

## **Processo de Pintura na Preh Portugal**

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

**Autor**

**José Luís Pereira Pontes**

**Orientador**

**Prof. Doutor Luís Filipe Pires Borrego**  
Instituto Superior de Engenharia de Coimbra

**Coimbra, Agosto, 2016**



## AGRADECIMENTOS

Após a realização deste estágio, ao qual dediquei vários meses do meu tempo, deparo-me agora com a possibilidade de efetuar os agradecimentos aos demais que sempre estiveram do meu lado nesta caminhada e que me apoiaram incondicionalmente, quer a nível pessoal, profissional e académico, na realização do estágio e deste relatório.

Em primeiro lugar, agradeço ao professor Doutor Luís Filipe Pires Borrego, meu orientador do ISEC, por todo o apoio e ajuda que me dispensou durante o decorrer do estágio.

Ao Engenheiro Henrique Soares, diretor do departamento de recursos humanos da Preh Portugal, por ter aceitado a minha candidatura espontânea ao estágio.

Ao Engenheiro José Cavaleiro, chefe do departamento de Engenharia de Processo e Automatização da Preh e orientador do estágio, por todos os conhecimentos e sugestões dadas ao longo dos 7 meses que lá estive.

A todos os colegas e colaboradores da Preh Portugal com quem tive contacto, que sempre me apoiaram no sentido de obter sucesso neste estágio. Uma referência adicional ao departamento de Engenharia de Processo e Automatização, em especial a Carlos Faia, pelo auxílio dado e pela boa integração que me fizeram na empresa.

Ao meu colega Marcos Rodrigues, aluno do Mestrado em Engenharia Mecânica (MEM) do ISEC, que efetuou o seu estágio no mesmo local em período anterior ao meu, e com quem sempre tive oportunidade de debater os assuntos do estágio, trocar novas ideias e novos conhecimentos.

Á minha família, aos meus pais António e Maria do Céu e aos meus amigos, pelo apoio e ajuda que prestaram em tudo o que estavam ao seu alcance para que eu pudesse terminar com sucesso esta etapa.

Obrigado ainda a todos aqueles, que apesar de não serem mencionados, me ajudaram e contribuíram na realização deste trabalho.



## RESUMO

Neste estágio trabalhei no departamento de Engenharia de Processo e Automatização. Os Engenheiros que trabalham nesse departamento têm diversas funções. Desde ser responsáveis por uma linha de montagem; responsável por todas as alterações de engenharia; responsável pela parte eletrônica; responsável pela parte de pintura; entre outras.

Também auxiliei na criação e atualização de *Standards* dentro da organização. Inicialmente, estes *Standards* ou estavam em formato Excel com bastante informação, mas sem qualquer tipo de organização, ou dispersos em vários documentos ou até em apontamentos de cadernos. Um dos objetivos foi compilar toda essa informação em um formato que fosse de compreensão fácil, que se pudesse adicionar novos dados e novos processos de uma forma mais organizada. O novo formato escolhido foi o *PowerPoint*, pois pode-se colocar cada tópico em um ou mais diapositivos, de forma organizada e consegue-se adicionar novas informações de forma rápida.

Na Engenharia de Processo existem vários *Standards*, alguns já criados e que foram convertidos para o novo formato e outros criados por mim, como o *Standard* da Montagem, onde estão mencionados os bordos de linha (dispositivos com várias prateleiras/gavetas onde são colocados as caixas com componentes a serem montados no produto final), as dimensões dos postos de trabalho, etc.; o *Standard* dos Dispositivos da Montagem, onde é dito as dimensões dos dispositivos, a sua composição, marcas e modelos de vários acessórios (impressora de etiquetas, aparafusadora, cilindros, etc.), entre outros; *Standard* Elétrico onde estão descritos os procedimentos adequados à construção de toda a parte elétrica de um dispositivo, tipos de cabos e ligações, constituição do quadro elétrico, entre outros.

No seguimento deste trabalho desenvolvido para os *Standards*, foi também criado um Manual da Pintura, onde é descrito todo o processo de pintura na Preh Portugal.

Palavras-chave: Engenharia; Processo; pintura; *Standards*; Manual da Pintura; Preh Portugal



## ABSTRACT

In this internship I worked in the Process Engineering and Automatization department. Engineers who work in that department have different functions. Since being responsible for an assembly line; responsible for all engineering changes; responsible for electronic; responsible for painting; among others.

Also I assisted in the creation and update of Standards within the organization. Initially, these Standards or were in Excel format with enough information, but without any kind of organization, or dispersed across multiple documents or even in notes. One goal was to compile all this information in a format that were easily understood, that could add new data and new processes in a more organized way. The new chosen format was PowerPoint because you can place each topic in one or more slides, in an organized manner and can be added new information quickly.

In Process Engineering there are several Standards, some already created and which have been converted to the new format and other created by me, for instance, the Assembly Standard, where are mentioned the border of line (devices with various shelves/drawers where the boxes are placed with components to be mounted in the final product), the dimensions of work station, etc.; Installation of the devices Standard, where it is said the dimensions of the devices, its composition, brands and models of various accessories (label printer, screwdriver, cylinders, etc.), among others; Electric Standard where is described the appropriate procedures for the construction of the whole device electrical parts, cable types and connections, setting up the switchboard, and more.

Following this work for Standards, it was also set up a Painting Manual, which describes the whole process of painting in Preh Portugal.

Key-words: Engineering; Process; Painting; *Standards*; Painting Manual; Preh Portugal



## ÍNDICE

AGRADECIMENTOS .....	i
RESUMO .....	iii
ABSTRACT .....	v
ÍNDICE.....	vii
ÍNDICE DE FIGURAS .....	xi
ÍNDICE DE TABELAS .....	xii
ABREVIATURAS .....	xiii
CAPÍTULO 1 - INTRODUÇÃO.....	1
1.1. Enquadramento.....	1
1.1.1. Apresentação da empresa .....	1
1.2. Objetivos e Metodologia .....	2
1.2.1. Metodologia Lean.....	3
1.2.2. Kaizen.....	3
1.2.3. Kanban.....	4
1.2.4. Poka-Yoke .....	6
1.2.5. PDCA .....	7
1.2.6. Diagrama de Ishikawa .....	8
1.2.7. Metodologia 5S .....	10
1.2.8. Standard Work.....	11
1.3. Estrutura do Relatório.....	12
CAPÍTULO 2 – TRABALHO DESENVOLVIDO NO ESTÁGIO.....	13
2.1. Instruções de Trabalho.....	13
2.2. Processo de Laser .....	14
2.2.1. Perigos com o Laser: .....	14
2.2.2. Funcionamento de um Laser: .....	15
2.2.3. Q-Switch, Diafragma e Obturador: .....	17
2.2.4. Cabeça do Laser (“Laser Head”):.....	17
2.2.5. Sistema de Refrigeração: .....	18
2.2.6. Módulo de diagnóstico: .....	19
2.2.7. Gravação de símbolos Laser:.....	20
2.3. Processo de Pintura.....	20
2.3.1. Instrução de Trabalho da Pintura.....	20
2.3.2. Consumos .....	24
2.3.3. Capacidade.....	26

---

2.3.4. Procedimento de Pintura de Amostras.....	27
2.3.5. Qualificação das amostras .....	32
2.3.6. Suportes de Pintura (Tabuleiros) .....	37
2.3.7. Tintas UV .....	47
2.3.8. Postos de Trabalho Standard na Pintura .....	49
2.3.9. Postos de Trabalho Standard – Preparação de tintas .....	54
2.3.10. Fluxo de material na pintura .....	56
2.3.11. Fluxograma da Pintura.....	60
2.3.12. Fluxograma de Processo de Pintura de Duas Camadas.....	62
CAPÍTULO 3 – CONCLUSÕES .....	64
4 – REFERÊNCIAS .....	66

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.1. Fotografia e logo da empresa .....	1
Figura 1.2. Kanjis da filosofia Kaizen .....	4
Figura 1.3. Exemplo de um cartão Kanban .....	5
Figura 1.4. Exemplo de Poka-Yoke na ligação USB .....	6
Figura 1.5. Ciclo PDCA .....	8
Figura 1.6. Diagrama de Ishikawa .....	10
Figura 1.7. Passos da metodologia 5S .....	11
Figura 2.1. Exemplo de uma IT no novo formato "9 passos" .....	14
Figura 2.2. Símbolo de perigo Laser .....	15
Figura 2.3. Esquema de funcionamento de um Laser.....	15
Figura 2.4. Q-Switch, Diafragma e Obturador .....	17
Figura 2.5. Cabeça do Laser .....	17
Figura 2.6. Exemplo de um módulo de diagnóstico .....	19
Figura 2.7. Exemplos (Linha com 16mm de comprimento).....	20
Figura 2.8. Exemplo da evolução de referências .....	21
Figura 2.9. Mensagem de erro da instrução de trabalho.....	21
Figura 2.10. Página principal da instrução de trabalho .....	22
Figura 2.11. Validação errada da Qualidade-Pintura .....	24
Figura 2.12. Ficheiro de controlo do consumo de tintas .....	26
Figura 2.13. Esfera L.a.b .....	32
Figura 2.14. Tabuleiros de metal .....	38
Figura 2.15. Tabuleiro de plástico (150x200 mm) .....	38
Figura 2.16. Tabuleiro de plástico (300x200 mm) .....	39
Figura 2.17. Tabuleiro <i>Thermotray</i> (300x200 mm) .....	39
Figura 2.18. <i>Tabuleiros</i> de borracha.....	39
Figura 2.19. Características do tabuleiro 150x200 mm.....	40
Figura 2.20. Características do tabuleiro 300x200 mm.....	41
Figura 2.21. Zona de inspeção <i>Venjakob</i> .....	49
Figura 2.22. <i>Layout</i> da zona de inspeção <i>Venjakob</i> .....	50
Figura 2.23. Zona de inspeção <i>Sprimag</i> .....	51
Figura 2.24. <i>Layout</i> da zona de inspeção <i>Sprimag</i> .....	52
Figura 2.25. Mesa de preparação externa .....	53
Figura 2.26. <i>Layout</i> da zona de preparação de tintas.....	55
Figura 2.27. Baldes de limpeza; Copos de <i>medição</i> de viscosidade; Fichas de dados de segurança .....	56
Figura 2.28. Fluxograma do fluxo de material na pintura .....	57
Figura 2.29. Fluxograma da Pintura .....	60
Figura 2.30. Fluxograma de peças repintadas .....	62

---

## ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 2.1. Tabela do fluxo de responsabilidades (Com BOM disponível).....	30
Tabela 2.2. Tabela do fluxo de responsabilidade (Sem BOM disponível).....	31
Tabela 2.3. Comparação entre os vários tipos de tabuleiros usados na Preh .....	42
Tabela 2.4. Vantagens dos tabuleiros .....	44
Tabela 2.5. Desvantagens dos tabuleiros.....	46

## ABREVIATURAS

BOM – Bill Of Materials (Lista de Materiais)

CC – Cost Center (Centro de Custos)

ECR – Engineering Change Request (Pedido de Alteração de Engenharia)

EPI – Equipamento de proteção individual

IT – Instrução de Trabalho

LPM – Local Project Manager (Gestor de Projetos Local)

LT – Lista Técnica

MSDS – Material Safety Data Sheet (Ficha de Dados de Segurança)

NA – Not Applicable (Não Aplicável)

NES – Preh Alemanha, Bad Neustadt

OEE – Overall Equipment Efficiency (Eficiência Geral de Equipamento)

PDF – Portable Document Format

PM – Project Manager (Gestor de Projeto)

PN – Part Number

PP – Preh Portugal

SAP – System, Application and Products (Sistema de gestão de empresas)

SOP – Start of Project

SW – Standard Work

TDS – Technical Data Sheet



## CAPÍTULO 1 - INTRODUÇÃO

### 1.1. Enquadramento

#### 1.1.1. Apresentação da empresa

O Grupo Preh já conta com mais de nove décadas, sendo que foi fundado em *Bad Neustadt*, Alemanha, no ano 1919. É um consórcio internacional que envolve cerca de 5362 pessoas distribuídas por países como Alemanha, França, Portugal, Roménia, México, China e Estados Unidos. Desenvolveu o “Preh-Funk”, um dos primeiros recetores de rádio em todo o mundo. Atualmente a empresa tem como seu principal núcleo de negócios a indústria automóvel, cliente de soluções incorporando sistemas eletrónicos e eletromecânicos.

A Preh Portugal nasceu na Trofa, Porto, em 1969, e foi a primeira fábrica de eletromecânica criada fora da Alemanha, sendo então uma imposição de proximidade para fornecer a *Grundig* sediada em Braga. Produz, desde 1992 componentes eletrónicos para a indústria automóvel exportando mais de 99 por cento da produção. O principal mercado da Preh Portugal é a União Europeia, no qual a Alemanha (país dos grandes construtores de automóveis) se destaca de outros países como a Espanha, a República Checa e a Polónia. Desde 2010, o mercado extracomunitário começou a ganhar importância com cerca de oito por cento do total das exportações. Dentro do grupo Preh, a fábrica portuguesa ocupa o primeiro lugar quer em atividade, quer em produção, quer em competitividade.



Figura 1.1. Fotografia e logo da empresa

Os seus grandes clientes são os maiores fabricantes mundiais de automóveis como a BMW (o mais significativo com cerca de um quarto do total das vendas), o grupo VW/Audi/Seat/Skoda, a GM/Opel/Vauxhall, a Daimler, e o grupo Sony/Ford.

Atualmente conta cerca de 553 colaboradores, distribuídos por nove departamentos, e foi no de Engenharia de Processo e Automatização que decorreu este estágio. A Preh Portugal é uma empresa certificada em todas as operações da área do negócio automóvel pela norma ISSO TS 16949:2009 e em todas as operações da área do negócio de eletrónica pela norma ISSO 9001:2008. Foi das primeiras empresas a nível europeu a adquirir o certificado *Sony Greenpartner*. A filosofia *Lean* tem vindo a ser implementada na empresa, o que contribui, de facto, para a sistemática eliminação do desperdício e criação de valor, de que beneficiam todos os que, direta ou indiretamente se servem dos seus produtos inovadores e serviços de excelência.

A melhoria contínua do Sistema de Gestão da Qualidade é um dos grandes compromissos desta empresa, sendo que os objetivos principais são: clientes satisfeitos; produtos e serviços de grande qualidade; colaboradores empenhados e motivados; integração harmoniosa na sociedade e no ambiente e fornecedores integrados.

## **1.2. Objetivos e Metodologia**

Este estágio teve como objetivo principal a consolidação da formação do aluno em contexto laboral no âmbito do Mestrado em Engenharia Mecânica e o aprofundamento de conhecimentos na área de produção e equipamentos mecânicos. Para o efeito o aluno teve de documentar as ações executadas, nomeadamente as alterações efetuadas às instruções de trabalho e aos documentos de *standard*.

O departamento de Engenharia de Processo e Automatização onde o aluno estagiou, é responsável pela criação, modificação e controlo de todos os processos associados às várias áreas produtivas da empresa.

Todas as metodologias usadas na Preh Portugal são enquadradas em uma metodologia muito conhecida no mundo industrial, a metodologia *Lean*.

### 1.2.1. Metodologia Lean

A produção Lean, também conhecida por Sistema Toyota de Produção (TPS), é uma filosofia de gestão desenvolvida pelo engenheiro da Toyota Taiichi Ohno, que é focada em sete tipos de desperdício (sobreprodução, defeitos, inventário, transporte, tempo de espera, processamento em excesso e movimentos). Ao eliminar estes desperdícios, a qualidade dos produtos aumenta e o tempo e custo da produção diminuem. As ferramentas Lean incluem processos contínuos de análise (Kaizen) e processos à prova de falhas, ou seja, sem erros (Poka-Yoke), entre muitos outros.

Os pontos-chave da teoria Lean são:

- **Qualidade total imediata** - ir à procura do produto sem defeitos, e deteção e solução dos problemas na sua origem.
- **Minimizar desperdício** - eliminar todas as atividades que não têm valor agregado e redes de segurança, otimização do uso dos recursos (capital, pessoas e espaço).
- **Melhoria contínua** - redução dos custos, melhoria da qualidade, aumento da produtividade e partilha de informações com os colaboradores.
- **Processos "pull"** - os produtos são retirados pelo cliente final, e não empurrados para o fim da cadeia de produção.
- **Flexibilidade** - produzir rapidamente diferentes lotes de grande variedade de produtos, sem comprometer a eficiência.
- Construção e manutenção de uma relação a longo prazo com os fornecedores tomando acordos para dividir o risco, os custos e a informação.

### 1.2.2. Kaizen

*Kaizen* é uma filosofia que incide sobre a melhoria contínua dos processos de fabrico, engenharia, gestão e outras indústrias. Esta filosofia refere-se a atividades que melhorem continuamente todas as funções e envolve todos os funcionários da empresa, desde o CEO até os trabalhadores das linhas de montagem. Também se aplica a processos, como compras e logística. Ao melhorar as atividades e processos padronizados, o kaizen tem como objetivo eliminar o desperdício. O *kaizen* foi implementado pela primeira vez em várias empresas japonesas depois da Segunda Guerra Mundial e desde então, tem-se espalhado por todo o mundo.

## Kaizen - Definição



KAI = Mudar



ZEN = BOM (PARA O MELHOR)



KAIZEN = MELHORIA CONTÍNUA

Figura 1.2. Kanjis da filosofia Kaizen

Depois da Segunda Guerra Mundial, o Japão encontrava-se com sérios problemas económicos. As novas leis dos trabalhadores que foram introduzidas pelos norte-americanos contribuíram para reforçar a posição dos trabalhadores nas negociações de condições mais favoráveis de emprego.

Assim, na década de 50, os japoneses retomaram as ideias da administração clássica de *Henri Fayol* e as críticas delas decorrentes para renovar a sua indústria e desenvolverem o conceito de melhoria contínua, *Kaizen*. Esta prática visa o bem não só da empresa como do funcionário que trabalha nela.

Para a filosofia *Kaizen*, é sempre possível fazer melhor, não pode passar um dia sem que tenha sido feita alguma melhoria, seja ela na estrutura da empresa ou no indivíduo. A sua metodologia traz resultados concretos, tanto qualitativamente, quanto quantitativamente, em um curto espaço de tempo e a um custo baixo.

### 1.2.3. Kanban

*Kanban* é uma palavra em japonês que significa literalmente registo ou rosto visível.

Para a administração da produção, *kanban* significa um cartão de sinalização que controla os fluxos de produção ou de transportes numa indústria. O cartão pode ser substituído por outro sistema de sinalização, como luzes, caixas vazias e até locais vazios delimitados.

Coloca-se um *Kanban* em peças ou partes específicas de uma linha de produção, para indicar a entrega de uma determinada quantidade. Quando todas as peças forem consumidas, o mesmo aviso é levado até ao seu ponto de partida, onde se converte num novo pedido para novas peças.

Quando for recebido o cartão ou quando não há nenhuma peça na caixa ou no local definido, então deve-se movimentar, produzir ou solicitar a produção da peça.

O *Kanban* permite agilizar a entrega e a produção de peças. Pode ser empregado em indústrias de montagem, desde que o nível de produção não oscile muito. Os *Kanbans* físicos (cartões ou caixas) podem ser *Kanbans* de Produção ou *Kanbans* de Movimentação e transitam entre os locais de armazenamento e os de produção substituindo formulários e outras formas de solicitar peças, permitindo assim que a produção se realize *Just in Time*.

## Cartão Kanban

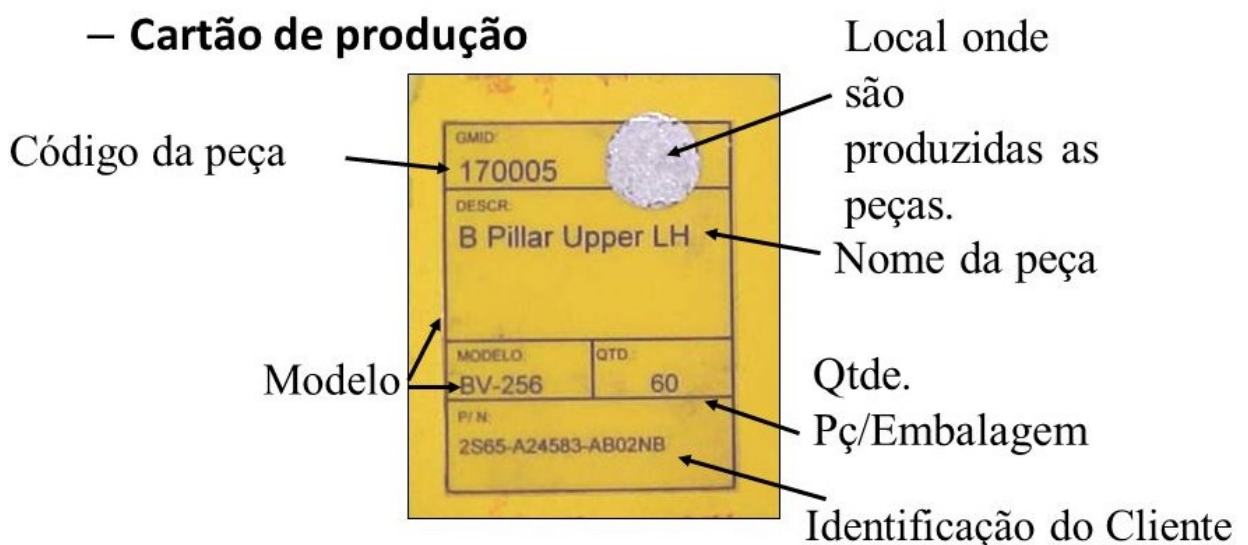


Figura 1.3. Exemplo de um cartão Kanban

Como foi dito anteriormente, existem dois tipos de kanban:

### 1) *Kanban* de Produção

(Normalmente um cartão ou caixa) que autoriza a produção de determinada quantidade de uma peça. Os cartões (ou caixas) circulam entre o setor do fornecedor e o da produção, sendo afixados junto às peças imediatamente após a produção e retirados após o consumo pelo cliente, retornando ao processo para autorizar a produção e reposição das peças consumidas.

### 2) *Kanban* de Movimentação

O *Kanban* de Movimentação, que também pode ser chamado de *Kanban* de Transporte, é o sinal (normalmente um cartão diferente do *Kanban* de Produção) que autoriza a movimentação física de peças entre o supermercado do processo fornecedor e o supermercado do processo

cliente (se houver). Os cartões são afixados nos produtos (em geral, o cartão de movimentação é afixado em substituição ao cartão de produção) e levados a outro processo ou local, sendo retirados após o consumo e ficam libertados para realizar novas compras no supermercado do processo fornecedor. O *kanban* puxa a produção e dita o ritmo de produção para atender necessidades.

#### 1.2.4. Poka-Yoke

*Poka-Yoke* é um dispositivo á prova de erros que serve para evitar a ocorrência de defeitos em processos de fabricação de produtos. Este conceito faz parte do Sistema Toyota de Produção e foi desenvolvido primeiramente por *Shigeo Shingo*. Um exemplo bastante conhecido é a impossibilidade de remover a chave da ignição de um automóvel se a chave não estiver no “ponto morto”, assim o condutor não pode cometer o erro de sair do carro em condições pouco seguras. Segundo *Shingo*, a inspeção sucessiva, a autoinspeção e a inspeção na fonte podem ser todas alcançadas através do uso de métodos *Poka-Yoke*. O *Poka-Yoke* possibilita a inspeção a 100% através do controlo físico ou mecânico.



Figura 1.4. Exemplo de Poka-Yoke na ligação USB

Quanto às funções de controlo do *Poka-Yoke* há duas maneiras onde ele pode ser usado:

- Método de Controlo: quando o *Poka-Yoke* é ativado, a máquina pára, de forma que o problema possa ser corrigido.
- Método de aviso: quando o *Poka-Yoke* é ativado, um alarme soa ou uma luz sinaliza, alertando o trabalhador, mas a máquina continua o seu funcionamento.

O *Poka-Yoke* de controlo é o método mais poderoso, porque paralisa o processo até que a condição causadora do defeito tenha sido corrigida. O *Poka-Yoke* de aviso permite que o processo que tem o defeito continue, caso os trabalhadores não atendam ao aviso. A frequência com que ocorrem os defeitos e o facto de eles poderem ser ou não corrigidos, uma vez que tenham ocorrido, irá influenciar a escolha entre estes dois métodos. Os defeitos mais frequentes ou impossíveis de serem corrigidos exigem um *Poka-Yoke* de aviso, enquanto que se a frequência de defeitos é baixa e o defeito é possível de ser corrigido é preferível um *Poka-Yoke* de controlo, sendo que na maioria dos casos, este é o mais eficiente.

### 1.2.5. PDCA

O PDCA é um método iterativo de gestão com quatro passos, utilizado para o controlo e melhoria contínua de processos e produtos.

As etapas do ciclo PDCA são:

Planear (*Plan*) - Estabelecer objetivos e processos necessários para entregar os resultados de acordo com o projetado. Ao estabelecer expectativas de resultado, a integridade e precisão da especificação também é uma parte da melhoria desejada. Quando possível, deve-se começar em pequena escala para testar os possíveis efeitos.

Executar (*Do*) - Implementar o plano, executar o processo e/ou fazer o produto. Recolher dados para análise dos próximos passos "Verificar" e "Agir".

A metodologia possibilita desenvolver um planeamento sistemático, permitindo maior produtividade, maior segurança, um clima organizacional e motivacional dos funcionários, com consequente melhoria da competitividade organizacional.

Verificar (*Check*) - Estudar o resultado e compará-lo em relação aos resultados esperados para determinar quaisquer diferenças. O procurar por desvios, principalmente na aplicação do plano e também olhar para a adequação e abrangência do plano, permite a execução do próximo passo, ou seja, "Agir".

Agir (*Act*) - Tomar ações corretivas sobre as diferenças significativas entre os resultados reais e os resultados planeados. Analisar as diferenças para determinar as suas causas. Determinar onde aplicar as mudanças que incluem a melhoria do processo ou produto. Quando uma passagem por estes quatro passos não resultar na necessidade de alguma melhoria, o método ao qual o PDCA é aplicado pode ser refinado com maiores detalhes na iteração seguinte do ciclo,

ou a atenção deve ser colocada de uma forma diferente em alguma fase do processo. O plano PDCA, quando aplicado junto ao Sistema de Gestão da Qualidade pode implementar ações para atingir a melhoria contínua, assegurar a operação e o controlo dos processos produtivos.



Figura 1.5. Ciclo PDCA

### 1.2.6. Diagrama de Ishikawa

O Diagrama de *Ishikawa*, também conhecido como Diagrama de Causa e Efeito ou Diagrama Espinha de peixe, é uma ferramenta gráfica utilizada para a gestão e Controlo da Qualidade (CQ) em processos diversos, especialmente na produção industrial. Originalmente proposto pelo engenheiro químico *Kaoru Ishikawa* em 1943 e aperfeiçoado nos anos seguintes.

As prováveis causas dos problemas podem ser classificadas em seis tipos diferentes, quando aplicada a metodologia 6M:

- Método: toda a causa que envolve o método que estava a ser executado no trabalho;
- Material: toda a causa que envolve o material que estava a ser utilizado no trabalho;
- Mão-de-obra: toda a causa que envolve uma atitude do colaborador (por exemplo: procedimento inadequado, pressa, imprudência, ato inseguro, etc.)
- Máquina: toda a causa que envolve a máquina que estava a ser operada;

- Medida: toda a causa que envolve os instrumentos de medida, a sua calibração, a efetividade dos indicadores em mostrar as variações do resultado, se o acompanhamento está a ser realizado, se ocorre na frequência necessária, etc.
- Meio ambiente; toda a causa que envolve o meio ambiente em si (poluição, calor, poeira, etc.) e, o ambiente de trabalho (*layout*, falta de espaço, dimensionamento inadequado dos equipamentos, etc.).

O sistema permite estruturar hierarquicamente as causas potenciais de um determinado problema ou oportunidade de melhoria, bem como os seus efeitos sobre a qualidade dos produtos. Permite também estruturar qualquer sistema que necessite de resposta de forma gráfica e sintética (isto é, com melhor visualização).

O diagrama pode evoluir de uma estrutura hierárquica para um diagrama de relações, uma das sete ferramentas do Planeamento da Qualidade desenvolvidas por *Ishikawa*, que apresentam uma estrutura mais complexa e não hierárquica.

*Ishikawa* observou que, embora nem todos os problemas pudessem ser resolvidos por estas ferramentas, pelo menos 95% dos problemas poderiam ser, e que qualquer trabalhador fabril poderia efetivamente utilizá-las. Embora algumas destas ferramentas já fossem conhecidas há algum tempo, *Ishikawa* organizou-as especificamente para aperfeiçoar o Controlo de Qualidade Industrial nos anos 60.

Componentes do diagrama de Ishikawa:

1. Cabeçalho: título, data, autor (ou grupo de trabalho).
2. Efeito: contém o indicador de qualidade e o enunciado do projeto (problema). É escrito do lado direito e desenhado a meio da folha.
3. Eixo central: uma flecha horizontal, desenhada de forma a apontar para o efeito. Normalmente desenhada a meio da folha.
4. Categoria: representa os principais grupos de fatores relacionados com efeito. As flechas são desenhadas inclinadas e as pontas a convergir para o eixo central.
5. Causa: causa potencial, dentro de uma categoria que pode contribuir com o efeito. As flechas são desenhadas em linhas horizontais, a apontar para o ramo de categoria.
6. Sub-causa: Causa potencial que pode contribuir com uma causa específica. São ramificações de uma causa.

O efeito ou problema é fixado no lado direito do desenho e as influências ou causas maiores são apresentadas no lado esquerdo.

Os diagramas de causa e efeito tem a finalidade de descobrir a causa raiz de um determinado problema (efeito), por isso deve ser trabalhado em grupo e não individualmente, pois todas as ideias são bem-vindas e assim o tempo despendido para solucionar o problema é menor.



Figura 1.6. Diagrama de Ishikawa

### 1.2.7. Metodologia 5S

O 5S é uma metodologia que visa a qualidade total. O 5S tem como objetivo mobilizar, motivar e consciencializar toda a empresa para a qualidade total, através da organização e da disciplina no local de trabalho. É assim chamado devido a primeira letra de 5 palavras japonesas:

- Seiri (Utilização) – Separar o necessário do desnecessário, ou seja, eliminar do espaço de trabalho o que é inútil.
- Seiton (arrumação) – Colocar cada coisa no seu lugar, ou seja, arrumar o espaço de trabalho de forma eficaz.
- Seiso (Limpeza) – Cuidar e limpar o local de trabalho, ou seja, melhorar o nível de limpeza.
- Shitsuke (Disciplina) – Todos têm de ajudar e são responsáveis pelo seu local de trabalho, ou seja, incentivar a melhoria contínua dos trabalhadores.
- Seiketsu (higiene) – Criar normas (Standards) claras para a triagem/arrumação/limpeza.

A metodologia possibilita desenvolver um planeamento sistemático, permitindo de imediato uma maior produtividade, segurança, um bom clima organizacional, a motivação dos funcionários, com conseqüente melhoria da competitividade dentro da empresa.

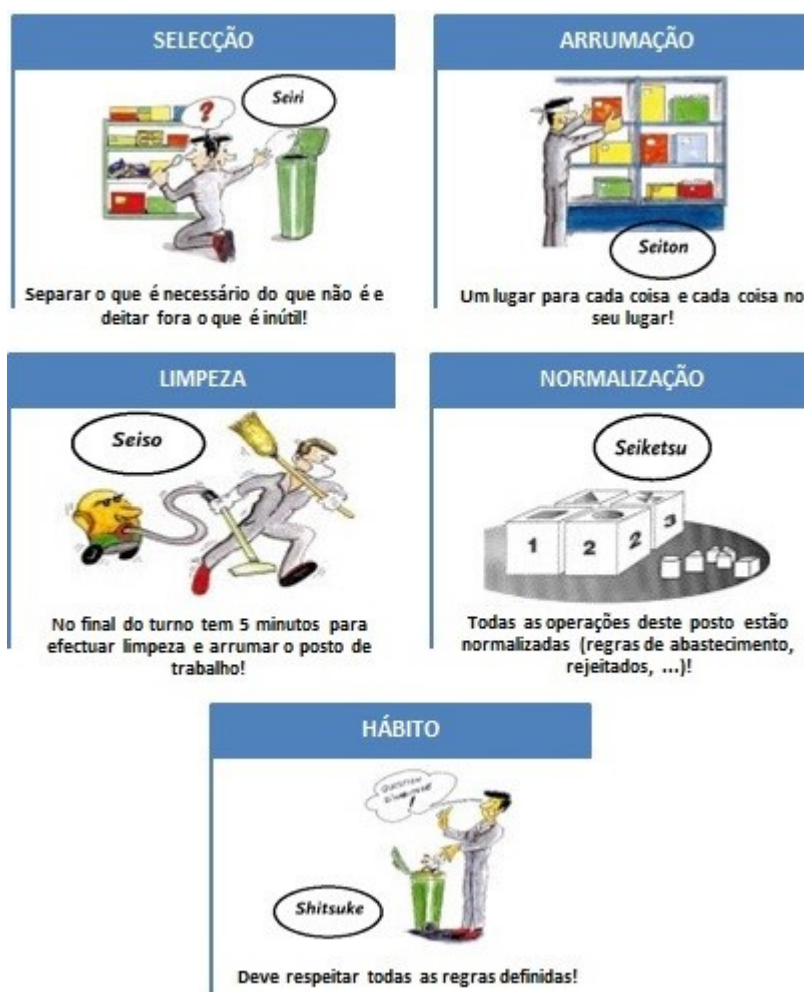


Figura 1.7. Passos da metodologia 5S

Os principais benefícios da metodologia 5S são:

1. Maior produtividade ao reduzir a perda de tempo ao procurar os objetos. Só ficam no local de trabalho os objetos necessários e ao alcance da mão;
2. Redução de despesas e melhor aproveitamento de materiais. A acumulação excessiva de materiais estimula a desorganização;
3. Melhoria da qualidade de produtos e serviços;
4. Redução de acidentes do trabalho;
5. Maior satisfação das pessoas com o trabalho.

#### 1.2.8. Standard Work

O trabalho padronizado ou Standard Work (SW) é uma das ferramentas mais poderosa e menos usada da metodologia Lean. É responsável pela uniformização dos processos, o que possibilita um fluxo contínuo de produção.

Ao uniformizar processos, materiais e equipamentos, reduzem-se desvios (variação ou oscilação), garante-se a consistência das operações, produtos e serviços e aumenta-se a previsibilidade dos processos.

Esta uniformização passa pela documentação dos modos operatórios, para garantir que todos seguem a mesma sequência e utilizam do mesmo modo as mesmas ferramentas. Os três elementos principais do SW:

- Tempo de ciclo (Takt Time) – expressa a frequência com que uma peça deve sair da linha, ou, por outras palavras, é o intervalo de tempo entre a conclusão de dois produtos da mesma linha de montagem.
- Sequência de produção – conjunto de operações executadas pelo operário, segundo uma ordem predefinida, que permite a repetição do ciclo de forma consistente ao longo do tempo. Assim evita-se que o operador execute aleatoriamente as suas tarefas, reduzindo flutuações no tempo de ciclo de um produto.
- Nível WIP – quantidade mínima de peças em circulação que garante o fluxo constante de produção, quando o processo está a decorrer sem nenhuma variabilidade.

### **1.3. Estrutura do Relatório**

Este relatório trata, ao longo de 3 capítulos, o estágio efetuado. Nestes capítulos estão expostos todos os pontos relevantes do trabalho desenvolvido.

Todo o enquadramento, assim como a caracterização da empresa e as metodologias usadas estão patentes no primeiro capítulo.

O segundo capítulo engloba todo o trabalho efetuado por mim no decorrer do estágio.

As considerações finais, tal como o trabalho futuro a desenvolver constituem o terceiro capítulo.

## CAPÍTULO 2 – TRABALHO DESENVOLVIDO NO ESTÁGIO

### 2.1. Instruções de Trabalho

Todos os postos de trabalho e/ou equipamentos/dispositivos têm de ter obrigatoriamente uma ou mais instruções de trabalho. As instruções de trabalho são documentos que explicam e ilustram os procedimentos a seguir para operar os dispositivos de forma correta e segura. Anteriormente este documento era em formato Word em que descrevia:

- Cliente do produto;
- Designação do produto;
- Referência(s) do produto;
- Equipamento(s) usado(s);
- Referência(s) do(s) componente(s) montados naquele posto;
- Operação a ser efetuada;
- Processo associado à instrução e trabalho;
- Pontos de verificação;
- Observações.

Todos estes pontos têm de ser os mais claros possíveis para a melhor compreensão da operadora.

Este formato tem um problema, não é prático de se atualizar e, na maior parte dos casos, não era acompanhado de imagens que ilustravam os vários passos do processo. Por isso foi implementado um novo sistema de instruções de trabalho, chamado de “Instruções de Trabalho de 9 Passos”. Este novo formato é criado através de uma plataforma *online* a que todos responsáveis qualificados estão autorizados a utilizar. A instrução consiste em dividir o processo em 9 passos, sendo que cada um deles contém uma imagem e um texto a explicar a imagem. Ainda se pode complementar cada passo com verificações de autocontrolo (processo que se tem de verificar no início de cada turno ou quando se troca de referência do produto final), instruções de anti erro (Poka-Yoke), calibres (objetos que ajudam a verificar se os componentes têm a medida certa ou se o dispositivo sofreu alguma folga durante o seu uso), e ainda pontos críticos a verificar. No fim de preencher todos os campos necessários, a instrução de trabalho é validada e convertida para formato PDF. Este novo formato colmata o problema do formato anterior, pois consegue-se alterar cada passo individualmente, sem comprometer os outros passos e sem desformatar o documento.


		Instrução do Posto de Trabalho:		Revisão: 001/2015 Data: 2015-02-03 Criador: Alterado por:	
Tempo setup: Tempo oper.: Cadência O: Posto:		Stock: Lim. defeitos: Riscos P.Tr: Rotação de P.:		Produtos	
1		2		3	
4		5		6	
7		8		9	

Figura 2.8. Exemplo de uma IT no novo formato "9 passos"

## 2.2. Processo de Laser

### 2.2.1. Perigos com o Laser:

- 1) Radiação invisível
  - Como o feixe de laser tem um comprimento de onda de 1064nm (infravermelhos) este não é visível, isto faz com que não exista a possibilidade de verificar a sua existência, multiplicando assim o perigo de exposição involuntária.
- 2) Facilidade de focagem
  - Devido às propriedades peculiares da radiação laser, esta é muito fácil de focar. Se o feixe incidir sobre o olho humano, este tem a capacidade de o fazer, danificando o nervo ótico de forma irreversível. O feixe refletido ou disperso é igualmente perigoso.
- 3) Estão presentes níveis de densidade de energia muito elevados
  - Filtros de proteção e óculos devem ser próprios para o comprimento de onda de 1064nm. Outros filtros e óculos são ineficazes.

O feixe desfocado pode causar incêndios ou explosões mesmo à distância. A distância não serve como proteção.

- Laser Classe 1: significa que não existe perigo para a pessoa que opera com o laser. O feixe está circunscrito a uma câmara fechada.
- Laser Classe 4: significa que existe grave perigo para os olhos e pela da pessoa.

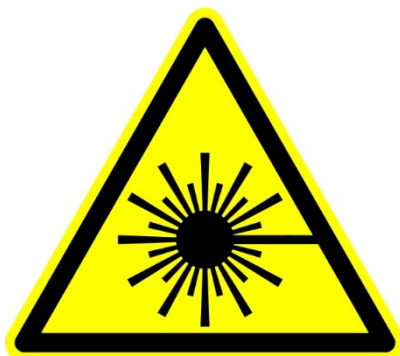


Figura 9.2. Símbolo de perigo Laser

Este sinal indica o perigo de exposição ao feixe.

Quando colocado numa parede exterior de uma máquina simboliza que a remoção dessa barreira expõe o feixe laser de forma direta ou refletida.

### 2.2.2. Funcionamento de um Laser:

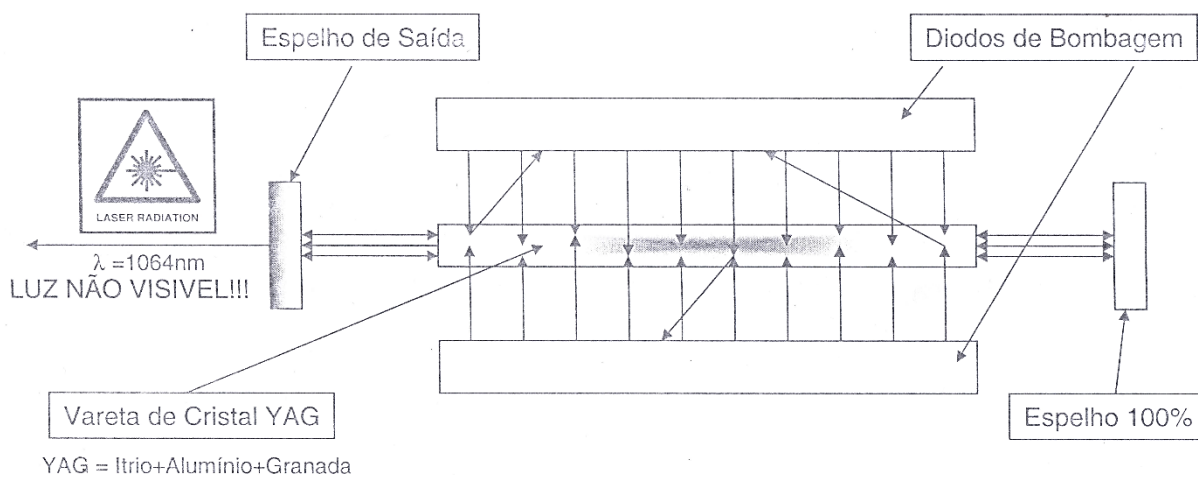


Figura 2.10. Esquema de funcionamento de um Laser

LASER = Light Amplification by Stimulated Emission of Radiation

1 – Estimulação do meio Laser (Bombeamento)

- Os díodos emitem fotões que vão chocar com os átomos da estrutura cristalina do YAG.

## 2 – Amplificação no Ressonador

- Cada fóton ao chocar com o átomo, este por sua vez gera dois fótons.
- Apenas a radiação emitida no eixo óptico (entre os dois espelhos) é aproveitável.

## 3 – Saída do feixe Laser

- O espelho de saída deixa passar uma parte da radiação interna para o exterior. Esta é a que usamos para gravar as nossas peças.

## Bombagem

- Os díodos geram radiação (fótons) que o meio laser ativo (cristal YAG) absorve. Após um tempo muito curto, o meio amplifica esta energia e este sai da vareta.

## Emissão Espontânea

- Os fótons são emitidos pelo meio em direções aleatórias. Só a radiação que é emitido no eixo óptico entre os dois espelhos e utilizável.

## Emissão Estimulada

- A radiação gerada pode estimular outros átomos e moléculas para lhes fornecer a sua energia, também. O resultado é radiação adicional que tem as mesmas propriedades da radiação recebida. Quando a radiação atravessa a vareta, é amplificada.

## Amplificação da Radiação

- Porque a radiação passa pela vareta várias vezes refletida pelos espelhos, e de cada vez ela é amplificada, é possível gerar uma radiação de energia muito alta dentro do ressonador.

## Saída do Feixe Laser

- Quando se quer usar esta energia, um dos espelhos deve ser semi-transmissor. Uma certa percentagem da radiação interna é transmitida e pode ser usada para fins técnicos.

**2.2.3. Q-Switch, Diafragma e Obturador:**

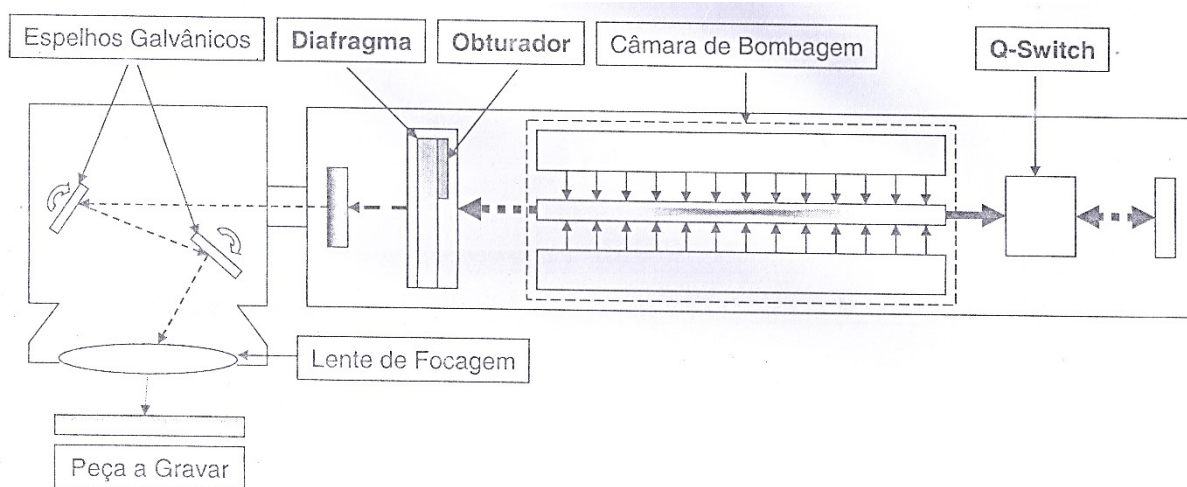


Figura 2.11. Q-Switch, Diafragma e Obturador

O Q-Switch é responsável por interromper o feixe de forma pulsada, a uma dada frequência, durante a gravação e de forma contínua durante os saltos.

O Diafragma é um controlo mecânico do diâmetro do feixe Laser, regulando desta forma a sua Potência e Qualidade.

O obturador é um controlo eletromecânico da passagem do feixe Laser. É o elemento de segurança que deixa passar o feixe apenas durante a fase de gravação e SÓ se os circuitos de segurança estiverem fechados.

**2.2.4. Cabeça do Laser (“Laser Head”):**

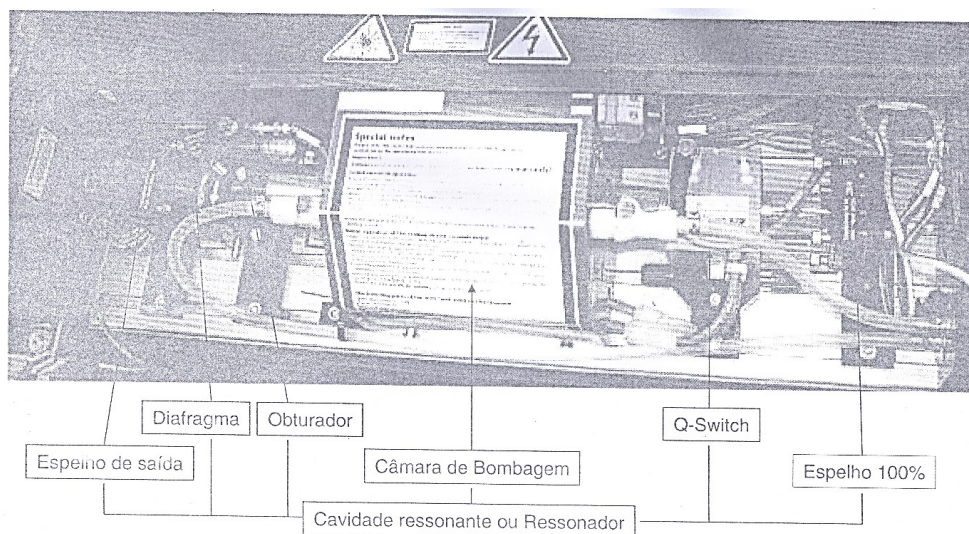


Figura 2.12. Cabeça do Laser

---

### Câmara de Bombagem

- Contêm os díodos e o meio Laser ativo (vareta YAG). Produz o feixe Laser em conjunto com o espelho 100% e o espelho de saída.

### Ressonador

- É composto por todas as unidades óticas entre os espelhos 100% e de saída.

### Q-Switch

- Produz a pulsação do feixe Laser e interrompe o mesmo durante os saltos no decorrer do processo de gravação.

### Diafragma

- Reduz o diâmetro do feixe e a sua potência.

### Obturador

- Elemento de segurança dentro do ressonador. Interrompe o feixe quando o sistema não está a gravar ou se abirmos um sistema de proteção.
- 

### Cabeça de Varrimento

- Dois espelhos galvânicos, com angulo controlado por servomotores, defletem o feixe Laser para posições calculadas em X e Y.

Uma lente montada nesta cabeça faz a focagem do feixe Laser sobre a peça a gravar.

## 2.2.5. Sistema de Refrigeração:

### Regras de Manutenção

- Usar sempre água com condutividade inferior a 5 $\mu$ S (microSiemens);
- Nunca usar um funil (ou qualquer outro instrumento) para encher o reservatório com água (3,5 L). Despejar diretamente do garrafão.
- A água que sobra no garrafão apenas pode ser usada para corrigir níveis nos outros refrigeradores. Nunca guardar para usar mais tarde.
- Nunca substituir tubos ou acessórios com fuga por outros diferentes dos originais (Ex.: Tubo pneumático)

## Temperatura

- Quando o Laser se encontra em funcionamento, a temperatura da água deve rondar os 22 °C.
- É normal verificarem-se temperaturas na ordem dos 30 °C momentos após desligar o Laser.
- O Laser desliga com alarme de alta temperatura a partir de 35 °C.

## Caudal

- Com filtros novos, o caudal é de cerca de 4,5 L/min.
- À medida que o filtro de partículas (10µm) vai ficando colmatado, o caudal vai diminuindo.
- O Laser desliga com alarme de caudal mínimo aos 3,0 L/min.

## Condutividade

- Deve ser usada água desionizada com condutividade inferior a 5µS (microsiemens)
- O filtro de iões destina-se a baixar a condutividade da água.
- O Laser desliga com alarme de alta condutividade a partir de 8µS.

### 2.2.6. Módulo de diagnóstico:

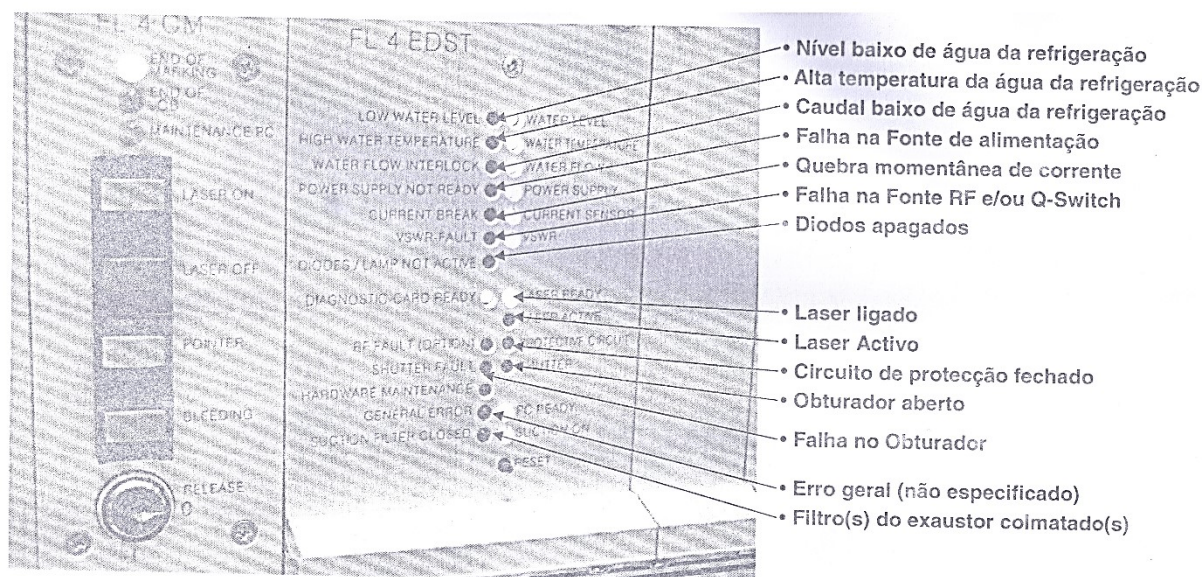


Figura 2.13. Exemplo de um módulo de diagnóstico

Sempre que houver uma avaria no Laser, deve-se consultar o módulo de diagnóstico. Na maior parte das avarias este ajuda a um despiste imediato da causa da mesma.

### 2.2.7. Gravação de símbolos Laser:

#### Desenho de Linhas

- Sendo o feixe Laser, como já vimos, pulsando, podemos obter uma linha com uma sequência de pontos.
- A definição gráfica dessa linha é inversamente proporcional à distância entre pontos e ao seu diâmetro.
- Em termos práticos, no Laser, a distância entre pontos é controlada pela frequência do Q-Switch e pela velocidade do varrimento do feixe através do movimento angular dos espelhos galvânicos.

$d_{(mm)} = V_{(mm/s)} / f_{(Hz)}$  A distância entre pontos pode ser calculada dividindo a velocidade de gravação pela frequência do Q-Switch.

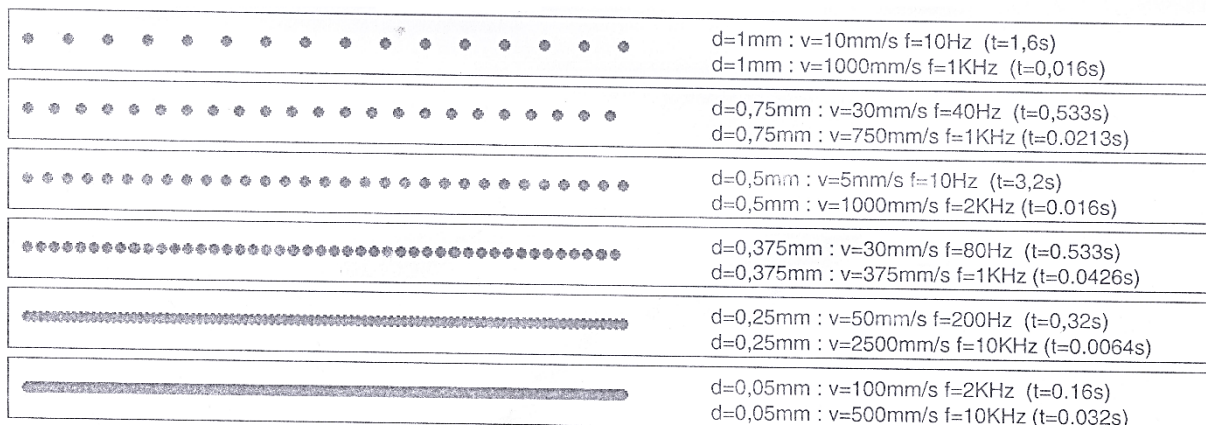


Figura 2.14. Exemplos (Linha com 16mm de comprimento)

## 2.3. Processo de Pintura

### 2.3.1. Instrução de Trabalho da Pintura

Na Pintura existe um documento em formato Excel onde estão as instruções de trabalho de cada referência pintada. Este documento comporta as instruções de Design, Limpeza, Mistura, Produção, UV (caso tenha), Laser (caso tenha), Controle, Inspeção, Alertas da Qualidade e Embalagem para todas as referências da Pintura. Todos os técnicos e operadores da Pintura podem e devem consultar este ficheiro, mas apenas os responsáveis do Processo o podem alterar, por isso este está bloqueado por palavra-passe. Todas as células do documento estão igualmente bloqueadas, exceto um único campo onde se pode introduzir a referência.

Todas as referências têm o mesmo formato “xxxxx-xxx/xxxx”, onde os primeiros 8 dígitos são a referência do componente e os últimos 4 dígitos são o Índice. Este Índice serve para informar sobre a versão do componente. Um exemplo poderia ser uma alteração de engenharia (aumentar um diâmetro, polir a peça, alterar a forma do snap-in, etc.) ou então uma alteração de tinta. A referência, com essa alteração, passaria de xxxxx-xxx/xxx1 para xxxxx-xxx/xxx2.

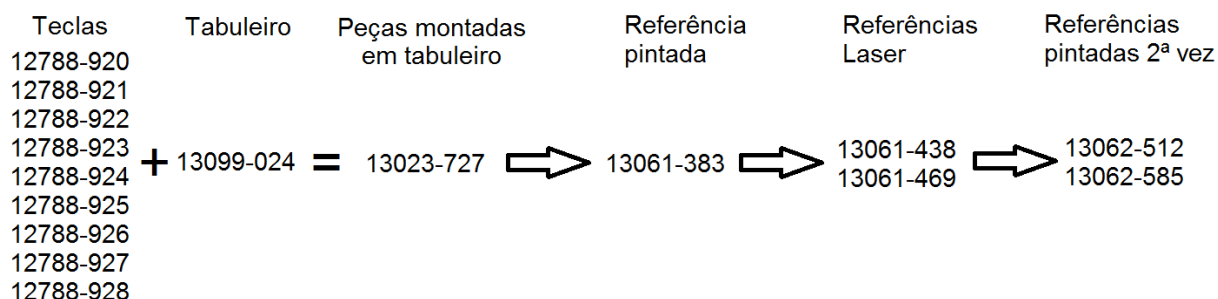


Figura 2.15. Exemplo da evolução de referências

Neste caso, existem 9 teclas que são montadas num tabuleiro. Depois esse tabuleiro com peças vai para a máquina para ser pintado. No Laser são gravadas duas versões diferentes de símbolos, daí as duas referências. No fim, voltam para a máquina para serem novamente pintados.

Funcionamento do ficheiro das instruções de trabalho da Pintura:

Como foi dito anteriormente, este ficheiro funciona através das referências pintadas dos componentes. Caso seja colocado alguma referência que não seja pintada, é apresentado uma mensagem de erro:

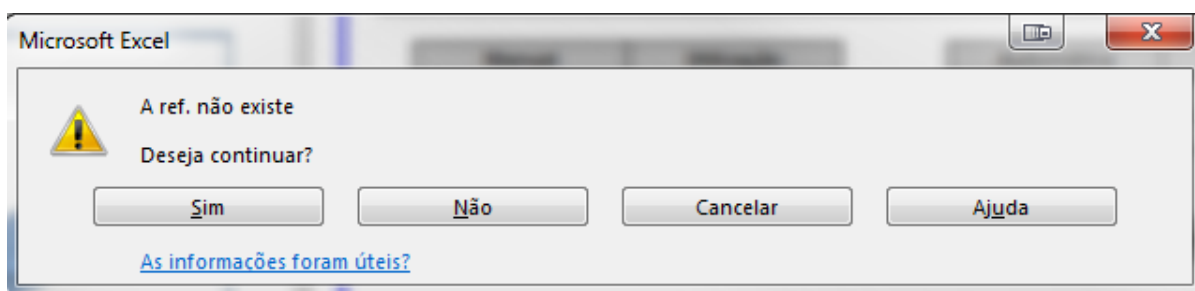


Figura 2.16. Mensagem de erro da instrução de trabalho

Ao introduzir a referência pintada, todos os campos são automaticamente atualizados com os dados da referência.


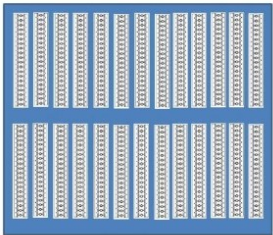

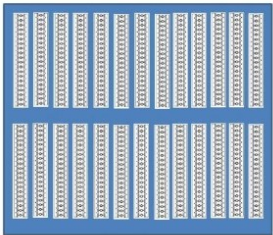

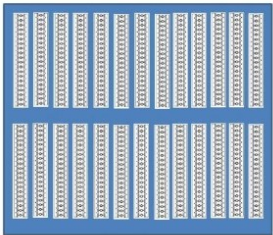

INSTRUÇÕES DESIGN PINTURA																									
CLIENTE:	<input type="text" value="AUDI / Porsche"/>	REFª PLÁSTICO:	<input type="text" value="00900-059/..."/>																						
PROJECTO:	<input type="text" value="UIF"/>																								
REFª PINTURA:	<input type="text" value="00900-060"/>	<input type="text" value="Ref"/>																							
<table border="1"> <tr> <td rowspan="2">  </td> <td> <b>Componente</b>  <b>Cobre:</b> </td> <td>  </td> </tr> <tr> <td> <table border="1"> <tr> <td>1</td> <td>20x 00900-059</td> <td>1</td> <td>00900-059/</td> </tr> </table> </td> <td colspan="2"></td> </tr> <tr> <td colspan="3"> <b>Informação Adicional</b>            26 réguas de caps por tabuleiro            520 Peças por tabuleiro         </td> <td></td> </tr> <tr> <td> <b>Tabuleiro</b> </td> <td colspan="3"> <b>Metálico (sem referência)</b> </td> </tr> <tr> <td colspan="4" style="text-align: right;">00900-060</td> </tr> </table>					<b>Componente</b> <b>Cobre:</b>		<table border="1"> <tr> <td>1</td> <td>20x 00900-059</td> <td>1</td> <td>00900-059/</td> </tr> </table>	1	20x 00900-059	1	00900-059/			<b>Informação Adicional</b> 26 réguas de caps por tabuleiro 520 Peças por tabuleiro				<b>Tabuleiro</b>	<b>Metálico (sem referência)</b>			00900-060			
	<b>Componente</b> <b>Cobre:</b>																								
	<table border="1"> <tr> <td>1</td> <td>20x 00900-059</td> <td>1</td> <td>00900-059/</td> </tr> </table>	1	20x 00900-059	1	00900-059/																				
1	20x 00900-059	1	00900-059/																						
<b>Informação Adicional</b> 26 réguas de caps por tabuleiro 520 Peças por tabuleiro																									
<b>Tabuleiro</b>	<b>Metálico (sem referência)</b>																								
00900-060																									
<b>OBSERVAÇÕES:</b> Os desenhos apresentados destinam-se a auxiliar a identificação visual das diversas peças, e, nalguns casos, a fornecer informações esquemáticas adicionais. As versões originais dos desenhos representados encontram-se disponíveis em SAP através da transacção MM03 » Dados adicionais » Dados do Documento.																									
VALIDAÇÃO DO DOCUMENTO																									
ENGENHARIA DE PROCESSO		QUALIDADE																							
Registo: EP5087/3 Dados de emissão: Data: 30-01-2015 Resp.: C. Faia	<input type="text" value="C. Faia"/>	<input type="text" value="25-02-2013"/>	<input type="text" value="R. Botelho"/>																						
		<input type="text" value="25-02-2013"/>	<input type="text" value="25-02-2013"/>																						

Figura 2.17. Página principal da instrução de trabalho

Em cada página do documento estão diferentes dados divididos por categorias:

➤ <INSTRUÇÕES DE DESIGN> Devolve a imagem (não é desenho técnico!) da referência selecionada. Em alguns casos identifica também o suporte de pintura respetivo e informa sobre o conceito de unidade subjacente (nalguns casos 1 unidade = 1 peça isolada e noutros 1 unidade = conjunto de peças mais o suporte de pintura).

➤ <INSTRUÇÕES DE LIMPEZA> Nesta folha está especificado o tipo de limpeza manual (álcool isopropílico ou ar ionizado), limpeza automática (ar ionizado ou CO<sub>2</sub>), a direção de limpeza com panos e a orientação de colocação das peças no tapete da máquina.

- <INSTRUÇÕES DE MISTURA> Informa quantas aplicações tem a referência selecionada, as tintas, endurecedor 1K e a conversão para 2K, diluentes definidos, as relações de mistura e as viscosidades padrão.
- <INSTRUÇÕES DE PRODUÇÃO> São duas folhas! Uma para a linha *Sprimag* e outra para a *Venjakob*. Consoante a referência selecionada, ambas as folhas ficarão ativas, ou apenas uma delas, dependendo se essa referência é pintada na linha *Sprimag*, na *Venjakob* ou nas duas. As folhas têm *layouts* e informações diferentes devido às diferentes capacidades do software das máquinas que, podem, por si só, gravar mais ou menos informação nos seus próprios programas.
- <INSTRUÇÕES UV> Indica os valores de radiação UVA, UVB, UVC, UVV e a potência associada em percentagem.
- <INSTRUÇÕES DE GRAVAÇÃO LASER> Aqui é apenas apresentada uma imagem do laser.
- <INSTRUÇÕES DE CONTROLO> Informa os valores e intervalos de controlo para cor, brilho e espessura de cada referência, assim como os equipamentos a utilizar para efetuar as medições. Se o equipamento pré-definido não estiver disponível, aparece a opção dos equipamentos alternativos para estes valores.
- <INSTRUÇÕES DE INSPEÇÃO> Nesta folha mostra os caminhos de inspeção que as inspetoras devem seguir para uma melhor inspeção das peças pintadas.
- <INSTRUÇÕES DE ALERTAS DE QUALIDADE> Indica caso existam características específicas que devem ser garantidas como, por exemplo, fugas de luz em pontos específicos, empenos de peças finas ou, por exemplo, amostras limite para *overspray*.
- <INSTRUÇÕES DE EMBALAGEM> Descreve o tipo de embalagem a utilizar e o número máximo de peças permitido, separadores a utilizar e alternativos e/ou esquema de embalagem. Sempre que possível associa uma imagem da embalagem para auxílio visual.

Embora este ficheiro disponibilize toda a informação relativa ao processo de pintura de todas as referências, a dita informação não existe neste ficheiro. Este ficheiro é apenas um "quadro" onde é apresentada a informação solicitada, mas que não contém em si verdadeiramente nenhum dado. A informação que aparece aqui está toda compilada num outro ficheiro designado por "Base de Dados Geral" que se encontra na mesma localização da instrução de trabalho.

Tal como a instrução de trabalho, a base de dados geral também se encontra bloqueada. Ao contrário da instrução de trabalho, em que a sua formatação é bastante complexa, a base de dados apenas é uma tabela onde estão todos os dados. Mas toda essa informação é de extrema importância. Qualquer alteração errada/inadvertida que se processe neste ficheiro será reproduzida na instrução de trabalho e instruirá erradamente os técnicos da pintura com consequências desastrosas!

Como foi referido, qualquer alteração ao ficheiro será reproduzida automaticamente no ficheiro da instrução de trabalho. Esta funcionalidade permite ao Processo alterar a informação à Produção rapidamente e mantê-la atualizada sem dificuldades.

A estrutura do ficheiro é bastante simples. No fundo trata-se de uma matriz de grandes dimensões em que cada linha corresponde a uma referência com toda a informação respetiva. Algumas células neste ficheiro são de introdução direta e outras têm listas de seleção.

As alterações efetuadas devem ser registadas num campo próprio, com a data e a modificação feita, que pode ser, por exemplo:

- Nova medição da Placa Padrão do Produto;
- Alteração resultante de uma ECR (alteração da lista técnica);
- Etc...

A validação da IT é feita no ficheiro “Base de Dados Geral”, mas também num outro ficheiro de controlo em que o responsável de Qualidade-Pintura faz a validação da IT referente a uma referência.

Caso não haja validação, ou seja, a data de Qualidade é anterior à do Processo, o campo Qualidade (Data) fica identificado a vermelho.

ENGENHARIA DE PROCESSO		QUALIDADE	
C. Faia	25-02-2013	R. Botelho	22-02-2013

Figura 2.18. Validação errada da Qualidade-Pintura

### 2.3.2. Consumos

Devido à natureza dos materiais e processo, a atividade da Pintura não permite o estabelecimento de consumos exatos de tinta, diluente e endurecedor, entre outros. Dado que o conceito SAP de Listas Técnicas obriga à discriminação exata de consumos, foi criado um procedimento de acompanhamento e correção de consumos de tintas, diluentes e endurecedores na Pintura. Assim, são realizados e registados inventários físicos semanais a todos os materiais de pintura. Os inventários são realizados pela Produção-Pintura, sendo que tem sido da responsabilidade do Processo a análise comparativa entre o consumo real e o teórico (dado pelas Listas Técnicas) e, caso se justifique, pedir a correção do teórico para que se aproxime do real.

A análise comparativa entre os consumos teóricos e reais é de grande importância, mas de alguma complexidade.

Como a recolha de dados de inventário é semanal, a decisão de alterar as Listas Técnicas dificilmente poderá ser suportada pela análise de uma única semana. É aconselhado basear a ação de alteração pela análise evolutiva de várias semanas. Só quando se observam desvios persistentemente, crescentes ou decrescentes, se deve tomar a decisão de alterar as Listas Técnicas. Quando temos desvios positivos (ou seja, o consumo real é reiteradamente superior ao teórico) ficamos em risco de ter uma rutura de *stock*. O SAP coloca encomendas automaticamente com base nos consumos que lhe foram definidos. Sendo os consumos insuficientes face à realidade, assim serão as encomendas de reposição, no tempo e na quantidade. Quando temos desvios negativos (ou seja, o consumo real é reiteradamente inferior ao teórico) ficamos em risco de ter de sucatar material. Os materiais de pintura têm prazos de validade, e estes variam entre 2/3 meses e 2 anos, dependendo do material.

Casos os consumos inscritos no SAP estejam desajustados por excesso, o SAP irá requisitar frequentemente e em quantidade mais material para repor o *stock* que, na realidade, não está a ser consumido. Rapidamente ficamos com material em excesso que não irá ser consumido em tempo útil e que poderá ter de ser sucitado. (Nota: 1 lata de tinta de 25 kg custa aproximadamente 500€!). Devido à natureza dos processos de pintura específicos de cada referência a avaliação dos seus desvios terá, também, de ser avaliada caso a caso. Um desvio de +/- 20% numa tinta pode não ser importante num caso, mas ser de elevado risco noutra. Projetos em fase de arranque têm consumos particularmente instáveis. Tintas que entram em muitos projetos, ou projetos de grande volume, têm, por efeito do menor número de *setups*, consumos comparativamente mais baixos que aquelas que entram em poucos projetos ou projetos de baixo volume.

O sistema de gestão de tintas é feito informaticamente. Sempre que é consumida uma quantidade de tinta, esta é descontada no sistema. Novas entradas de *stock* são depois adicionadas e no final de cada semana é efetuado um controlo real das quantidades existentes e um acerto em sistema SAP. A lista de acertos é enviada semanalmente e pode ser comparada com listas anteriores. Estes acertos podem também ser retiradas do SAP. Os desvios nos consumos devem ser analisados sempre que existam e, consecutivamente, sigam uma tendência (é necessário analisar as produções efetuadas com esses produtos).

Para fazer o controlo dos consumos de tinta, foi criado um documento em Excel. Tal como o documento das instruções de trabalho da pintura, este está protegido por palavra-passe e só pode ser alterado por pessoas qualificadas.

## Consumos de Tintas 2015

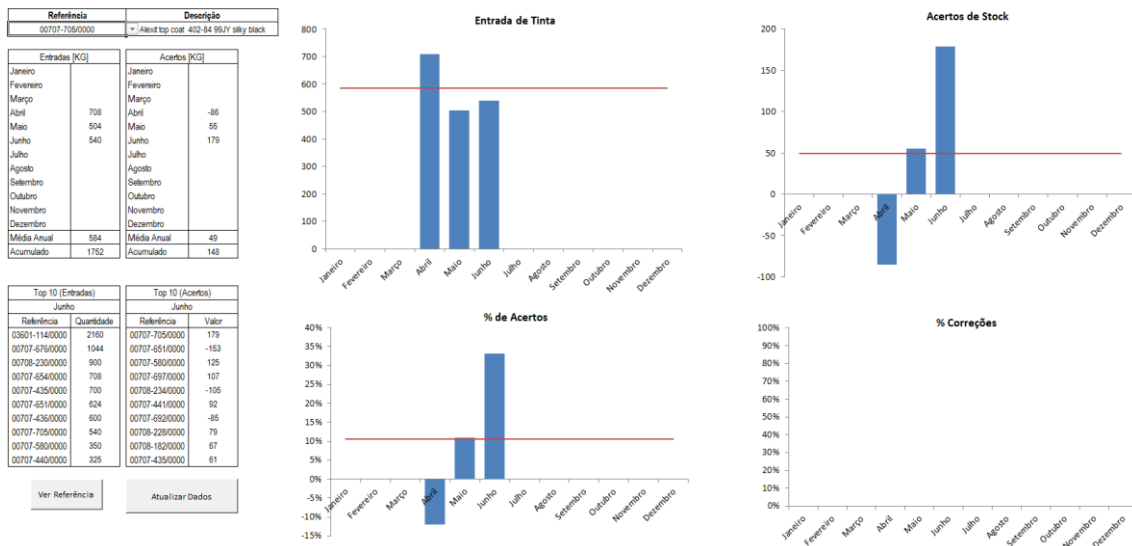


Figura 2.19. Ficheiro de controlo do consumo de tintas

No primeiro campo podemos escolher a referência de tinta que queremos consultar os dados. Em baixo podemos consultar os dados da tinta selecionada. É mostrado as entradas e acertos de cada mês do ano. Também podemos consultar o TOP 10 de entradas e acertos. Ao lado temos os gráficos que nos dão uma ideia visual dos consumos.

### 2.3.3. Capacidade

Na Pintura, existem duas máquinas de pintura, cada uma com a sua capacidade. A máquina mais recente consegue pintar o dobro das peças em metade do tempo, em relação à máquina mais antiga. Isto faz com que a máquina mais recente seja 4 vezes mais eficiente. É usado pelo processo um documento em Excel que contém a carga das máquinas com base nos Planos de Vendas distribuídos e com base em *Forecasts* de 3 meses retirados do SAP (análise mais fina!). Este ficheiro, ao contrário dos outros, está desprotegido e pode ser alterado por qualquer pessoa que tenha acesso à pasta da Engenharia. Assim, encontramos separadores que representam as quantidades previstas nos respetivos Planos de vendas; um separador para onde são exportadas as necessidades do SAP a 3 meses; um separador em que é feita a caracterização dos projetos (número peças por tabuleiro, tempo de pintura, 1 ou 2 camadas de tinta...) e a sua distribuição pelas máquinas; e um separador de visualização gráfica da capacidade por máquina e global, com base na distribuição dos projetos no separador respectivo.

O *Forecast* SAP a 3 meses é retirado no final de cada mês, para os 3 meses seguintes. Ou seja, no final de Janeiro tiram-se as necessidades de Fevereiro, Março e Abril e exporta-se para o

separador respetivo. Se a formatação atual for mantida este separador elimina automaticamente a duplicação de quantidades originada por projetos com duas aplicações.

Exemplo:

A referência 13034-647/0003 tem duas aplicações de tinta (primário mais cor).

Se num determinado mês tivermos uma necessidade de produção de 1.000 peças, em SAP vão aparecer duas entradas consecutivas para a mesma encomenda de 1.000 peças cada (a 1ª e a 2ª aplicação). Se não eliminarmos esta duplicação vamos carregar a máquina com 2.000 peças quando só precisamos de 1.000.

Quando as referências têm duas aplicações, esta informação, e conseqüente impacto na capacidade, é dado no separador "*Product Assignment*".

Os dados colocados no separador SAP *Forecast* são lidos e representados graficamente, de forma automática pelos separadores *Product Assignment* e *Machine Load*. A informação relativa aos Planos de Vendas já está calculada e não deverá ser alterada. Estes ficheiros são anuais estruturados em visões mensais. A Produção-Pintura participa e complementa este ficheiro facultando a informação relativa ao OEE e ao tempo efetivamente produzido (chamado de Real). Faço notar que nestes ficheiros não é contabilizada/inserida a rejeição específica de cada referência. Todas as referências são afetadas de igual forma e peso pelo mesmo índice OEE médio calculado pela Produção. A responsabilidade de atualização/manutenção/alteração deste ficheiro compete ao Processo. Compete igualmente ao Processo disponibilizá-lo mensalmente (ou sempre que se justifique) e atualizado à Produção.

#### **2.3.4. Procedimento de Pintura de Amostras**

Quando se inicia um novo projeto ou existe algum desvio em algum parâmetro de pintura nas peças, o procedimento a seguir será o de amostras. A pintura de amostras é um procedimento feito com poucas peças e, em cada produção, altera-se os parâmetros da máquina a fim de ajustar os parâmetros de pintura da peça de uma forma mais controlada.

A informação da necessidade de realizar amostras para novos projetos é, normalmente, comunicada pelos líderes de Projetos e/ou LPMs.

O planeamento do processo de amostras de pintura não existe formalmente. Em nenhum projeto, o processo de amostras/qualificação da pintura é tido em conta no *Timing Master Plan*. Não são por isso definidos os *timings* para início de realização de amostras, qualificação, otimização, etc. As amostras da pintura estão naturalmente dependentes dos timings das amostras dos plásticos. Só quando existem peças plásticas é que a Pintura pode requisitá-las (internamente ou à NES, dependendo da sua proveniência) para iniciar o seu processo. Infelizmente, e porque a pintura nunca é considerada no planeamento dos projetos, assim que

existem peças plásticas passa a existir logo necessidades de peças pintadas para testes de montagem, iluminação, séries de processo internas ou de clientes. Embora nada desejável, é frequente os projetos entrarem na fase de série de processo e/ou SOP, sem que a pintura esteja ainda devidamente aprovada.

Assim que é comunicada a existência de peças pintadas num novo projeto, deverão ser obtidas as seguintes informações tão rápido quando possível:

- Referências e desenhos de todas as peças com pintura; (obter informação junto dos líderes de projetos PP/NES ou através da engenharia de processo e pintura e superfícies da NES - (*Produktion engineering Surface and plastic technologies*)).
- Sistema de pintura e fornecedor definido para cada uma dessas referências; (obter informação junto dos líderes de projetos PP/NES ou através da engenharia de processo e pintura e superfícies da NES - (*Produktion engineering Surface and plastic technologies*)).
- Contactar o(s) fornecedor(es) dos diferentes sistemas de pintura e solicitar o envio das *Technical Data Sheets (TDS)* e *Material safety Data Sheets (MSDS)* respetivas;
- Obter as placas padrão de cor para cada sistema de pintura; (junto dos líderes de projetos PP/NES ou através da engenharia de processo e pintura e superfícies da NES - (*Produktion engineering Surface and plastic technologies*)).
- Obter uma previsão para a disponibilidade das peças plásticas;

Assim que as informações anteriores são conhecidas (desenhos, sistemas de pintura, placas padrão, fichas técnicas e de segurança) dever-se-ão encomendar todos os materiais de cada sistema de pintura definido. Caso não haja nenhuma posição de investimento do projeto para a compra das tintas para amostras a requisição de compra deverá ser feita para o Centro de Custo da pintura. Aconselha-se, no entanto, que mesmo na ausência de posição de investimento, o líder do projeto seja informado dos avultados custos das tintas para que se comece a criar o hábito de reservar verbas dos projetos para estas situações. A requisição de compra deverá ir acompanhada já das cotações enviadas pelo fabricante. Assim agiliza-se o procedimento das Compras. Se o *Part Number* estiver criado na PP a encomenda pode ser feita diretamente pelo departamento de compras.

Dados para a pintura de amostras:

Tipos de amostras produzidos:

- Sistema de pintura novo;
- Sistema de pintura existente.

A produção de amostras deve ser feita fora dos turnos de produção normal quando:

- Não exista capacidade máquina disponível durante os turnos de produção normal.

Condições:

- Lista técnica BOM e Planos de trabalho e/ou peças tem de estar disponíveis.
- Exceções têm de ser autorizadas pela gerência.
- O pedido da produção de amostras deve ser enviado com uma semana de antecedência.
- É possível, sob pedido, pintar as primeiras peças durante a produção de amostras.

Exceções:

- Amostras com suporte técnico do fornecedor de tinta (durante os turnos normais se estes não estiverem disponíveis).
- Situações especiais.

Recursos mínimos (Requeridos):

- Engenharia de Processo;
- Responsabilidade da Qualidade da Pintura;
- Produção;
- Técnico da linha de pintura (1);
- Operador (1).

Importante:

- Amostras planeadas não podem ser consideradas no indicador de rentabilidade da máquina.

<b>Objetivo:</b>	<b>Quem:</b>	<b>O Quê: Pedido Amostras</b>	<b>Para:</b>	<b>Ação: Planear e Informar</b>
<b>Fazer amostras iniciais</b>	Engenharia Processo - Pintura	Definir e informar: 1) Solicitar máquina pintura 2) Tempo estimado máquina 3) Disponibilidade das peças plásticas, pintura e tabuleiros 4) Condições especiais se necessário (Setup comum)	Planeador da linha de Pintura	1) Data das amostras de pintura 2) Recursos humanos
<b>Otimização amostras (Pintura Standard)</b>	Engenharia Processo - Pintura	Definir e informar: 1) Equipamento pintura 2) Referências pintadas 3) Condições especiais	Planeador da linha de Pintura	1) Data das amostras de pintura 2) Recursos humanos 3) Peças e tinta
<b>Produção inicial</b>	Montagem Planeamento linha Planeamento laser Outros	Definir e informar: 1) Referências 2) Quantidades	Planeador da linha de Pintura	1) Data das amostras de pintura 2) Recursos humanos
			Engenharia Processo - Pintura	Apoio técnico

Tabela 2.1. Tabela do fluxo de responsabilidades (Com BOM disponível)

Sem BOM disponível (Plano de Trabalho não disponível)) – Só com autorização da administração da empresa:

<b>Objetivo:</b>	<b>Quem:</b>	<b>O Quê: Pedido Amostras</b>	<b>Para:</b>	<b>Ação: Planear e Informar</b>
<b>Amostras iniciais</b>	Engenharia Processo - Pintura	Definir e informar: 1) Solicitar máquina pintura 2) Tempo estimado máquina 3) Tempo montagem peças 4) Planear peças plásticas iniciais, tinta e tabuleiros 5) Condições especiais se aplicável (Setup comum)	Planeador da linha de Pintura	1) Data das amostras de pintura 2) Recursos humanos
<b>Otimização amostras (Pintura Standard)</b>	Engenharia Processo - Pintura	Definir e informar: 1) Equipamento pintura 2) Referências pintadas 3) Condições especiais	Planeador da linha de Pintura	1) Data das amostras de pintura 2) Recursos humanos 3) Peças e tinta
<b>Produção inicial</b>	LPM Planeador laser Outros	Definir e informar: 1) Referências 2) Quantidades	Planeador da linha de Pintura	1) Data das amostras de pintura 2) Recursos humanos
			Engenharia Processo - Pintura	Apoio técnico
<b>BOM na planta 3000</b>	PM/LPM	Pedido de criação de BOM's	(NES)	Informar data de implementação

Tabela 2.2. Tabela do fluxo de responsabilidade (Sem BOM disponível)

### 2.3.5. Qualificação das amostras

A execução de amostras é orientada pela comparação com a respectiva placa padrão. A comparação será tanto visual como instrumental. As amostras serão consideradas válidas assim que estiverem visualmente semelhantes à placa padrão e, as suas medições de cor (L.a.b) e brilho estejam dentro da tolerância especificada por cada cliente automóvel. O modelo tridimensional de representação de cor também designado por CIELab (CIE - Commission internationale de l'éclairage) em que as coordenadas do espaço vetorial são "L", "a" e "b". Em caso de desvio, deve prevalecer o visual, no entanto, clientes como a Audi dificilmente aceitam o desvio instrumental, mesmo que exista “*matching*” visual entre a placa mestre e a amostra.

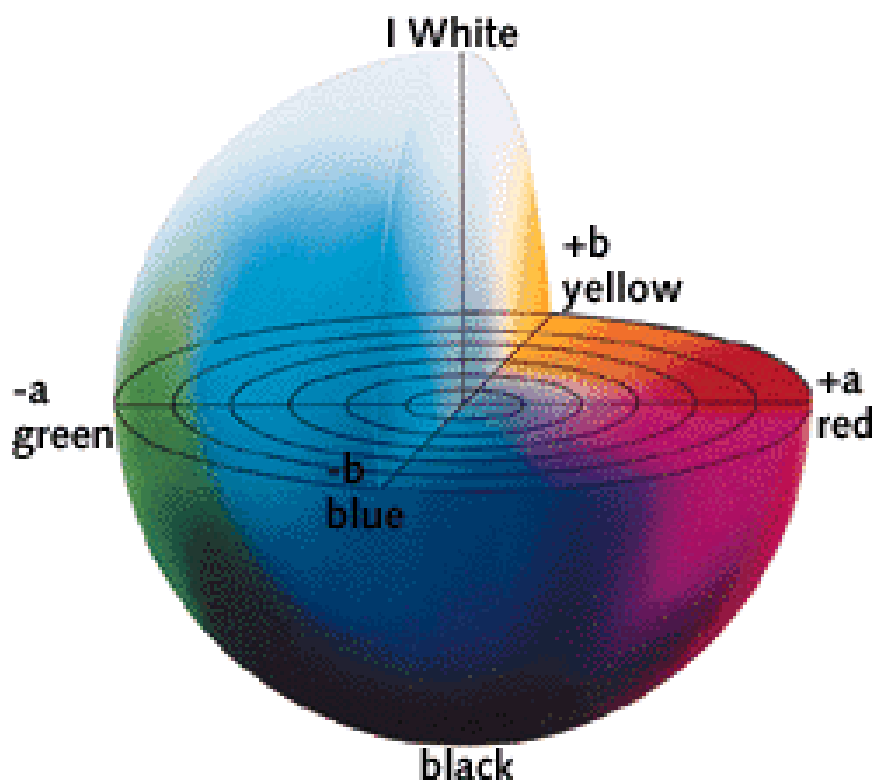


Figura 2.20. Esfera L.a.b

Quando, para uma dada amostra, se obtêm os valores de cor, brilho e espessura recomendados e os respetivos testes laboratoriais são positivos, as amostras estão aprovadas. Os testes laboratoriais são os que avaliam a resistência de adesão da tinta ao plástico após agressões químicas e/ou mecânicas.

Nota: raramente as mesmas amostras são testadas nas 3 entidades - PP, NES e Cliente. Entre serem testadas apenas por uma entidade ou pelas 3, todas as combinações intermédias são possíveis. Em caso de resultados discrepantes nos testes laboratoriais a ordem decrescente de relevância dos relatórios é: Cliente > NES > PP.

Exemplo:

Um resultado negativo no cliente, em geral, sobrepõe-se a um resultado positivo da PP. Tal como um resultado positivo do cliente se sobrepõe a resultados negativos quer da NES quer da PP.

Infelizmente nem sempre todas estas validações são simultaneamente positivas. Quando tal acontece, convém diferenciar dois casos:

1) A cor e/ou o brilho estão mal quando comparados com a placa padrão, mas os testes laboratoriais têm resultados positivos.

- Nestes casos, o sistema de pintura mostra-se resistente a agressões químicas e/ou mecânicas, pelo que o sistema de pintura não necessitará de ser alterado.
- Partindo do princípio que os desvios na cor e brilho persistem após a pintura ter esgotados os recursos que dispõe para fazer pequenos ajustes a estes parâmetros, a retificação terá de ser assegurada pelo fabricante da tinta.

2) A cor e/ou o brilho estão OK quando comparados com a placa padrão, mas os testes laboratoriais têm resultados negativos.

- Nestes casos, estando assegurado que a pintura cumpriu com os requisitos do sistema de pintura em questão (% de mistura, espessuras, tempos de cura e flash-off, etc.), considera-se que o sistema de pintura está desajustado à especificação que tem de cumprir. O fabricante da tinta tem então a responsabilidade de propor alterações (endurecedores, ou diluentes diferentes; modificação das % de mistura) ao sistema de pintura inicial.

1. Passo – Planeamento de amostras

a) Recolhe-se os materiais necessários para a realização das amostras. Caso estes materiais não estejam disponíveis na pintura, é necessário requisita-los ao armazém.

Ordem dos materiais:

- Tinta;
- Peças plásticas;
- Materiais auxiliares.

---

Requisitos:

- Especificações do cliente: Placa Mestre (Medição do L\*a\*b\*Brilho) e PV's;
- Requisitos de aplicação de tinta: TDS; MSDS.

2. Passo – Preparar primeiro teste; Preparar mistura; Preparar máquina; Pintar amostras.

Procedimentos:

1. Peças:

- Preparar pelo menos 5 tabuleiros com peças plásticas, placas de cor e placas de espessura.
- Todas as peças têm de estar limpas de qualquer contaminação como poeira, óleo, silicone, etc.
- Para a primeira amostra, o apoio de um técnico do fornecedor de tinta é recomendado, especialmente em novos sistemas de pintura.

2. Preparação da mistura de tinta:

- Os rácios de mistura de tinta estão indicados na TDS. Em caso de dúvida, contactar apoio técnico do fornecedor.
- As tintas devem permanecer armazenada pelo menos 48 horas e a 23°C antes de ser utilizada.

- I. Misture a tinta durante pelo menos 5 minutos - elimina a deposição de partículas pesadas.
- II. Preparar a mistura de acordo com a instrução de trabalho EP5087.
- III. Medir e registar a viscosidade no registo de produção (Se na tinta de base água, a viscosidade recomendada não for obtida, contactar imediatamente o fornecedor de tinta) - baixas temperaturas podem deteriorar a tinta de base água ao congelar os elementos de água).

3. Preparação máquina:

- Colocar parâmetros máquina de acordo com recomendações da TDS temperaturas da cabine e do forno, tempo de cura do forno, pressões, aplicação, tipo de bico mais indicado) ou de acordo com o histórico de produtos similares.

### 3. Passo – Medições e registo

Medições:

- Depois de concluído o ciclo de cura no forno:
  - ✓ Medir espessura,  $L*a*b$  e brilho de todas as amostras (medição nas placas);
  - ✓ Verificar a aparência de acordo com a placa padrão e/ou baseado em defeitos típicos da pintura como casca de laranja ou rebordos grossos;
  - ✓ Se os parâmetros estiverem de acordo com a amostra mestre e o aspeto visual for bom, então os parâmetros da pintura da amostra são fixados;
  - ✓ Pintar a quantidade de peças e placas (mesmo material) necessária para os testes de aprovação da pintura (corte de grelha);
  - ✓ Enviar as peças pintadas e o relatório de pintura de amostra para o teste de aprovação no laboratório;
  - ✓ Se houver algum desvio das medidas ou do relatório, repetir o procedimento.

### 4. Passo - Documentação:

- Documentação:
  - ✓ Instruções de Trabalho: EP5086;
  - ✓ Plano de Controlo: Controlo EP5086;

Parâmetros Máquina:

Fazer o *setup* de parâmetros, aplicar e verificar o aspeto “molhado”, fazer variar quantidades de tinta para atingir a espessura recomendada pela TDS (pressões de leque, atomização, altura e ângulo das pistolas).

Nota importante: Todos os sistemas de pintura são diferentes, tem diferentes comportamentos dependendo do tipo de máquina, tipo de pistolas, bico e espelho, sistema de alimentação da tinta (bomba, linha), equipamentos de controlo, etc.

### Máquina:

Nas tintas de base água: Temperatura e humidade irão influenciar os acabamentos superficiais mais ou menos rugosos. A temperatura e a humidade influenciam o rácio da taxa de evaporação (temperatura deve estar entre 21 e 25°C e a humidade entre 55-65%).

Nas tintas de base solvente: A variação da temperatura e humidade são bastante maiores na base solvente, por isso, é necessário ajustar para atingir uma boa superfície. A taxa de evaporação influencia o brilho e a aparência (incluindo efeitos metálicos).

### Nota:

É imperativo que, ao usar uma tinta ou outro componente de pintura, se verifique a sua data de validade. Como foi dito anteriormente, estes variam entre 2/3 meses e 2 anos, dependendo do material. Também se devem medir a sua viscosidade:

- Viscosidade de aplicação = viscosidade medida após a adição do endurecedor e/ou do diluente.
- Viscosidade de entrega = viscosidade da tinta antes da adição do endurecedor e/ou diluente.
- Viscosidade tixotrópica = não tem um valor específico; varia ao longo do tempo por ação da agitação.

### Pressão Leque:

- Controla o efeito zebra, muda a aparência (aplicações molhadas ou secas).

### Pressão de Atomização:

- Controla o tamanho das partículas (*overspray*) para baixo, pode originar má superfície (casca de laranja), muito alta (superfície rugosa) ou pode secar muito rápido. Nunca usar baixa pressão, ou seja, usar sempre pressões acima de 3 bar.

### Ângulo Pistola:

- Tem influência na cobertura, especialmente a cobertura lateral.

### Rácio Fluxo Tinta:

- Muito alto pode originar má superfície (casca de laranja), muito baixo (superfície rugosa).

**Configuração Pistola:**

- Tem influência na quantidade e distribuição da tinta aplicada. Se a tinta secar muito rápido pode originar casca de laranja.

**Velocidade Linha:**

- Grande velocidade significa menos tinta e menos tempo para o flash-off e forno. Muito baixa irá aumentar a quantidade de tinta criando defeitos na pintura.

**Componentes Pintura:**

- Diluente: um diluente mais rápido irá agir mais agressivamente no plástico e/ou irá provocar uma rápida evaporação. O tipo de diluente é normalmente mudado quando há defeitos como "fervura" especialmente nos cantos, superfícies com fumo (sem brilho), o ataque químico ao plástico não pode ser resolvido ao mudar os parâmetros de pintura da máquina.
- Endurecedor: Não é permitido mudar o rácio de mistura de endurecedor a menos que haja uma informação clara para tal -> modificar o valor de L e o Brilho.

**Conclusões:**

- Aumentando o valor de "L", o valor de Brilho irá descer;
- Diminuindo o valor de "L", o valor de Brilho irá aumentar;
- Muita tinta pode mostrar rebordos grossos, excesso de tinta.
- Espessura baixa irá falhar nos testes de Laboratório.
- Se o valor de "L" ou Brilho ficarem muito estáveis quando os parâmetros normais de alta gama mudam, a tinta deve ser ajustada pelo fornecedor.

No fim, todas as amostras têm de ser registadas num documento próprio. Os relatórios identificam essencialmente a data de produção da amostra e o registo da cor, brilho e espessura obtidos. Sabendo a data de realização da amostra é possível aceder aos seus parâmetros máquina, pesquisando os arquivos da produção.

**2.3.6. Suportes de Pintura (Tabuleiros)**

Suporte de pintura designa todo e qualquer dispositivo de fixação das peças plásticas durante o processo de pintura das mesmas. Os suportes de pintura têm várias designações: suportes; tabuleiros; *racks*; bastidores; *painting tray* (EN); *system tray* (EN); *Systemträger* (DE); *Lackierträger* (DE). Os suportes podem ser de diversos materiais. Na Preh utilizam-se suportes metálicos, plásticos (tendo os últimos cada vez maior expressão), *termotrays* e em casos

especiais de borracha. Este tipo de dispositivos de fixação tem tal impacto na qualidade das peças pintadas que é costume dizer-se que, com um bom suporte, metade da pintura está feita! São inicialmente desenvolvidos pela NES e posteriormente discutidos com a PP.

Tipos de suportes de pintura:

- Metal (600x600 mm)

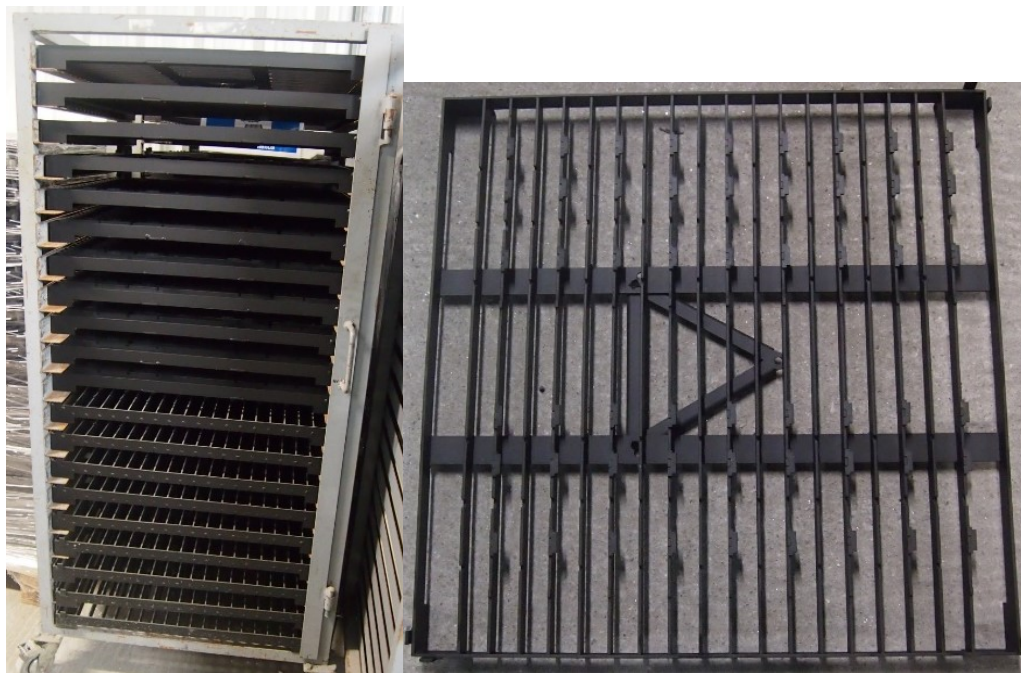


Figura 2.21. Tabuleiros de metal

- Plástico (de várias dimensões)

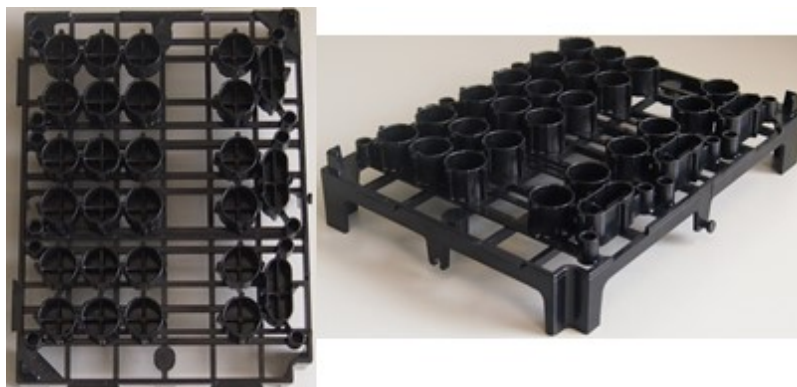


Figura 2.22. Tabuleiro de plástico (150x200 mm)

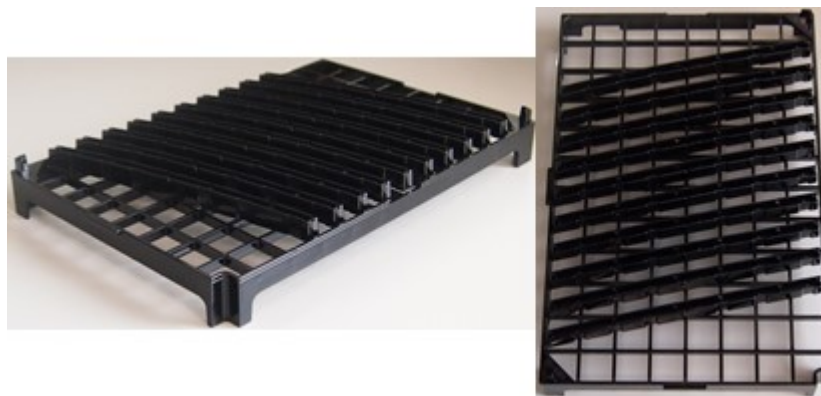


Figura 2.23. Tabuleiro de plástico (300x200 mm)



Figura 2.24. Tabuleiro *Thermotray* (300x200 mm)

- Borracha



Figura 2.25. *Tabuleiros* de borracha

Como já foi dito anteriormente, a standardização do processo é algo muito importante. E os tabuleiros de pintura não fogem a essa regra. Cada tipo de tabuleiro tem as suas características bem definidas:

---

I. Tabuleiro plástico 150x200 mm:

Características:

1 – Inscrição da referência do tabuleiro;

Nota: para o índice:

Exemplo:

13099-385/0000 -> 13099-385

13099-385/0001 -> 13099-385/

13099-385/0002 -> 13099-385//

2 – Datador na parte inferior do tabuleiro;

3 – Poka-Yoke para indexação do tabuleiro;

4 – Poka-Yoke para indexação das peças;

Altura do tabuleiro: 30, 45 ou 65 mm (dependendo da altura das peças);

Clips para configuração 600x600 mm.

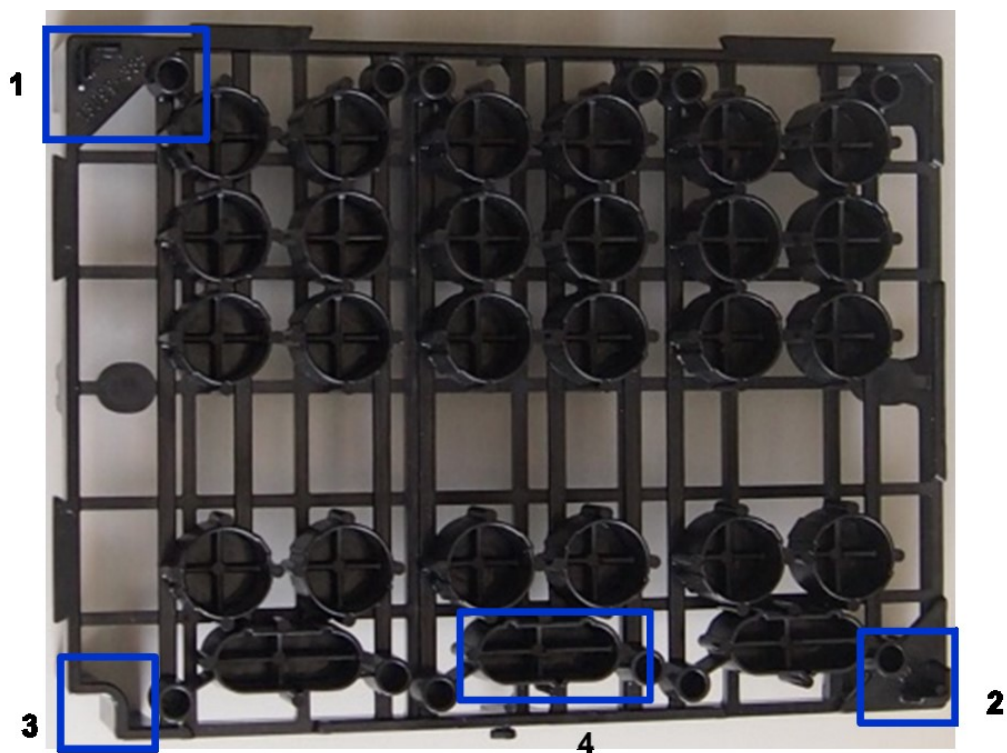


Figura 2.26. Características do tabuleiro 150x200 mm

II. Tabuleiro plástico 300x200 mm:

Características:

1 – Inscrição da referência do tabuleiro;

Nota: Para o índice:

Exemplo:

13099-385/0000 -> 13099-385

13099-385/0001 -> 13099-385/

13099-385/0002 -> 13099-385//

2 – Datador na parte superior do tabuleiro;

3 – Poka-Yoke para indexação do tabuleiro;

4 – Poka-Yoke para indexação das peças;

Altura do tabuleiro: 30 mm;

Sem Clips.

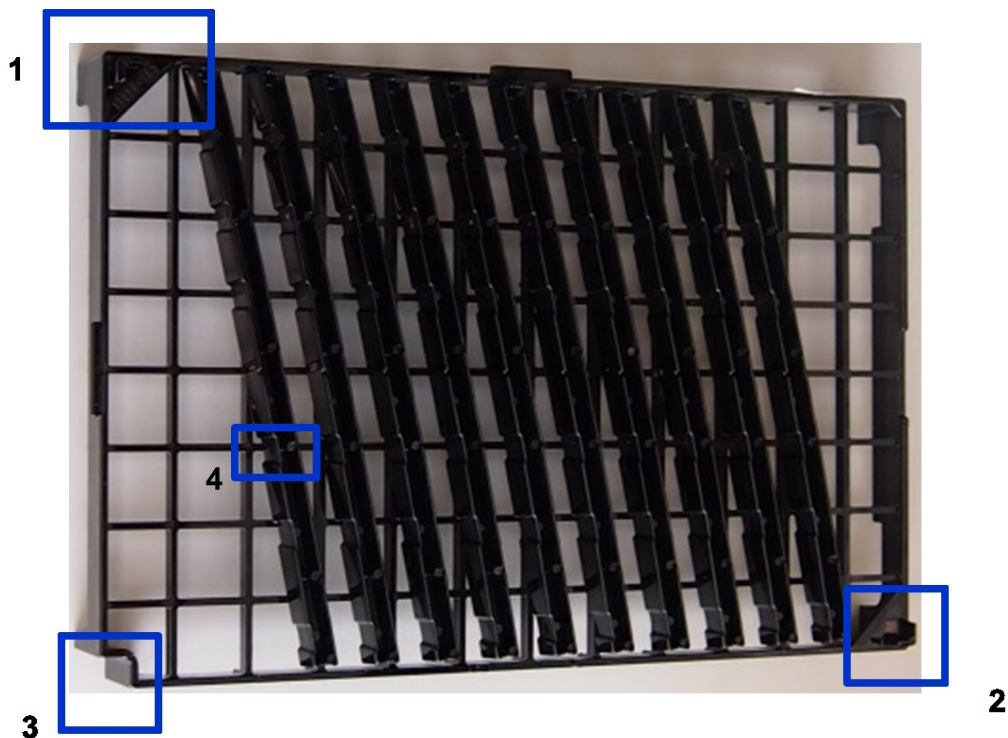


Figura 2.27. Características do tabuleiro 300x200 mm

Tabuleiros	Metálicos	Borracha	Plástico		
	600x600		600x600	300x200	Thermotrays
Especificidade	Primeiro conceito utilizado	Características de proteção específicas, não alcançáveis com tabuleiros de plástico	Produção de grandes quantidades	Laser universal com iluminação posterior - High gloss	Produção de pequenas quantidades
Custo de Ferramenta (A)	0 €	0 €	7.000 €	12.000 €	4.600 €
Custo Adicional (meio molde - para cada 4 ref) (B)			4.500 €	7.000 €	
			1.125 €	1.750 €	
Custo total da ferramenta (A + B)			8.125 €	13.750 €	4.600 €
Custo unitário		50€-240€	0,3485€ un (13099-282)	0,399€ un (13099-360)	1,91€ (13099-374)
Utilização Laser		Não	Laser 5	Laser 5 (com base adicional) Laser 6	Laser 5 (com base adicional) Laser 6
Embalagem Tipo	NA Repacking)	NA (Repacking)	Tabuleiro em palete  Carros FIFO PL6  Caixa Preta (Repacking)	Carros FIFO PL6  Caixa Preta em palete (Repacking)	Caixa Preta em palete
Outros			Ferramenta de injeção standard do Grupo Preh - Horst Mueller		

Tabela 2.3. Comparação entre os vários tipos de tabuleiros usados na Preh

## Vantagens dos tabuleiros:

Tabuleiros	Metálicos	Borracha	Plástico		
	600x600		600x600	300x200	Thermotrays
Armazém			Armazenamento em Palete (Menor Handling) 80tabuleiros*12modulos* 40peças=38400 unidades		Baixas quantidades -> baixo custo
Injeção			Menor "Handling" face aos tabuleiros de plástico de menor dimensão		
Laser			No Laser 5 não necessita de suporte adicional		
Logística			Menor "Handling" face aos tabuleiros de plástico de menor dimensão Mais estável em transporte em palete - tabuleiros com clip		
Montagem				Dimensão menor dos bordos de Linha especialmente em dispositivos com 2 ou mais componentes pintados	Dimensão menor dos bordos de Linha especialmente em dispositivos com 2 ou mais componentes pintados

Pintura		Proteger peças com requisitos específicos onde os tabuleiros convencionais não conseguem proteger	Dimensão adaptada à Sprimag e Venjackob Menor Handling face aos tabuleiros de plástico de menor dimensão Maior estabilidade na máquina de pintura (pressão das Pistolas/CO2) Aumento de capacidade fácil Fim de vida do projeto fácil de gerir	Aumento de capacidade fácil Fim de vida do projeto fácil de gerir	Aumento de capacidade fácil Fim de vida do projeto fácil de gerir
Oficina			Menor número de posições a ajustar na fase de aprovação dos tabuleiros Custo inferior ao 300x200 Menor consumo de recursos		

Tabela 2.4. Vantagens dos tabuleiros

Desvantagens dos tabuleiros:

Tabuleiros	Metálicos	Borracha	Plástico		
	600x600		600x600	300x200	Thermotrays
Armazém				Armazenamento em caixa com baixa densidade de componentes 14 tabuleiros por caixa -280 tabuleiros por palete Exemplo: 88*280 =24640un	Armazenamento em caixa com baixa densidade de componentes
Injeção				Maior "Handling" face aos tabuleiros de plástico de maior dimensão	Maior "Handling" face aos tabuleiros de plástico de maior dimensão

<p>Laser</p>				<p>Maior "Handling" face aos tabuleiros de plástico de maior dimensão. No Laser 5 necessita de base adicional.</p>	<p>Maior "Handling" face aos tabuleiros de plástico de maior dimensão. No Laser 5 necessita de base adicional.</p>
<p>Logística</p>				<p>Maior "Handling" face aos tabuleiros de plástico de maior dimensão Menos estável em transporte em palete - tabuleiros sem clip Armazenamento em caixa com baixa densidade de componentes</p>	<p>Maior "Handling" face aos tabuleiros de plástico de maior dimensão Menos estável em transporte em palete - tabuleiros sem clip</p>
<p>Montagem</p>			<p>Dimensão maior dos bordos de Linha especialmente em dispositivos com 2 ou mais componentes pintados</p>		
<p>Pintura</p>	<p>Manutenção - Queima, lavagem e Pintura antes da utilização Projeto em fim de vida -&gt; necessário guardar os tabuleiros Aumento de capacidade implica aquisição de novos tabuleiros Não Ergonómicos</p>	<p>Limpeza por lavagem Projeto em fim de vida -&gt; necessário guardar os tabuleiros, Ciclo de vida de 2-3 anos</p>		<p>Necessidade de criar suportes específicos para pinta na Sprimag Maior Handling Maior número de identificações (Etiquetas/TAG)</p>	<p>Necessidade de criar suportes específicos para pinta na Sprimag</p>

Oficina				<p>Maior número de posições a ajustar na fase de aprovação dos tabuleiros</p> <p>Custo mais elevado que o 600x600</p> <p>Maior consumo de recursos</p>	
---------	--	--	--	--	--

Tabela 2.5. Desvantagens dos tabuleiros

Os suportes são eles próprios a embalagem interna e/ou externa das peças.

Assim, e cada vez mais, o desenvolvimento dos suportes tem de contemplar soluções de fixação que também permitam sustentar as deslocações internas (porta-paletes, carros de transporte próprios para suportes, comboio logístico...) e externas (camião).

O facto de, também cada vez mais, serem utilizados diretamente nos bordos de linha, obriga a ter em consideração disposições *user-friendly* para os operadores.

A dificuldade de criação de um suporte de pintura reside na capacidade de compatibilizar os diversos requisitos que são, por definição, antagónicos.

O *design* do tabuleiro, para além do transporte, tem que ter em conta que a remoção das peças tem que ser facilitada, assim pode contrapor-se à fixação para transporte.

Solução: Desenvolvimento adequado de componentes para que seja facilitado a fixação e transporte. É muito difícil mudar algumas filosofias nesse sentido uma vez que o tabuleiro é um acessório e não um componente do produto final.

Os componentes com zonas de difícil fixação tornam-se muito difíceis de transportar.

Temos de ter em conta que os suportes, tal como as peças a que estão associados, são dispositivos dinâmicos, já que têm que acompanhar as evoluções dimensionais das peças e dos seus requisitos de pintura.

O processo de desenvolvimento, construção e aprovação dos suportes é, em geral, o seguinte:

- Desenho desenvolvido pela NES ou na PP;
- Enviar para a Oficina;
- Avaliação da conformidade com os requisitos de pintura específicos (zonas visíveis/não visíveis; zonas a proteger da tinta; distâncias entre peças adjacentes; encaixes);
- Pedir cotação e desbloquear verbas de investimento;

- Construção do molde (na PP);
- Injeção de amostras (num fornecedor a definir);
- Teste de pintura na Pintura (na PP).

Quando se faz o teste de pintura na Pintura, verifica-se os seguintes pontos:

- Os requisitos de pintura estão conformes?
  - ✓ Sim - É dada a aprovação e são injetadas as peças de série.
  - ✓ Não - O suporte é reprovado.
- O molde é recolhido do fornecedor;
- A Oficina da PP otimiza o molde;
- O molde volta para o fornecedor para injeção de novas amostras.

O Processo repete-se até que os tabuleiros estejam aprovados (Processo iterativo).

Como já foi dito, os tabuleiros de plástico são acessórios de pintura cuja função principal é a fixação de peças para o processo de pintura e em alguns casos o transporte. Devem ser sucitados a partir do momento que deixem de desempenhar a sua função principal.

A avaliação deve ser feita acordo com uma instrução de trabalho definida para o caso, ou seja, sempre que a rejeição para o projeto seja acima do espectável. Todos os tabuleiros a sucatar devem ser marcados com uma fita cinzenta. Após remoção das peças pintadas e posterior sucatagem dos tabuleiros assinalados, a Linha de Produção a que se destinam deve informar o Responsável de Produção da Pintura de modo a que seja feita a sua substituição via requisição.

### **2.3.7. Tintas UV**

#### **Tipos de cura UV**

- ✓ Existem dois tipos de cura para tintas UV: monocura (apenas requer radiação UV) e dupla-cura (requer cura térmica e radiação UV).
- ✓ As tintas de dupla-cura são mais indicadas para superfícies muito irregulares que originam várias zonas de sombra que não são alcançadas pela radiação UV.

#### **Vantagens das tintas UV em relação às tintas convencionais**

- ✓ A grande vantagem das tintas UV relativamente às convencionais reside na sua maior resistência às agressões mecânicas e químicas.

---

✓ No caso das tintas UV monocura, dado que não necessitam de cura térmica, o processo de pintura é muito rápido pelo que a probabilidade de contaminação das peças diminui consideravelmente.

### **Caracterização do mercado UV**

✓ As tintas UV monocura são já utilizadas há décadas no envernizamento (incolor) de madeiras.

✓ As tintas UV fizeram a entrada na Indústria Automóvel através dos sistemas dupla-cura. Ao contrário das superfícies planas das madeiras, a Indústria Automóvel apresenta superfícies consideravelmente irregulares onde a radiação UV não chega. As tintas dupla-cura permitem a cura da tinta nestas zonas de “sombra”, mas com estes sistemas perde-se uma das vantagens da cura UV – a sua rapidez – e o potencial de contaminação aumenta.

✓ Recentemente, os fabricantes de tintas, em cooperação com os fabricantes das câmaras e lâmpadas UV, têm melhorado os sistemas de difusão da radiação, pelo que cada vez mais se sente a aposta na tecnologia monocura.

### **Aplicação das tintas UV**

✓ Quer se trate de tintas mono ou dupla-cura a aplicação é feita nos mesmos moldes das tintas ditas convencionais.

✓ As tintas UV têm, no entanto, que ser protegidas de qualquer fonte de radiação UV antes do processo de cura. A iluminação natural tem de ser evitada e a iluminação artificial tem de ser avaliada quanto a este tipo de radiações.

✓ Pode ser necessária a utilização de tubagens opacas e/ou a aplicação de películas autocolantes anti-UV nas janelas da máquina e cabine de mistura.

✓ As tintas UV são também altamente reativas à presença de partículas metálicas como ferro ou alumínio. Por este motivo, as latas destas tintas são em plástico negro, sendo igualmente desaconselhado o uso de bombas de embraiagem nos sistemas de alimentação, pois libertam limalhas para a tinta.

✓ Circuitos de tinta independentes para UV são altamente aconselhados.

✓ O fornecedor de químicos para tratamento de água tem de ser contactado para efetuar o ajuste da coagulação/floculação a estes materiais.

✓ As tintas UV apenas são aplicáveis diretamente em substratos de PC/ABS. Quando tal não é possível é necessária a utilização de um primário.

Na PP, o sistema utilizado é de dupla cura, em que os componentes entram no forno a 80° e são “curados” no final da linha.

Da tinta utilizada na PP, a cura é feita pelas lâmpadas pelo que o seu manuseamento requer apenas o uso dos equipamentos EPI indicados para este tipo de produto químico.

Nota: O estágio em forno após cura pode ser vantajoso no caso de existirem tensões resultantes do processo.

### Riscos para a saúde

- ✓ Devido às suas características, a utilização de tintas UV apresenta riscos acrescidos para a saúde.
- ✓ A toxicidade decorrente de ingestão e/ou inalação é semelhante às tintas convencionais pelo que deverão ser aplicadas as mesmas medidas preventivas.
- ✓ No que diz respeito ao contacto com a pele e/ou olhos, deve-se proceder à lavagem imediata com água das zonas afetadas e, em nenhuma ocasião, essa pessoa deve ser exposta a radiação UV. Recorda-se que estas tintas reagem em segundos na presença de radiação UV e que após reagirem são extremamente duras.
- ✓ Os níveis de radiação UV (UVA, UVB, UVC e UVV) gerados na câmara de cura são de elevadíssima intensidade (chegam a ser 4.000 vezes superiores à radiação UV solar que chega à superfície da terra num dia de céu limpo!). Por este motivo a blindagem das radiações UV emitidas pela câmara de cura tem que ser assegurada na totalidade.
- ✓ A alta intensidade da radiação UV origina igualmente a produção de ozono no interior da câmara de cura, pelo que a sua correta ventilação tem de ser assegurada.

#### 2.3.8. Postos de Trabalho Standard na Pintura

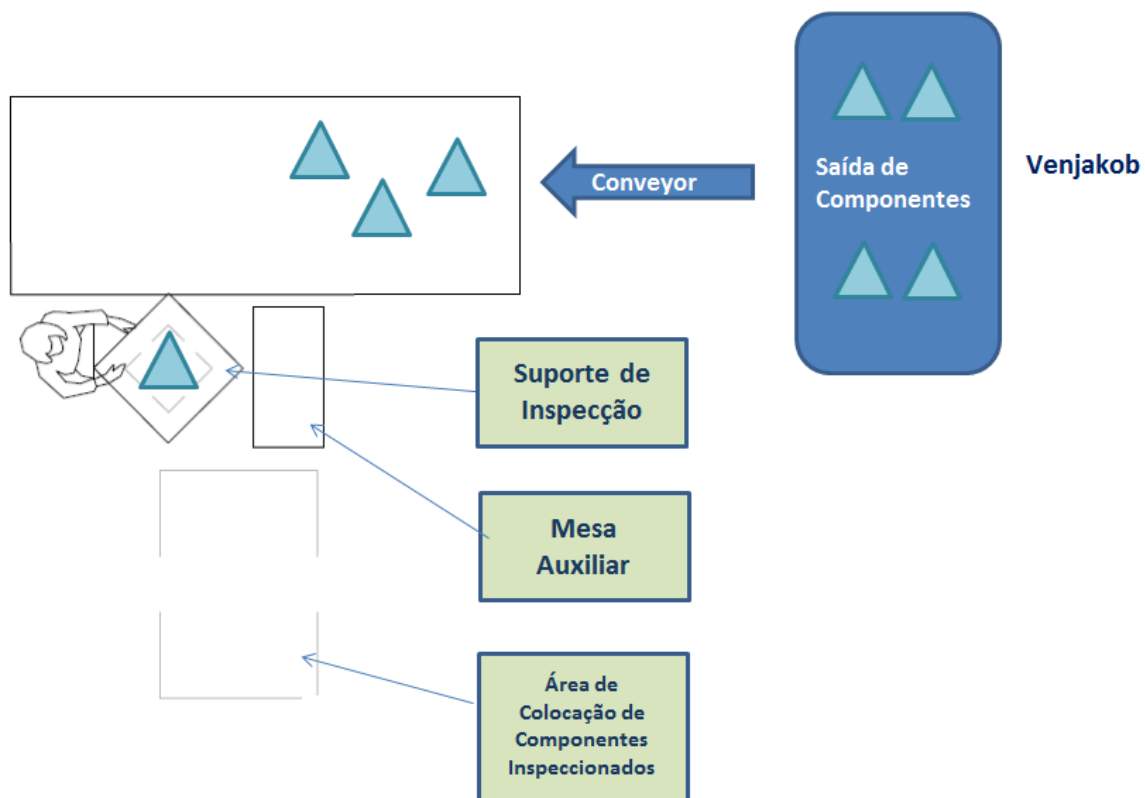
##### 1) Linha de Pintura – *Venjakob*



Figura 2.28. Zona de inspeção *Venjakob*

## Especificações e características da Linha:

- Tamanho de componentes pintados variável;
- Fluxo de componentes pintados variável;
- Inspeção em linha;
- Necessidade de flexibilidade - Máquina de pintura automática de alto débito;
- Quatro postos (*Conveyor*);
- Área de colocação de peças alinhada com a mesa (área máxima -> uma palete);
- Iluminação na zona de Inspeção (mínimo: 1400 a 1500 Lux);
- Caixa para colocação de componentes pintados não conformes devidamente identificada.

Figura 2.29. *Layout* da zona de inspeção *Venjakob*

Inspeção: os suportes de Inspeção são apenas utilizados no caso de inspeção de componentes em tabuleiro. Caso o componente seja inspecionado sem recurso a suporte a sua posição pode ser alternada com a da mesa auxiliar.

Suporte de Inspeção:

- Base giratória;
- Altura regulável;
- Rodas.

Mesa Auxiliar:

- Mesa fixa;
- Zona de colocação de Caixa para Material Não Conforme;
- Dimensões (400\*800\*830 mm).

Área de Colocação:

- Área máxima (uma palete).

2) Linha de Pintura – *Sprimag*



Figura 2.30. Zona de inspeção *Sprimag*

Especificações e características da Linha:

- Tamanho de componentes pintados de menor dimensão;
- Fluxo de componentes pintados variável;
- Posto de Inspeção Tipo Célula – Três Postos de Trabalho;

- Iluminação direta artificial na zona de Inspeção (mínimo: 1400 a 1500 Lux);
- Candeeiro de trabalho com lupa;
- Contentor para colocação de componentes pintados não conformes devidamente identificado.

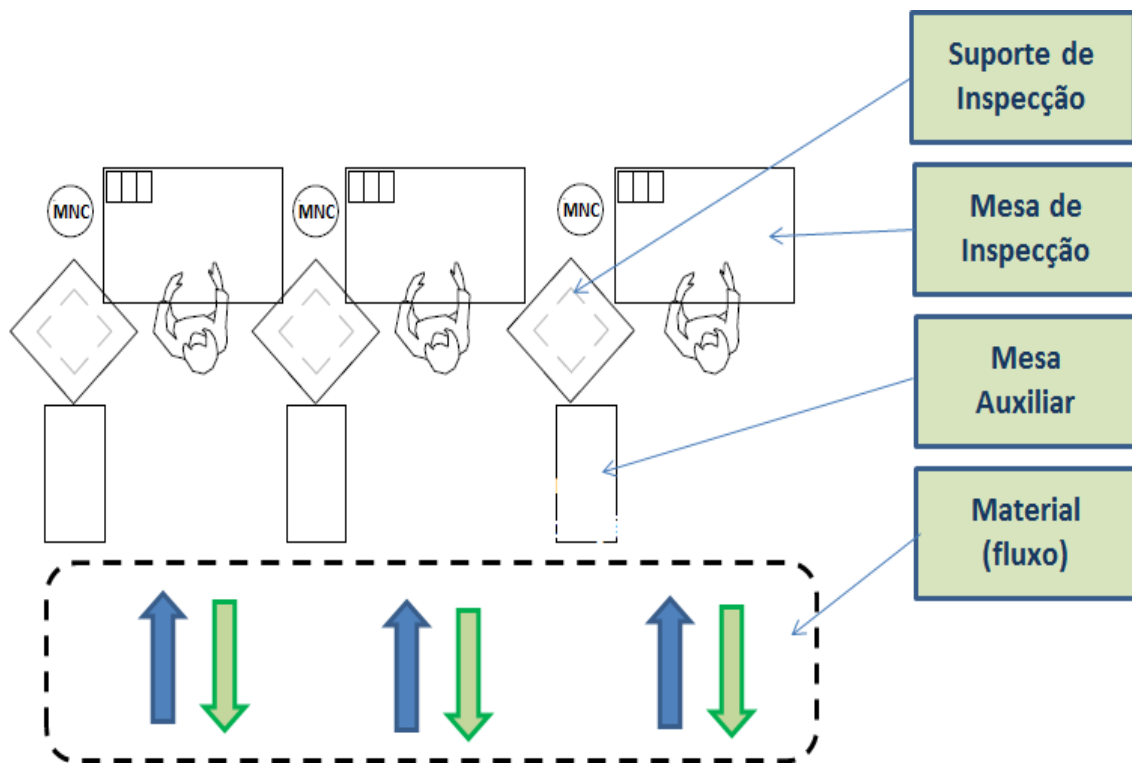


Figura 2.31. *Layout* da zona de inspeção *Sprimag*

Inspeção: os suportes de Inspeção são apenas utilizados no caso de inspeção de componentes em tabuleiro. Caixas azuis podem ser utilizadas para a contagem de componentes não conformes.

Suporte de Inspeção:

- Base giratória;
- Altura regulável;
- Rodas.

Mesa de Inspeção:

- Mesa fixa;
- Zona de descanso para dimensões (800\*1200\*920 mm);
- Candeeiro com lupa.

Mesa Auxiliar:

- Mesa fixa;
- Zona de descanso para dimensões (400\*800\*830 mm).

Material (Fluxo):

- Material inspecionado (à direita);
- Material por inspecionar (à esquerda);
- Máximo (2 paletes/posto).

### 3) Linha de Preparação Externa

Especificações e características:

- Área útil mínima de preparação de tabuleiros de pintura (6000x600 mm);
- Base da mesa inclinada para auxiliar a montagem das peças nos tabuleiros;
- Mobilidade – rodas;
- Iluminação da Área de Pintura;
- Prateleira inferior para colocação de peças a pintar (máximo duas caixas pretas ESD 600x400x220 mm).

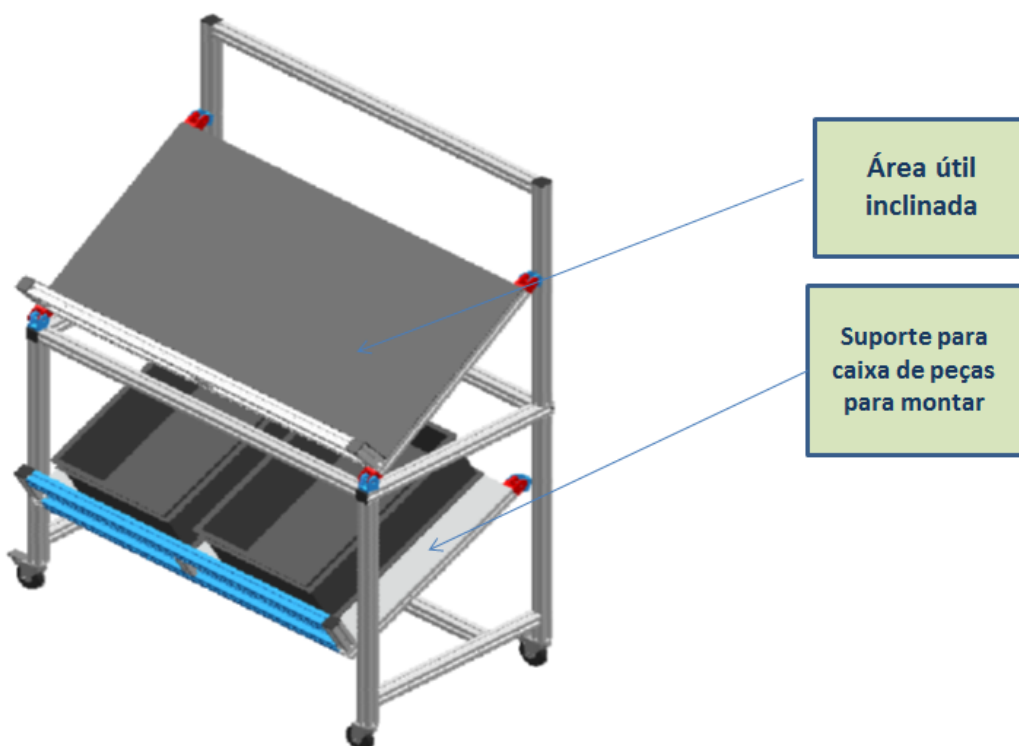


Figura 2.32. Mesa de preparação externa

Mesa de Inspeção:

- Mesa móvel;
- Prateleira inferior para caixas com peças a montar;
- Rodas;
- Caixa para RIB's (Resíduos Industriais Banais).

### **2.3.9. Postos de Trabalho Standard – Preparação de tintas**

**Especificações e características da área:**

- Um Posto de Preparação;
- Duas zonas de pesagem, pequenas e grandes quantidades;
- Zona de Preparação com extração própria;
- Zona específica para a mistura;
- Zona de colocação de baldes;
- Zona de produtos auxiliares;
- Tintas à base de água ou solvente;
- Preparação de tintas 1K, 2K e 3K.

**É obrigatório:**

- Manusear produtos em uso e outros químicos sob a Bacia de Retenção;
- Manter toda área limpa;
- Colocar produtos em uso na área indicada;
- Manter as zonas críticas protegidas com película verde e/ou papel de alumínio;
- Remover todas as latas da bacia de retenção quando em excesso;
- Não exceder o limite de baldes.

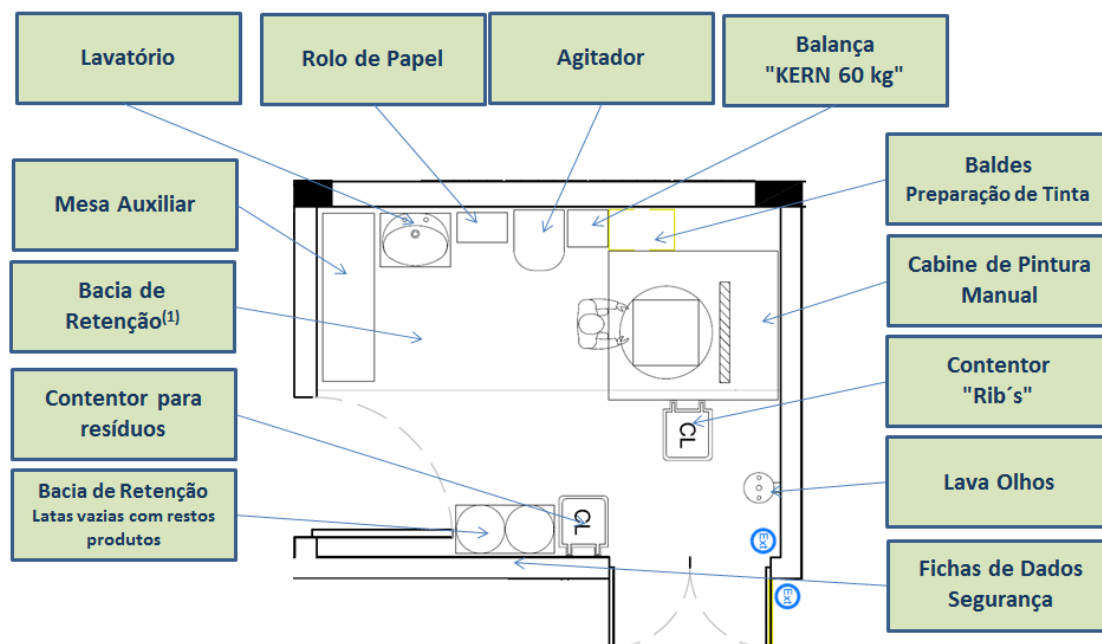


Figura 2.33. *Layout* da zona de preparação de tintas

#### Mesa Auxiliar:

- Balança *Kern* 6 kg;
- *Scanner* de sistema informático;
- 3 agitadores, tinta metalizada, base solvente e água.
- Calculadora;
- Água destilada;
- Material auxiliar;
- Copos medição viscosidade;
- 3 Baldes com água e diluente de limpeza.

#### Baldes:

- Balde de 10L e 20L;
- Máximo 24\*10L e 15\*20L.

#### Agitador:

- Durante a agitação de tinta é obrigatório um tempo de agitação mínimo (5 Min.).

#### Cabine de Pintura Manual:

- Sob a cabine existe uma área para colocar temporariamente material em uso;
- Máximo 3 unidades por máquina.

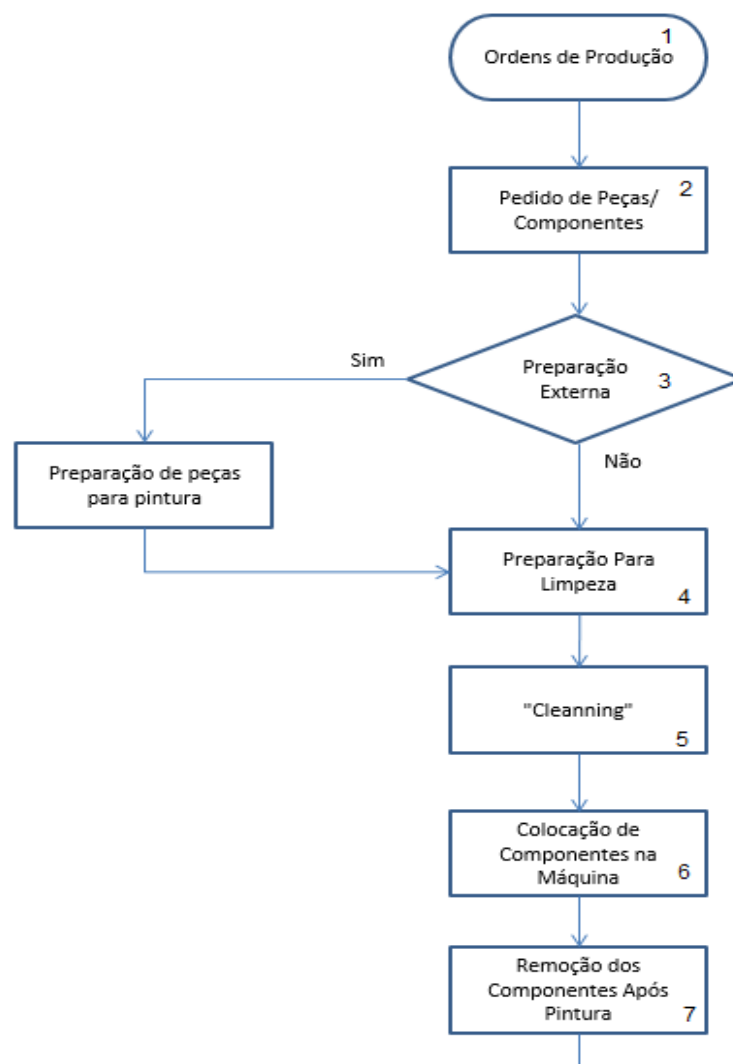
Fichas de Dados de Segurança:

- Fichas gerais de segurança dispostas por fornecedores e tipo de produtos.



Figura 2.34. Baldes de limpeza; Copos de *medição* de viscosidade; Fichas de dados de segurança

### 2.3.10. Fluxo de material na pintura



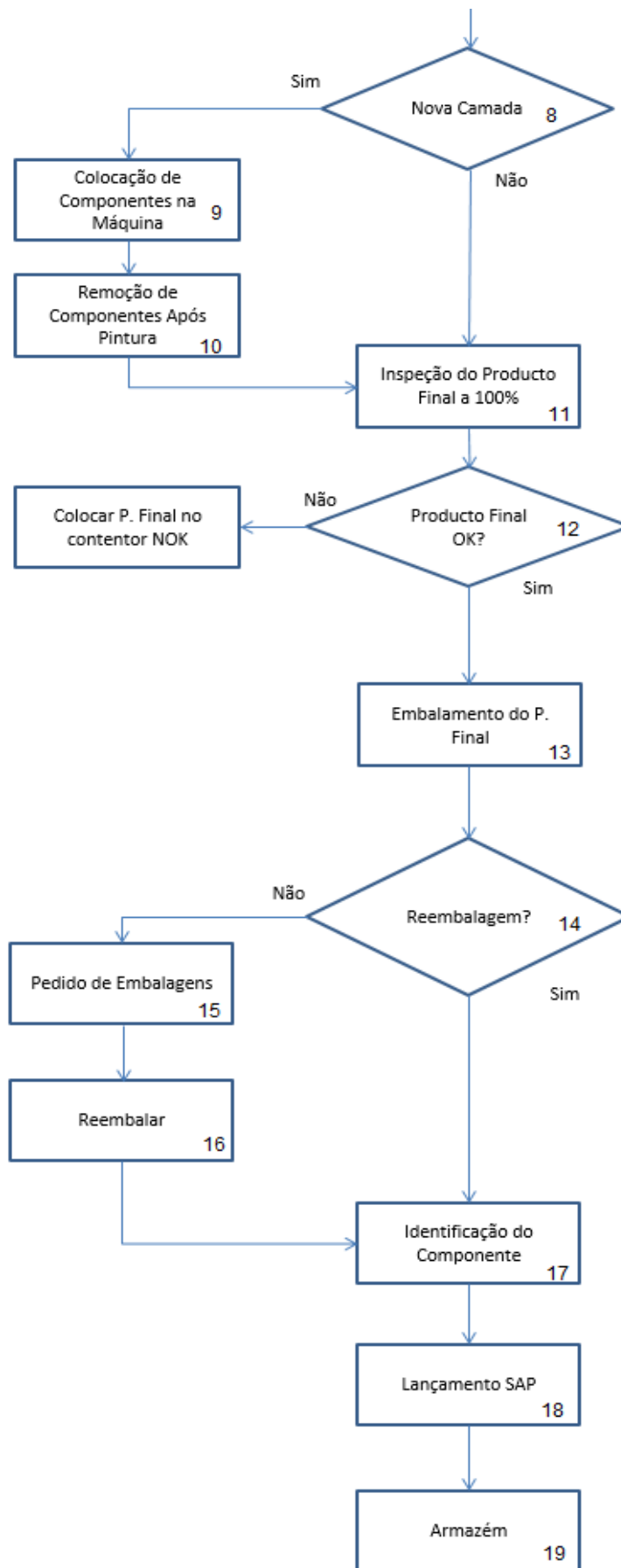


Figura 2.35. Fluxograma do fluxo de material na pintura

---

Descrição do fluxo:

1. Ordem de produção
  - Ordem de Produção SAP/ Ficheiro de Produção.
2. Pedido de Peças/Componentes
  - *E-mail* enviado pela Produção ao Armazém;
  - Nota: PL6 – Recolhido na zona de corte (Injeção).
3. Preparação externa
  - Colocação de componentes em tabuleiros metálicos/plásticos;
  - Colocação de proteções para garantir **Características Especiais**.
4. Preparação para limpeza
  - Posicionamento para limpeza.
5. Limpeza
  - Limpeza com álcool isopropílico e/ou Ar ionizado.
6. Colocação de componentes
  - Colocação de Componentes na Zona de Alimentação da Máquina.
7. Remoção de componentes
  - Remoção de Componentes na Zona de Saída da Máquina.
8. Aplicação de Nova Camada
  - Recolocação dos Componentes na máquina.
9. Colocação de Componentes
  - Colocação de Componentes na Zona de Alimentação da Máquina.
10. Remoção de Componentes
  - Remoção de Componentes na Zona de Saída da Máquina.
11. Inspeção
  - Inspeção a 100%.
12. Aprovação
  - Qualidade – Teste de Grelha;
  - Inspeção 100%;

- Material Não Conforme -> Contentores identificados com etiqueta vermelha.
13. Embalamento
- Embalamento em Palete (Tabuleiros);
  - Embalamento em Carrinho (Tabuleiros) – PL6.
14. Reembalamento
- De acordo co a especificação do cliente (caso existam).
15. Pedido de Embalagens
- *E-mail* enviado pela Produção ao Armazém 3;
  - De acordo com a especificação do cliente.
16. Reembalamento
- Reembalamento em Palete (Tabuleiros);
  - Embalagem específica ou Embalagem comum.
  - Utilização de materiais auxiliares tal como separadores, cuvetes, sacos rosa.
17. Identificação
- Colocação da etiqueta de identificação (lado direito da embalagem).
18. SAP
- Colocação da quantidade de Produto Final em sistema – disponível para consumo.
19. Armazém
- Envio para armazém dos componentes;
  - Colocação dos carros específicos PL6 em Armazém FIFO (PL6).

## 2.3.11. Fluxograma da Pintura

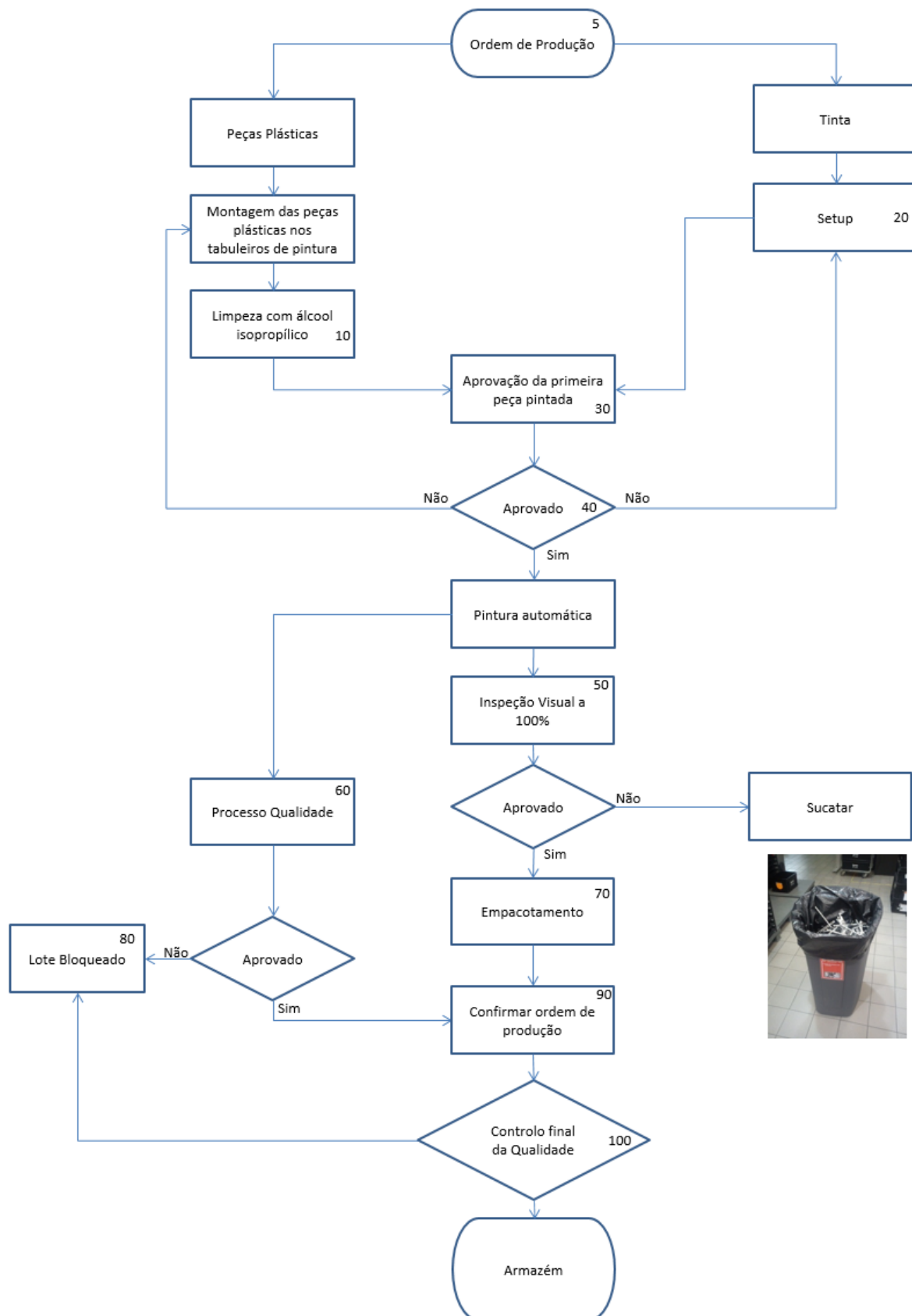


Figura 2.36. Fluxograma da Pintura

Processo e informação adicional do fluxograma:

5. Planeamento
  - Ordem de Produção (CO03).
10. Produção
  - EP5014 – Instruções de limpeza e preparação.
20. Produção
  - EP5087 – Instruções de Pintura.
    - Vista geral do produto;
    - Parâmetros máquina e de controlo (L\*a\*b; Espessura);
    - Acondicionamento.
30. Produção
  - EP5087
40. Produção
  - EP5087; ITQ053; ITQ054; ITQ055.
50. Produção
  - EP5017 – Instruções de inspeção a 100%.
60. Pintura Q-LAB
  - ITQ049 a ITQ120.
70. Produção
  - EP5087 – Instruções de Pintura.
    - Vista geral do produto;
    - Parâmetros máquina e de controlo (L\*a\*b; Espessura);
    - Acondicionamento.
80. Pintura Q-LAB
  - Mudança depósito (Lote bloqueado).
90. Produção
  - Instruções de amostras (CO11N).
100. Pintura Q-LAB
  - Verificação Q (QE51N).

### 2.3.12. Fluxograma de Processo de Pintura de Duas Camadas

Por vezes, as peças plásticas podem vir com alguns defeitos da injeção. Para minimizar a sucata proveniente desses defeitos, criou-se uma alternativa que “disfarça” esses defeitos. O processo dessa alternativa é descrito no fluxograma seguinte:

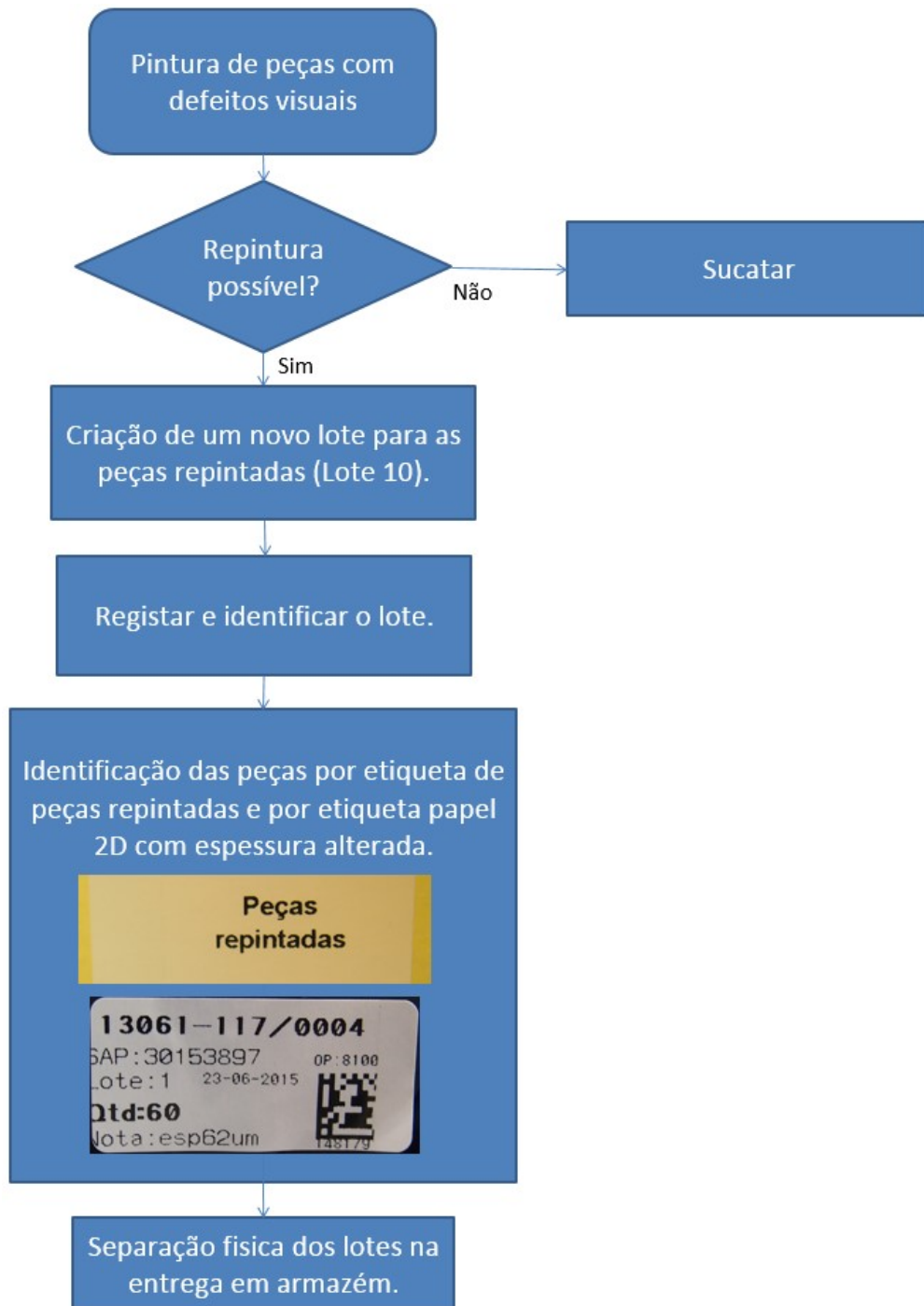


Figura 2.37. Fluxograma de peças repintadas



## CAPÍTULO 3 – CONCLUSÕES

Antes de iniciar este estágio, tinha a convicção de que o processo de aprendizagem prática e/ou laboral iria ser fundamental para a minha integração no mundo do trabalho e, principalmente, na indústria automóvel, área onde sempre quis trabalhar.

Findo o estágio, posso concluir que estava correto. Toda a experiência obtida nos 7 meses que passei na Preh Portugal foram muito importantes para mim e senti que evolui muito, quer em termos pessoais, como profissionais.

Todo o processo aqui descrito foi elaborado ao longo do estágio, tendo sempre por base o conhecimento e experiência dos operadores, técnicos e engenheiros que lidam diretamente com os processos.

Além de todos os pontos que mencionei neste relatório, foram levados a cabo outras tarefas que foram igualmente enriquecedoras do ponto de vista profissional. Entre estas podem-se destacar:

- Acompanhamento de vários colaboradores nas suas atividades;
- Participação em reuniões diárias e mensais sobre vários assuntos da empresa;
- Participação em ações de formação.

Em título de resumo final deste estágio há que destacar que a aprendizagem desenvolvida num âmbito real em que temos presentes as características do mundo laboral é, sem dúvida, a forma mais objetiva de atingir a formação necessária para desempenhar as funções que nos são atribuídas.



## 4 – REFERÊNCIAS

AICEP (2014).

<http://www.portugalglobal.pt/PT/InvestirPortugal/CasosSucesso/Paginas/Preh.aspx>.

Portugal Global.

Farinha, José Manuel Torres (2011). *Manutenção – A Terologia e as Novas Ferramentas de Gestão*. Monitor, Lisboa.

Ferreira, L. (2011). *Implementação da linha de montagem do projeto AUDI – AU37x na Preh Portugal*. Dissertação de Mestrado, Departamento de Engenharia Mecânica da Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, Porto, 1 vol.

Lean (2015). <http://www.lean.org/Workshops/WorkshopDescription.cfm?WorkshopId=20>. Standard Work.

Wikipedia (2015). [https://pt.wikipedia.org/wiki/Diagrama\\_de\\_Ishikawa](https://pt.wikipedia.org/wiki/Diagrama_de_Ishikawa). Diagrama de Ishikawa.

Wikipedia (2015). <https://pt.wikipedia.org/wiki/Kaizen>. Kaizen.

Wikipedia (2015). <https://pt.wikipedia.org/wiki/Kanban>. Kanban.

Wikipedia (2015). [https://pt.wikipedia.org/wiki/Lean\\_manufacturing](https://pt.wikipedia.org/wiki/Lean_manufacturing). Lean manufacturing.

Wikipedia (2015). [https://pt.wikipedia.org/wiki/Ciclo\\_PDCA](https://pt.wikipedia.org/wiki/Ciclo_PDCA). PDCA.

Wikipedia (2015). <https://pt.wikipedia.org/wiki/Poka-Yoke>. Poka-Yoke.

Wikipedia (2015). <https://pt.wikipedia.org/wiki/Processo>. Processo.

Wikipedia (2015). [https://pt.wikipedia.org/wiki/Resposta\\_eficiente\\_ao\\_consumidor](https://pt.wikipedia.org/wiki/Resposta_eficiente_ao_consumidor). Resposta eficiente ao consumidor.