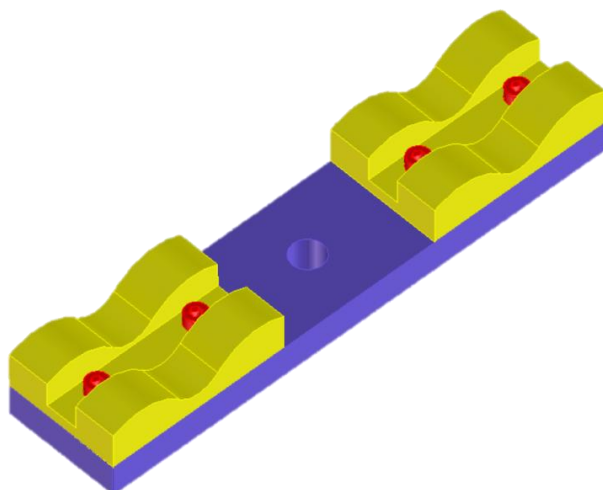


Figura 36: Componente desenvolvido para o mecanismo da 2ª Fixação

A fixação apresentava uma base de aço de baixa espessura, que, durante a maquinação, empenou. Foi então utilizada, para a série de protótipos, a base de aço antiga e, no caso de este projeto ser aprovado, é possível refazer o mecanismo, sabendo que no futuro, com este mecanismo, poder-se-ão facilitar ainda mais as etapas de polimento.

4.4.4.4. Programação CAM e maquinação

O início da programação CAM deu-se com a seleção das ferramentas e elaboração do plano de ferramentas (figura 37), verificação de lugares disponíveis no carrusel de ferramentas e numeração das ferramentas e do programa de chamada.

Leica		Plano de Ferramentas			
		Referência: 004-206.001-022	Designação:	Ponte BC	
T	Descrição	Diâmetro	Marca	Referência	Programa
1	Fresa	63	OSG	PRC12R063M22-6	O0301
45	Fresa	12	Iscar	25792	O0345
47	Fresa	6	Arno	AFA51531-060 TICN	O0347
46	Fresa Acabamento	16	Arno	AFA51522-160A TICN	O0346
37	Fresa Ripa	6	ISCAR		O0337
34	Fresa	3	Arno	AFA51521-030 AK1010	O0334
35	Fresa	4	Arno	AFA51521-040 TICN	O0335
30	Fresa	2	ARNO	AFA 51522-020 TICN	O0330
56	Fresa esférica	2	Iscar	EB-A2 02-04/06/5.0C06M60	O0356
58	Fresa	1	Arno	AFA51522-010 TICN	O0358
19	Broca de Ponto	3	OSG	63603	O0319
26	Broca	2,8	OSG		O0326
48	Broca	3,05		Bresc_047	O0348
49	Fresa	6*60	Hoffmann	Holex 208161 6	O0349
59	Serra	30			O0359

Figura 37: Plano de ferramentas entregue à produção

Com recurso ao Software Mastercam X9, foi desenvolvida toda a programação CAM, explicado em detalhe no Anexo 9 e, por fim, pós-processada para código NC.

A principal particularidade desta programação passa pela maquinaria em simultâneo das duas fixações da peça, ou seja, sempre que uma ferramenta é chamada, esta é utilizada nos vários pontos zero existentes, independentemente da sua fixação. Esta metodologia de programação permite uma redução de tempo de maquinaria otimizando o tempo de troca de ferramentas.

Por fim, organizaram-se os vários programas de cada ferramenta, criou-se o programa de chamada de ferramenta (O1029) e inseriu-se a pasta de ficheiros (figura 38) na máquina.


















Nome	Data de modificaç...	Tipo	Tamanho
 O0301	30/03/2016 09:58	Ficheiro NC	1 KB
 O0302	30/03/2016 07:22	Ficheiro NC	1 KB
 O0303	01/04/2016 13:56	Ficheiro NC	16 KB
 O0319	07/03/2016 15:01	Ficheiro NC	1 KB
 O0326	07/03/2016 14:59	Ficheiro NC	1 KB
 O0330	07/03/2016 14:24	Ficheiro NC	2 KB
 O0334	08/03/2016 14:51	Ficheiro NC	17 KB
 O0335	08/03/2016 14:59	Ficheiro NC	12 KB
 O0337	01/04/2016 11:06	Ficheiro NC	11 KB
 O0346	31/03/2016 12:06	Ficheiro NC	1 KB
 O0348	07/03/2016 15:00	Ficheiro NC	1 KB
 O0349	08/03/2016 13:07	Ficheiro NC	1 KB
 O0355	30/03/2016 09:18	Ficheiro NC	2 KB
 O0358	31/03/2016 08:47	Ficheiro NC	2 KB
 O0359	01/04/2016 11:34	Ficheiro NC	1 KB
 O0360	31/03/2016 13:20	Ficheiro NC	2 KB
 O1029	01/04/2016 11:34	Ficheiro NC	1 KB

Figura 38: Ficheiros NC com código para maquinaria da peça

Após a afinação de pontos zero e a afinação de peça, o tempo total de maquinaria foi de 14 minutos e 37 segundos. Este é um tempo com cerca de 40% de potencial de melhoria, para isto bastando reduzir a dimensão do bloco inicial e aumentar os parâmetros de corte das ferramentas. Esta melhoria será implementada se o projeto for aprovado pela casa-mãe.

4.4.4.5. Controlo dimensional

Visto que a peça em questão tem no seu interior o sistema de controlo de focagem dos binóculos e, de acordo com os requisitos do desenho 2D (Figura 39), a peça passa por várias etapas de controlo dimensional.

Inicia-se na produção, depois envia-se a peça para a o departamento de qualidade, onde com recurso a um Atos ScanBox, é feita a leitura 3D da peça e a comparação com o modelo CAD, e, por fim, a qualidade faz uma inspeção a 100% numa peça e emite um protocolo dimensional.

a) Controlo de produção

As primeiras peças de produção, são peças de acerto, nas quais se faz um controlo a 100%. Com a informação obtida dessas peças, ajusta-se ligeiramente a máquina em parâmetros como correções de ferramenta, pequenas alterações no ponto zero, entre outras, até se atingir uma peça dentro da tolerância. Numa fase posterior, apenas se controlam os calibres e algumas cotas críticas, determinando-se com que frequência as peças serão controladas. Todo este controlo dimensional é realizado com equipamentos como os calibres e o micro-hite.

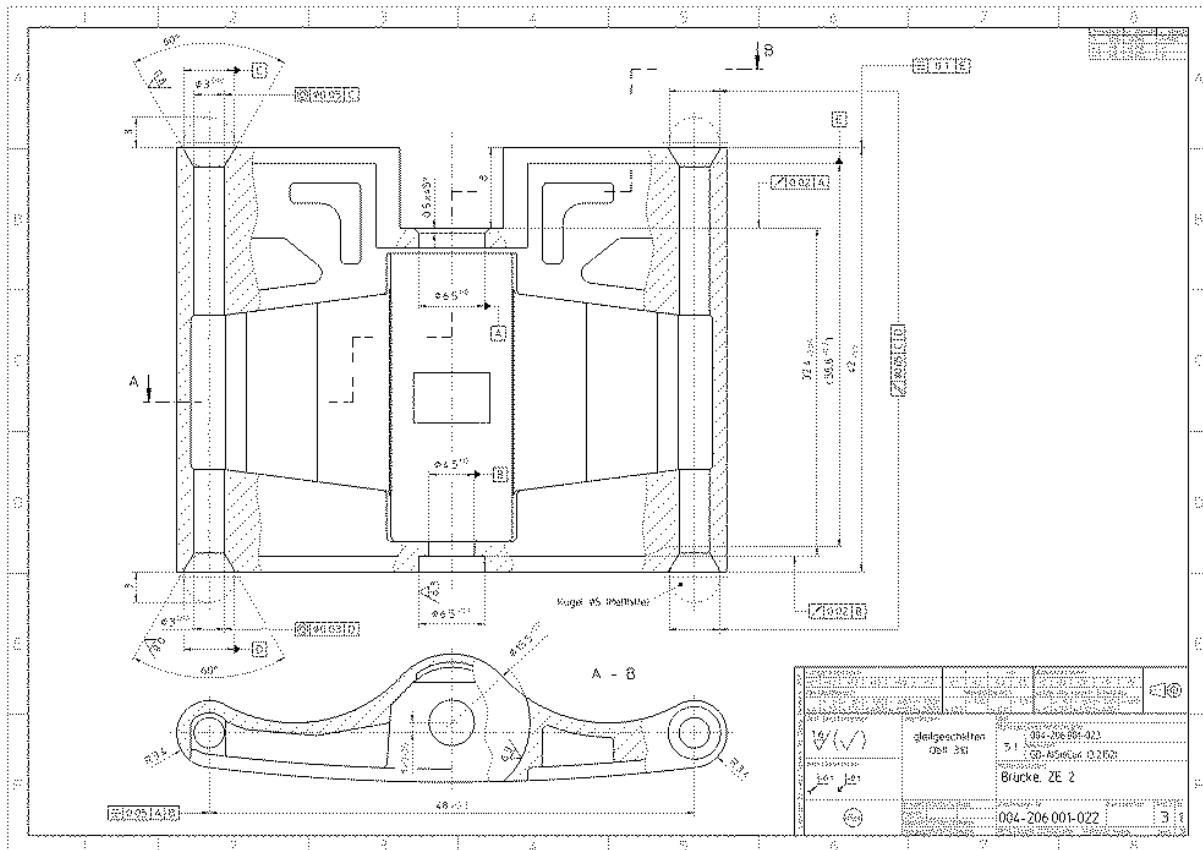


Figura 39: Imagem do desenho técnico da Ponte BC

b) Atos ScanBox - GOM Inspect

A primeira peça a ser aprovada na produção é digitalizada em 3D na Atos ScanBox, para que possa ser comparada com o modelo CAD da peça. O *software* fornece, então, informação sobre quais as zonas da peça digitalizada que estão, ou não, de acordo com o modelo CAD (figura 40).

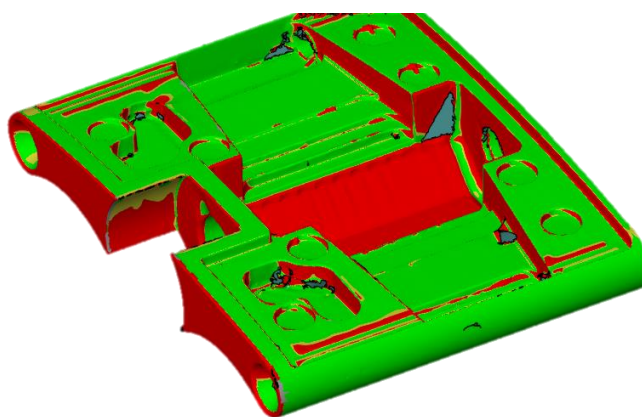


Figura 40: Zonas aprovadas e reprovadas

As zonas marcadas a vermelho não estão de acordo, estando por isso, reprovadas, e as a verde estão de acordo com o projeto inicial. Neste caso, fez-se uma análise da peça e verificou-se que um desvio de alinhamento entre a peça e o modelo 3D de 0,4 mm para o topo da peça é o responsável pela inexistência de sobreposição nas zonas assinaladas a vermelho. Na figura 41, é possível verificar que existe um excedente de material na base e uma carência do mesmo no topo da peça. Com base nesta informação, é possível concluir que a peça está conforme.

Relativamente ao veio central, como foi maquinado com uma fresa rasa, e a estratégia de maquinagem é uma cópia, gerou-se na peça uma crista com dimensão de 0,02 mm, aparecendo como não conforme no *software*, mas que não tem implicações na funcionalidade da peça.

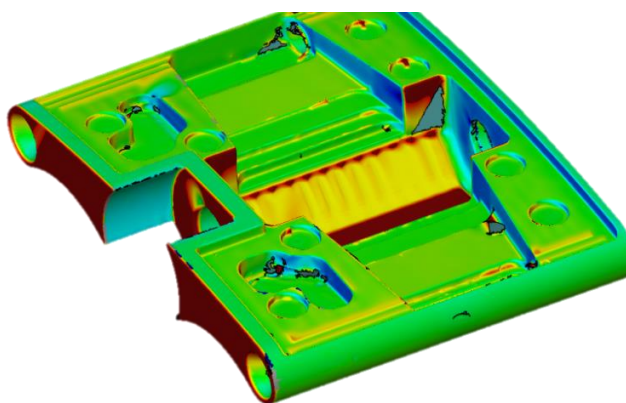


Figura 41: A azul falta de material e a vermelho material em excesso

No que concerne ao lado exterior da peça, esta apresenta-se conforme. É importante notar que o defeito explícito no canto inferior esquerdo da imagem da peça, na figura 42, assinala apenas a zona de fixação da peça para a inspeção.

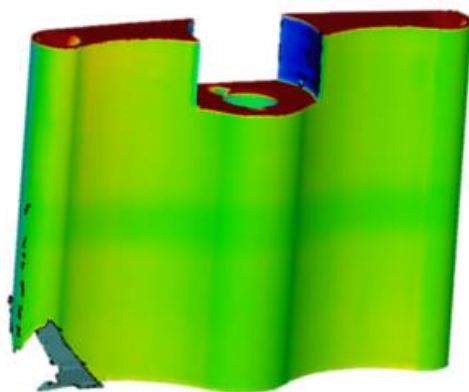


Figura 42: Zona exterior da peça

c) Protocolo dimensional

O gabinete da qualidade elabora um protocolo dimensional de aprovação da peça, presente no Anexo 10.

4.4.4.6. *Ciclo de processamento*

Após a maquinagem de 40 peças, 17 peças seguiram o curso normal de produção, sendo que foram polidas, anodizadas e, por fim, pintadas.



Figura 43: Peça pós-maquinagem

Estas etapas foram cronometradas e o custo de produção de cada etapa foi posteriormente calculado, estando presente na tabela 3, para comparar com o processo produtivo anterior.

Tabela 3: Custo de produção por peça

	Matéria-prima	Maquinagem	Polimento	Anodização	Pintura	Controlo	Total
Custo Ciclo (€)	0,73 €	5,63 €	0,16 €	0,35 €	7,62 €	0,22 €	14,71 €

Na etapa de controlo, as amostras foram analisadas e obteve-se uma taxa de aprovação de 30%, havendo um aumento de 5% de peças aprovadas ao fim da 1ª mão de tinta, procedeu-se à análise dos defeitos, presente na figura 44.

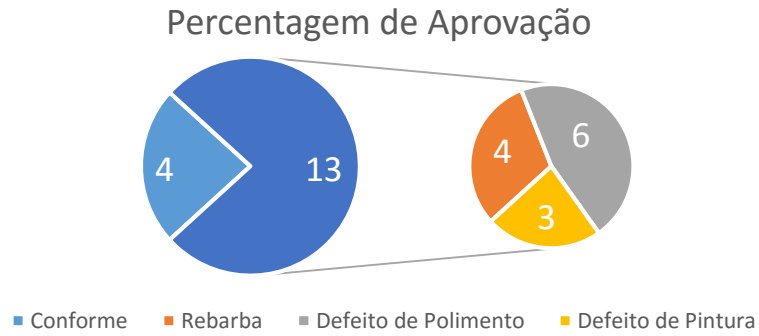


Figura 44: Peças aprovadas vs reprovadas e tipos de defeitos

Os problemas que surgiram devido à rebarba, na zona assinalada a vermelho na figura 45. O aparecimento desta rebarba foi resultado de uma falha na programação da maquinagem da peça, onde era realizado um contorno à volta da caixa, demonstrado na figura 46 a).

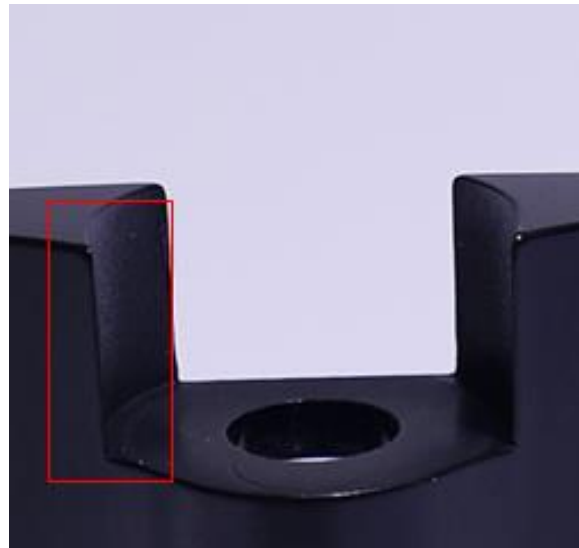


Figura 45: Zona de aparecimento de rebarba

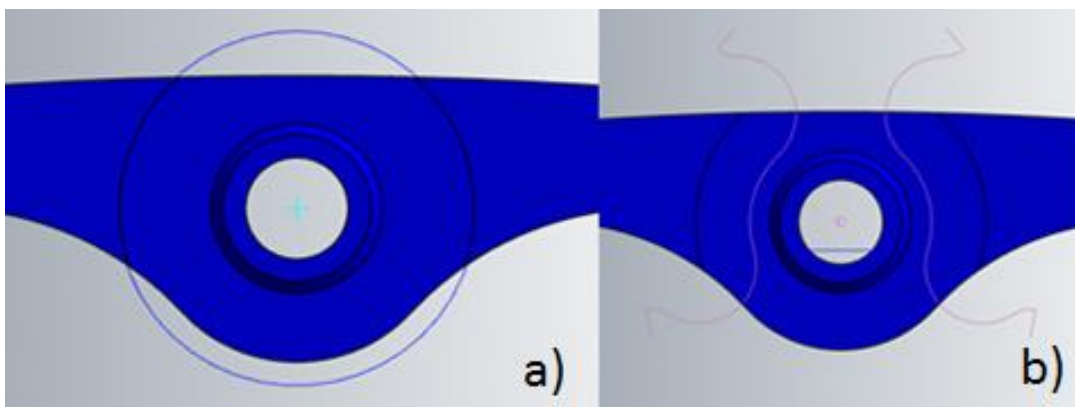


Figura 46: Estratégias para remoção de rebarba

De forma a se resolver este problema e para garantir que toda a superfície estivesse paralela, adicionou-se outra estratégia de contorno, com um raio de 0,05 mm nas arestas, visível na figura 46 b).

O processo de produção da peça é diferente e isso implica a alteração da técnica usada para polir a zona visível da peça. Só após a realização desta primeira serie de peças é que foi possível concluir quais as zonas que necessitam de polimento. Desta forma, os defeitos de polimento podem ser ignorados, dado que, neste processo inicial, são uma fonte de informação sobre quais as zonas que devem ser polidas com maior atenção e qual o método apropriado.

Com as alterações nas estratégias de maquinagem e a readaptação do processo produtivo no setor do polimento não será necessário despolir e voltar a pintar a peça, reduzindo-se assim o tempo em que a peça está na pintura, levando a que o custo por peça fique num total de 11,12€, como é possível observar na tabela 4.

Tabela 4: Custo de produção por peça

	Matéria-prima	Maquinagem	Polimento	Anodização	Pintura	Controlo	Total
Custo Ciclo (€)	0,73 €	5,63 €	0,32 €	0,35 €	3,71 €	0,22 €	11,12 €

A figura 47 sumariza a comparação dos dois métodos de produção. Como se pode verificar na figura, comparativamente ao processo usado atualmente, a peça produzida por maquinagem apresenta custos de produção mais baixos.

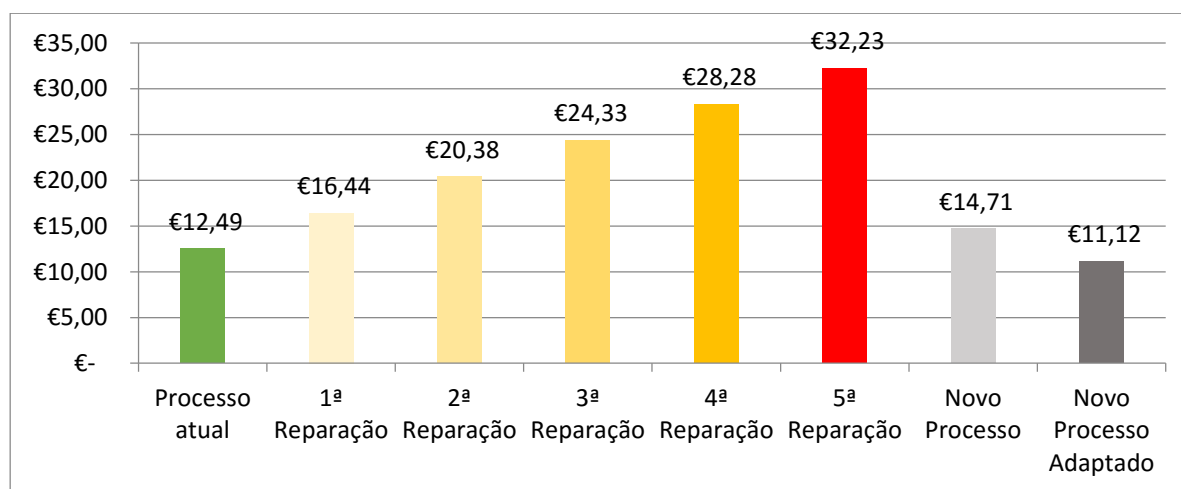


Figura 47: Custo de produção em comparação ao processo anterior

Relativamente ao processo de pintura, é expectável que surjam alguns problemas, como já existiam anteriormente. No caso de estes defeitos terem uma

importância significativa em grande escala, poderá ser necessário implementar melhorias ao grupo.

É então possível concluir que, apesar da produção geométrica da peça ser mais cara por maquinagem do que por fundição, este processo permite um aumento do fluxo de produção das peças, uma redução de custos a nível global e permite a criação de series especiais dos binóculos Trinovid BCA, com diferentes cores devido à capacidade de anodizar a peça, se esta for produzida por maquinagem.

4.4.5. Alteração estética à peça

O componente em estudo apresenta na sua base um parafuso de aço, que serve de guia e de travão ao parafuso de controlo de focagem das lentes. Como é possível observar na figura 48, este apresenta-se acima da superfície da ponte, sendo que se viu neste pormenor um potencial de melhoria a nível estética da peça.



Figura 48: Parafuso de aço

Decidiu-se facejar o parafuso para que este fique abaixo da superfície da ponte e produzir um componente novo, na mesma liga de alumínio do que a ponte, para igualar a cor e o brilho de ambos. Os desenhos dos novos componentes estão presentes no anexo 11.

Na figura 49, pode observar-se o resultado final, com a tampa de alumínio por anodizar, apenas demonstrando a flexibilidade do processo.

Outro fator importante a ter em conta nestes binóculos é a garantia vitalícia oferecida pela Leica, sendo que por isso a existência da tampa de alumínio continua a permitir realizar a manutenção dos binóculos.

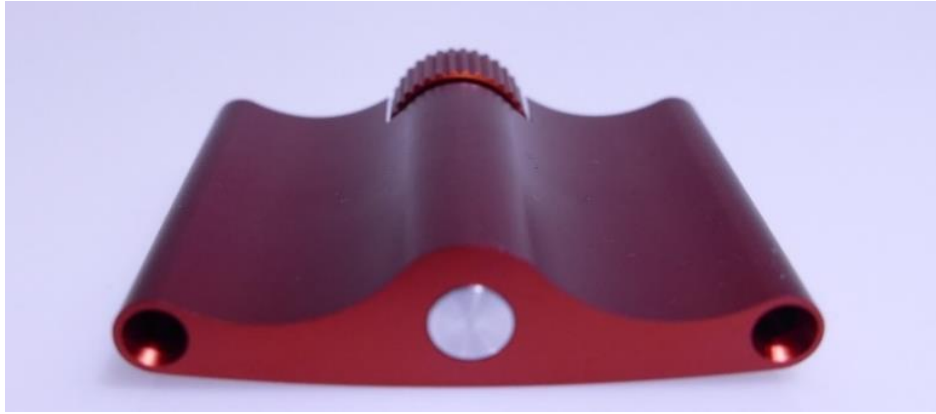


Figura 49: Ponte com novo componente

4.4.6. Series especiais

A produção da peça por maquinagem tem como matéria-prima a mesma liga de alumínio do que os restantes componentes, possibilitando a anodização das peças todas com a mesma cor e brilho, existindo assim a possibilidade da criação de séries especiais.

4.4.6.1. Alterações nos componentes

a) Anel de Asa

O anel de asa é o componente que tem como função segurar a fita dos binóculos. Este era um componente produzido por fundição, pintado e, por fim, gravado numa estampagem de cor.



Figura 50: Anel de asa com processo atual

Alterou-se o processo de produção da peça para maquinagem, seguindo-se a gravação de baixo-relevo, anodização à cor e pintura baixo-relevo a gravação das letras, visível na figura 51.



Figura 51: Anel de asa com gravação e pintura a baixo-relevo

b) Ponte

Relativamente à ponte, o novo processo permite obter peças com as mais variadas cores, sendo que só depende da escolha realizada pelo cliente, tornando este processo muito flexível.

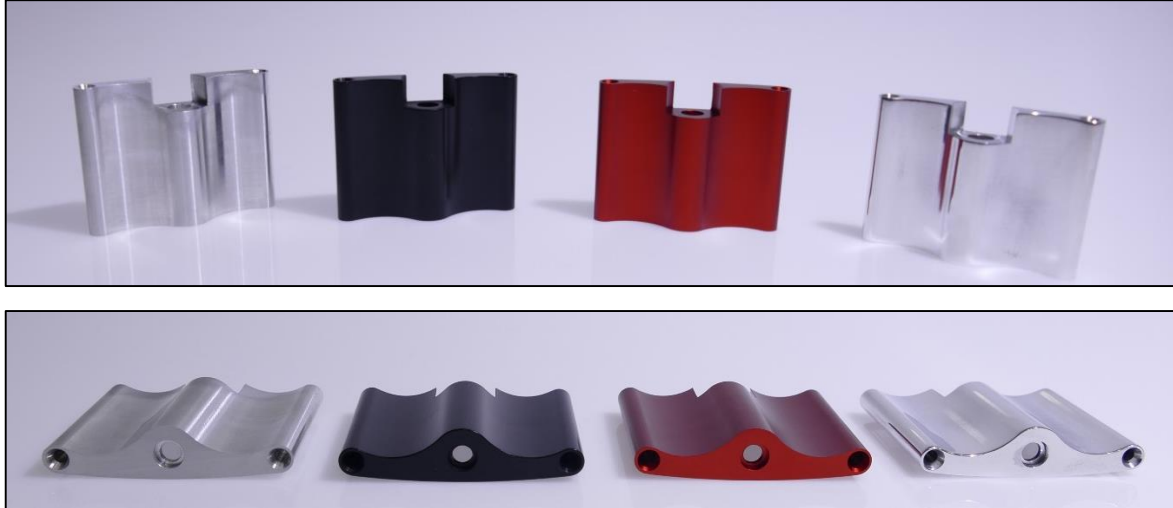


Figura 52: Componente com diferentes tipos de acabamento

c) Corpo e Parafuso

No processo atual, quer o corpo do binóculo quer o parafuso de ajuste de focagem, são anodizados a preto. Com o objetivo da criação de series especiais estes podem ser, tal como os restantes componentes, anodizados à cor pretendida.



Figura 53: Corpo e parafuso

d) Serie brilhante

Outra variação ao produto poderá ser a produção de uma serie especial brilhante. Para tal, devem-se realizar alterações no polimento da peça, produzindo uma peça 100% isenta de riscos e completamente espelhada, para no final ser anodizada à cor escolhida.

Esta peça será enviada para um fornecedor externo, especializado em polimento de alto brilho, e o seu resultado não está presente neste relatório, mas assim comprova-se novamente a flexibilidade do processo.



Figura 54: Ponte pós-polimento

5. Implementação de melhorias na secção de maquinagem

5.1. Atualização dos pós processadores Makino A51nx

Com o desenvolvimento da programação CAM do projeto Rückschale Paul, peça supramencionada, e o pós-processamento subsequente, foi possível verificar que o pós-processador não estava de acordo com o pretendido, sendo, por isso, necessário realizar alterações manuais ao código. Esta alteração foi considerada uma perda de produtividade, pois estavam a ser gastos recursos numa etapa que deveria ser automática. Após esta análise, verificou-se que no contrato de manutenção com a GrandSoft estava incluída uma cláusula de atualização de pós-processadores, tendo-se assim avançado para a etapa de discriminação das alterações necessárias e entrou-se em contacto com a GrandSoft, de forma a resolver o problema.

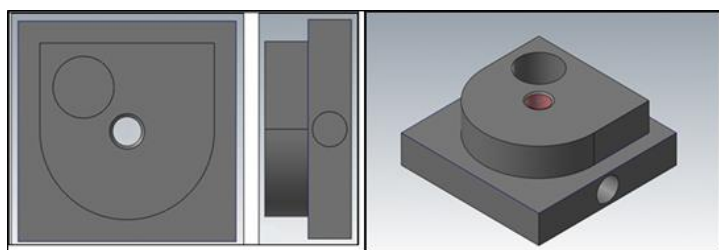


Figura 55: Peça desenvolvida para atualização dos pós-processadores

No início deste projeto desenhou-se uma peça teste e as etapas de maquinagem foram programadas. De seguida, analisou-se o código pós-processado pelo Mastercam, procedeu-se às alterações necessárias para o seu correto funcionamento e comparou-se os dois códigos em questão, de forma a identificar os pontos de alteração necessários.

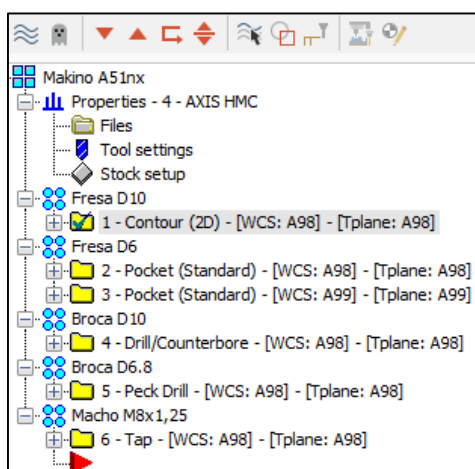


Figura 56: Estratégias programadas e respetivas ferramentas

Visto que as Makino A51nx estão contruídas para o seu funcionamento ser por um programa de chamada de ferramenta, a estrutura de programação deve ser também por ferramenta. Assim, cada ferramenta apenas é utilizada uma vez, permitindo reduzir o tempo de maquinagem, por diminuição do número de trocas de ferramentas, surgindo também a necessidade de pós-processar cada ferramenta individualmente, de forma a existirem programas individuais por ferramenta.

<pre> % O0000(O0401_POST) (DATE=DD-MM-YY - 24-03-16 TIME=HH:MM - 15:10) (MCX FILE - I:\CONFIGURAÇÃO PÓS-PROCESSADOR\CONFIGURAÇÃO MAST.MCX-9) (NC FILE - C:\USERS\ASUS\DESKTOP\O0401_POST.NC) (MATERIAL - ALUMINUM M4 - 2024) (T1 10 FLAT ENDMILL H1 D1 CONTROL COMP TOOL DIA. - 10.) N100 G21 N110 G0 G17 G40 G49 G80 G90 N120 T1 M6 N130 G0 G90 G54 X33.5 Y10. A0. S7958 M3 N140 G43 H1 Z50. N150 Z2. N160 G1 Z-10. F600. N170 G41 D1 X28.197 Y15.303 F2387.4 N180 G3 X26. Y10. I5.303 J-5.303 N190 G1 Y0. N200 G2 X0. Y-26. I-26. J0. N210 X-26. Y0. I0. J26. N220 G1 Y20. N230 G2 X-20. Y26. I6. J0. N240 G1 X20. N250 G2 X26. Y20. I0. J-6. N260 G1 Y10. N270 G3 X28.197 Y4.697 I7.5 J0. N280 G1 G40 X33.5 Y10. N290 X27.5 N300 G41 D1 X22.197 Y15.303 N310 G3 X20. Y10. I5.303 J-5.303 N320 G1 Y0. N330 G2 X0. Y-20. I-20. J0. N340 X-20. Y0. I0. J20. N350 G1 Y20. N360 X20. N370 Y10. N380 G3 X22.197 Y4.697 I7.5 J0. N390 G1 G40 X27.5 Y10. N400 G0 Z50. N410 M5 N420 G91 G28 Z0. N430 G28 X0. Y0. A0. N440 M30 % </pre>	<pre> %O0401 (FRESA 10) G65P8000A99 (1 FIXACAO) G90G52X#100Y#101Z#102B#103 G68X0Y0R#104 S200F200M303M8 M11 G0 G90 X33.5 Y10. B0 M10 Z2. M302 G1 Z-10. F600. G41 X28.197 Y15.303 F2387.4 G3 X26. Y10. I5.303 J-5.303 G1 Y0. G2 X0. Y-26. I-26. J0. X-26. Y0. I0. J26. G1 Y20. G2 X-20. Y26. I6. J0. G1 X20. G2 X26. Y20. I0. J-6. G1 Y10. G3 X28.197 Y4.697 I7.5 J0. G1 G40 X33.5 Y10. X27.5 G41 X22.197 Y15.303 G3 X20. Y10. I5.303 J-5.303 G1 Y0. G2 X0. Y-20. I-20. J0. X-20. Y0. I0. J20. G1 Y20. X20. Y10. G3 X22.197 Y4.697 I7.5 J0. G1 G40 X27.5 Y10. G0Z300. G69 G90G52X0Y0Z0B0 M99 M30 % </pre>
a)	b)

Figura 57: Código antes de adição (a) e código após edição (b)

Assim, após análise dos dois códigos, entrou-se em contacto com o fornecedor e foram explicadas as alterações pretendidas. Testou-se, então, o novo pós-processador e foram detetados alguns problemas no código, a partir dos quais se elaborou uma folha de alterações, presente no anexo 8. Após a realização da 2ª alteração no pós-processador, este ficou funcional sem apresentar erros de pós-processamento.

A atualização de pós processadores é, no entanto, um trabalho que nunca está 100% concluído, requerendo supervisão constante, dada a possibilidade de existência de pequenas falhas que causem colisões na máquina, o que é totalmente indesejável.

5.2. Implementação de plano de controlo e de melhoria nos fluidos associados ao processo de maquinagem

5.4.1. *Motivação*

O parque de máquinas de Leica - Aparelhos Ópticos de Precisão, conta com quase 40 CNC, entre tornos e fresadoras. Para a correta utilização destas máquinas e para a obtenção de produtos conformes, são utilizados vários consumíveis tais como óleos de corte, óleos hidráulicos, desengordurantes, entre outros. Desta forma, este projeto passa, numa primeira fase, pela implementação de uma folha de registo em cada máquina, de forma a registar todos os consumíveis utilizados nesta. Nos anexos 13,14 e 15, encontram-se disponíveis as folhas de registo de teste criadas para a fase inicial do projeto. Quando se verificar que estas se encontram dentro dos parâmetros necessários, serão sujeitas a uma pequena alteração de *layout* e ser-lhes-á atribuído um código para normalização interna, presente no anexo 16.

Foram analisados todos os consumíveis utilizados desde abril de 2015 até janeiro de 2016, estando o custo destes enunciados na figura 58.

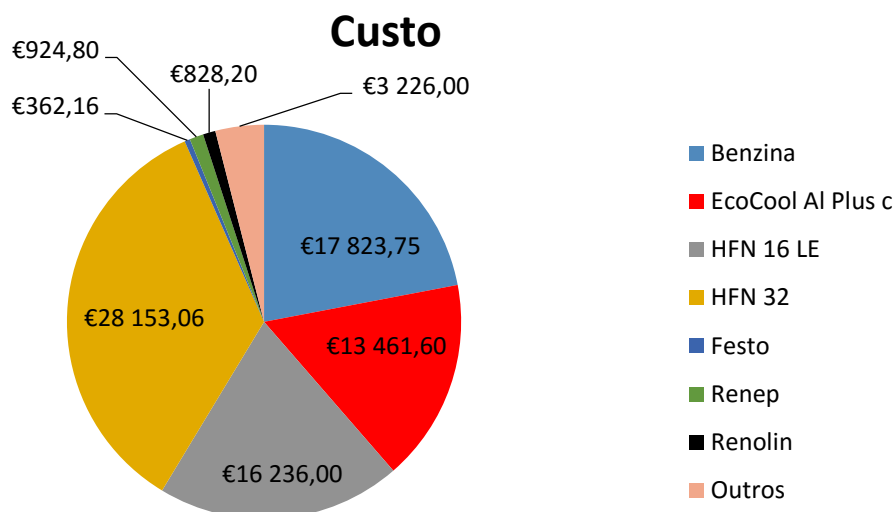


Figura 58: Custo dos consumíveis de abril de 2015 a janeiro de 2016

Como se pode verificar, o consumo de benzina, EcoCool AL Plus C, EcoCut HFN 16 LE e EcoCut HFN 32, têm um custo superior a 70 000 € anuais, sendo, por isso, estes os consumíveis com maior foco de atenção.

Estes consumíveis foram analisados através de registos de entrada no grupo durante o mesmo período para futura comparação com os meses no qual o projeto esteve a decorrer. A figura 59 apresenta o caso da Benzina, cujo custo era dividido equitativamente pelos três grupos de maquinaria.

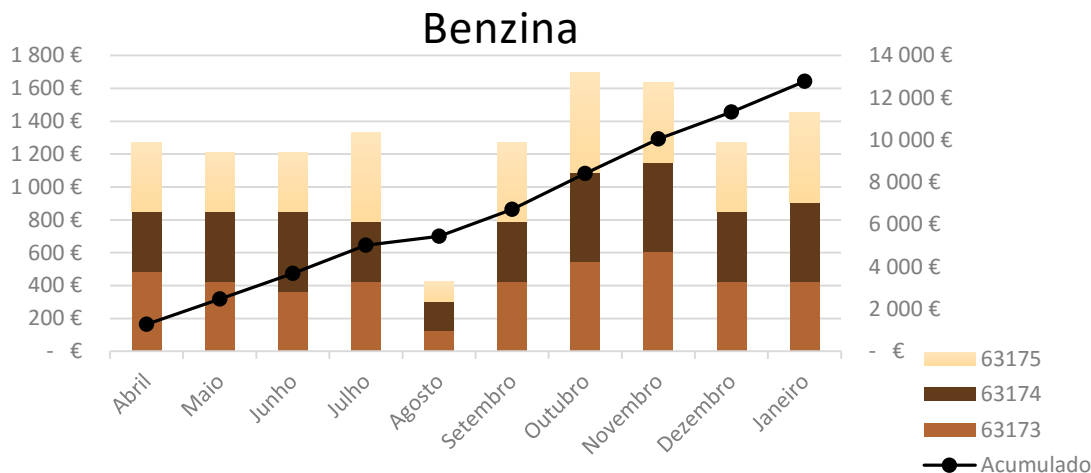


Figura 59: Custo de Benzina de abril de 2015 a janeiro de 2016

Relativamente ao óleo solúvel emulsionável EcoCool Al Plus C, apenas consumido por dois grupos de maquinaria, a sua análise está presente na figura 60.

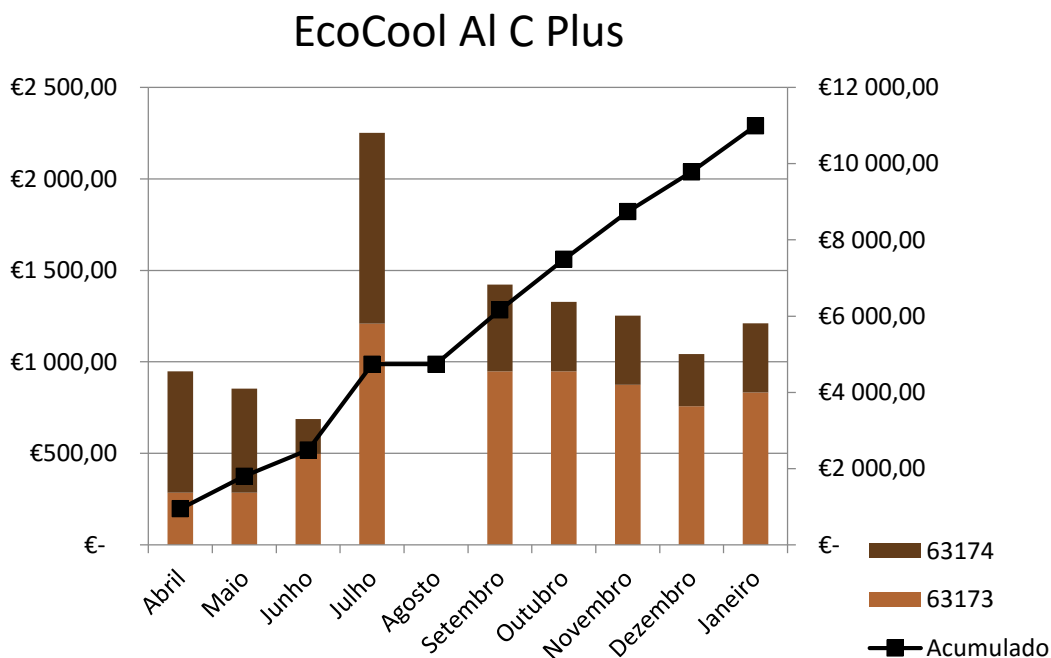


Figura 60: Custo de EcoCool Al C Plus de abril de 2015 a janeiro de 2016

Os Restantes consumíveis com maior peso no custo global são os óleos puros EcoCut HFN 16 LE, figura 61, e EcoCut HFN 32, figura 62, sendo que a necessidade de utilização de óleos puros é justificada pelo facto de se realizar maquinaria de

magnésio e maquinaria com necessidade de acabamentos superficiais de elevada qualidade, sendo que este tipo de óleo garante o cumprimento destes requisitos.

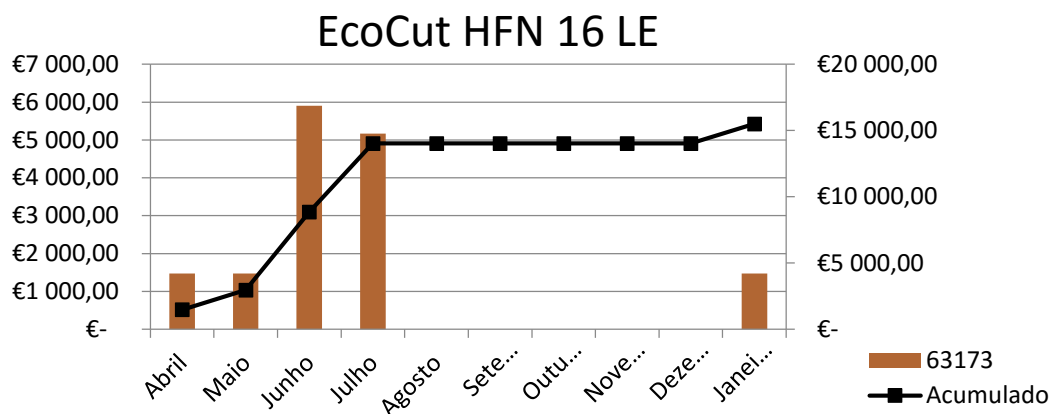


Figura 61: Custo de EcoCut HFN 16 LE de abril de 2015 a janeiro de 2016

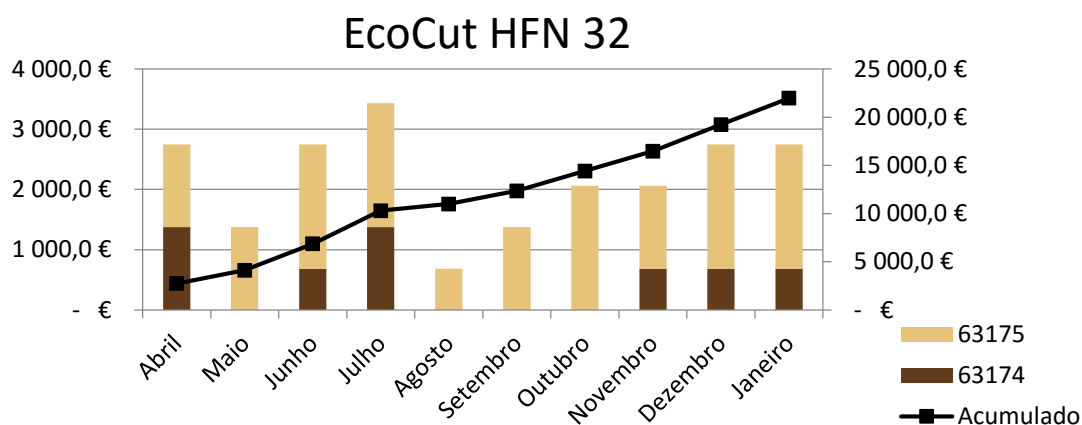


Figura 62: Custo de EcoCut HFN 32 de abril de 2015 a janeiro de 2016

Apesar dos óleos hidráulicos e materiais diversos tais como lixas, luvas, entre outros, terem um custo bastante reduzido comparativamente aos produtos dos quatro gráficos demonstrados a cima, também foram tomados em consideração de forma a perceber quais os centros de trabalho que os consomem, em maior quantidade.



5.4.2. *Objetivos e procedimento*

O objetivo deste projeto passa por ganhar consciência dos custos dos consumíveis, no decorrer do processo produtivo, por centro de trabalho. Atualmente esta consciência estava circunscrita a cada grupo individual de trabalho.

Com a consciência desse custo, pretende-se realizar uma redução dos mesmos, criação de ciclos de reabastecimento dos óleos hidráulicos, óleos de corte e água, no caso de as máquinas funcionarem com óleos solúveis emulsionáveis, e, por fim, a criação de planos de ação e estratégias para redução de custos.

De forma a atingir o objetivo, o projeto foi dividido em duas fases: primeiramente procedeu-se à criação de uma folha de registos, em cada centro de trabalho, tendo sido aplicada na última semana de fevereiro, sendo que por isso, os resultados desse mês vão ser ignorados. O projeto foi iniciado na última semana do mês para que houvesse tempo para a adaptação dos operadores à nova rotina de registo.

A segunda fase passou pela inserção dos dados das folhas de registos num ficheiro, a ser entregue aos responsáveis dos grupos gráficos, permitindo verificação dos custos associados a estes consumíveis por centro de trabalho e permitindo à equipa de engenharia a análise e o desenvolvimento de planos de ação ou alterações de processo, para implementar melhorias. É necessário ter em atenção que foi atribuído à água um custo de 0,01€ por litro, de forma a ter um valor gráfico representativo. Os centros de trabalho manuais como as mesas de rebarba também receberam uma folha de registos.

Paralelamente, foram criadas outras folhas de registo para quebras ou desgaste de ferramentas, o que permitirá, a longo prazo, verificar taxas de desgaste de ferramentas, e, assim, aquando da realização de encomendas, poder-se-á optar por ferramentas com menores taxas de desgaste. O resultado destas não será tido em consideração nesta dissertação, sendo que foi implementado apenas de forma a, no futuro, a empresa ter esse conhecimento.

5.4.3. *Resultados obtidos*

Os resultados obtidos, tal como foi supramencionado, eram apresentados mensalmente relativos a cada um dos 3 grupos de maquinaria (Figura 63) e, a partir daí, eram analisados e eram tomadas as medidas adequadas.

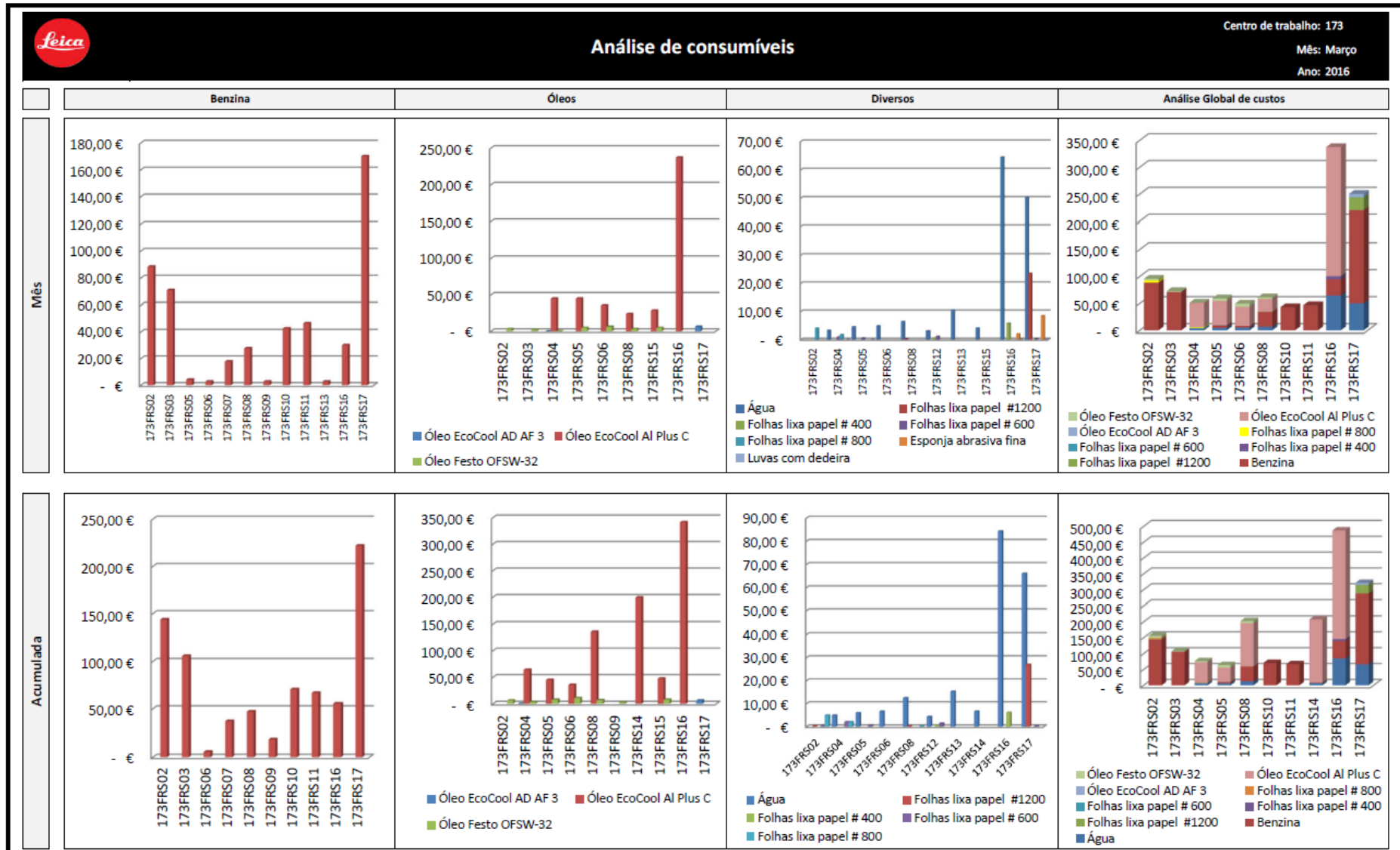


Figura 63: Relatório mensal de consumíveis

Após dois meses da implementação das folhas de registo, verificou-se que os custos de materiais como lixas, luvas entre outros, não eram significativos para a inserção destes nas folhas de registo, ficando a noção de quais as máquinas que consomem estes produtos, passando o controlo destes a ser feito por grupo e não por centro de trabalho. Ainda assim, foi possível constatar o consumo de lixas com 1200 *mesh*, que são de baixa granulometria e dado que as peças a seguir são polidas, foi realizada a proposta de utilização de lixas de maior granulometria, pois têm um tempo de utilização mais alargado, havendo um ganho a nível de custos, consequente da utilização de um menor número de lixas e a nível de tempo evitando idas desnecessárias ao armazém para levantar lixas.

Assim, a partir do início do 3º mês, apenas se registou consumíveis como óleo, água e benzina, sendo por isso eliminada a folha de registo dos centros de trabalho manuais.

Relativamente aos óleos hidráulicos, pode-se verificar que existem máquinas com consumos mais elevados do que outras, o que se poderá dever a pequenas fugas ou desajustes na quantidade utilizada sempre que é realizada a troca de ferramentas. Resultados mais precisos necessitam, no entanto, de um período de observação mais alargado.

Verificou-se também, nas máquinas que trabalham com emulsão, ciclos repetitivos de adição de água e óleo. Estes são devidos ao facto de que a adição destes consumíveis é realizada “a olho”, tendo, desde então, sido planeada uma formação para os operadores de forma a que todos os cálculos e necessidades de adição passem a ser realizados de forma correta, com o objetivo de eliminar tempos de acerto de percentagem de óleo na emulsão.

Observou-se também a existência de vários óleos hidráulicos com funções semelhantes, analisou-se as fichas técnicas do produto e em conjunto com a engenharia e a manutenção chegou-se à conclusão que é de fato necessário usar todos esses óleos, devido à especificidade, quer das máquinas, quer, no caso dos tornos, dos alimentadores.

Ao fim de dois meses, realizou-se uma análise comparativa dos custos por grupos dos elementos principais em análise. Relativamente ao óleo solúvel emulsionável, esta análise não pôde ser realizada, pois a sua utilização teve que ser

descontinuada, devido a requisitos do sistema em gestão ambiental, dando-se, por isso, a entrada de outro produto.

Verificou-se que centros de trabalho que operam com óleos não emulsionáveis, apresentam um custo muito superior em comparação com os outros centros. Apesar do óleo puro garantir melhor acabamento superficial e um menor desgaste de máquina, implicando, por isso, menor custo de manutenção e tempo de paragem, foi feita a sugestão de se colocarem algumas máquinas em teste de forma a verificar se se cumprem todos os requisitos de produção e se se baixa o seu consumo de óleo. A sugestão foi aceite, mas só vai ser implementada depois de mais alguns meses de registos, de forma a detetar quais as máquinas que apresentam maiores custos a nível de óleo.

Relativamente ao consumo de benzina, verificou-se que apenas o facto de se registar os consumos motivou um decréscimo no mês de março, como se pode verificar também na figura 64, o mês de dezembro apresenta consumos baixos devido aos feriados existentes nesse mês. Para o mês de abril já se aplicaram algumas medidas, como a remoção da benzina de máquina cujas peças iriam ter outras etapas de maquinagem, porque nestes casos não é necessário garantir a inexistência de óleo na superfície da peça, o que levou a um decréscimo no consumo.

O grupo que apresenta maior consumo de benzina, é o 63175, o grupo do torneamento fino, pois muitas peças vão diretamente deste grupo para a montagem, existindo por isso a necessidade de enviar peças sem qualquer tipo de gordura associada aos óleos de maquinagem.

Consumo de Benzina

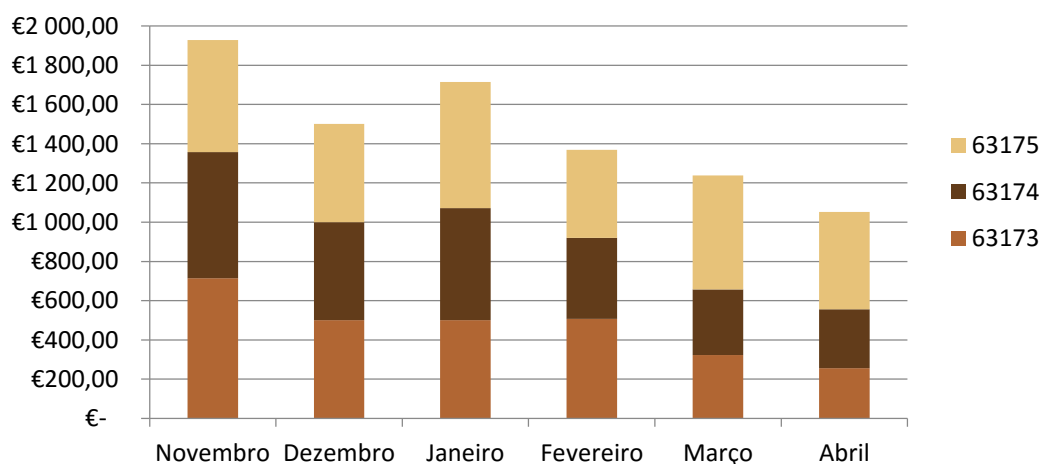


Figura 64: Consumos de benzina antes e após implementação



Relativamente aos consumos de óleos puros, para uma análise mais aprofundada é necessário um tempo de análise mais prolongado, para que se possa verificar quais as máquinas que consomem mais tentando depois perceber a razão.

Por fim, as propostas de melhoria existentes para este plano de controlo de dois meses são:

- a) Alteração de máquinas para emulsão;
- b) Instalação de contador de água por grupo, de forma a garantir que os responsáveis pelo grupo tenham consciência desses consumos;
- c) Aquisição de uma máquina de limpeza a vapor, fazendo com que se elimine os consumos de benzina, que, para além de ter um peso económico acentuado, não é um produto com características apropriadas para contacto direto com os operadores;
- d) Estudo de novos tipos de emulsões que garantam melhores acabamentos de superfícies, de forma a se substituir a utilização de óleos puros.
- e) Através da consciência dos consumos anuais de cada centro de trabalho, será possível estudar a possibilidade de investir num sistema de MQL (Minimum Quantity Lubrication)

Mais melhorias poderão vir a ser implementadas com o aumento dos dados provenientes dos registos dos consumos das máquinas.

5.3. Desenvolvimento e implementação de *software* de OEE

Devido à competitividade do mercado, surge a necessidade de controlar a eficiência de máquinas e equipamentos industriais. Desta forma, a utilização de um sistema que quantifique a eficiência de máquinas e que permita efetuar ações de melhoria contínua, torna-se indispensável à produção.

A Leica - Aparelhos Ópticos de Precisão, conta com um parque com quase 40 máquinas CNC e praticamente todas as peças em produção têm necessidade de entrar em pelo menos um dos 3 grupos de maquinagem, levando a que o controlo da eficiência das CNC seja uma necessidade no desenrolar de todo o processo produtivo.

Um *software* de Overall Equipment Efficiency (OEE) permite controlar, implementar de melhorias e visualizar de que forma produção está organizada, podendo detetar pequenas falhas que levam à diminuição do tempo útil de produção.



Figura 65: OEE no LCD em terreno de fabrica

A análise OEE permite a monitorização da eficiência de processos ou equipamentos industriais, representando um indicador chave em programas de **TPM (Total Productive Maintenance)** e/ou **LEAN Manufacturing** [6].

Está atualmente generalizado um modelo para o cálculo deste indicador, baseado na experiência de boas práticas na indústria e sustentado nos seguintes princípios:

- 1) - Definição dos Períodos Operacionais.
- 2) - Categorização das Perdas: Paragens / Setup's / Avarias / etc...
- 3) - Fatores p/ Cálculo do OEE: Disponibilidade / Desempenho / Qualidade

Assim, apesar da existência de um software de OEE, na empresa, este apresenta bastantes dificuldades de utilização, pois têm uma base de dados inacessível, o que faz com que cerca de 10gb de espaço sejam ocupados, tornando o seu funcionamento muito lento para computadores com hardware de menor capacidade (nomeadamente os que estão presentes na produção) e devido à falta de manutenção no software, este já apresenta bastantes erros e funções inativas, sendo por isso um software através do qual é difícil retirar conclusões de forma a implementar melhorias. Foi então desenvolvido um novo *software*.

Este projeto iniciou-se com a aprendizagem do funcionamento normal da produção, de forma a estruturar um *software* que tenha a capacidade de cobrir todas as suas necessidades.

Na figura 66 podemos ver uma espécie de pirâmide que demonstra de todo o tempo produtivo existente, que é realmente aproveitado para produção, sendo que a construção deste gráfico permitiu também uma estruturação do sistema [6].



Figura 66: Estruturação do OEE

Foram determinadas 4 cores para o estado de cada máquina, o vermelho assinala qualquer perda de produtividade, o verde indica produção, o cinzento-claro indica que a máquina está em trabalho, mas a realizar operações especiais como protótipos ou retrabalho de peças e o cinzento-escuro indica paragem ou manutenção planeada da máquina.

O modelo de OEE resulta, essencialmente, do rácio entre “Período Produtivo Líquido” e “Período Operacional”, sendo o seu cálculo numérico o produto de 3 fatores, como demonstrado na equação 1 [6].

O indicador de OEE resulta da avaliação do peso de cada um dos fatores. Deixa de ser apenas um valor global e permite uma análise mais objetiva da(s) causa(s) para perda de eficiência dos equipamentos, por análise isolada de cada fator [6].

Equação 1: Fórmula para cálculo OEE

$$OEE = Disponibilidade \times Velocidade \times Qualidade$$

Na figura 67 pode se analisar a relação de dependência dos 3 fatores no valor global do indicador de OEE.

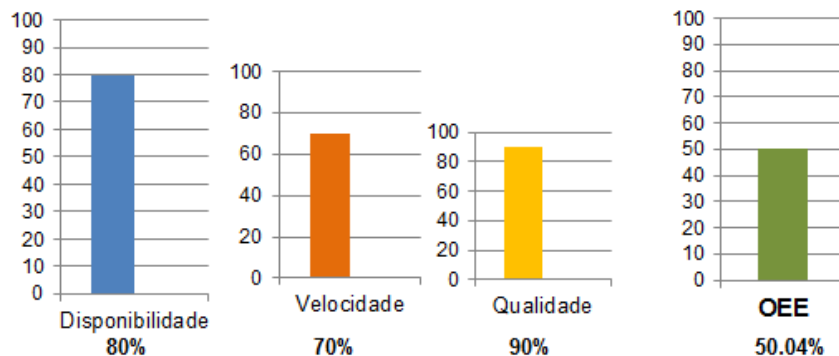


Figura 67: Relação de dependência entre os 3 fatores

A análise do indicador OEE foca-se na análise dos 3 fatores e na avaliação das causas de cada um:

a) **Disponibilidade** - Pode estar associado ao equipamento e/ou ao processo. Assim, dependendo da categoria da **Perda**, pode ser um *input* ao equipamento, no caso de avarias, ou ao processo nas restantes situações (Setup, Falta operador, Falta Material, etc.).

b) **Velocidade** - Pode estar associado ao ciclo da peça em SAP ou à ineficiência na assistência ao equipamento.

c) **Qualidade** - Valores baixos estão associados ao fabrico de peças não conformes.

Assim, esta ferramenta foi desenvolvida com o objetivo de realizar a monitorização visual em tempo real do estado operacional dos equipamentos CNC e a análise da sua eficiência operacional

Foi desenvolvida uma interface para estar presente no LCD de grandes dimensões exposto na produção, permitindo assim que todos os colaboradores tenham acesso rápido ao estado de cada máquina. Na figura 68, está demonstrada parte da interface e na figura 69 o aspeto da mesma, em terreno de fabrica. Definiu-se que na interface do LCD iriam estar presentes o indicador OEE mensal e a média

anual, o número da peça em produção, a quantidade de peças a produzir e a hora prevista terminar a peça.

Os chefes dos grupos receberam formação sobre OEE (anexo 17), com indecência em formas de tirar um maior proveito do mesmo, mas, principalmente, sobre como utilizar o novo software. A parte mais proveitosa da formação foi o debate que se seguiu que permitiu observarem-se os resultados do OEE de um outro prisma, levando a melhores análises dos dados. Também foi desenvolvido um manual de utilizador (anexo 28) que deverá ficar junto do computador da produção para que o operador possa rapidamente esclarecer qualquer duvida que surja.

Todo o software foi desenvolvido em Excel VBA (Visual Basic for Applications), pois com este método foi possível obter um software de baixo peso para correr nos computadores existentes na produção (300kb).

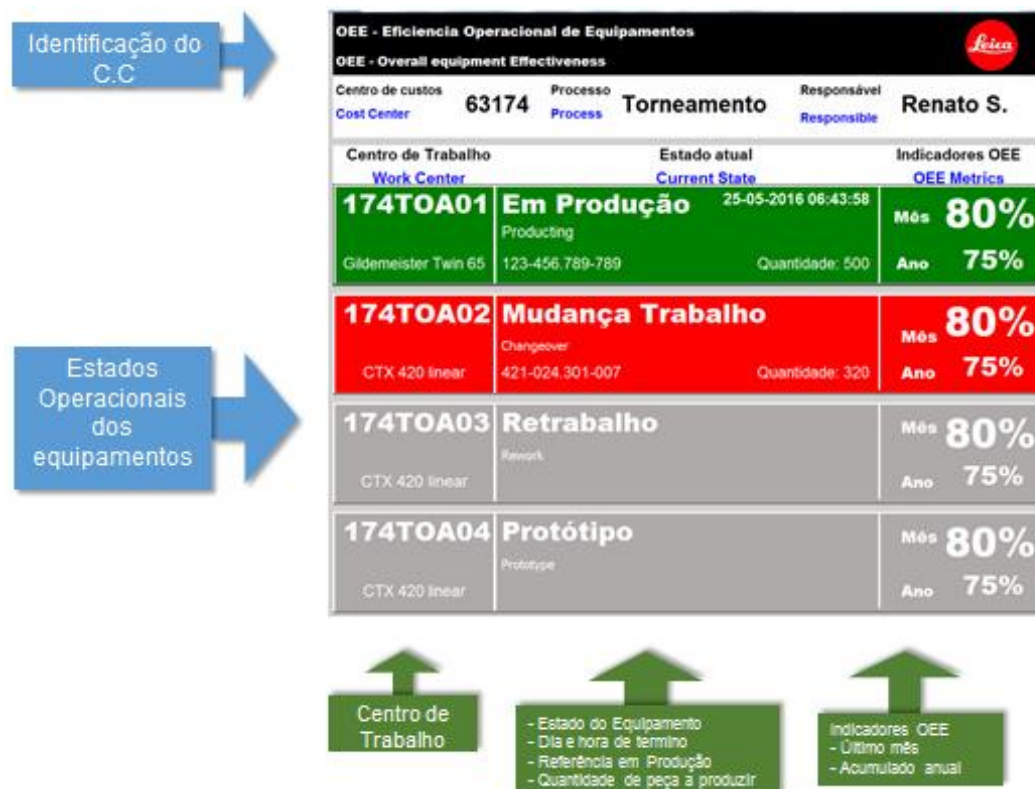


Figura 68: Interface LCD



Figura 69: OEE em terreno de fabrica

5.4.1. Interface produção

De forma aos colaboradores realizarem a inserção de dados no sistema, foi desenvolvida uma segunda interface presente no computador da produção (figura 70), onde é indicado o estado, o número da peça em produção e a hora de término da peça.

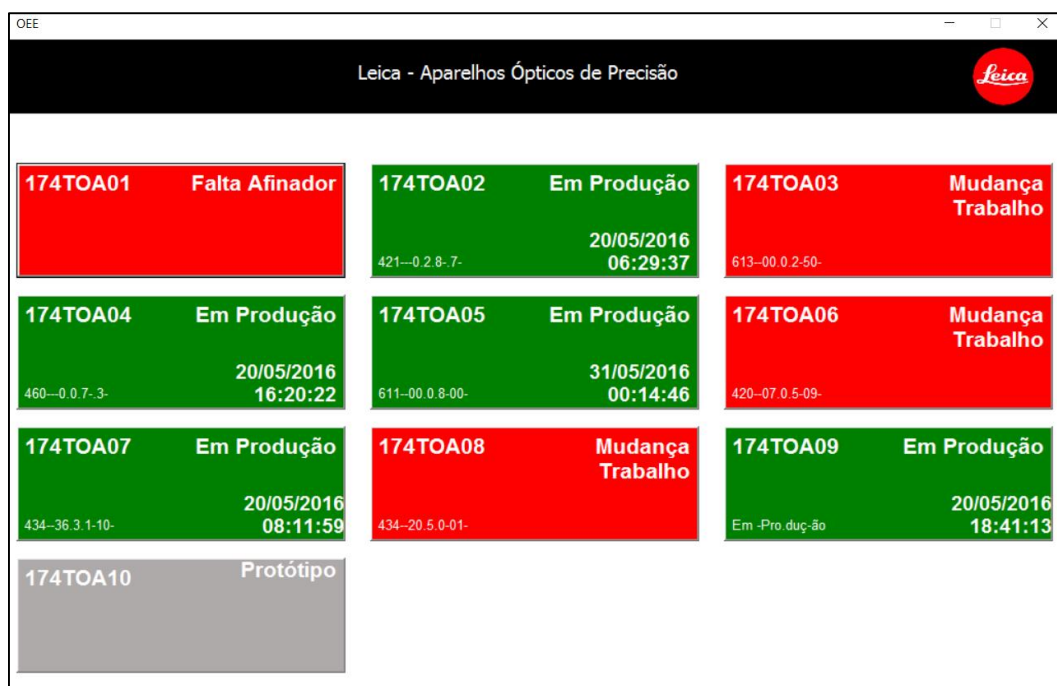


Figura 70: Interface produção

De forma a alterar o estado da máquina, o colaborador deve clicar no botão da máquina em questão, abrindo desta forma o menu principal do sistema, visível na figura 71.

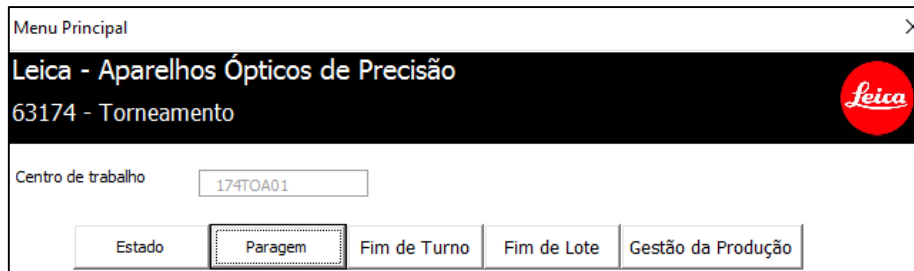


Figura 71: Menu principal

No menu principal é possível observar que máquina foi selecionada, e proceder a alterações de estado, paragens, finalizar turno ou lote e, por fim, realizar gestão da produção.

5.4.2. Estados da máquina

Os estados da máquina estão divididos em, “Em Trabalho”, “Protótipo”, “Paragem Planeada”, “Retrabalho”, “Manutenção Planeada” e “Mudança de Trabalho”, como demonstrado na figura 72.



Figura 72: Estados de máquina

Para provocar alterações ao estado da máquina, dependendo do tipo de estado pretendido pode ser necessário Login, com o objetivo de garantir uma maior fiabilidade ao sistema. Por exemplo, Estados como “Protótipo” e “Retrabalho” apenas podem ser alterados por afinadores, chefe de grupo e responsáveis de turno. Sendo para esses campos necessário realizar Login no formulário da figura 73.

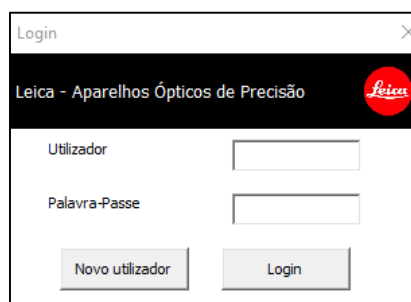


Figura 73: Menu Login

d) Em Trabalho

Para se dar início à produção de uma peça devem-se preencher os campos presentes na figura 74. Com estes dados é possível, para além do OEE, calcular a que horas está previsto terminar a produção peça, permitindo assim realizar uma melhor gestão dos afinadores.

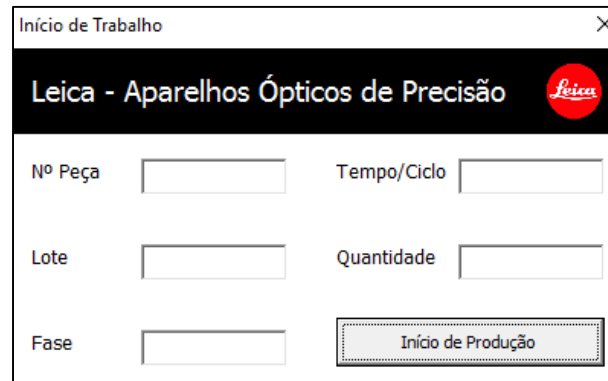


Figura 74: Início de Produção

e) Mudança de Trabalho

Quando acaba a produção de um lote de peças, inicia-se uma mudança de trabalho, onde se inserem os dados pedidos na figura 75, e quando se termina a mudança de trabalho insere-se o tempo de ciclo (Figura 76).

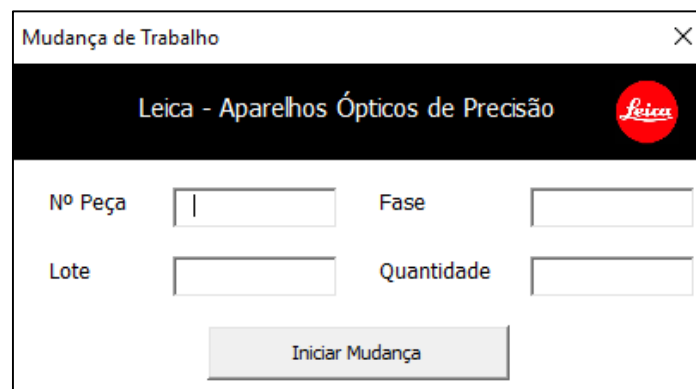


Figura 75: Início de mudança de trabalho

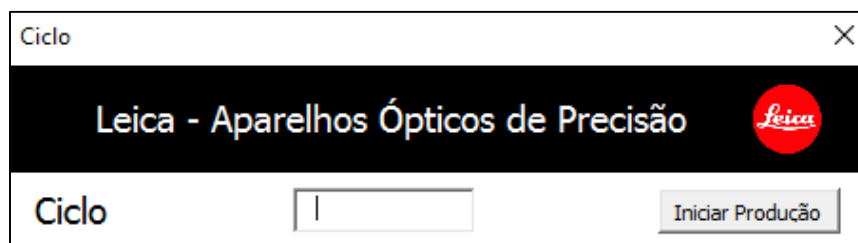


Figura 76: Fim de mudança de trabalho

f) Protótipo e Retrabalho

Frequentemente surge a necessidade de produzir protótipos ou realizar retrabalho, menu de início de retrabalho presente na figura 77. Nestes casos, como não é uma peça em curso de produção, não existe um tempo de ciclo definido, estando por isso este parâmetro fora do cálculo OEE.

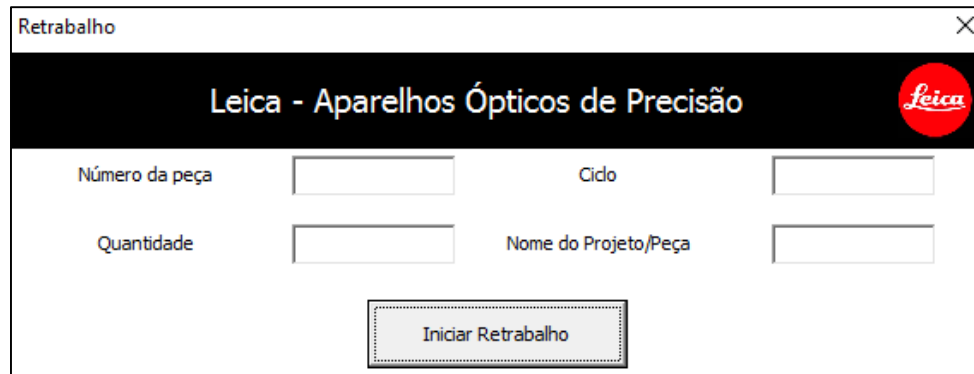


Figura 77: Início de Retrabalho

g) Manutenção ou paragem Planeada

Manutenção planeada faz parte das boas práticas de produção, sendo que é uma intervenção realizada de forma a prevenir paragens inesperadas na máquina.

Paragem planeada é o estado assumido pela máquina quando um turno está inativo. Estes estados também não são contabilizados para o cálculo do OEE.

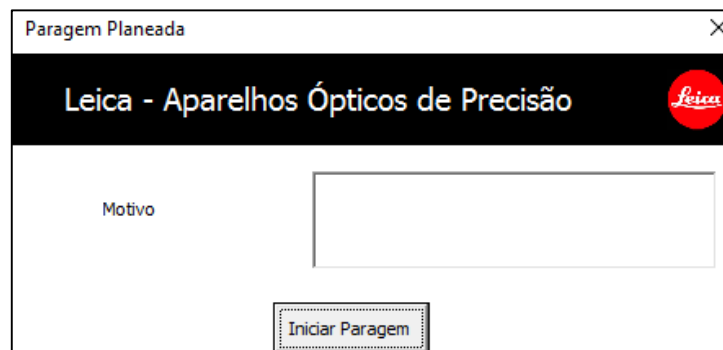


Figura 78: Início de paragem planeada

5.4.3. Paragens

De forma a iniciar uma paragem (figura 79), o operador deve seleccionar o tipo de paragem e dar início à mesma. Para finalizar, apenas necessita clicar no botão “fim de paragem” e o estado da máquina volta a estar “Em Trabalho”

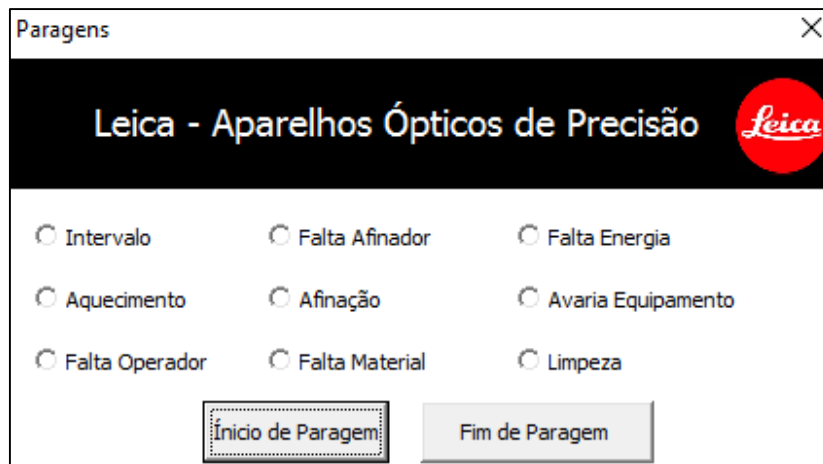


Figura 79: Menu paragem

5.4.4. Fim de turno/Lote

De forma a realizar o controlo da produção, no fim de cada lote e no fim de cada turno, o operador deve registar quantas peças produziu e dessas quantas foram aprovadas, sendo que também indica das não conformes quais os defeitos existentes, permitindo a filtragem dos defeitos nos quais a engenharia deve focar maior atenção.

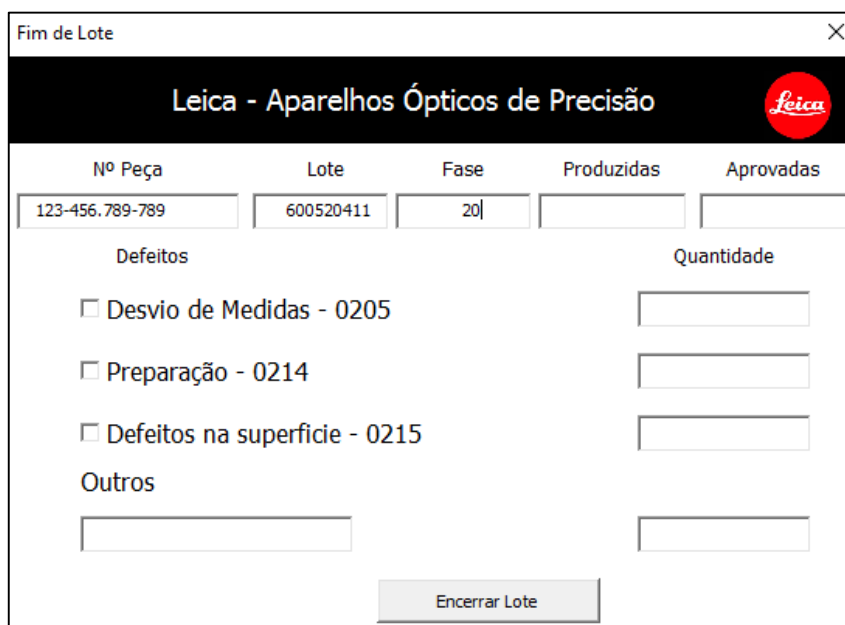


Figura 80: Fim de lote/turno

5.4.5. Registo de dados

Os dados eram registados numa folha de Excel, figura 81, por máquina tornando possível a análise do histórico por parte do gabinete de engenharia.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K
1	Número da peça	Status	Paragem	Lote	Fase	Data início	Tempo ciclo	Quantidade	Data de termino	Observação	Pessoa
2	-	Paragem Planeada	-			17/5/16 8:39				Início OEE	Tiago Costa
3	--	Protótipo	-	-	-	17/5/16 13:45	0	0	17/05/2016 13:45	PAVO	Tiago Costa
4	421-021.350-010	Mudança Trabalho	-	600100534	10	18/5/16 5:40		500			Luis Aguiar
5	421-021.350-010	Em Produção	-	600100534	10	18/5/16 7:19	0,25	500	18/05/2016 22:37		
6	421-021.360-008	Mudança Trabalho	-	600099729	10	18/5/16 9:37		270		-	Paula Silva
7	421-021.360-008	Em Produção	-	600099729	10	18/5/16 11:46	1,6	270	18/05/2016 19:33		Carlos Peliteiro
8	421-029.001-010	Mudança Trabalho	-	600099754	10	18/5/16 19:49		320		-	Augusto Costa

Figura 81: Registo de dados

Relativamente aos registos da qualidade das peças, estes eram realizados todos na mesma folha do Excel, com as indicações relativas à máquina, à peça e à quantidade de defeitos e a sua discriminação, tal como se pode observar na figura 82.

Máquina	Peça	Lote	Fase	Quantidade	Aprovadas	0205	0214	215	Outros	Quantidade de Outros
174TOA03	421-052.405-005			75	71	4	0	0	0	0
174TOA07	421-090.310-031			210	210	0	0	0	0	0
174TOA05	613-000.500-023	163				0	0	0	0	0
174TOA06	613-000.500-054	203				0	0	0	0	0
174TOA07	422-502.158-021	9744		10	10	0	0	0	0	0
174TOA08	434-495.110-005	353		107	100	7	0	0	0	0
174TOA03	421-052.405-005	681		145	143	2	0	0	0	0
174TOA05	613-000.500-023	163	41.020-010	147	143	4	0	0	0	0
174TOA06	633--00.0.6-00-	121		113	111	2	0	0	0	0

Figura 82: Registo de dados da qualidade

O *software* funciona perfeitamente e cumpre todos os requisitos iniciais, no entanto, como foi desenvolvido internamente, foram sendo requisitadas novas funções impossíveis de programar com o Excel VBA, por isso, este projeto não avançou, não se desenvolvendo a área de gestão da produção. Porém, fez-se a reestruturação e limpeza do *software* antigo, levando a que todas as funções estivessem operacionais, eliminando-se a base de dados, tornando assim o *software* mais leve para funcionar mais eficientemente nos computadores da produção.

Outra vantagem relativamente ao desenvolvimento deste *software*, foi o tempo de discussão provocado por este desenvolvimento que permitirá tirar mais conclusões do OEE e, com isto, aumentar produtividade.

Melhorias serão implementadas no antigo *software* de forma a torna-lo mais direcionado à produção atual, sendo uma limpeza automática da base de dados, para que nunca fique demasiado pesado para o seu correto funcionamento, o envio automático de emails, para a direção da mecânica e para o Gabinete de Engenharia, com informação gráfica relativa à eficiência das máquinas.

6. Conclusões

A aquisição de competências durante o percurso académico seguido no Mestrado Integrado em Engenharia Metalúrgica e de Materiais, com destaque para as unidades curriculares de Computação e Programação, Desenho Técnico, Desenho Assistido por Computador, Tecnologias de Materiais Metálicos, Gestão da Qualidade e Engenharia Assistida por Computador foi fundamental para a realização deste estágio.

O Projeto *Rückschale* Paul entrou em produção com a estruturação do processo produtivo desenvolvido e a integração neste projeto permitiu perceber a importância da familiarização com as necessidades e procedimentos realizados em terreno de fábrica para a realização de um processo estável.

Com o projeto de alteração do processo produtivo de um componente dos binóculos Trinovid BCA, implementaram-se melhorias na produção da peça em questão, quer a nível de redução de custos, quer a nível de controlo de fluxo de trabalho. O método desenvolvido é vantajoso devido à sua flexibilidade para pequenas alterações a nível de acabamento, que permitem a criação de séries especiais, algo comum na marca Leica.

Quanto à implementação de melhorias nos setores de maquinaria, com a atualização do pós-processador conseguiu-se reduzir o tempo desde o pós-processamento do programa NC pelo Mastercam até este estar de acordo com as necessidades do controlador e também se reduziu a possibilidade de erro humano. A implementação do plano de controlo de fluidos associados à maquinaria, evidenciou consumos bastante acima do necessário. Apesar de, neste momento, já terem diminuído, com o avançar deste plano e com a implementação de mais medidas, os custos vão diminuir ainda mais, sendo que, desta forma, pode-se estudar novos métodos de lubrificação, tal como o MQL, levando a processos com a mesma estabilidade, mas com menores custos.

O *software* de OEE cumpriu o seu objetivo inicial, não estando em utilização já que o Excel VBA não permite a criação de algumas funções que se tornaram pertinentes após a implementação do mesmo. O *software* antigo foi, então, otimizado para que ficasse 100% funcional para a produção, com todas as funções ativas e com uma velocidade apropriada para o terreno de fábrica. Ainda assim, o desenvolvimento do *software* impulsionou discussões aprofundadas relativamente a



como analisar a eficiência de cada máquina e o significado de cada estado, aumentando a utilização do software e permitindo obter resultados que anteriormente não eram considerados.

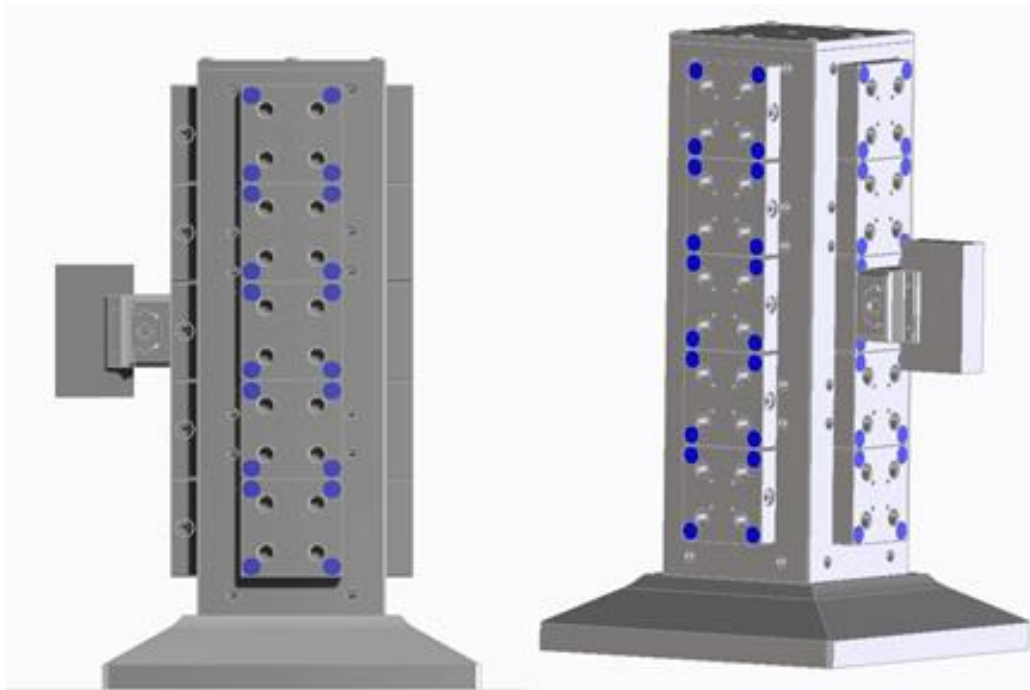
Por fim, a realização desta dissertação em ambiente industrial permitiu adquirir conhecimentos na área de maquinagem, análise de processos produtivos e ferramentas de melhorias contínua, mas principalmente, permitiu ao autor deste trabalho entender a necessidade de manter um bom relacionamento interpessoal com pessoas com diferentes personalidades e níveis de formação, que são no seu conjunto peças fulcrais para o funcionamento de uma organização com a dimensão, qualidade e cadência de produção apresentada pela Leica - Aparelhos Ópticos de precisão.

7. Referencias bibliográficas

1. Leica. Manual de Acolhimento.
2. 5-Axis Vice - Lang Technik GmbH [Internet]. [cited 2015 Sep 22]. Available from: <http://www.lang-technik.de/en/artikel/gruppen/51107.5-axis-vice.html>
3. Quick-Tower - Lang Technik GmbH [Internet]. [cited 2015 Sep 22]. Available from: <http://www.lang-technik.de/en/produkte/quick-tower.html>
4. Tesa. Tesa - Micro Hite [Internet]. [cited 2016 May 25]. Available from: <http://www.tesa-hite.com/tesa-hite.htm>
5. a51nx High Performance Machine | Horizontal Machining Center [Internet]. [cited 2015 Sep 22]. Available from: <http://www.makino.com/horizontal-machining-4-axis/a51nx/>
6. Silva R. Eficiência Operacional de Equipamentos (OEE). Leica; 2011.

8. Anexos

Anexo 1: 1º Fixação do projeto Paul

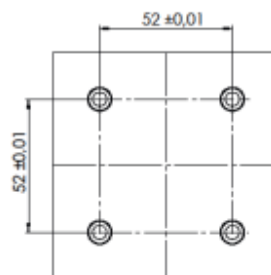


Anexo 2: Folha de especificação para parafusos de fixação à Quick-Tower



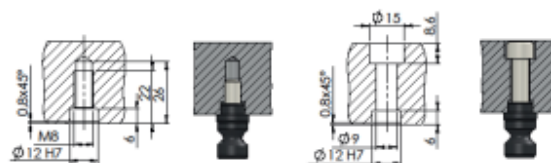
Vorbereitung der Bohrungen zur Einbringung der Quick•Point® Spannbolzen 52 (Art.-Nr. 45270)

Preparation of bores for mounting
 Quick•Point® clamping studs 52 (Item No. 45270)



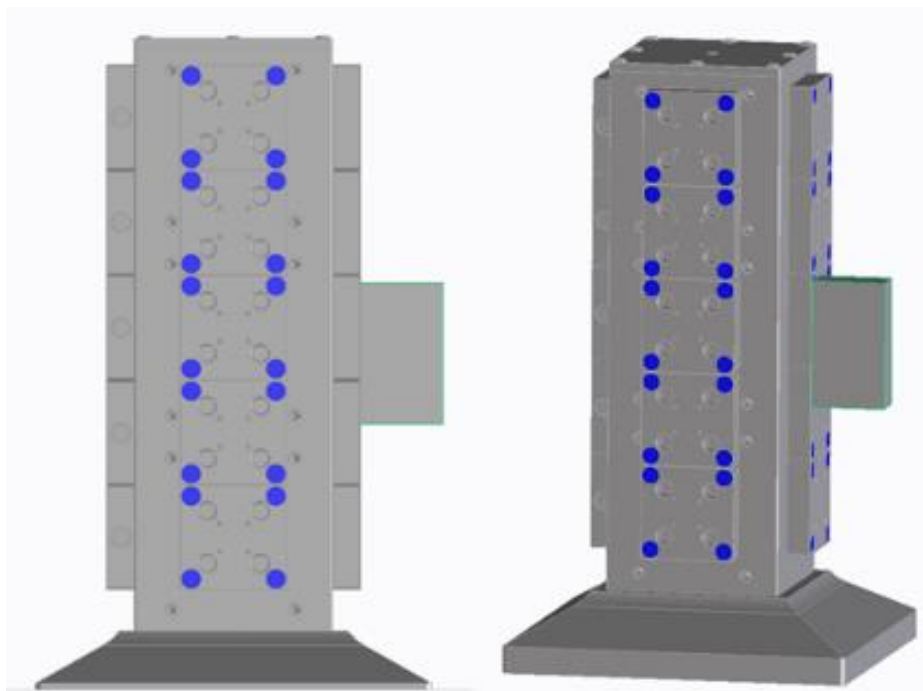
Befestigung mittels Gewindestift
 Fixation with threaded pin

Befestigung mittels Schraube M8
 Fixation with M8 screw

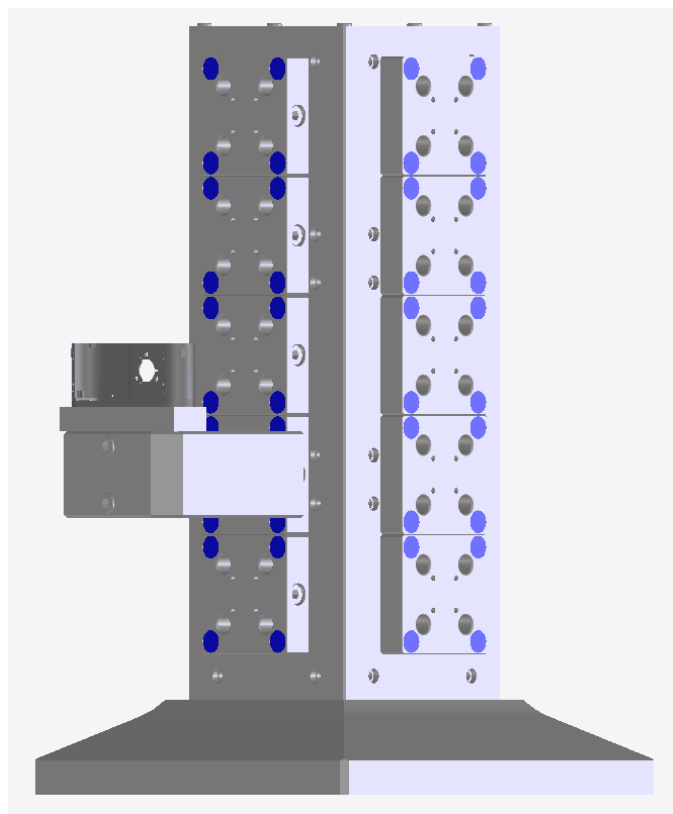


LANG Technik GmbH • Albitz, 1-4 • D-73271 Holzmaden • +49-037023-9585-0 • info@lang-technik.de • www.lang-technik.de

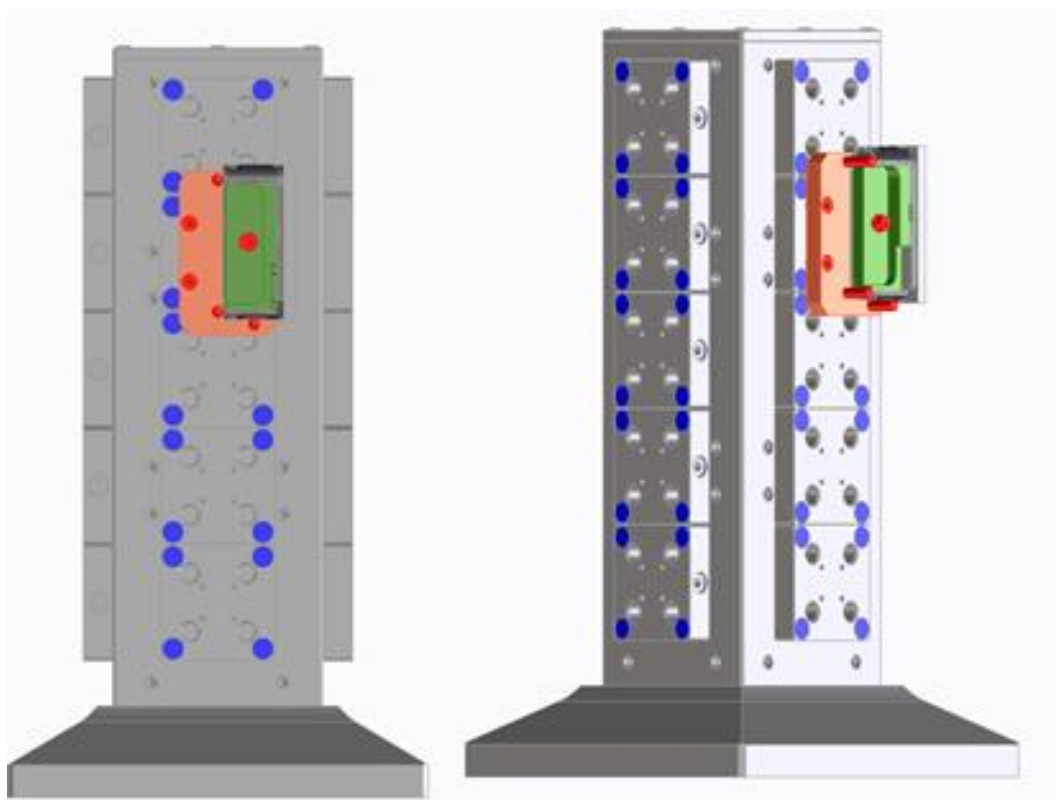
Anexo 3: 2ª Fixação projeto Paul



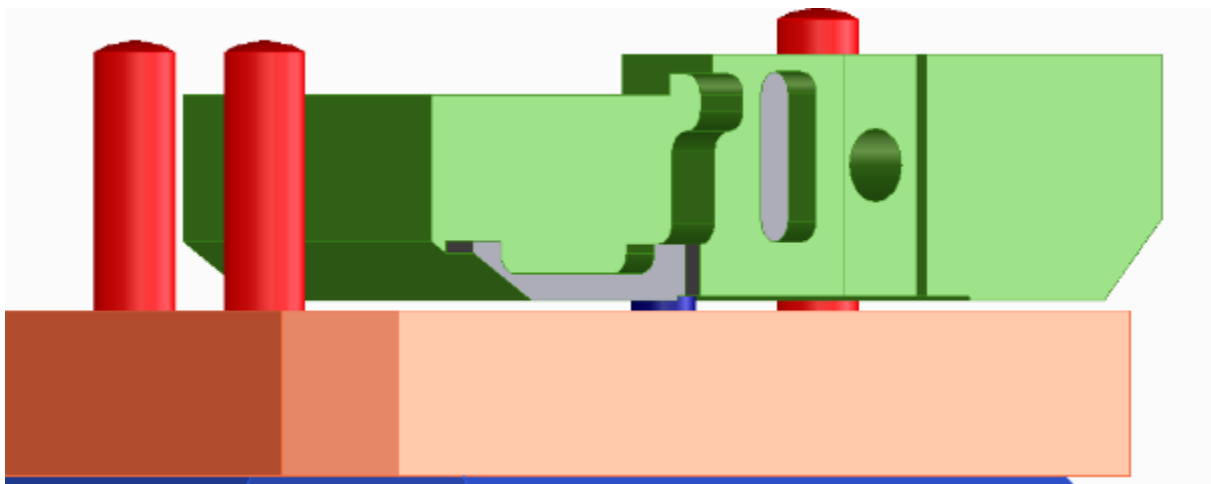
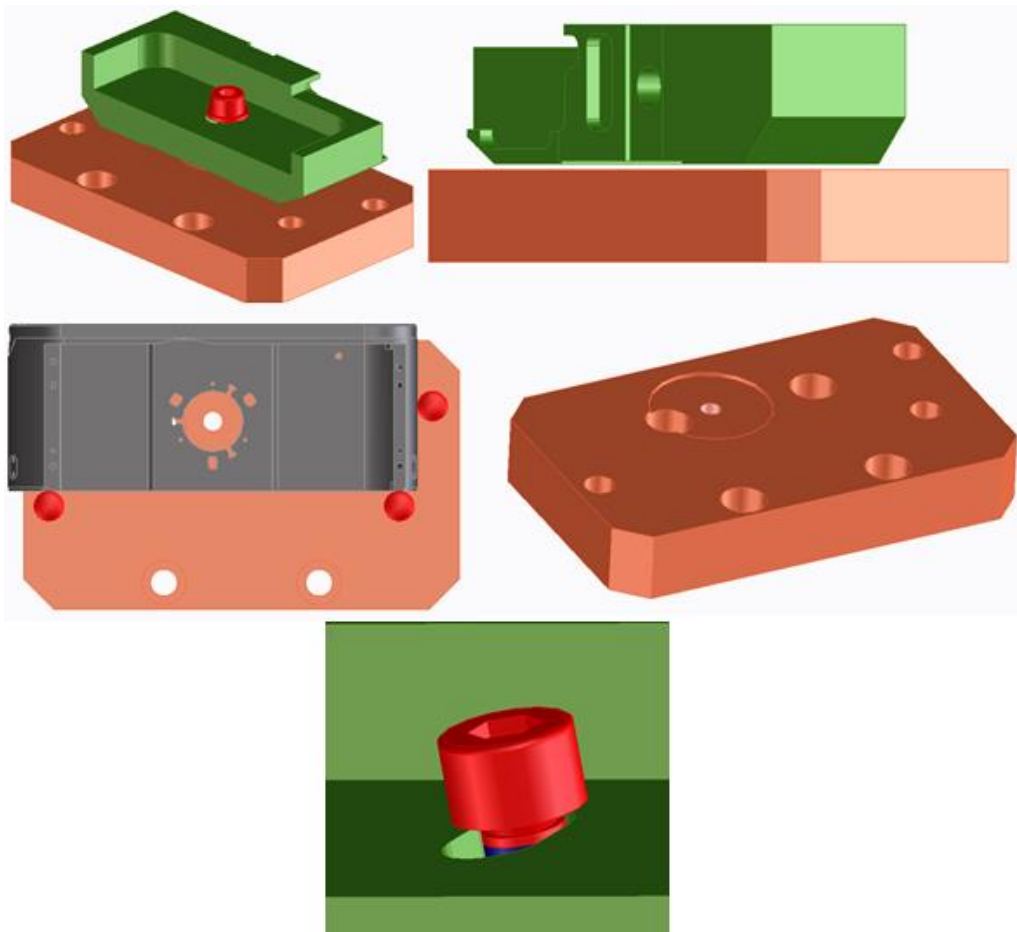
Anexo 4: 3ª Fixação projeto Paul

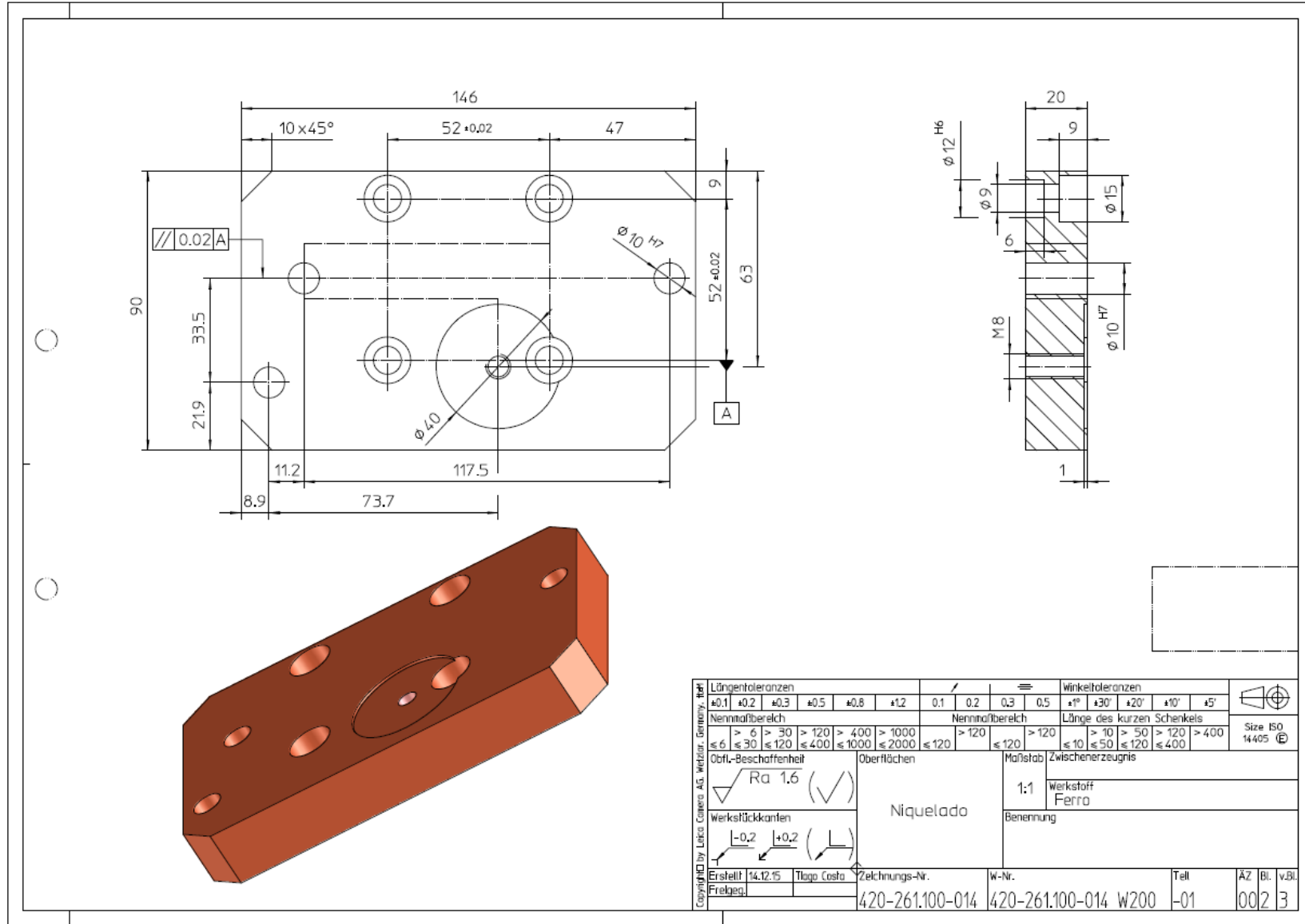


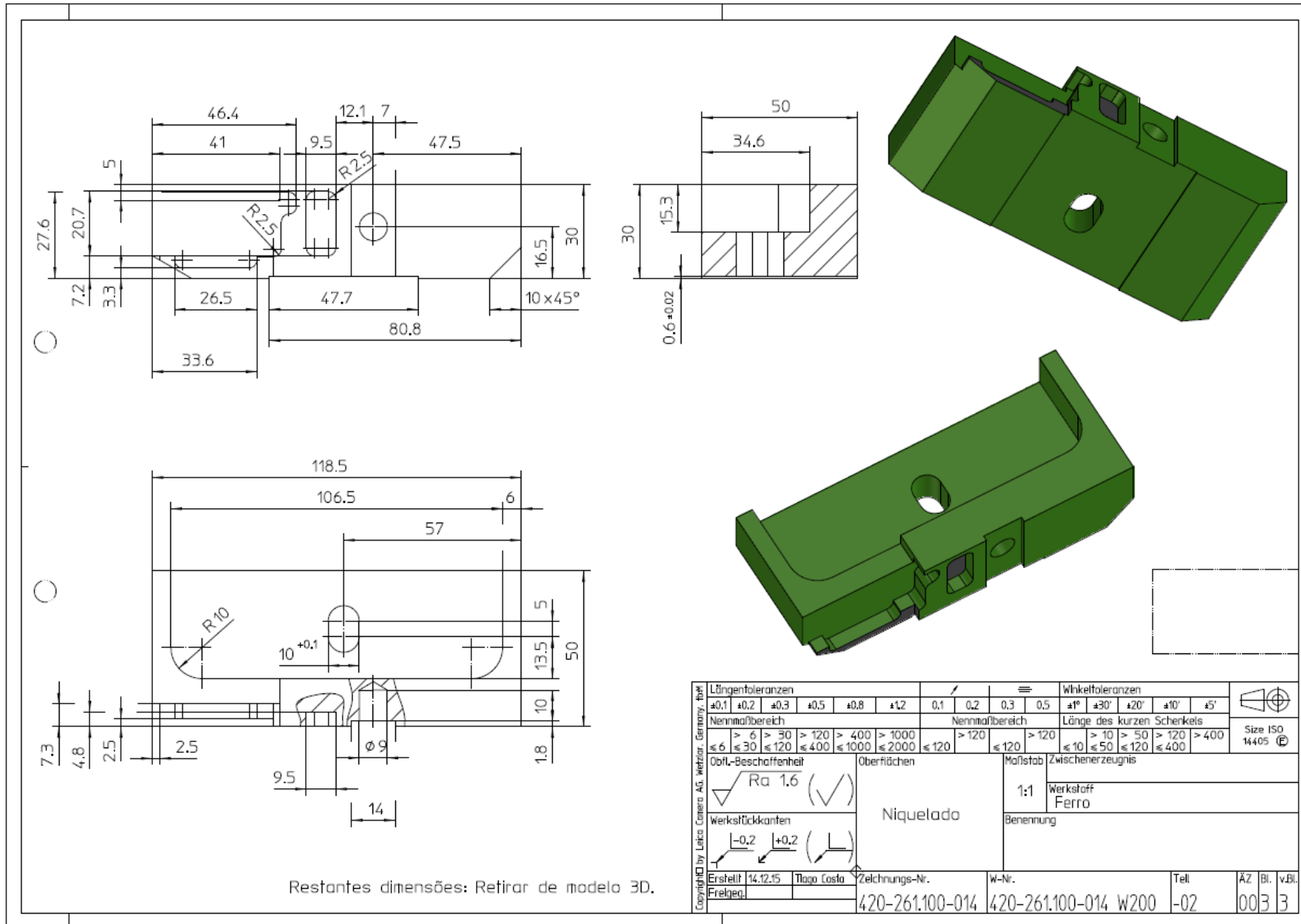
Anexo 5: 5ª Fixação projeto Rückschale Paul



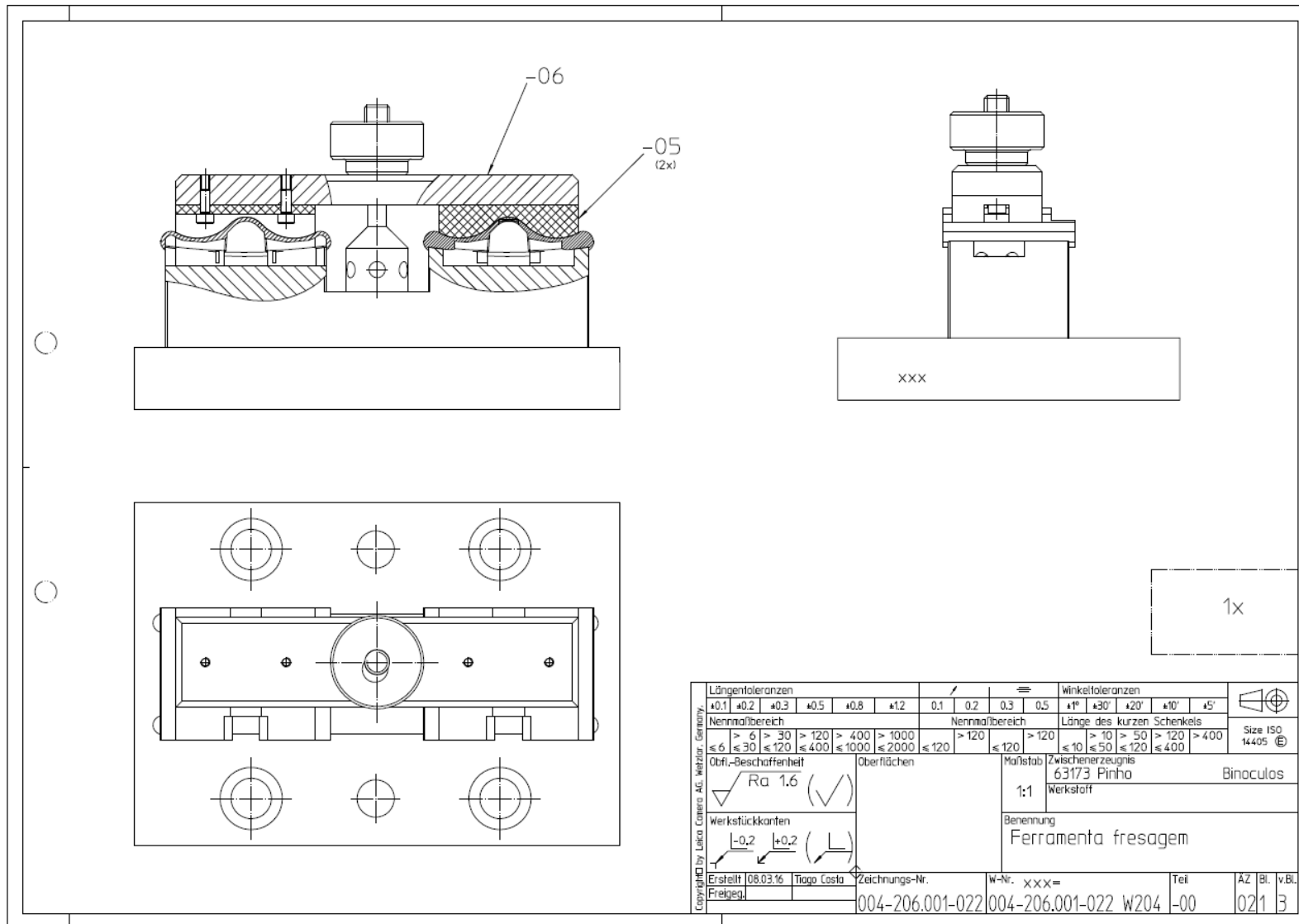
Anexo 6: Pormenores do mecanismo de fixação projeto Rückschale Paul

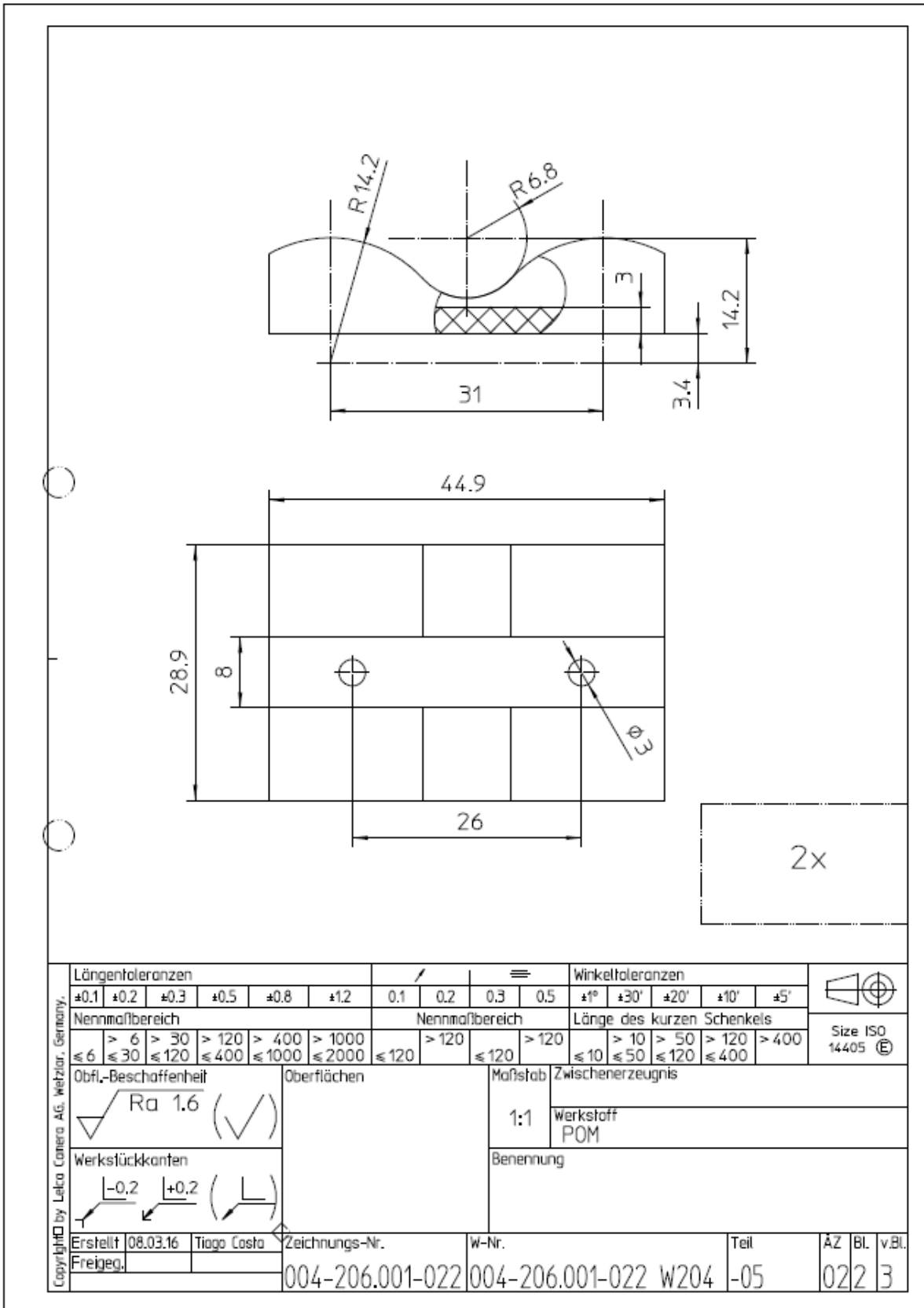


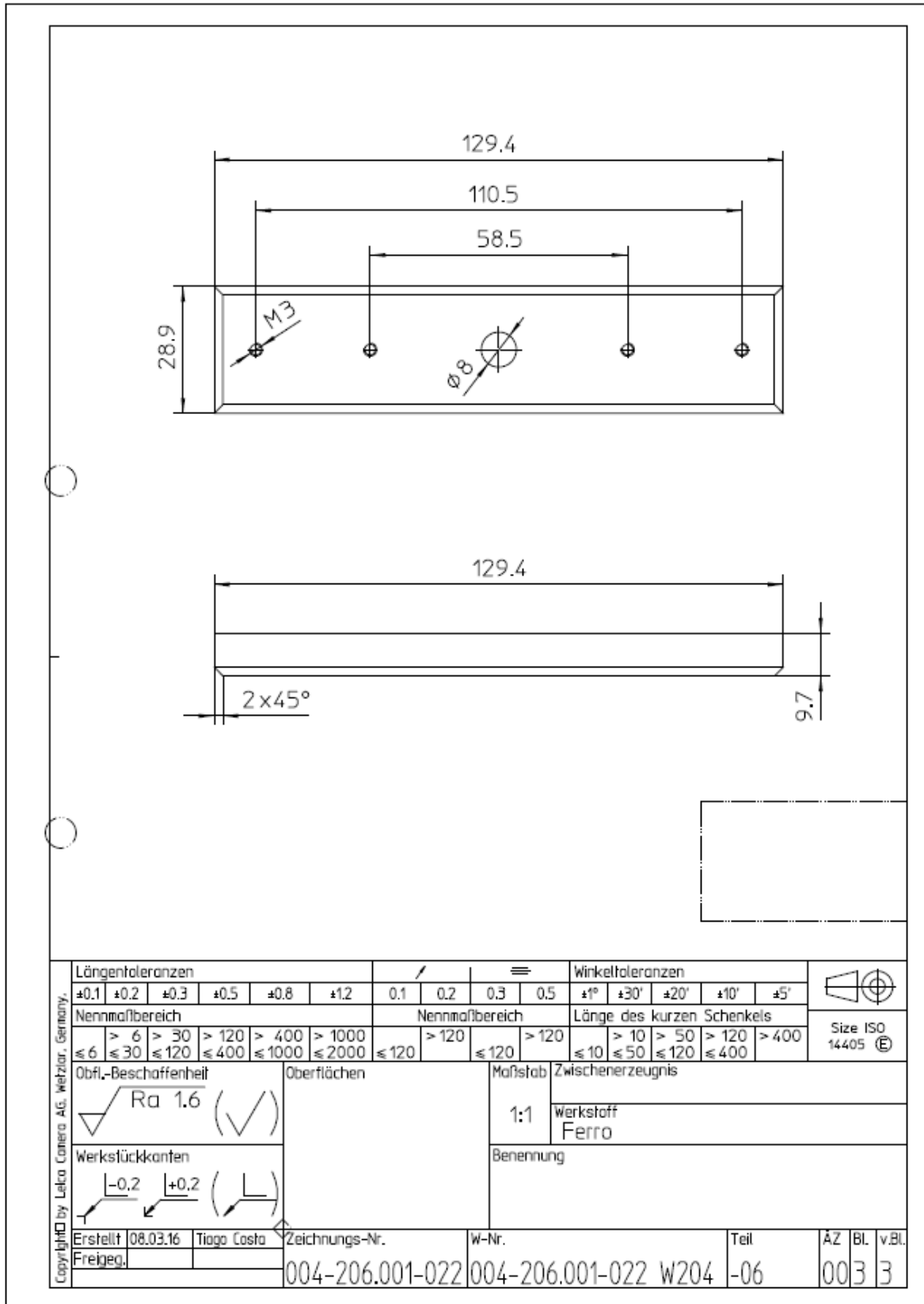




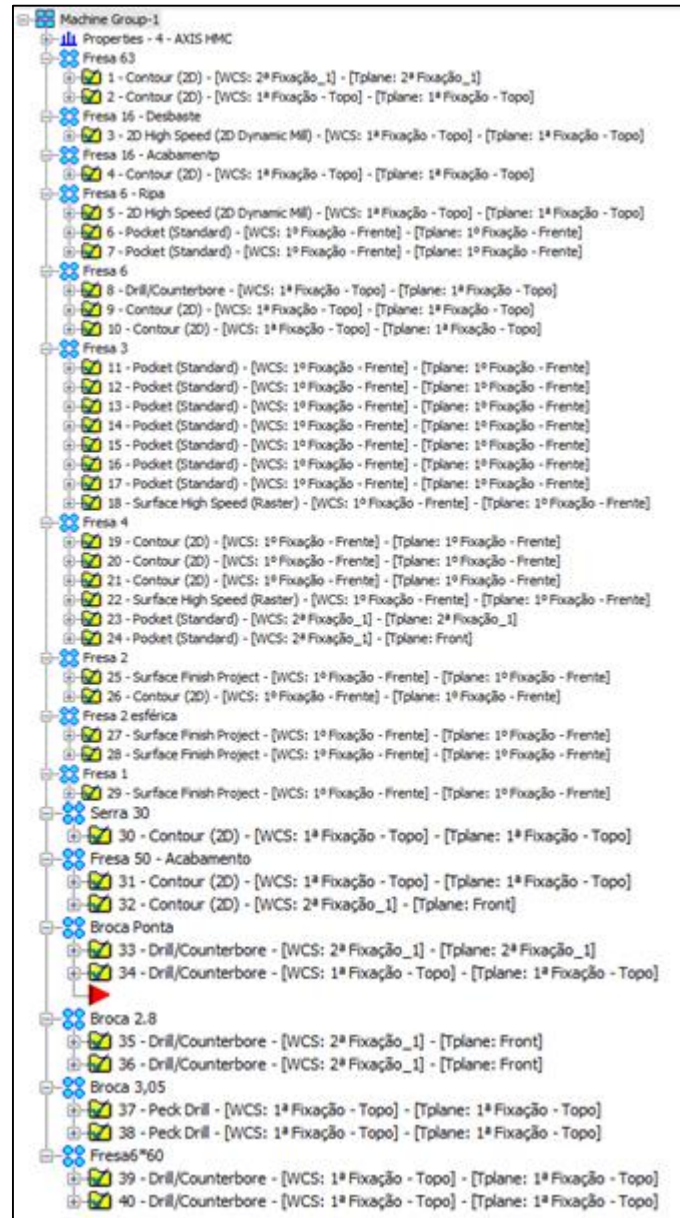
Anexo 8: 2D do mecanismo de fixação do projeto Ponte BC





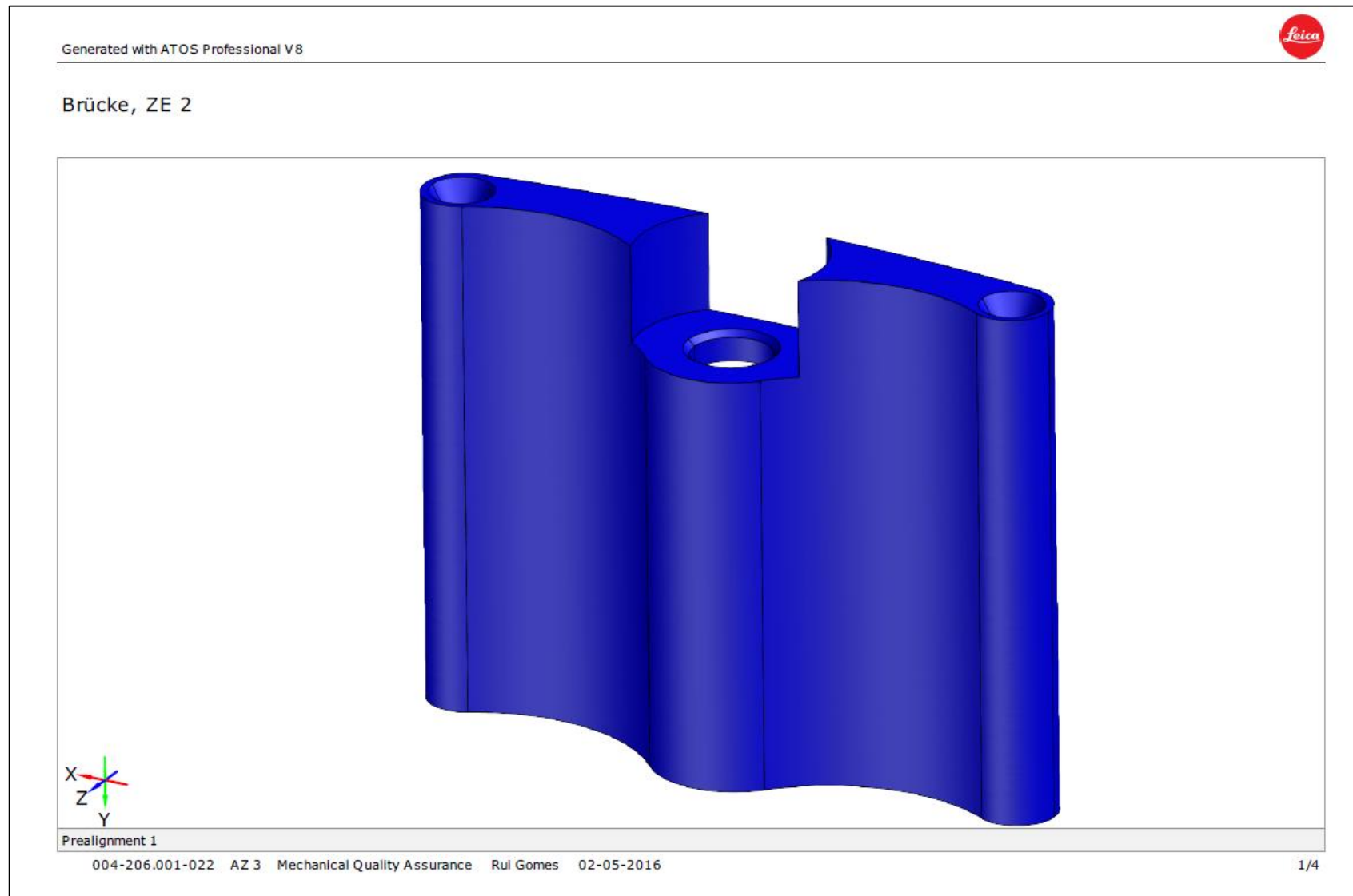


Anexo 9: Estratégias de maquinação ponte BC





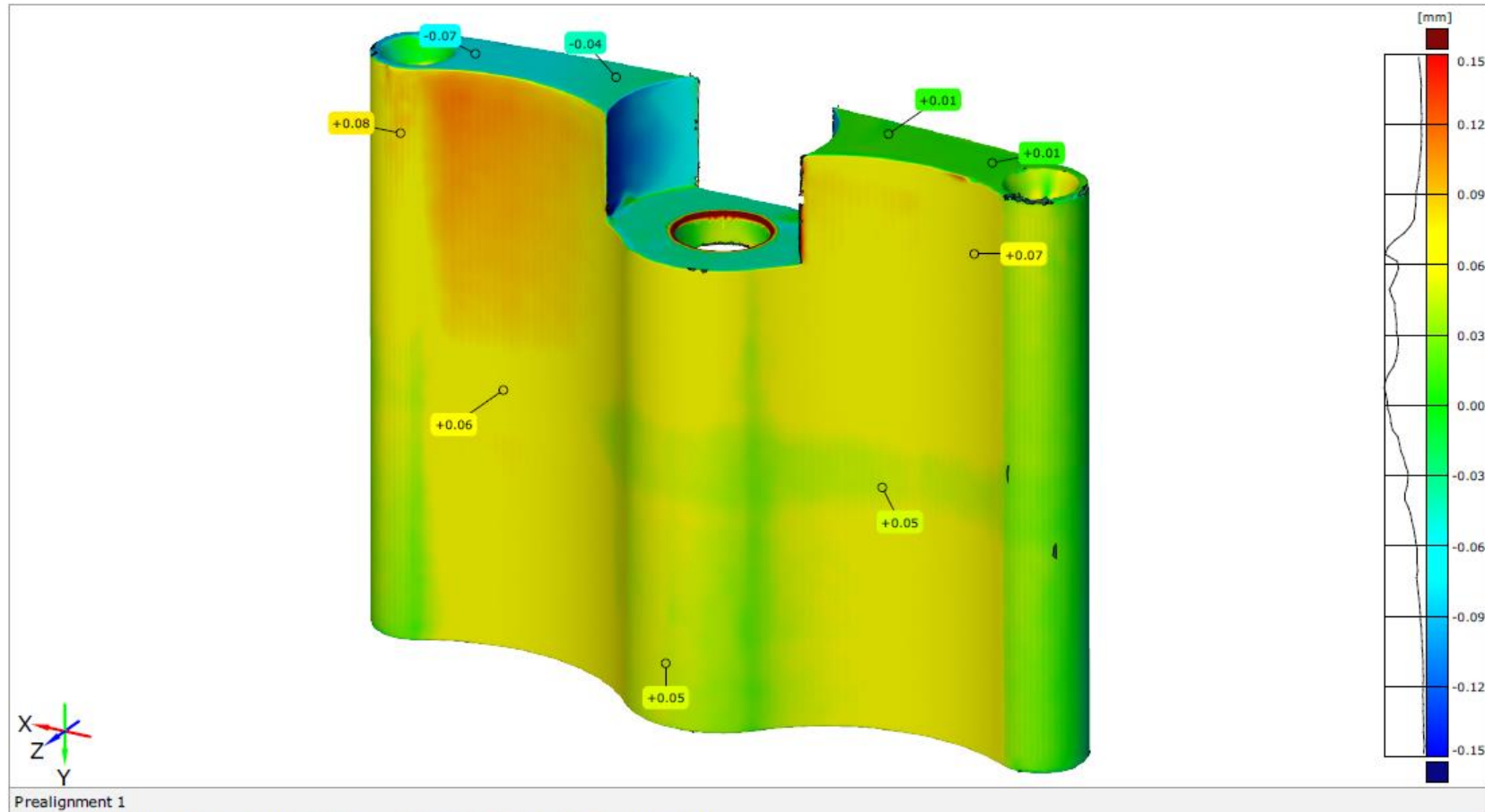
Anexo 10: Protocolo Dimensional



Generated with ATOS Professional V8



Brücke, ZE 2



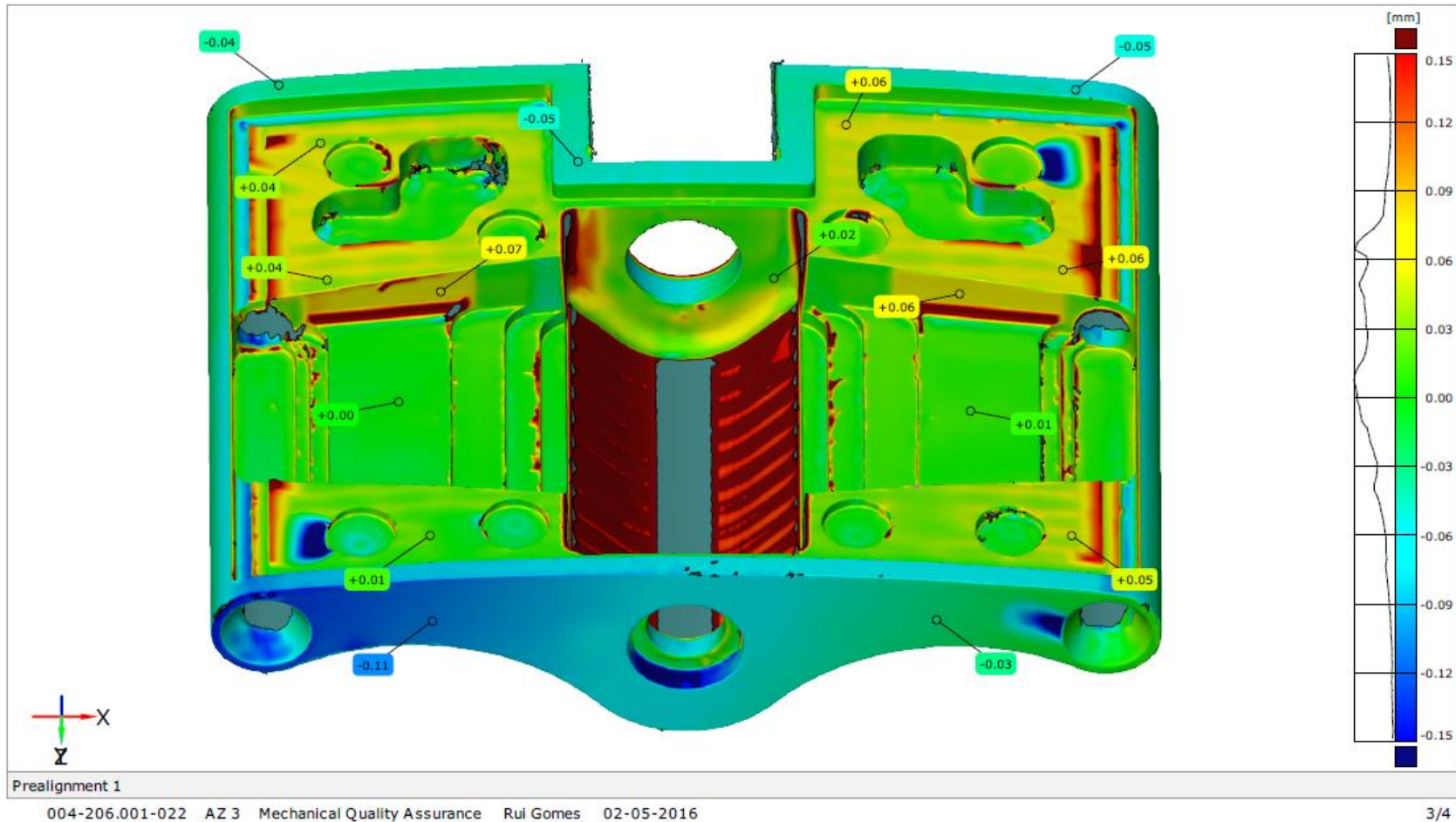
004-206.001-022 AZ 3 Mechanical Quality Assurance Rui Gomes 02-05-2016

2/4

Generated with ATOS Professional V8



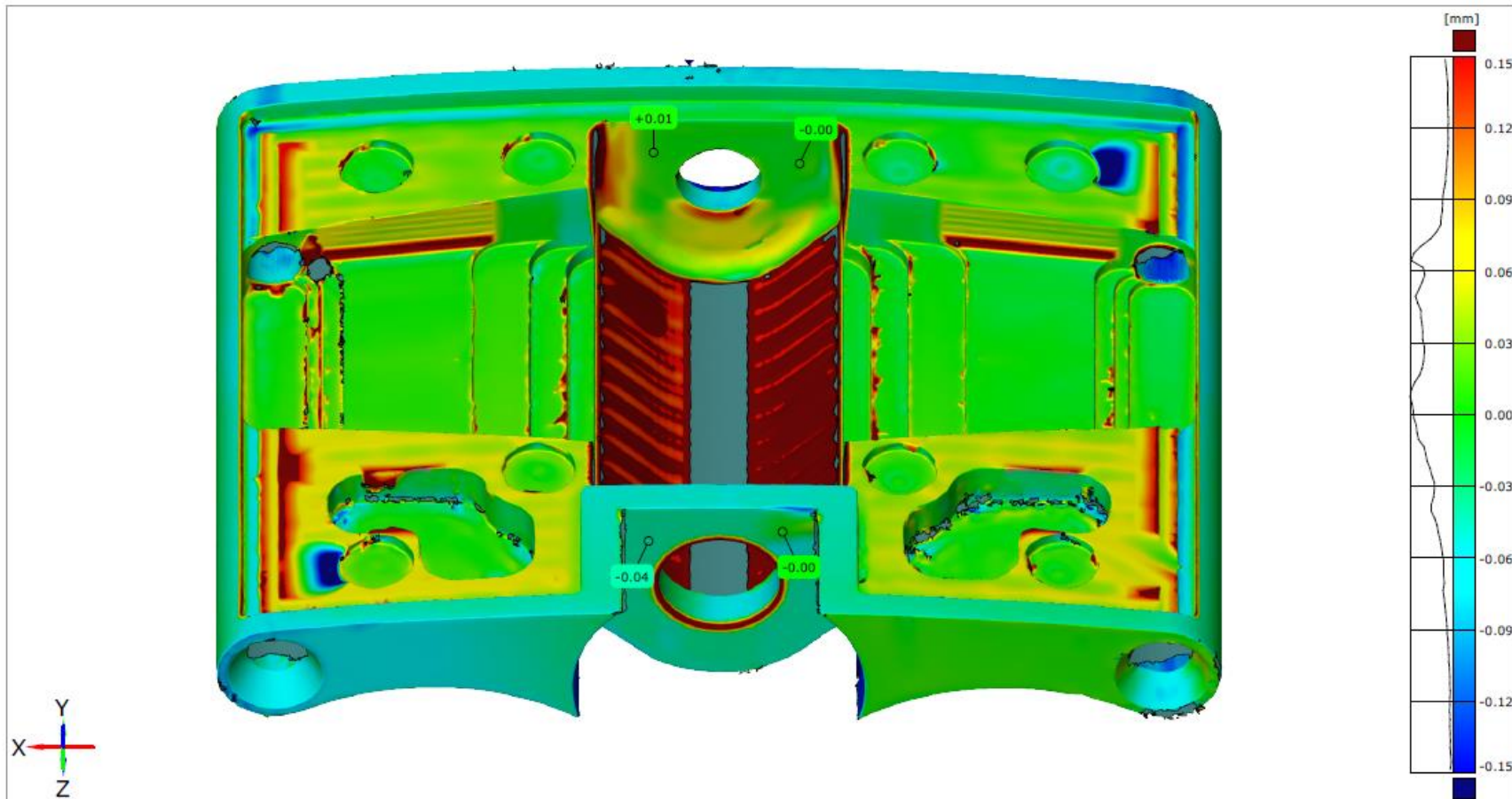
Brücke, ZE 2



Generated with ATOS Professional V8



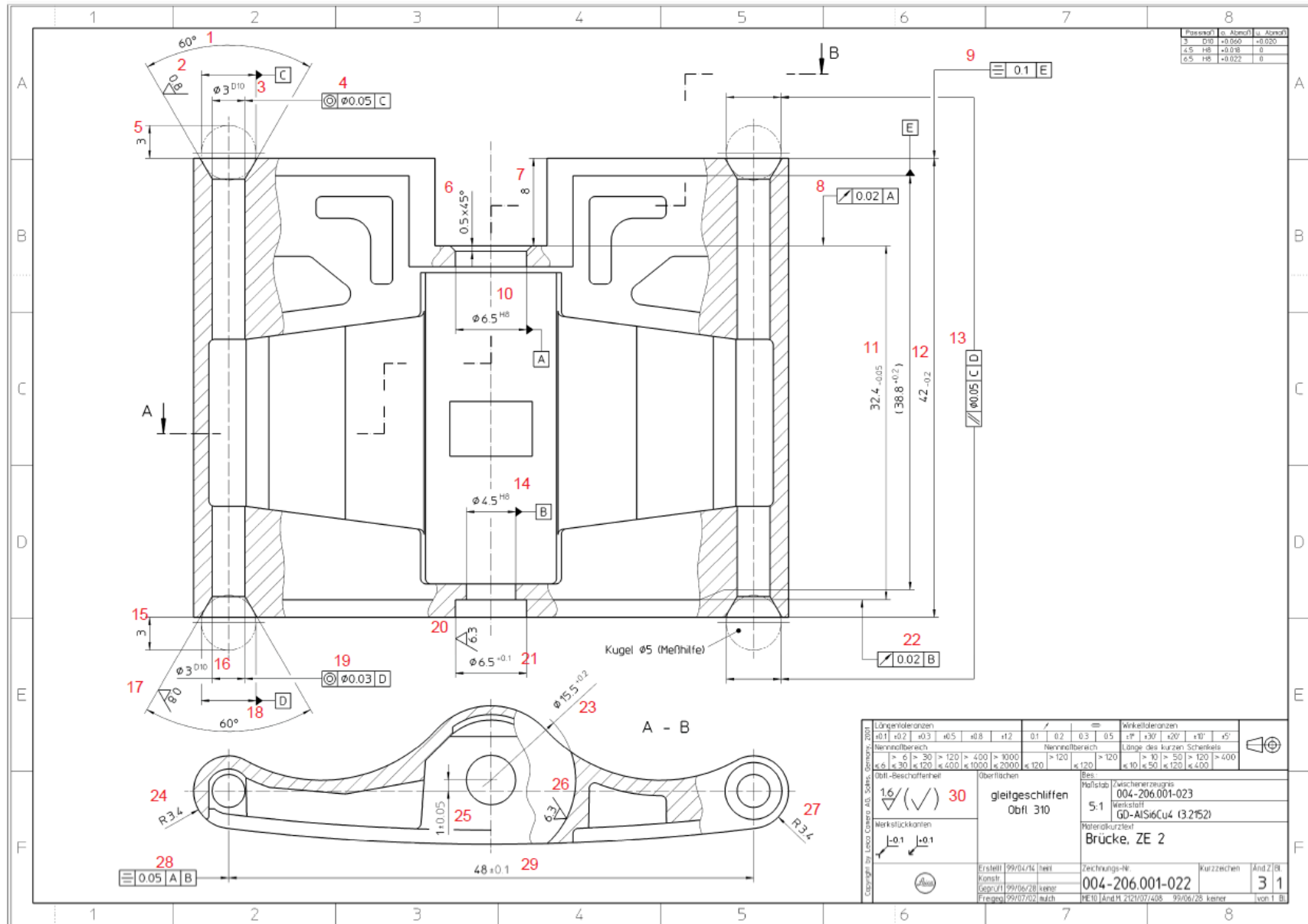
Brücke, ZE 2



Prealignment 1

004-206.001-022 AZ 3 Mechanical Quality Assurance Rui Gomes 02-05-2016

4/4

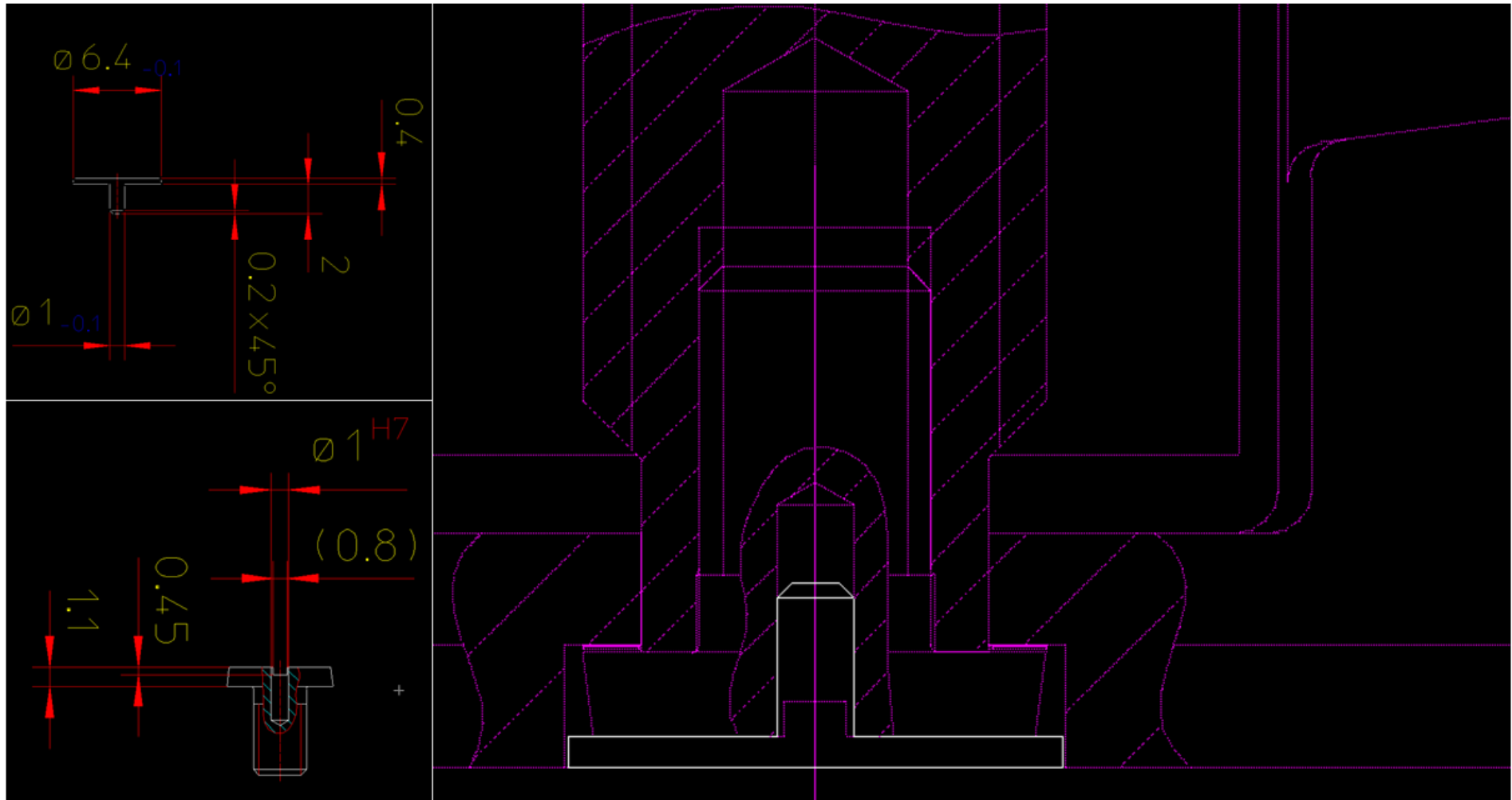





	Qualitätsbewertung zur Freigabe / Quality evaluation release Apreciação de Amostras (Relatório Dimensional / Dimensionaler Bericht / Dimensional Report)								
1. Angaben zum Erzeugnis / Data from the Product									
Dados do Produto									
Kunden Artikel Nr. / Client Item nr. Número de artigo do cliente <u>004-206.001-022</u>		Lieferant Artikel Nr. / Supplier Item nr. Número de artigo do Fornecedor <u>004-206.001-022</u>		Benennung / Designation Designação <u>Br0ok_ZE 2</u>					
Änderungnr. / Version-Nr. Nº Alteração <u>3</u>		Eingangsdatum / Receipt date Data de Receção <u>03-03-2010</u>		Stückzahl / Quantity Quantidade <u>2</u>					
Lieferant_Kunde / Supplier_Client Fornecedor <input checked="" type="checkbox"/> Cliente <input type="checkbox"/> <u>LCP</u>		Entwicklungsmuster / Development patterns <input type="checkbox"/> Amostras de Desenvolvimento <input type="checkbox"/>		Prototypen / Prototype <input type="checkbox"/> Protótipos <input type="checkbox"/>					
				0-Serie / Null-series <input type="checkbox"/> Série 0 <input checked="" type="checkbox"/>					
				<input checked="" type="checkbox"/> Produktion					
2. Sachbearbeiter / Responsible for the Report									
Responsável do Relatório									
Abteilung / Department Departamento <u>Garantia da Qualidade Mecânicos</u>									
Name Nome <u>Rui Oliveira</u>		Datum / Date Data <u>27-03-2010</u>		Unterschrift / Signature Assinatura _____					
3. Prüfergebnisse / Results									
					Seite / Page Folha <u>1</u> von/to de <u>1</u>				
Resultados									
Ref-Nr. Nº ref.	Forderungen / Requirements Exigências	IST-Werte / Obtained values Valores obtidos					Bewertung / Evaluation Avaliação		Bemerkung / Remarks Observações
		1	2	3	4	5	ok	nok	
1	60°	60°00'				<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
2	Ra 0,8	OK				<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
3	Ø3 D10	OK				<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
4	[conc.]Ø0,05[C]	OK				<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	GOM	
5	3	2,90				<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
6	0,5x45°	NOK				<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Falta fase de trabalho	
7	8	7,98				<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
8	[bat.]0,02[A]	OK				<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	GOM	
9	[simet.]0,1[E]	OK				<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	GOM	
10	Ø6,5 H8	OK				<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
11	32,4 -0,05	32,36				<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
12	42 -0,2	41,97				<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
13	[paral.]Ø0,05[C]D]	OK				<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	GOM	
14	Ø4,5 H8	OK				<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
15	3	2,94				<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
16	Ø3 D10	OK				<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
17	Ra 0,8	OK				<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
18	60°	60°00'				<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
19	[conc.]Ø0,03[D]	OK				<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	GOM	
20	Ra 6,3	OK				<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
21	Ø6,5 +0,1	6,54				<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
22	[bat.]0,02[B]	OK				<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	GOM	
23	Ø15,5 +0,2	15,68				<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
24	R3,4	3,30				<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
25	1 ±0,05	1,00				<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
26	Ra 6,3	OK				<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
27	R3,4	3,36				<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
28	[simet.]0,05[A]B]	OK				<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	GOM	
29	48 ±0,1	47,99				<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
30	Ra 1,6	OK				<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		

IMP-E-20/02

Anexo 11: Desenho 2D dos novos componentes



Anexo 12: 2ª atualização do pós-processador




%
O0401 (10 FLAT ENDMILL)
N1 G65P8000 A98
N2 G90G52X#100Y#101Z#102B#103
N3 G68X0Y0R#104
N4 S7958 M303
N5 M11 G0 G90 X33.5 Y10. B0 M10
N6 G0 Z50. M302
Z2.
N7 G1 Z-10. F2000.
N8 G41 X28.197 Y15.303 F2387.4
N9 G3 X26. Y10. I5.303 J-5.303
N10 G1 Y0.
N11 G2 X0. Y-26. I-26. J0.
N12 X-26. Y0. I0. J26.
N13 G1 Y20.
N14 G2 X-20. Y26. I6. J0.
N15 G1 X20.
N16 G2 X26. Y20. I0. J-6.
N17 G1 Y10.
N18 G3 X28.197 Y4.697 I7.5 J0.
N19 G1 G40 X33.5 Y10.
N20 G41 X22.197 Y15.303
N21 G3 X20. Y10. I5.303 J-5.303
N22 G1 Y0.
N23 G2 X0. Y-20. I-20. J0.
N24 X-20. Y0. I0. J20.
N25 G1 Y20.
N26 X20.
N27 Y10.
N28 G3 X22.197 Y4.697 I7.5 J0.
N29 G1 G40 X27.5 Y10.
N30 G0 Z50.
N31 G0 Z50.
N32 G69
N33 G90G52X0Y0Z0B0
N34 M99
%

B0 é variável,
não fixo


Apenas aparecer o
Feed plane e não o
clearance, no lugar do
Z50.

Aparece repetido o valor mais alto entre
clearance, Feed plane.
Só pode aparecer uma vez e o valor do
clearance

Leica – Aparelhos Ópticos de Precisão, SA. Página 1 de 6

	
%	
O0402 (6 FLAT ENDMILL)	
N1 G65P8000 A98	
N2 G90G52X#100Y#101Z#102B#103	
N3 G68X0Y0R#104	
N4 S10610 M303	
N5 M11 G0 G90 X-11.25 Y7.899 B0 M10	
N6 G0 Z150 M302	
N7 Z2.	
N8 G1 Z1. F600.	
N9 G3 X-10. Y7.5 Z.93 I1.25 J1.761	N44 X-10. Y7.5 Z-4.049 I1.25 J1.761
N10 X-7.84 Y9.66 Z.752 I0. J2.16	N45 X-7.84 Y9.66 Z-4.227 I0. J2.16
N11 X-10. Y11.82 Z.575 I-2.16 J0.	N46 X-10. Y11.82 Z-4.404 I-2.16 J0.
N12 X-12.16 Y9.66 Z.397 I0. J-2.16	N47 X-12.16 Y9.66 Z-4.582 I0. J-2.16
N13 X-11.25 Y7.899 Z.289 I2.16 J0.	N48 X-11.25 Y7.899 Z-4.69 I2.16 J0.
N14 X-10. Y7.5 Z.219 I1.25 J1.761	N49 X-10. Y7.5 Z-4.76 I1.25 J1.761
N15 X-7.84 Y9.66 Z.041 I0. J2.16	N50 X-7.84 Y9.66 Z-4.938 I0. J2.16
N16 X-10. Y11.82 Z-.137 I-2.16 J0.	N51 X-10. Y11.82 Z-5.115 I-2.16 J0.
N17 X-12.16 Y9.66 Z-.315 I0. J-2.16	N52 X-12.16 Y9.66 Z-5.293 I0. J-2.16
N18 X-11.25 Y7.899 Z-.423 I2.16 J0.	N53 X-11.25 Y7.899 Z-5.401 I2.16 J0.
N19 X-10. Y7.5 Z-.493 I1.25 J1.761	N54 X-10. Y7.5 Z-5.471 I1.25 J1.761
N20 X-7.84 Y9.66 Z-.671 I0. J2.16	N55 X-7.84 Y9.66 Z-5.649 I0. J2.16
N21 X-10. Y11.82 Z-.848 I-2.16 J0.	N56 X-10. Y11.82 Z-5.827 I-2.16 J0.
N22 X-12.16 Y9.66 Z-1.026 I0. J-2.16	N57 X-12.16 Y9.66 Z-6.005 I0. J-2.16
N23 X-11.25 Y7.899 Z-1.134 I2.16 J0.	N58 X-11.25 Y7.899 Z-6.113 I2.16 J0.
N24 X-10. Y7.5 Z-1.204 I1.25 J1.761	N59 X-10. Y7.5 Z-6.183 I1.25 J1.761
N25 X-7.84 Y9.66 Z-1.382 I0. J2.16	N60 X-7.84 Y9.66 Z-6.361 I0. J2.16
N26 X-10. Y11.82 Z-1.559 I-2.16 J0.	N61 X-10. Y11.82 Z-6.538 I-2.16 J0.
N27 X-12.16 Y9.66 Z-1.737 I0. J-2.16	N62 X-12.16 Y9.66 Z-6.716 I0. J-2.16
N28 X-11.25 Y7.899 Z-1.845 I2.16 J0.	N63 X-11.25 Y7.899 Z-6.824 I2.16 J0.
N29 X-10. Y7.5 Z-1.915 I1.25 J1.761	N64 X-10. Y7.5 Z-6.894 I1.25 J1.761
N30 X-7.84 Y9.66 Z-2.093 I0. J2.16	N65 X-7.84 Y9.66 Z-7.072 I0. J2.16
N31 X-10. Y11.82 Z-2.27 I-2.16 J0.	N66 X-10. Y11.82 Z-7.249 I-2.16 J0.
N32 X-12.16 Y9.66 Z-2.448 I0. J-2.16	N67 X-12.16 Y9.66 Z-7.427 I0. J-2.16
N33 X-11.25 Y7.899 Z-2.556 I2.16 J0.	N68 X-11.25 Y7.899 Z-7.535 I2.16 J0.
N34 X-10. Y7.5 Z-2.626 I1.25 J1.761	N69 X-10. Y7.5 Z-7.605 I1.25 J1.761
N35 X-7.84 Y9.66 Z-2.804 I0. J2.16	N70 X-7.84 Y9.66 Z-7.783 I0. J2.16
N36 X-10. Y11.82 Z-2.982 I-2.16 J0.	N71 X-10. Y11.82 Z-7.96 I-2.16 J0.
N37 X-12.16 Y9.66 Z-3.16 I0. J-2.16	N72 X-12.16 Y9.66 Z-8.138 I0. J-2.16
N38 X-11.25 Y7.899 Z-3.268 I2.16 J0.	N73 X-11.25 Y7.899 Z-8.246 I2.16 J0.
N39 X-10. Y7.5 Z-3.338 I1.25 J1.761	N74 X-10. Y7.5 Z-8.316 I1.25 J1.761
N40 X-7.84 Y9.66 Z-3.516 I0. J2.16	N75 X-7.84 Y9.66 Z-8.494 I0. J2.16
N41 X-10. Y11.82 Z-3.693 I-2.16 J0.	N76 X-10. Y11.82 Z-8.672 I-2.16 J0.
N42 X-12.16 Y9.66 Z-3.871 I0. J-2.16	N77 X-12.16 Y9.66 Z-8.85 I0. J-2.16
N43 X-11.25 Y7.899 Z-3.979 I2.16 J0.	N78 X-11.25 Y7.899 Z-8.958 I2.16 J0.
	N79 X-10. Y7.5 Z-9.028 I1.25 J1.761
	N80 X-7.84 Y9.66 Z-9.206 I0. J2.16
	N81 X-10. Y11.82 Z-9.383 I-2.16 J0.
	N82 X-12.16 Y9.66 Z-9.561 I0. J-2.16
	N83 X-11.25 Y7.899 Z-9.669 I2.16 J0.
	N84 X-10. Y7.5 Z-9.739 I1.25 J1.761
	N85 X-7.84 Y9.66 Z-9.917 I0. J2.16
	N86 X-8.4 Y11.111 Z-10. I-2.16 J0.
	N87 G1 X-9.625 Y10. F1909.8
	N88 G3 X-10.75 Y11.125 I-1.125 J0.

Mesmas alterações que o programa O0401



N89 X-11.875 Y10. IO. J-1.125
N90 X-9.25 Y7.375 I2.625 JO.
N91 X-6.625 Y10. IO. J2.625
N92 X-7.198 Y12.097 I-4.125 JO.
N93 X-10. Y13.5 I-2.802 J-2.097
N94 X-13.5 Y10. IO. J-3.5
N95 X-10. Y6.5 I3.5 JO.
N96 X-6.5 Y10. IO. J3.5
N97 X-7.198 Y12.097 I-3.5 JO.
N98 G1 X-10. Y12.5
N99 G41 X-6.818 Y15.682
N100 G3 X-10. Y17. I-3.182 J-3.182
N101 X-17. Y10. IO. J-7.
N102 X-10. Y3. I7. JO.
N103 X-3. Y10. IO. J7.
N104 X-10. Y17. I-7. JO.
N105 X-13.182 Y15.682 IO. J-4.5
N106 G1 G40 X-10. Y12.5
N107 G0 Z150.
N108 G69
N109 G90G52X0Y0Z0B0
N110 G65P8000A99
N111 G90G52X#100Y#101Z#102B#103
N112 G68X0Y0R#104
N113 M11 G0 G90 X-10. Y12.5 B0 M10
N114 G1 X15.375 Y0. Z17. F600.
N115 G3 X15.302 Y.398 I-1.125 JO. F1909.8
N116 X15. Y.5 I-.302 J-.398
N117 X14.5 Y0. IO. J-5
N118 X15. Y-.5 I.5 JO.
N119 X15.5 Y0. IO. J.5
N120 X15.302 Y.398 I-.5 JO.
N121 G1 X15. Y.5
N122 G41 X17.475 Y2.975
N123 G3 X15. Y4. I-2.475 J-2.475
N124 X11. Y0. IO. J-4.
N125 X15. Y-4. I4. JO.
N126 X19. Y0. IO. J4.
N127 X15. Y4. I-4. JO.
N128 X12.525 Y2.975 IO. J-3.5
N129 G1 G40 X15. Y.5
N130 G0 Z27.
N131 G0 Z27.
N132 G69
N133 G90G52X0Y0Z0B0


N134 M99
%

Copia este valor para o bloco 114, como há mudança de ponto 0,

Z17. F600. Tem que estar entre o bloco 114 e 115

Mesmas alterações que o programa 00401

Leica – Aparelhos Ópticos de Precisão, SA. Página 3 de 6



```
%  
O0403 (SPOT DRILL - 10 )  
N1 G65P8000 A98  
N2 G90G52X#100Y#101Z#102B#103  
N3 G68X0Y0R#104  
N4 S3183 M303  
N5 M11 G0 G90 X0. Y0. B0 M10  
N6 G0 Z50. M302  
N7 G99 G81 Z-2.309 B-90. R2. F318.3  
N8 G80  
N9 G0 Z50.  
N10 G69  
N11 G90G52X0Y0Z0B0  
N12 M99  
%
```


Clearance

Aparece clearance e devia aparecer o Feed Plane.

Aparece aqui B-90, não devia aparecer nada.

Leica – Aparelhos Ópticos de Precisão, SA. Página 4 de 6





%
O0404 (STANDARD DRILL - 6.8)
N1 G65P8000 A98
N2 G90G52X#100Y#101Z#102B#103
N3 G68X0Y0R#104
N4 S7021 M303
N5 M11 G0 G90 X0. Y0. B0 M10
N6 G0 Z50. M302
N7 G99 G83 Z-24.043 B-90. R2. Q5. F1404.2
N8 G80
N9 G0 Z50.
N10 G69
N11 G90G52X0Y0Z0B0
N12 M99
%

Iguar ao
O0403

Leica – Aparelhos Ópticos de Precisão, SA. Página 5 de 6



%
O0405 (M8X1.25 RIGHT-HANDED TAP - 8)
N1 G65P8000 A98
N2 G90G52X#100Y#101Z#102B#103
N3 G68X0Y0R#104
N4 S1000 M303
N5 M11 G0 G90 X0. Y0. B0 M10
N6 G0 Z50. M302
N7 G94
N8 G99 G84 Z-24.403 B-90. R2. F1250.
N9 G80
N10 G94
N11 G0 Z50.
N12 G69
N13 G90G52X0Y0Z0B0
N14 M99
%

Igual ao
O0403

Nota: Não é necessário ter número de blocos, apenas tem para
identificação

Anexo 17: Formação dada aos colaboradores sobre OEE



Eficiência Operacional de Equipamentos (OEE)



15/05/2016

Tiago Costa



		Eficiência Operacional de Equipamentos (OEE)	
Período Operacional Total			
Tempo total de laboração da fábrica (3 turnos, 5 dias por semana)			
Período Operacional Planeado		Paragens Planeadas	
Em Trabalho (período de análise de OEE)		Períodos fora de análise de OEE:	
Período Operacional		- Paragem Planeada - Manutenção Planeada - Protótipos - Retrabalho	
Disponibilidade: $\frac{\text{Período operacional}}{\text{Período operacional planeado}}$		Paragens por:	
Período Operacional Líquido		- Intervalo (INT) - Aquecimento (AQ) - Falta Operador (FO) - Falta Afinador (FA) - Falta Material (FM) - Falta Energia (ELEC) - Afinação (AF) - Avaria Equipamento (AV) - Limpeza (LP)	
Performance: $\frac{\text{Ciclo Peça Ideal}}{\text{Período Operacional}} / \text{Peças produzidas}$		Perdas por:	
Período Produtivo Líquido		- Ineficiência Operador - Ineficiência Máquina - Ciclo Ideal - Verificação e Controlo - Operador afecto a mais Equipamentos - Manutenção Preventiva	
Qualidade: $\frac{\text{Peças Conformes}}{\text{Peças Produzidas}}$		Sucata por:	
		- Peças p/ Afinação - Peças Não Conformes	

15/05/2016

Tiago Costa

2

Eficiência Operacional de Equipamentos (OEE)

Identificação do C.C

Estados Operacionais dos equipamentos

OEE - Eficiência Operacional de Equipamentos			
OEE - Overall equipment Effectiveness			
Centro de custos Cost Center	63174	Processo Process	Torneamento
Responsável Responsible	Renato S.		
Centro de Trabalho Work Center	Estado atual Current State	Indicadores OEE OEE Metrics	
174TOA01	Em Produção Producing	11-05-2016 17:24:06	Mês 80% Ano 75%
Gildemeister Twin 65	123-456.789-	Quantidade: 200	
174TOA06	Mudança Trabalho Changeover		Mês 80% Ano 75%
Benzinger TNS/Barra			
174TOA04	Paragem Planeada Planned Stop		Mês 80% Ano 75%
CTX 420 linear			
174TOA01	Intervalo Planeado Planned Breaktime	12-05-2016 03:48:08	Mês 80% Ano 75%
Gildemeister Twin 65	12--	Quantidade: 200	
174TOA03	Protótipo Prototype	12-05-2016 02:24:40	Mês 80% Ano 75%
CTX 420 linear	132-564.879-564		

Interface LCD

• OEE (Em trabalho)

• OEE (Perda)

• Fora OEE (Em Trabalho)

• Fora OEE (Inativa)

Centro de Trabalho

- Estado do Equipamento
 - Dia e hora de termino
 - Referência em Produção
 - Quantidade de peça a produzir

Indicadores OEE
 - Último mês
 - Acumulado anual

15/05/2016
Tiago Costa
3

Eficiência Operacional de Equipamentos (OEE)

Interface com o utilizador

Leica - Aparelhos Ópticos de Precisão

174TOA01 Falta Afinador <small>132-564.879-64</small> 11-05-2016 17:43:29	174TOA02 Protótipo <small>132-564.879-64</small> 06-07-2016 06:35:31	174TOA03 Paragem Planeada
174TOA04 Retrabalho <small>132-548.9-</small> 18-05-2017 06:08:41	174TOA05 Mudança Trabalho	174TOA06 Falta Operador <small>147-852.369-852</small> 11-05-2016 19:32:33
174TOA07 Falta Material <small>147-852.369-789</small> 15-05-2016 04:32:48	174TOA08 Em produção <small>258-741.258-963</small> 12-05-2016 01:07:47	174TOA09 Avaria Equipamento <small>147-852.369-789</small> 11-05-2016 22:15:09
174TOA10 Em produção <small>147-852.365-478</small> 13-05-2016 05:45:22		

15/05/2016
Tiago Costa
4

Leica

Eficiência Operacional de Equipamentos (OEE)

Status

Leica - Aparelhos Ópticos de Precisão
63174 - Torneamento

Centro de trabalho: 174TOA01

Estado | Paragem | Fim de Turno | Fim de Lote | Gestão da Produção

Mudanças de estado | Paragens | Fim de turno | Fim de Lote

Identificação do C.T. →

15/05/2016

Tiago Costa

5

Eficiência Operacional de Equipamentos (OEE)

Leica - Aparelhos Ópticos de Precisão

63174 - Torneamento

Centro de trabalho

Leica - Aparelhos Ópticos de Precisão

Em Trabalho
 Protótipo
 Paragem Planeada

Retrabalho
 Manutenção Planeada
 Mudança de Trabalho

15/05/2016

Tiago Costa

Acesso livre:

- Em Trabalho

Afinador:

- Em Trabalho
- Protótipo
- Retrabalho
- Mudança de Trabalho

Acesso chefe de grupo e Engenharia

- Em Trabalho
- Protótipo
- Retrabalho
- Mudança de Trabalho
- Paragem Planeada
- Manutenção Planeada

Status

6

Eficiência Operacional de Equipamentos (OEE)

Leica - Aparelhos Ópticos de Precisão
63174 - Torneamento

Centro de trabalho:

Status

↓

Leica - Aparelhos Ópticos de Precisão

Em Trabalho Protótipo Paragem Planeada

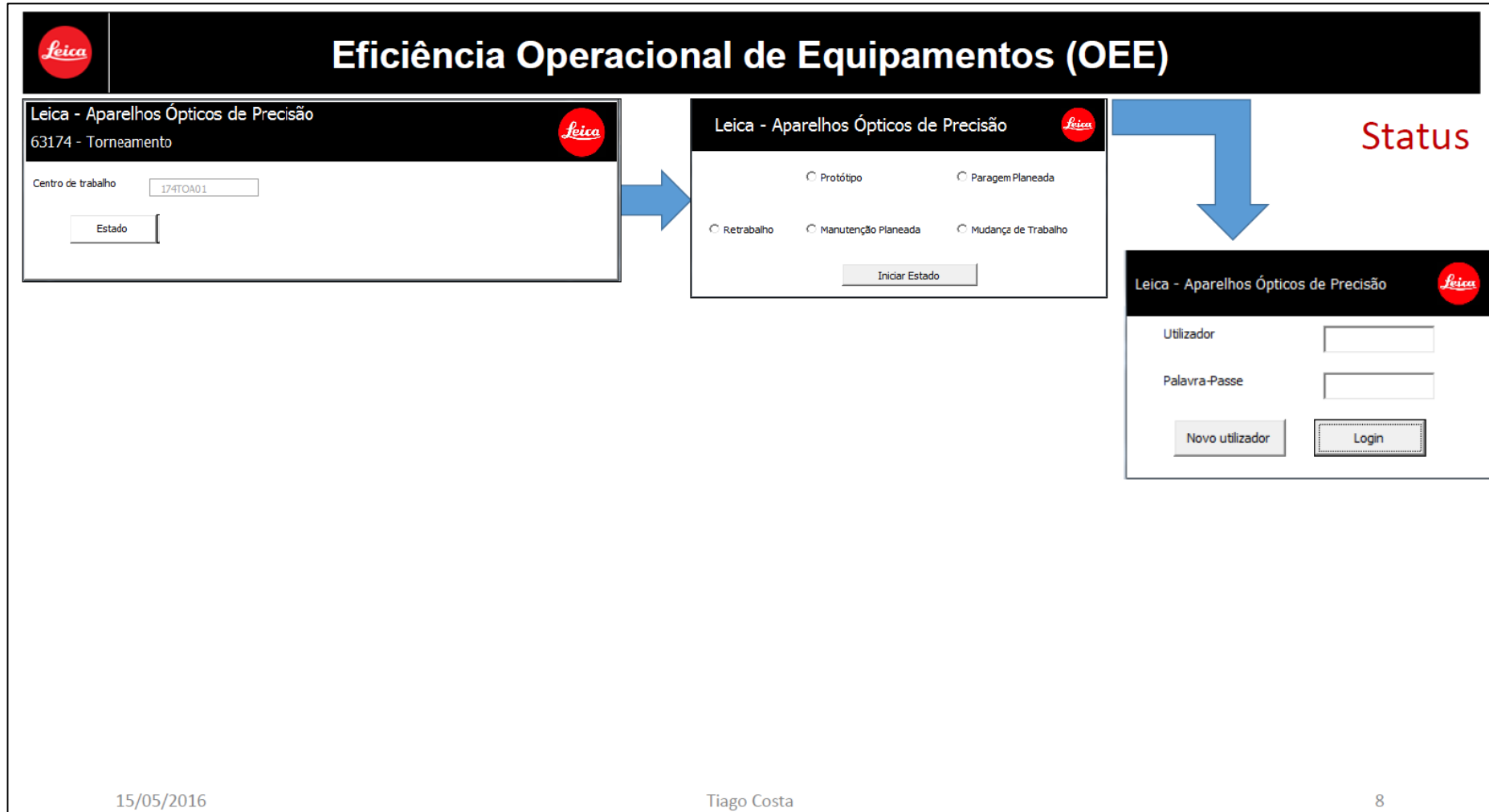
Retrabalho Manutenção Planeada Mudança de Trabalho

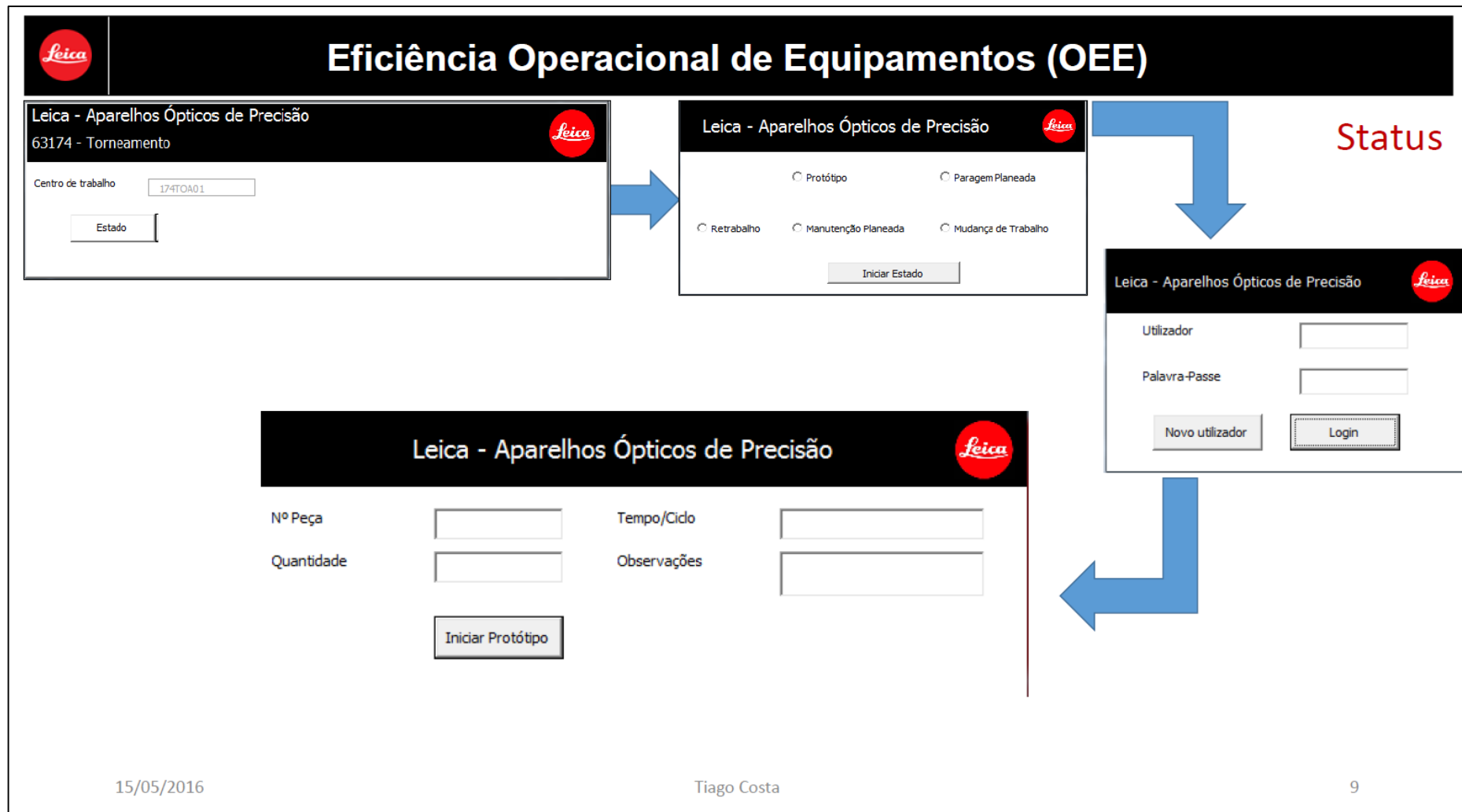
Nº Peça : 123456789123

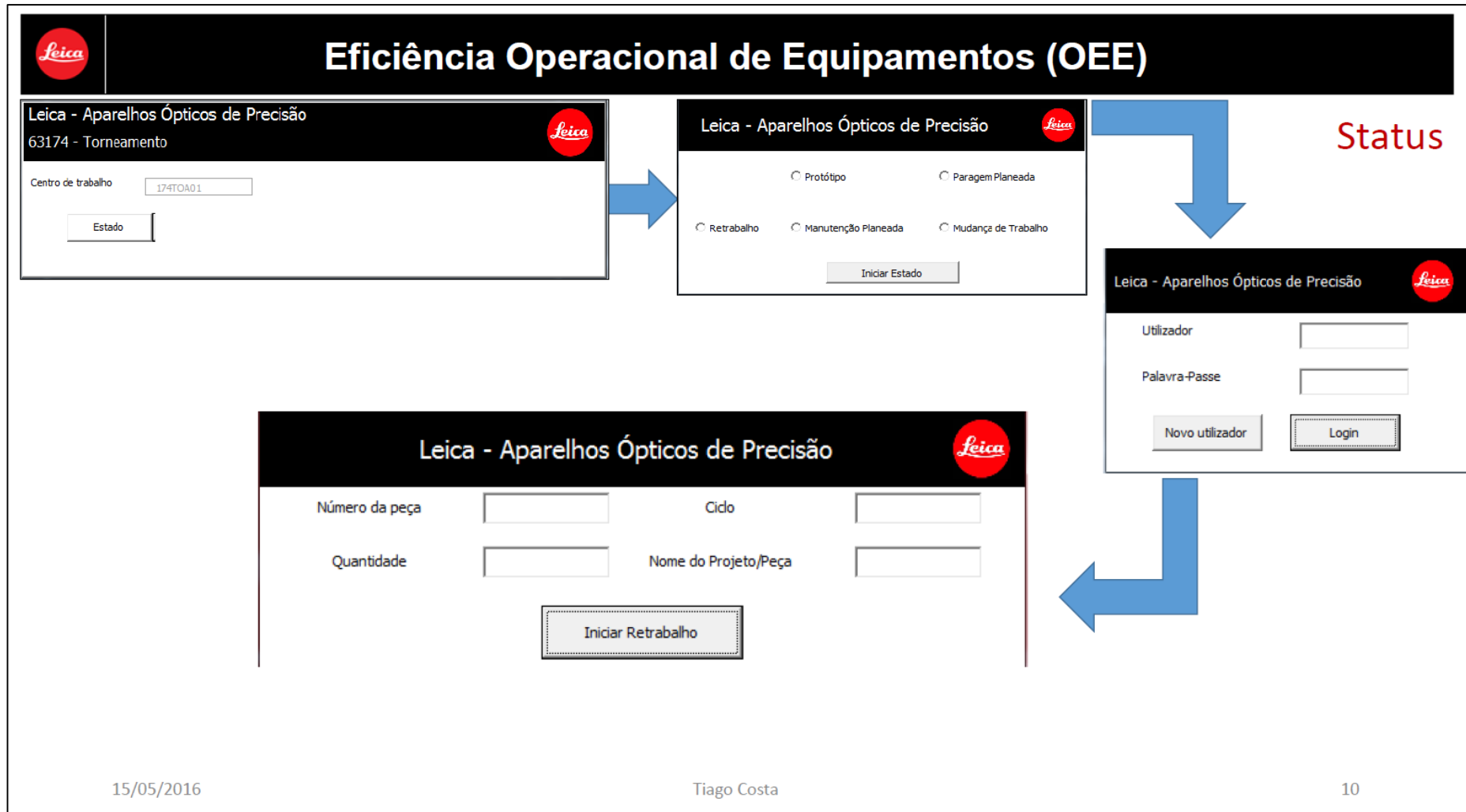
Leica - Aparelhos Ópticos de Precisão

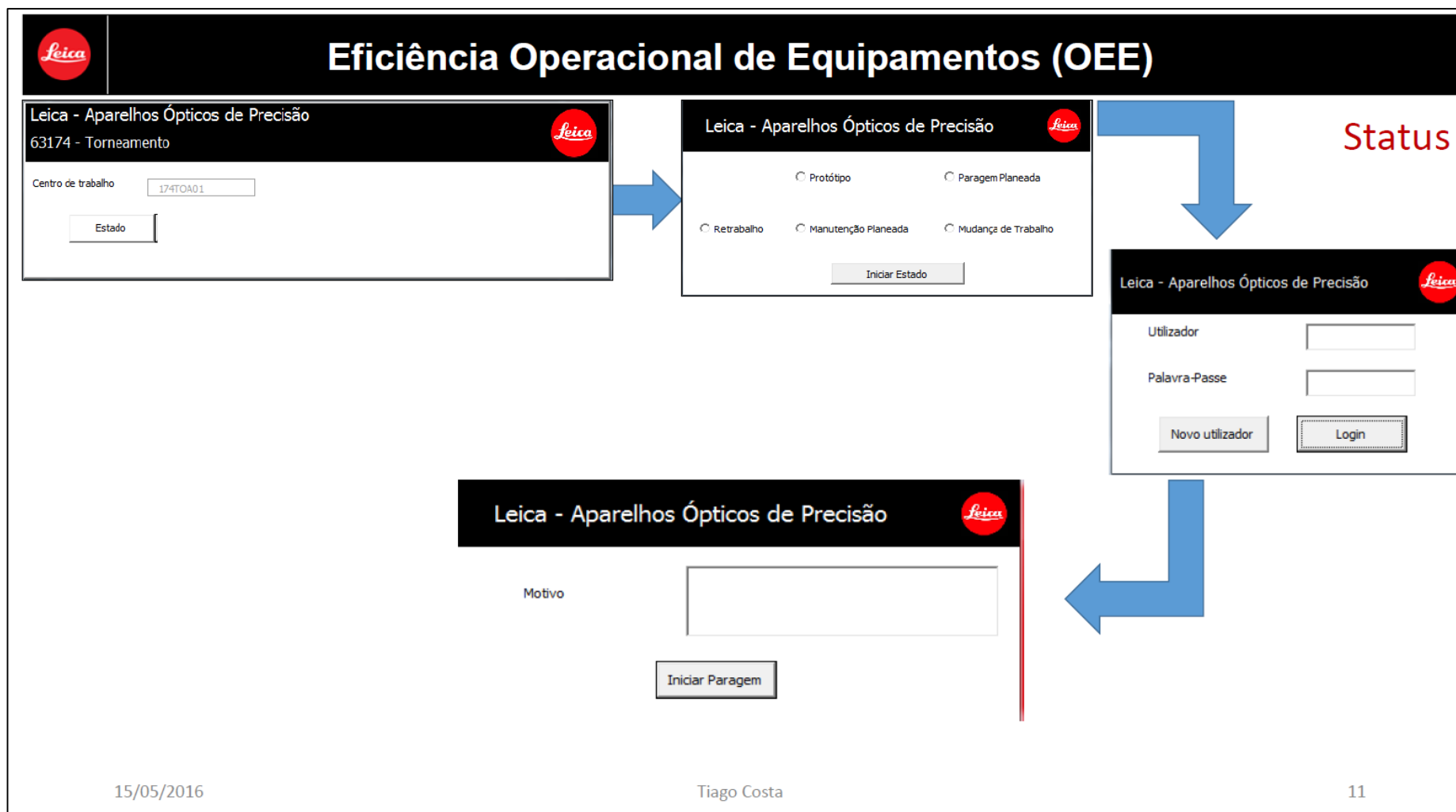
Nº Peça	<input type="text"/>	Tempo/Ciclo	<input type="text"/>
Lote	<input type="text"/>	Quantidade	<input type="text"/>
Fase	<input type="text"/>	<input type="button" value="Início de Produção"/>	

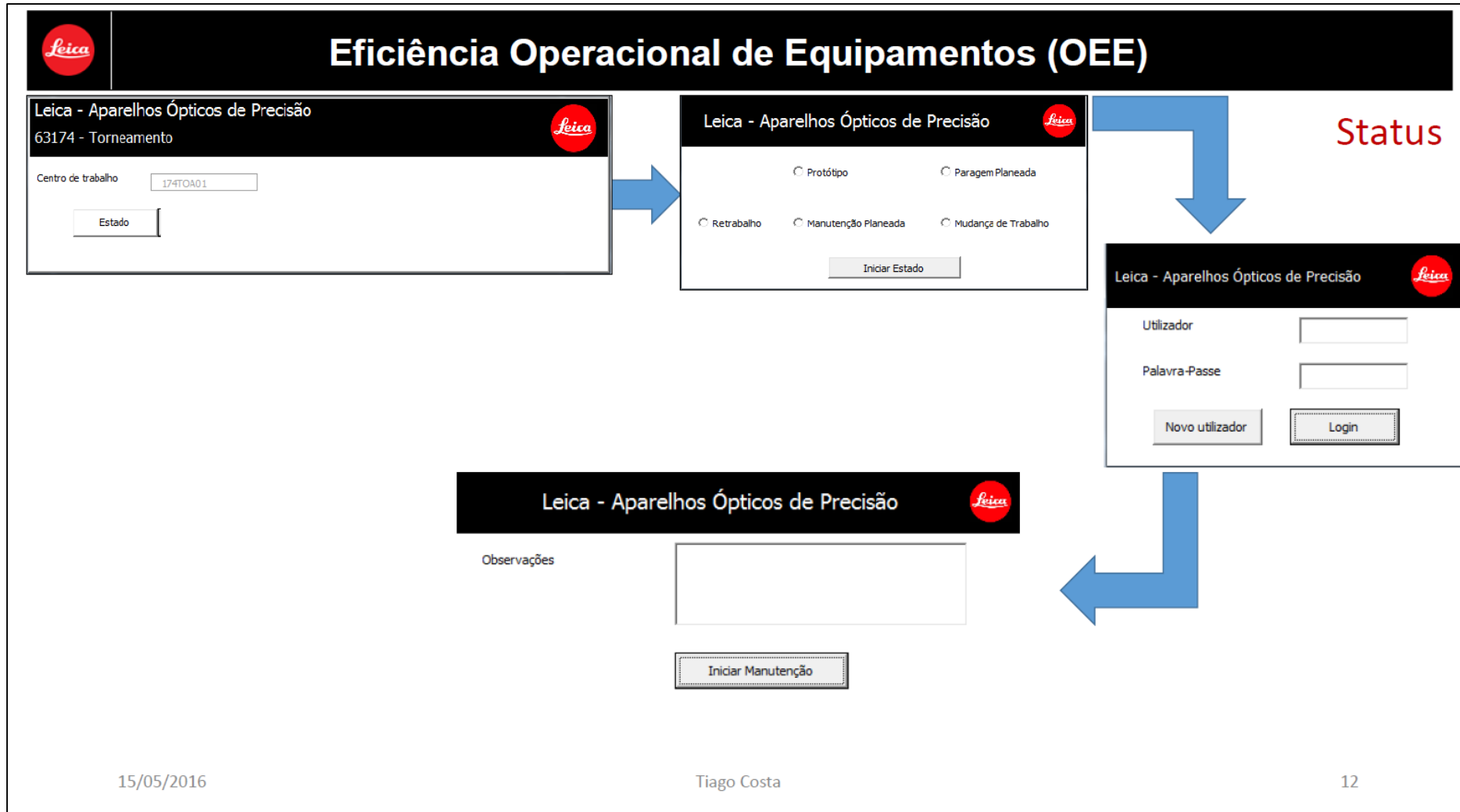
15/05/2016Tiago Costa7

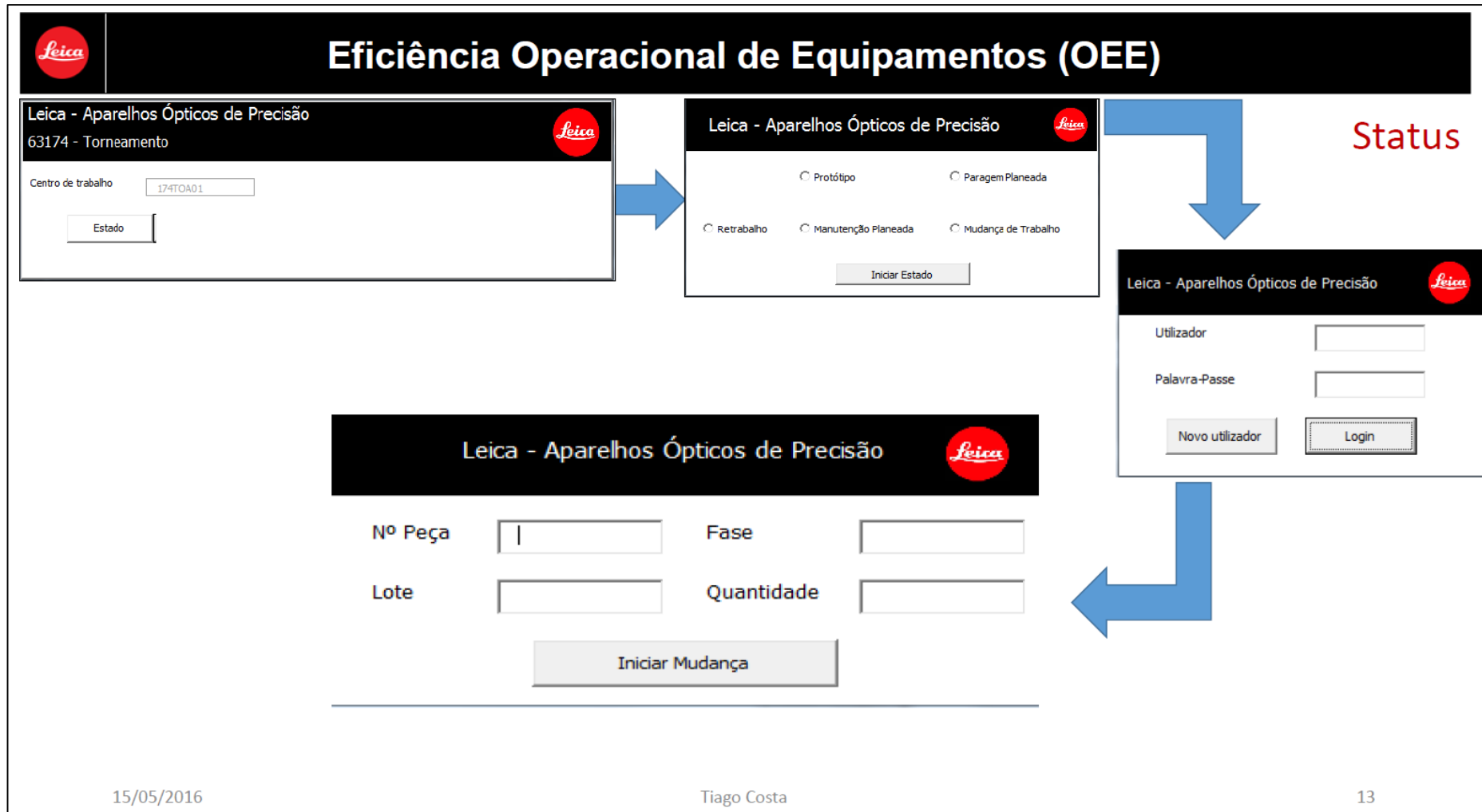












Eficiência Operacional de Equipamentos (OEE)

Leica - Aparelhos Ópticos de Precisão

63174 - Torneamento

Centro de trabalho

Status

Fim de Mudança

Leica - Aparelhos Ópticos de Precisão

Em Trabalho Protótipo Paragem Planeada

Retrabalho Manutenção Planeada Mudança de Trabalho

Leica - Aparelhos Ópticos de Precisão

Ciclo

15/05/2016Tiago Costa14

Eficiência Operacional de Equipamentos (OEE)

Leica - Aparelhos Ópticos de Precisão
63174 - Torneamento

Centro de trabalho: 174TOA01

Paragem

Início de Paragem

Leica - Aparelhos Ópticos de Precisão

- Intervalo
- Falta Afinador
- Falta Energia
- Aquecimento
- Afinação
- Avaria Equipamento
- Falta Operador
- Falta Material
- Limpeza

Paragens

Fim de Paragem

Leica - Aparelhos Ópticos de Precisão

- Intervalo
- Falta Afinador
- Falta Energia
- Aquecimento
- Afinação
- Avaria Equipamento
- Falta Operador
- Falta Material
- Limpeza

15/05/2016 Tiago Costa 15



Eficiência Operacional de Equipamentos (OEE)

Leica - Aparelhos Ópticos de Precisão

63174 - Torneamento

Centro de trabalho

Leica - Aparelhos Ópticos de Precisão

Nº Peça	Lote	Fase	Produzidas	Aprovadas
<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text" value="1"/>	<input type="text"/>

Defeitos

Desvio de Medidas - 0205

Preparação - 0214

Defeitos na superfície - 0215

Outros

Quantidade

15/05/2016Tiago Costa16

Fim de turno



Eficiência Operacional de Equipamentos (OEE)

Leica - Aparelhos Ópticos de Precisão

63174 - Torneamento

Centro de trabalho

Fim de lote

Leica - Aparelhos Ópticos de Precisão

Nº Peça	Lote	Fase	Produzidas	Aprovadas
<input style="width: 90%;" type="text"/>	<input style="width: 90%;" type="text"/>	<input style="width: 90%;" type="text"/>	<input style="width: 90%;" type="text"/>	<input style="width: 90%;" type="text"/>

Defeitos

Desvio de Medidas - 0205

Preparação - 0214

Defeitos na superfície - 0215

Outros

Quantidade

15/05/2016Tiago Costa17



Anexo 18: Manual de utilizador - Software OEE

Manual de Utilizador



Engenharia Industrial - Mecânica

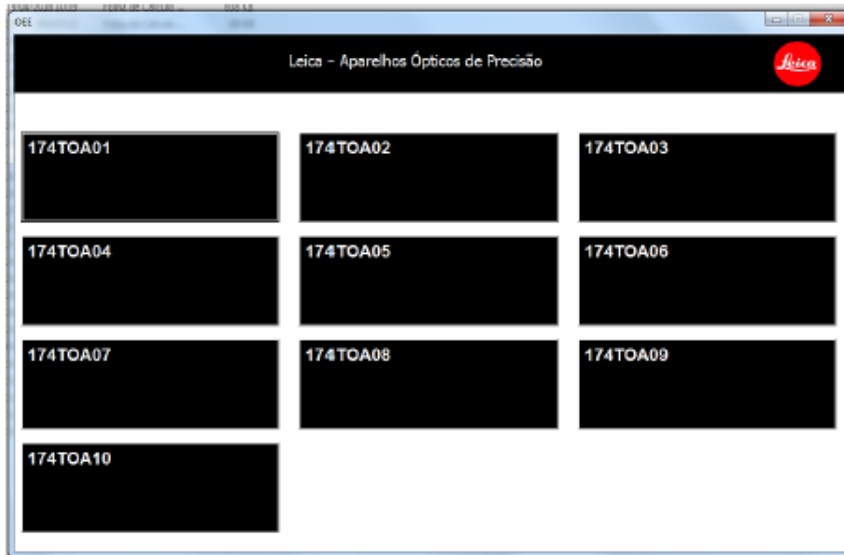
Índice

1.	Interface gráfica com o utilizador.....	3
2.	Início de Produção.....	4
3.	Mudança de Trabalho	5
	a) Início	5
	b) Fim	6
4.	Paragem e Manutenção Planeada.....	7
5.	Protótipos ou Retrabalhos.....	9
6.	Paragens.....	11
	a) Início	11
	b) Fim	12
7.	Fim de Turno ou Fim de Lote	13
8.	Retroceder ao Menu Inicial.....	14

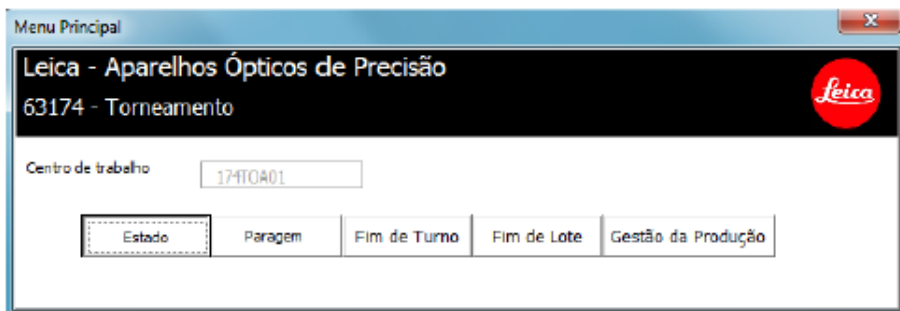
Engenharia Industrial - Mecânica

1. Interface gráfica com o utilizador

Interface gráfica com a qual se controla os estados das máquinas e o LCD



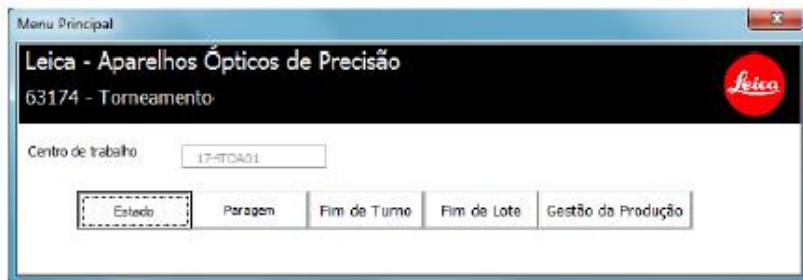
Menu interno de cada máquina, através deste menu é possível controlar os estados da máquina, paragens e finalizar turnos e lotes.



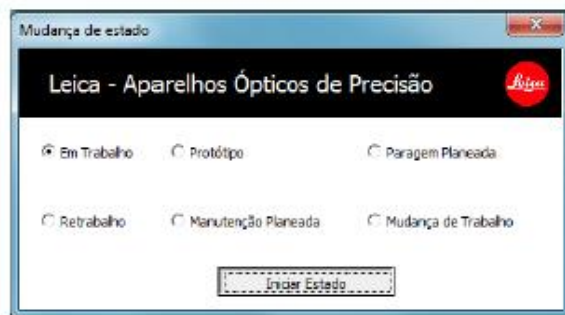
Engenharia Industrial - Mecânica

2. Início de Produção

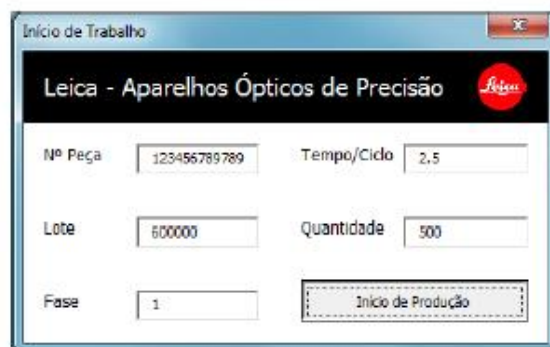
Para iniciar a produção, seleciona-se “Estado”



Seleciona-se a opção de “Em trabalho”



Inserem-se as informações relativas à peça que vai entrar em produção

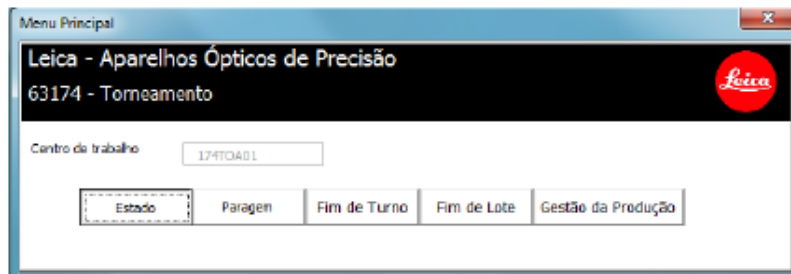


Engenharia Industrial - Mecânica

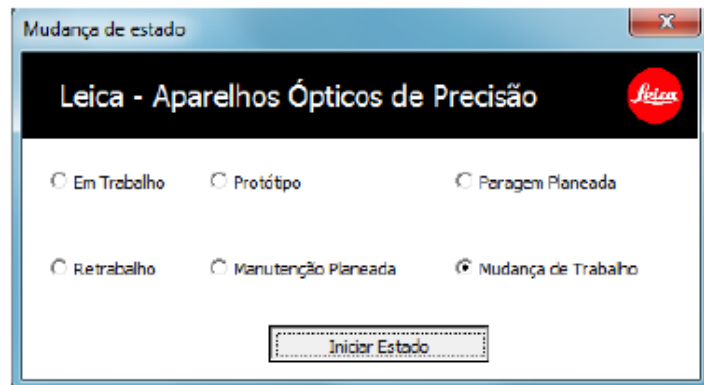
3. Mudança de Trabalho

a) Início

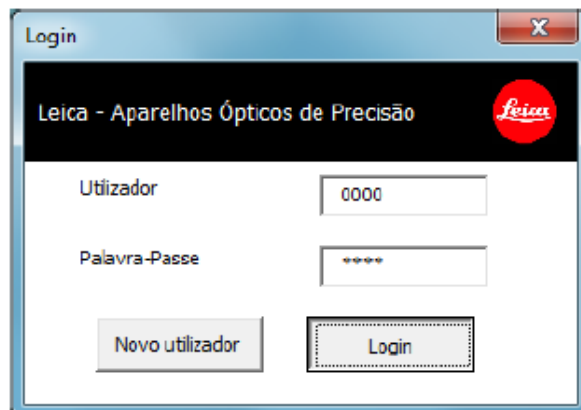
Para iniciar a produção, seleciona-se "Estado"



Seleciona-se a opção de "Mudança de Trabalho"



É necessário realizar Login, apenas colaboradores indicados têm acesso



Página 5 de 14

Engenharia Industrial - Mecânica

Inserir-se as informações relativas à peça que vai entrar em produção, à exceção do ciclo

A dialog box titled "Mudança de Trabalho" with a Leica logo. It contains four input fields: "Nº Peça", "Fase", "Lote", and "Quantidade". Below the fields is a button labeled "Iniciar Mudança".

b) Fim

Para finalizar a mudança de trabalho e iniciar a produção, seleciona-se "Estado"

A window titled "Menu Principal" with a Leica logo. It displays "Leica - Aparelhos Ópticos de Precisão" and "63174 - Torneamento". Below this is a text field for "Centro de trabalho" containing "174TGA01". At the bottom, there are five buttons: "Estado" (highlighted with a dashed border), "Paragem", "Fim de Turno", "Fim de Lote", and "Gestão da Produção".

Seleciona-se a opção de "Em trabalho".

A dialog box titled "Mudança de estado" with a Leica logo. It contains six radio button options: "Em Trabalho" (selected), "Protótipo", "Paragem Planeada", "Retrabalho", "Manutenção Planeada", and "Mudança de Trabalho". Below the options is a button labeled "Iniciar Estado" with a dashed border.

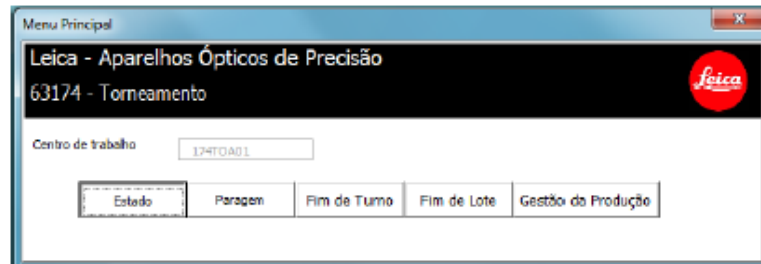
Inserir-se o valor do ciclo.

A dialog box titled "Ciclo" with a Leica logo. It contains a text field for "Ciclo" with the value "2.5" and a button labeled "Iniciar Produção" with a dashed border.

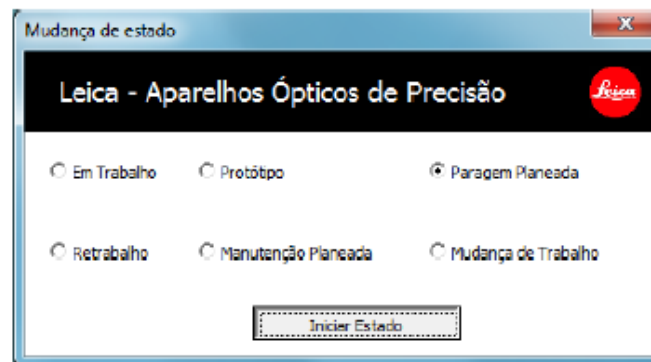
Engenharia Industrial - Mecânica

4. Paragem e Manutenção Planeada

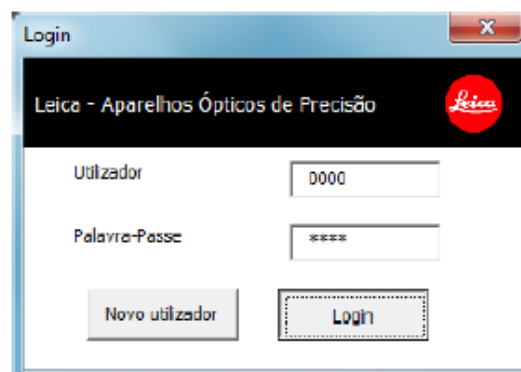
Para iniciar a produção, seleciona-se "Estado"



Seleciona-se a opção de "Paragem Planeada" ou "Manutenção Planeada"



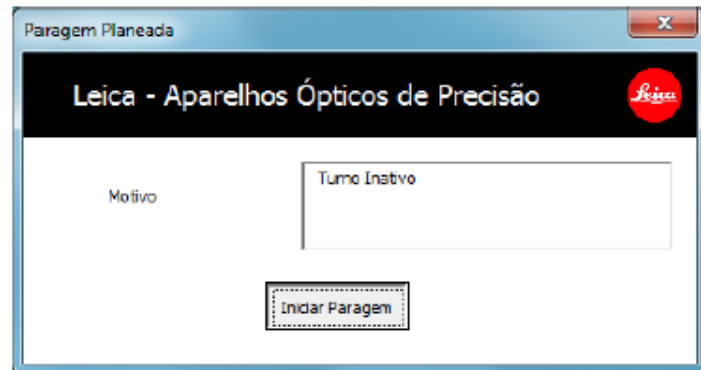
É necessário realizar Login, apenas colaboradores indicados têm acesso



Página 7 de 14

Engenharia Industrial - Mecânica

Inserir-se na caixa de texto, o motivo da paragem



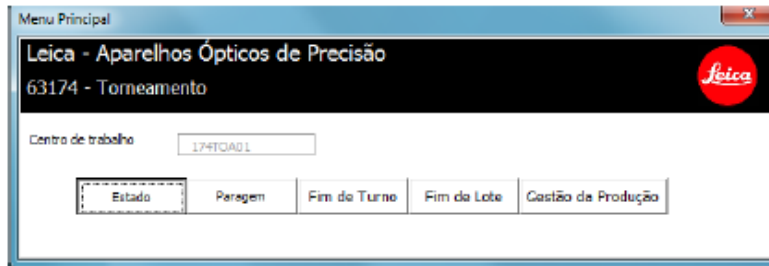
The screenshot shows a software window titled "Paragem Planeada" with a close button (X) in the top right corner. The window has a black header bar with the text "Leica - Aparelhos Ópticos de Precisão" and the Leica logo on the right. Below the header, there is a label "Motivo" on the left and a text input field on the right containing the text "Turno Inativo". At the bottom of the window, there is a button labeled "Iniciar Paragem".

Página 8 de 14

Engenharia Industrial - Mecânica

5. Protótipos ou Retrabalhos

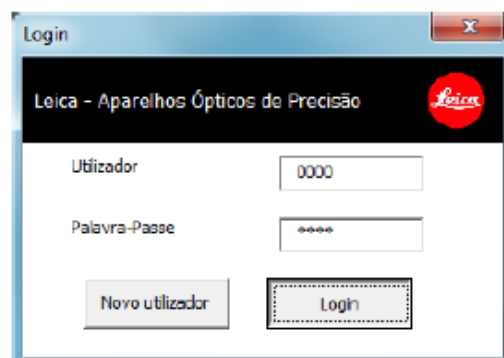
Para iniciar Protótipos ou Retrabalhos, selecciona-se "Estado"



Selecciona-se a opção de "Protótipo" ou "Retrabalho"



É necessário realizar Login, apenas colaboradores indicados têm acesso



Página 9 de 14

Engenharia Industrial - Mecânica

Inserir-se informação relativa ao Protótipo ou ao Retrabalho, sendo que é obrigatório inserir ou número de peça ou uma observação, podendo esta ser nome do projeto ou qualquer outra indicação relativa à peça.



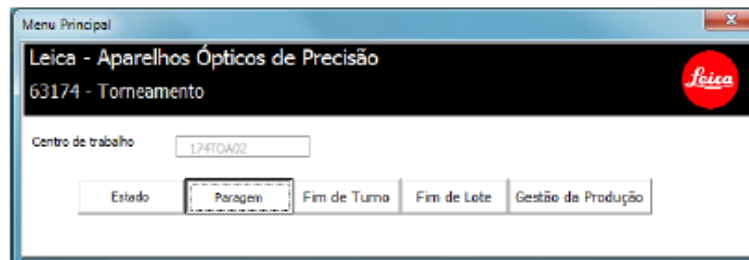
Leica - Aparelhos Ópticos de Precisão			
Nº Peça	123456789789	Tempo/Ciclo	2
Quantidade	200	Observações	
<input type="button" value="Iniciar Protótipo"/>			

Engenharia Industrial - Mecânica

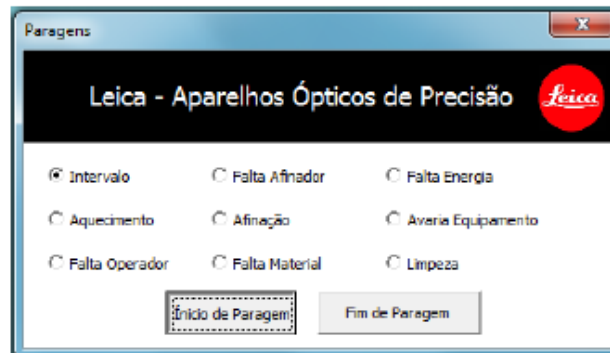
6. Paragens

a) Início

Para iniciar uma paragem, seleciona-se "Paragem"



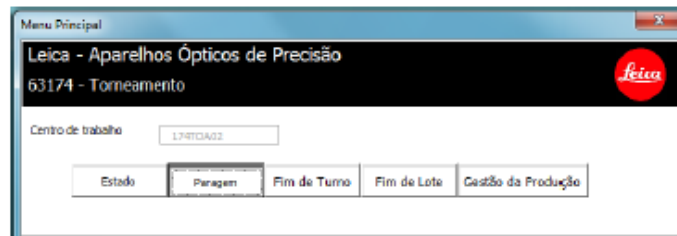
Define-se qual é o motivo da paragem



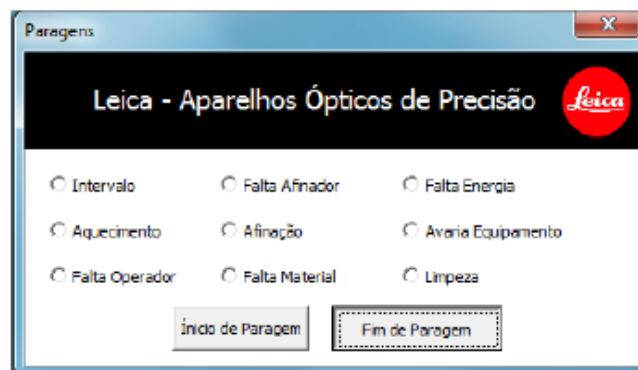
Engenharia Industrial - Mecânica

b) Fim

Para concluir a paragem, seleciona-se "Paragem"



Seleciona-se "Fim de Paragem", sem haver a necessidade de selecionar o tipo de paragem para voltar à produção

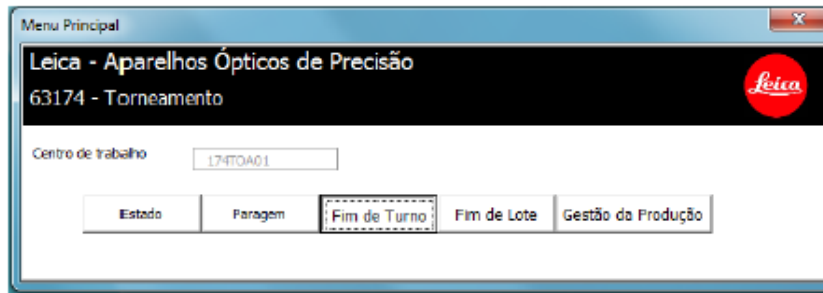


Página 12 de 14

Engenharia Industrial - Mecânica

7. Fim de Turno ou Fim de Lote

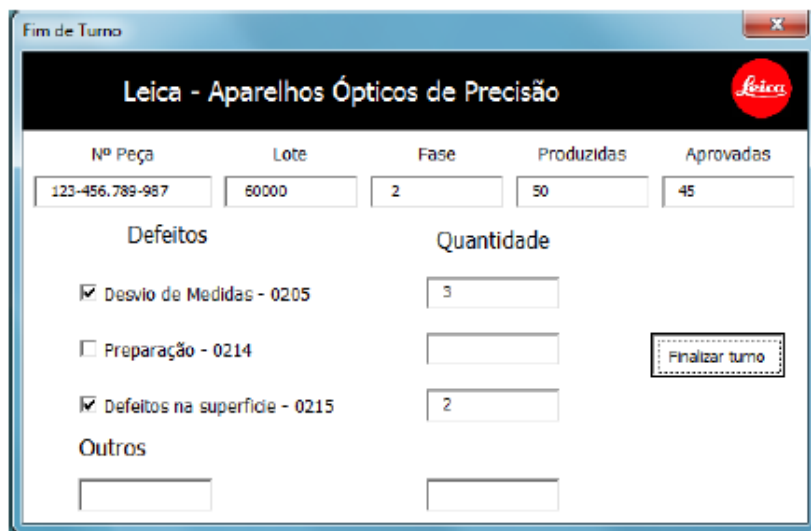
Para iniciar a produção, seleciona-se “Fim de Turno” ou “Fim de Lote”



Indica-se a quantidade de peças produzidas, as aprovadas e os defeitos das não conformes.

Caso algum defeito não esteja contemplado nas opções, escreve-se o número do defeito na caixa de texto em baixo de outros e a quantidade de peças à direita.

O número da peça, o lote e a fase não são campos editáveis.



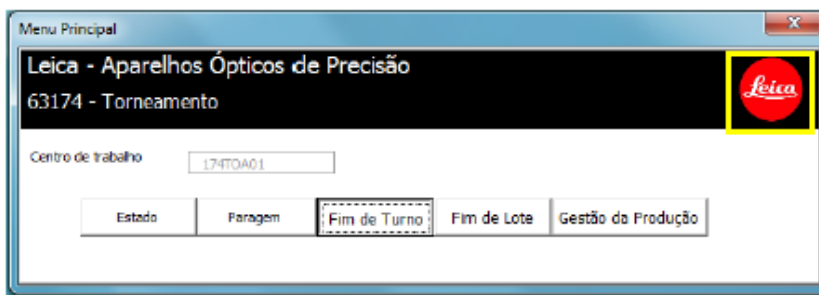
Nº Peça	Lote	Fase	Produzidas	Aprovadas
123-456.789-987	60000	2	50	45

Defeitos	Quantidade
<input checked="" type="checkbox"/> Desvio de Medidas - 0205	3
<input type="checkbox"/> Preparação - 0214	
<input checked="" type="checkbox"/> Defeitos na superfície - 0215	2
Outros	

Engenharia Industrial - Mecânica

8. Retroceder ao Menu Inicial

Para retroceder ao menu inicial, em caso de necessidade, (Por exemplo: selecção errada da máquina), deve-se clicar no logótipo da **Leica**, presente no canto superior direito de cada janela.



Aparece a seguinte janela

