



# Otimização do Processo de Aprovação de Equipamentos na Indústria Automóvel Aplicação ao Caso Preh

PEDRO JOSÉ PINTO SANTOS

julho de 2024

**OTIMIZAÇÃO DO PROCESSO DE APROVAÇÃO DE  
EQUIPAMENTOS NA INDÚSTRIA AUTOMÓVEL –  
APLICAÇÃO AO CASO PREH**

**Pedro José Pinto Santos**

**Dissertação para obtenção do Grau de Mestre em  
Engenharia Mecânica, Área de Especialização em  
Gestão Industrial**

**Orientador: Luís Miguel Ciravegna Martins da Fonseca**

**Júri:**

Presidente:

António Manuel Pereira da Silva Amaral, Professor Adjunto, Instituto Superior de Engenharia do Porto

Vogais:

José Pedro Teixeira Domingues, Investigador Principal, Centro Algoritmi Universidade do Minho

Luís Miguel Ciravegna Martins da Fonseca, Professor Coordenador, Instituto Superior de Engenharia do Porto



# Dedicatória

Para os meus dois avôs, Domingos, e para a minha avó, Maria.



# Agradecimentos

Em primeiro lugar tenho de agradecer às pessoas que estiveram presentes desde o primeiro dia, pai, mãe e irmã. A paciência, o apoio e o carinho foram fundamentais para concluir mais esta etapa da minha vida.

Passando ao desenvolvimento da dissertação, quero começar por agradecer à Preh Portugal, nomeadamente ao diretor da Industrialização, Gonçalo Duarte, pela oportunidade, pela confiança e pelo suporte ao longo de todo este percurso.

Também não posso deixar de agradecer aos meus colegas de equipa Tiago Couto e Cátia Ferreira. O excelente acolhimento e todos os ensinamentos valiosos foram fundamentais para o desenvolvimento deste trabalho e para o meu desempenho no cargo de engenheiro de pré-séries.

Por último, também tenho de prestar os meus agradecimentos ao meu orientador, Luís Fonseca, pela sua disponibilidade, ajuda e conselhos ao longo de todo o processo.



# Resumo

Historicamente a Indústria Automóvel sempre foi umas das principais dinamizadoras da economia mundial. Desde o início, empresas como a Toyota e a Ford, destacaram-se da concorrência através da procura contínua por melhorar os seus processos e produtos. Esta é a filosofia desta dissertação. Com espírito crítico e suporte teórico, otimizou-se o processo de aprovação de equipamentos da equipa de Pré-Séries da Preh Portugal. Uma das principais bandeiras das duas organizações elencadas acima sempre foi o trabalho standardizado e foi também essa a base para o desenvolvimento deste trabalho. O standard desenvolvido foi testado no desenvolvimento de um determinado projeto de peças para veículos agrícolas e foi ainda realizado um questionário de forma a aferir a satisfação e a opinião dos intervenientes no mesmo.

**Palavras-chave:** Equipamentos, Indústria Automóvel, Norma, Pré-Séries, Standard



# Abstract

Historically, the automotive industry has always been one of the main drivers of the world economy. From the beginning, companies like Toyota and Ford have set themselves apart from the competition by continually seeking to improve their processes and products. This is the philosophy behind this dissertation. With critical thinking and theoretical support, the equipment approval process of Preh Portugal's Pre-Series team was optimized. Standardized work has always been one of the main values of the two organizations listed above, and this was also the basis for the development of this work. The developed Standard was tested in the development of a specific agricultural vehicle parts project and a questionnaire was also carried out in order to assess the level of satisfaction and opinion of those involved.

**KEYWORDS:** Automotive Industry, Equipments, Pre-Series, Standard



# Índice

1. Introdução.....	1
1.1. Contextualização .....	1
1.2. Objetivos .....	3
1.3. Estrutura do Relatório .....	3
1.4. Empresa de Acolhimento .....	4
1.5. Metodologia Científica .....	6
2. Revisão Bibliográfica .....	9
2.1. Indústria Automóvel – Normas, Certificações e Standards .....	9
2.1.1. IATF 16949 .....	10
2.1.2. ISO 14001 .....	12
2.1.3. ISO 45001 .....	13
2.1.4. ISO/IEC 17025 .....	15
2.1.5. TISAX .....	17
2.1.6. V-MODEL.....	18
2.2. Indústria Automóvel – Filosofia Lean.....	20
2.2.1. Shikumi.....	20
2.2.2. Heijunka .....	22
2.2.3. Kaizen .....	22
2.2.4. PDCA .....	23
3. Metodologia e Aplicação .....	25
3.1. Situação “As Is” .....	25
3.1.1. Oportunidades de Melhoria.....	31
3.2. Situação “To Be” .....	32
3.2.1. Método .....	32
4. Resultados e Discussão .....	49
4.1. Apresentação de Resultados.....	49
4.1.1. Standard de Aprovação de Equipamentos .....	50
4.1.2. Questionário .....	51
4.2. Discussão de Resultados .....	55
5. Conclusão.....	57
5.1. <i>Research Questions</i> .....	57
5.2. Limitações e Trabalhos Futuros .....	58



# Lista de Figuras

Figura 1 – Logotipo do Grupo Preh GmbH.....	4
Figura 2 – Center Stack, Porsche Taycan .....	5
Figura 3 – Climate Control System, Audi R8.....	5
Figura 4 – Multifunctional Steering Wheel Switch, Cupra Leon .....	5
Figura 5 – Central Control System, Lamborghini Aventador .....	5
Figura 6 – DC-DC Converter, Porsche Taycan .....	5
Figura 7 - Compromisso das Empresas em cada Aspeto Ambiental e Influência do SGA [11] .	13
Figura 8 – Informação Protegida pelas Empresas [20] .....	17
Figura 9 – V-Model [22] .....	19
Figura 10 – TPS House [32] .....	21
Figura 11 – Kaizen Umbrella [36] .....	23
Figura 12 - Plan–Do–Check–Act (PDCA) Cycle [37] .....	24
Figura 13 – Fluxograma das Tarefas da Equipa de Pré-Séries.....	31
Figura 14 – Índice do Standard .....	33
Figura 15 – Gaveta Móvel .....	34
Figura 16 – Lockers de Peça .....	34
Figura 17 - Potenciómetros.....	35
Figura 18 – Controlador de Luz UV .....	36
Figura 19 - Ecopen.....	36
Figura 20 – Controlador de Aparafusadora.....	37
Figura 21 – Senso Part.....	38
Figura 22 – NOK Box.....	38
Figura 23 – Luminária de uma Máquina .....	40
Figura 24 - Ionizador .....	41
Figura 25 – Máquina com Três Ninhos.....	42
Figura 26 – Ordenação Incorreta dos Ninhos .....	42
Figura 27 – Botões de uma Máquina .....	43
Figura 28 – Interruptor de Corte Geral de Energia .....	43
Figura 29 – Mesa Móvel + Base Exterior .....	44
Figura 30 – Botoneira de Emergência com Proteção.....	45
Figura 31 – Dispositivos de Medição da Pressão .....	45
Figura 32 – Separador «Sumário».....	47
Figura 33 – Separador «Situações “Call Maintenance”» .....	48
Figura 34 – Fluxograma de Rastreabilidade do Projeto: CNHI Armrest Sidewinder.....	50
Figura 35 – Sumário da Checklist de Aprovação da OP40 .....	51
Figura 36 – Distribuição Departamental dos Inquiridos .....	52
Figura 37 – A frequência de erros nos equipamentos diminuiu? .....	52
Figura 38 – O controlo do estado dos equipamentos tornou-se mais fácil? .....	52
Figura 39 – A comunicação entre as equipas melhorou? .....	53
Figura 40 – O número de horas necessárias para completar as tarefas diminuiu?.....	53

Figura 41 – O custo global associado ao processo diminuiu? .....	53
Figura 42 – A qualidade dos equipamentos melhorou? .....	54
Figura 43 – A existência do Standard facilitou a realização do trabalho? .....	54
Figura 44 – Grau de Satisfação dos Inquiridos.....	54

# Lista de Tabelas

Tabela 1 - Alterações Introduzidas na ISO/IEC 17025:2017.....	16
Tabela 2 – Objetivos da Avaliação TISAX [20].....	18
Tabela 3 – Funções das Equipas da Divisão de Industrialização.....	29
Tabela 4 – Funcionamento de um Ionizador.....	41
Tabela 5 – Perfil Demográfico dos Inquiridos.....	55



# Acrónimos e Símbolos

## Lista de Acrónimos

APQP	<i>Advanced Product Quality Planning</i>
ARC	Análise de Requisitos de Cliente
BOM	<i>Bill of Materials</i>
CASCO	<i>ISO Committee on conformity assessment</i>
CMC	<i>Calibration and Measurement Capability</i>
CSR	<i>Customer Specific Requirements</i>
ENX	<i>European Network Exchange</i>
EOL	<i>End of the Line Test</i>
FMEA	<i>Failure Mode and Effect Analysis</i>
HMI	<i>Human-Machine Interface</i>
IA	Indústria Automóvel
IATF	<i>International Automotive Task Force</i>
IEC	<i>International Electrotechnical Commission</i>
ILAC	<i>International Laboratory Accreditation Cooperation</i>
ILO	<i>International Labor Organization</i>
IPS	<i>Internal Process Series</i>
ISA	<i>Information Security Assessments</i>
ISEP	Instituto Superior de Engenharia do Porto
ISIR	<i>Initial Sample Inspection Report</i>
ISO	<i>International Standardization Organization</i>
IT	<i>Information Technology</i>
LOP	<i>List of Open Points</i>
MCE	<i>Manufacturing Cost Efficiency</i>
MSA	<i>Measurement System Analysis</i>
MTBR	<i>Mean Time Between Repairs</i>
MTTR	<i>Mean Time to Repair</i>
NES	<i>Bad Neustadt an der Saale</i>
NTF	<i>No Trouble Found</i>
OEE	<i>Overall Equipment Effectiveness</i>
OEM	<i>Original Equipment Manufacturer</i>
OHSMS	<i>Occupational Health &amp; Safety Management System</i>
P. Porto	Instituto Politécnico do Porto

PCB	<i>Printed Circuit Board</i>
PDCA	<i>Plan – Do – Check – Act</i>
PPAP	<i>Production Part Approval Process</i>
QG	<i>Quality Gate</i>
QMS	<i>Quality Management Standard</i>
ROA	<i>Return on Assets</i>
RQ	<i>Research Question</i>
SGA	<i>Sistema de Gestão Ambiental</i>
SGQ	<i>Sistema de Gestão da Qualidade</i>
SPC	<i>Statistical Process Control</i>
TISAX	<i>Trusted Information Security Assessment Exchange</i>
TPM	<i>Total Productive Maintenance</i>
TPS	<i>Toyota Production System</i>
VSM	<i>Value Stream Mapping</i>

# 1. Introdução

Neste primeiro capítulo, pretende-se fazer uma introdução e um resumo do estado atual da Indústria Automóvel (IA), apresentar a empresa em que o trabalho será realizado e contextualizar e justificar a finalidade do estudo. Para além disso, são descritos os objetivos a atingir e é apresentada a estrutura do documento. Por fim, é explicada a metodologia utilizada para a elaboração do relatório.

## 1.1. Contextualização

A Indústria Automóvel é uma das indústrias mais competitivas e exigentes do mundo. São muitos os desafios do setor, desde a eletrificação, nomeadamente a mobilidade elétrica, a passagem da indústria 4.0 para 5.0, a necessidade de resposta rápida a um mercado que nunca está parado, entre muitos outros [1].

Para atestar a sua dinâmica competitiva e entender os fatores que afetam a rentabilidade das empresas do setor pode-se atentar na seguinte análise com base no Modelo das Cinco Forças de Porter:

### 1. Ameaça de Novos Concorrentes

- Economias de escala: Os grandes fabricantes conseguem reduzir o custo unitário ao diluir os custos fixos num maior volume de produção.
- Necessidade de capital: A produção de automóveis requer investimentos significativos em fábricas, mão-de-obra, tecnologia e pesquisa e desenvolvimento.
- Marcas estabelecidas: Empresas históricas, como a Toyota e a Ford, têm imagens fortes que são difíceis de desafiar por marcas totalmente desconhecidas.
- Regulamentação: Cumprir com regulamentações ambientais e de segurança é cada vez mais complexo e oneroso.

Em suma, as altas barreiras de entrada dificultam a entrada de novos concorrentes, reduzindo a ameaça para as empresas já estabelecidas no setor.

### 2. Poder de Negociação dos Fornecedores

- Número de fornecedores vs. número de fabricantes: A Indústria Automóvel depende de um número relativamente pequeno de fornecedores capazes de fabricar os componentes mais importantes de um automóvel.

## Introdução

- Dependência mútua: Os grandes fabricantes têm poder de negociação significativo, mas também são altamente dependentes dos fornecedores mais especializados.
- Custos de troca: Alterar fornecedores pode ser caro e demorado devido à necessidade de compatibilidade técnica e do nível de qualidade pretendido.

Em suma, o poder de negociação dos fornecedores é moderado, já que ambos os lados dependem fortemente um do outro, mas quanto maior o fabricante, maior é, geralmente, a sua influência.

### **3. Poder de Negociação dos Compradores**

- Sensibilidade ao preço: Os consumidores são, regra geral, bastante sensíveis ao preço, especialmente no segmento de veículos *low cost*.
- Fidelidade à marca: Marcas fortes conseguem ter clientes leais, o que torna difícil para outros fabricantes atraí-los.
- Opções disponíveis: A abundância de alternativas dá aos consumidores um poder de negociação muito significativo.

Em suma, o poder de negociação dos compradores é consideravelmente alto, especialmente devido à grande oferta de opções similares no mercado.

### **4. Ameaça de Produtos Substitutos**

- Alternativas de mobilidade: Transportes públicos e outras alternativas de mobilidade, como o transporte partilhado, os táxis/ubers, as bicicletas e as scooters elétricas, podem substituir a necessidade de possuir um automóvel, especialmente em áreas mais urbanizadas e desenvolvidas.
- Veículos elétricos e tecnologias emergentes: Embora já façam parte da Indústria Automóvel, os veículos elétricos e híbridos podem substituir os veículos a combustão interna.

Em suma, a ameaça de substitutos é moderada, pois, embora existam alternativas, muitos consumidores ainda preferem a independência de possuir um veículo próprio.

### **5. Rivalidade entre Concorrentes**

- Alta concorrência: A IA é altamente competitiva, com inúmeras empresas globais e locais em competição.
- Inovação constante: A necessidade de inovação constante quer no design, quer na tecnologia, mantém as rivalidades sempre acesas.
- Investimento em marketing e pesquisa e desenvolvimento: As marcas têm grandes despesas em marketing e em pesquisa e desenvolvimento de forma a manterem-se relevantes no mercado.

Em suma, a rivalidade entre concorrentes é alta, impulsionada pela necessidade de inovação, diferenciação e competição no mercado.

Concluindo, a Análise das Cinco Forças de Porter mostra que a IA é altamente competitiva, com barreiras de entrada bastante significativas, um poder de negociação moderado dos fornecedores, um alto poder de negociação dos compradores, uma moderada ameaça de produtos substitutos e uma intensa rivalidade entre concorrentes. As empresas devem inovar e melhorar a sua eficiência, de forma contínua, de forma a manterem-se competitivas e lucrativas [1], [2], [3].

Trata-se, então, de uma indústria sujeita a diversos requisitos e normas que visam controlar a segurança, o desempenho e, mais recentemente, o impacto ambiental das empresas e dos seus produtos. Toda essa legislação e normas são definidas por agências governamentais, grandes organizações industriais e organismos internacionais [3].

Desta forma, torna-se determinante que todas as empresas sob a alçada destas entidades controlem os seus processos de forma a terem resultados positivos nas auditorias a que são constantemente sujeitas. Para isso, é importante seguirem uma série de metodologias e utilizarem uma série de ferramentas, ou até desenvolverem os seus próprios métodos, que as auxiliem nesse trabalho [2].

## **1.2. Objetivos**

Num mercado que exige cada vez respostas mais rápidas é fundamental agilizar processos, mantendo os níveis de qualidade exigidos. Desta forma, a Preh Portugal, nomeadamente a divisão da Industrialização, responsável pelo desenvolvimento de equipamentos para a Indústria Automóvel, tem de responder a estes desafios. Uma vez enquadrado na equipa de Pré-Séries, pretendo estudar o processo de aprovação de equipamentos de forma a torná-lo padronizado e de acordo com as normas em vigor.

Assim, o grande objetivo da realização deste trabalho é o de conseguir otimizar o processo de aprovação de equipamentos da divisão de Industrialização da Preh Portugal. O primeiro passo será, então, o de fazer uma revisão bibliográfica dos requisitos, normas e legislação aplicáveis à Indústria Automóvel. Pretende-se, ainda, encontrar e estudar algumas ferramentas e metodologias que possam auxiliar na otimização desse processo de validação de equipamentos.

## **1.3. Estrutura do Relatório**

O relatório terá uma estrutura simples, contendo cinco grandes capítulos: Introdução, Revisão Bibliográfica, Metodologia e Aplicação, Resultados e Discussão e Conclusão.

A Introdução terá como objetivo fazer a contextualização do tema, a apresentação da empresa e a explicação da metodologia.

Na Revisão Bibliográfica será organizada a informação relevante encontrada na literatura consultada, por forma a identificar o estado da arte que servirá de suporte à metodologia prática a utilizar.

## Introdução

O capítulo da Metodologia e Aplicação será onde se explica o estudo de caso, desde a situação AS IS até à situação TO BE. Será apresentado um exemplo de aplicação do novo processo de aprovação de equipamentos.

Por forma a validar a respetiva metodologia, nos Resultados e Discussão são apresentados os resultados da aplicação da metodologia ao caso Preh e em particular ao projeto: *CNHI Armrest Sidewinder*.

Por último, será feita uma análise a todo o estudo realizado de forma a obterem-se conclusões importantes para a conclusão do objetivo principal deste estudo e identificar possíveis limitações e sugestões de futuros trabalhos.

### 1.4. Empresa de Acolhimento

A Preh foi criada em 1919 na Alemanha (Bad Neustadt/Saale) e, atualmente, faz parte do Grupo Joyson, Ningbo (China) desde 2011. Dentro do grupo, a Preh representa a Divisão Eletrónica Automóvel, conta com mais de 7000 colaboradores, obteve uma receita de 1687 milhões de euros em 2023 e possui instalações em 3 continentes diferentes: Europa (Alemanha, Portugal, Suécia e Roménia), Ásia (China) e América (México e Estados Unidos da América).



Figura 1 – Logotipo do Grupo Preh GmbH

A 11 de março de 1919, a Preh GmbH foi fundada por Jakob Preh, começando por produzir componentes elétricos para a então nova indústria da rádio.

Após a segunda Guerra Mundial, em 1949, entrou na indústria de produção de brinquedos com controlos remotos e em 1960 iniciou-se como fabricante de componentes para o mercado das televisões.

No início da década de 70 são fundadas as primeiras instalações de produção em Portugal, na Trofa, e é no final da década seguinte que a Preh entra na Indústria Automóvel, de onde não mais saiu até aos dias de hoje.

Atualmente, a Preh é uma das maiores OEMs (*Original Equipment Manufacturers*) da Indústria Automóvel, reconhecida a nível global. Desde sistemas de controlo central e sistemas de controlo climático, a *center stacks* e interruptores para volantes, a Preh produz sempre com a intenção de promover e melhorar a interface homem-máquina (HMI). Para além disso, têm vindo a desenvolver soluções inovadoras de unidades de controlo para a mobilidade elétrica (E-

*Mobility*), como baterias, carregadores e conversores. Nas Figuras 2 a 6 é possível visualizar alguns dos produtos que a Preh desenvolve para a Indústria Automóvel.



Figura 2 – Center Stack, Porsche Taycan



Figura 4 – Multifunctional Steering Wheel Switch, Cupra Leon



Figura 3 – Climate Control System, Audi R8



Figura 6 – DC-DC Converter, Porsche Taycan



Figura 5 – Central Control System, Lamborghini Aventador

*“With the highest quality and competitiveness, we create cutting-edge technology for HMI and E-Mobility.”*

A sua missão, acima escrita, descreve o atual foco das suas ações, priorizando a excelência, a qualidade e a competitividade. Demonstra ainda o enorme desejo pela constante inovação através da sua tecnologia de ponta que faz com que a Preh esteja sempre na vanguarda da

Indústria Automóvel, fornecendo produtos para clientes como a BMW, o grupo VW/Audi/Seat/Skoda, a GM/Opel/Vauxhall e a Daimler.

## 1.5. Metodologia Científica

Após a definição dos objetivos a atingir, definiu-se a metodologia a utilizar para o desenvolvimento do trabalho. Assim sendo, o trabalho apresenta a seguinte ordem de desenvolvimento:

1. Formação efetuada no departamento de Pré-Séries da Divisão de Industrialização da Preh Portugal, de forma a conhecer todos os processos e aspetos relevantes do cargo;
2. Levantamento das certificações e processos em vigor no grupo Preh;
3. Definição das RQs (*Research Questions*);
  - RQ1: Quais as especificações dos métodos e ferramentas utilizados pelo grupo Preh?
  - RQ2: Quais os aspetos mais importantes e comuns entre as normas implementadas no grupo Preh?
  - RQ3: De que forma se pode otimizar um processo de aprovação de equipamentos para a Indústria Automóvel?
4. Revisão do estado da arte relativamente ao levantamento efetuado no ponto anterior, através de um estudo exploratório, com a realização de uma pesquisa bibliográfica utilizando palavras-chave como: “Indústria Automóvel”, “Normas”, “Requisitos”, “Otimização”, “Melhoria Contínua”, “Standard”, “Lean”.
  - Foram selecionados cerca de 50 artigos científicos e foram lidos os seus *Abstracts*;
  - Com base na informação nestes contida, nomeadamente a respetiva relevância e afinidade com o tema deste trabalho, foram escolhidos 25 artigos, os quais serviram de base para a elaboração da Revisão Bibliográfica, realizada no Capítulo 2.
5. Análise da revisão bibliográfica realizada, de forma a suportar o trabalho prático a realizar posteriormente.
  - Uma revisão da literatura apoia na identificação do conteúdo conceptual da área em estudo e, portanto, contribui para o seu desenvolvimento [4].
  - Quer os profissionais das empresas, quer os profissionais académicos concordam que as revisões bibliográficas são muito úteis, uma vez que descrevem as principais linhas de investigação das áreas de estudo [4].
  - Trata-se de um método simples e reproduzível para identificar, avaliar e interpretar campos de estudo predefinidos [5].

6. Descrição da situação “AS IS” na equipa de Pré-Séries;
7. Explicação dos objetivos a alcançar (situação “TO BE”);
8. Implementação do processo de melhoria;
9. Análise dos resultados obtidos;
10. Discussão dos resultados, explicando especificamente as principais dificuldades encontradas e os benefícios obtidos. Identificação das eventuais limitações do estudo e das perspetivas de trabalho futuro.

## Introdução

## 2. Revisão Bibliográfica

Neste capítulo está exposto o trabalho de pesquisa sobre o estado da arte das normas, das certificações e de algumas ferramentas, filosofias e metodologias de qualidade utilizadas na Indústria Automóvel.

A revisão da literatura foi realizada através de uma pesquisa bibliográfica em bases de dados como *Science Direct*, *Google Scholar* e *Research Gate*, utilizando palavras-chave como: “Indústria Automóvel”, “Normas”, “Requisitos”, “Otimização”, “Melhoria Contínua”, “Standard”, “Lean”.

Dos artigos inicialmente identificados, 25 foram selecionados com base na informação contida nos respectivos *abstracts*, tendo em conta a sua relevância e afinidade com o tema deste trabalho.

No APÊNDICE A é possível visualizar um resumo dos artigos citados ao longo da revisão realizada.

### 2.1. Indústria Automóvel – Normas, Certificações e Standards

Estamos a testemunhar tempos de mudanças contínuas devido à irrupção de tecnologias digitais que estão a causar uma transformação na forma como o mercado e os negócios operam em geral [6].

Nos dias de hoje, as normas e as certificações têm uma importância maior em qualquer indústria e a automóvel não é exceção. A sua exigência leva a que a certificação da cadeia de fornecimento (*Supply Chain*) deixe de ser opcional, assumindo-se como uma exigência por parte dos clientes [3].

No grupo Preh, empresa em que será realizado o trabalho prático, existem já uma série de normas, certificações e standards implementados, nomeadamente:

- IATF 16949;
- ISO 14001;
- ISO 45001;
- ISO/IEC 17025;
- TISAX;

- *V-Model*.

### 2.1.1. IATF 16949

A adoção de Sistemas de Gestão da Qualidade (SGQs) baseados em normas de sistemas de gestão certificáveis por terceiros - também chamados de meta-standards - tornou-se uma prática comum em todas as cadeias de fornecimento de manufatura a nível global [7].

A norma IATF 16949 é o maior standard desenvolvido pela “*Internacional Automotive Task Force*”, um grupo de OEMs (*Original Equipment Manufacturers*) da Indústria Automóvel e respetivas associações nacionais [8].

A IATF 16949 suporta totalmente as alterações introduzidas na ISO 9001:2015 (modelo de gestão de qualidade), com os requisitos adicionais que atendem à IA. Surge então a necessidade de estabelecer condições específicas de qualidade para uma indústria que se tornou numa das mais importantes e exigentes do mundo [9].

Torna-se num referencial com reconhecimento a nível mundial para a gestão da qualidade aplicada à cadeia de fornecimento da IA, promovendo a melhoria contínua, a prevenção de falhas e a redução de variações e desperdícios [3]. Promove ainda a inclusão de requisitos específicos de cliente e novas ferramentas da Indústria Automóvel [9].

A certificação pelo referencial, torna-se num requisito “obrigatório” para a maioria das principais indústrias fornecedoras do setor automóvel, complementada com as práticas harmonizadas das *Automotive Core Tools*: APQP (*Advanced Product Quality Planning*), PPAP (*Production Part Approval Process*), FMEA (*Failure Mode and Effect Analysis*), MSA (*Measurement System Analysis*), SPC (*Statistical Process Control*), 8D, etc [3].

A norma coloca ênfase em alguns pontos-chave para a IA atual:

- Contextualização da organização, incluindo os requisitos das partes interessadas e objetivos para o SGQ;
- Pensamento baseado no risco, de forma a identificar, avaliar e atuar, nas ameaças e consequentes potenciais impactos na organização, com o intuito de mitigar os riscos e potenciar as oportunidades;
- Integração dos *Customer-Specific Requirements* (CSRs);
- Fiabilidade da produção, com requisitos de *Total Productive Maintenance* (TPM), com a inclusão de metodologias como OEE (*Overall Equipment Effectiveness*), MTBR (*Mean Time Between Repairs*) e MTTR (*Mean Time to Repair*);
- Controlo de mudanças no controlo de processos, inclusivamente das temporárias;
- Requisitos de gestão de fornecedores e gestão da cadeia de abastecimento, com clarificação de necessidades, priorização no desenvolvimento do SGQ dos fornecedores e exigências de realização de auditorias de 2ª parte;

- Conhecimentos e competência dos auditores internos (1ª parte) e de 2ª parte, normativos de referência (ISO 9001; IATF 16949; ISO 19011; VDA 6.3, etc), requisitos específicos de cliente, gestão de risco e nas *core tools* aplicáveis (ex.: APQP, PPAP, FMEA, SPC, MSA, 8D, etc);
- Trabalho/processos *standardized*;
- Requisitos para produtos com software incorporado/integrado (ex.: ISO 26262 - Segurança Funcional Automóvel);
- Exigências relativas aos produtos e processos relacionados com a segurança;
- Requisitos de rastreabilidade de produtos, para suportar as mais recentes alterações regulamentares;
- Processo de gestão de garantias, incluindo práticas de NTF – *No Trouble Found* e uso de guias da IA;
- A aplicação de conceitos de produção (*Lean Manufacturing* e *Kaizen*), em toda a organização;
- A aplicação de requisitos de responsabilidade corporativa [9].

Fonseca L. e Domingues J. concluíram que existe uma correlação positiva entre:

1. A capacidade de entender o contexto com o alcançar de performances e resultados melhores;
2. A capacidade de mudar (planear, projetar, implementar e controlar a mudança) com o alcançar de performances e resultados melhores [2].

As organizações que demonstram um nível mais alto de sucesso em monitorizar o ambiente à sua volta e em gerir mudanças são aquelas que também mostram um nível mais alto de melhorias. A capacidade para mudar é a variável com maior relação positiva com a conquista de melhorias organizacionais [2].

As OEMs e os fornecedores da Indústria Automóvel precisam de monitorizar adequadamente o contexto organizacional (interno e externo) e identificar as principais questões que afetam a capacidade do seu SGQ de fornecer produtos de qualidade [2].

O cliente é sempre o *stakeholder* mais importante para qualquer empresa e a sua satisfação pode ser a razão de uma empresa prosperar ou falir. Desta forma torna-se imperativo que os requisitos específicos do cliente (CSRs) sejam sempre analisados e tidos em consideração [3].

O principal objetivo da Análise de Requisitos de Cliente (ARC) será então:

- Assegurar que todos os requisitos gerais de cliente sejam analisados, tratados e divulgados, pela organização;
- Assegurar que as atividades para o cumprimento dos requisitos, das equipas multidisciplinares de ARC, estão em linha com os objetivos: qualidade, custo e prazo de entrega, na organização;

- Obter maior eficiência e otimização em todo o processo de ARC [3].

### 2.1.2. ISO 14001

Nos dias de hoje, as empresas enfrentam maiores pressões institucionais e do mercado para operarem de uma forma socialmente responsável e amiga do ambiente [10].

O setor automóvel enfrenta atualmente uma tendência crescente de preocupações ambientais e de inovações que promovam a sustentabilidade, especialmente do ponto de vista da produção de automóveis mais limpos e com menores emissões. Esta tendência é impulsionada principalmente pelo mercado e pela evolução do quadro jurídico e, conseqüentemente, reflete-se na cadeia de abastecimento e na melhoria das práticas internas de gestão ambiental, especialmente através da implementação de Sistemas de Gestão Ambiental (SGA) [11]. Desta forma, normas como a ISO 14001 ganham cada vez mais relevância e importância [10].

Introduzida pela Organização Internacional de Normalização (ISO) em 1996, a ISO 14001 é uma norma de gestão ambiental que prescreve práticas ambientais transferíveis para a implementação de um SGA [10].

Normalmente, um SGA é composto por um conjunto formal de procedimentos que especifica a forma como uma organização pode gerir os seus impactos no ambiente. Estes procedimentos incluem:

- O desenvolvimento de uma política ambiental;
- A definição de objetivos ambientais;
- A monitorização do progresso ambiental através de auditorias sistemáticas;
- A realização de análises de gestão [12].

Um SGA normalmente também se baseia na noção de melhoria contínua para garantir que a organização atualiza a sua política e objetivos ambientais, visando reduzir continuamente o impacto ambiental através de melhorias operacionais [12].

Um ponto crítico é que a ISO 14001, além de exigir total conformidade com as regulamentações existentes, não fixa níveis mínimos de desempenho ambiental que devem ser alcançados e avaliados anualmente para manter a certificação [11].

No entanto, as empresas certificadas são explicitamente obrigadas, pela ISO 14001, a implementar procedimentos para monitorizar e medir as principais características das suas atividades que podem ter um impacto ambiental significativo (Seção A.5.1 da ISO 14001) [11].

A adoção das práticas da ISO 14001 leva a aumentos significativos no desempenho operacional em termos de:

- Produtividade dos funcionários;
- *Manufacturing Cost Efficiency* (MCE);
- Ciclo operacional;

- *Return on Assets* (ROA);
- Eficiência de ativos fixos [10].

Para além disso, quando examinados ao longo do tempo, os ganhos de desempenho operacional são maiores para certos indicadores como MCE, Produtividade e ROA, sugerindo que as práticas ambientais levam tempo para serem totalmente implementadas e pode ser necessário serem incorporadas na prática diária, a fim de alcançar o desempenho ideal a longo prazo [10].

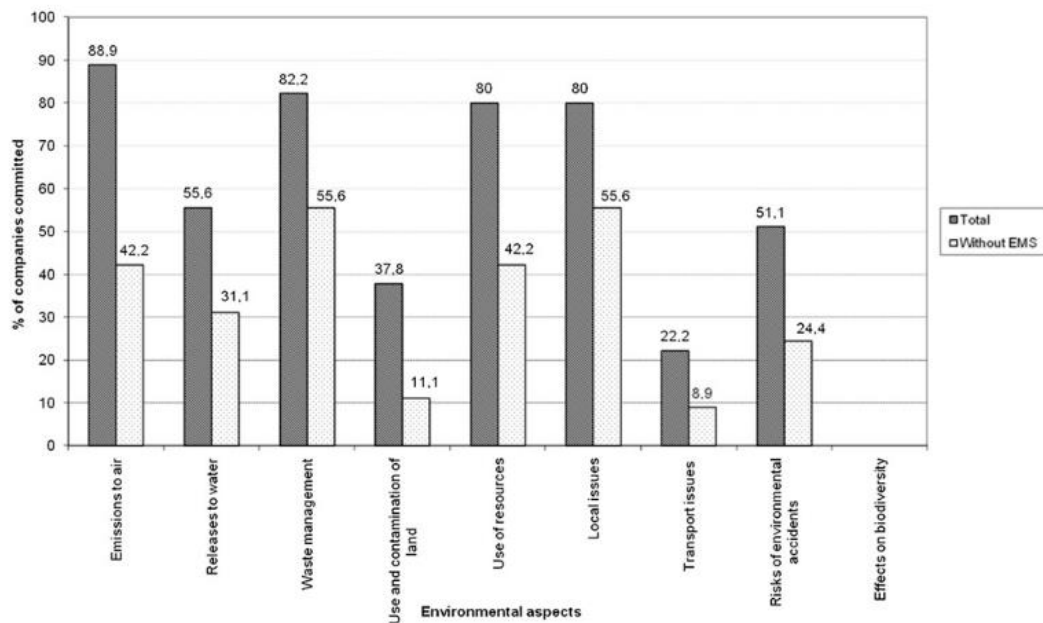


Figura 7 - Compromisso das Empresas em cada Aspeto Ambiental e Influência do SGA [11]

A Figura 7 mostra, para cada aspeto ambiental, tanto o compromisso atual de melhoria (“*Total*”) como o compromisso devido a solicitações externas/internas (“*Without EMS*”): a diferença entre os dois valores pode, portanto, ser atribuída à influência da implementação do SGA. Sob este pressuposto, é evidente que um maior número de empresas assumiu um compromisso com a melhoria do desempenho ambiental graças à implementação do SGA. Este resultado confirma os resultados de uma pesquisa realizada em Espanha em 157 empresas da indústria de abastecimento automóvel que concluíram que um SGA certificado proporciona um ambiente favorável à adoção de outras práticas ambientais e um compromisso mais forte com a melhoria [11].

### 2.1.3. ISO 45001

A ISO 45001 é a norma criada pela *International Standardization Organization* para o controlo dos sistemas de gestão da saúde e segurança ocupacional no trabalho (OHSMS) [13].

De acordo com as últimas estimativas fornecidas pela Organização Internacional do Trabalho (ILO), 2,78 milhões de trabalhadores morrem todos os anos devido a acidentes e doenças relacionadas com o trabalho. Aproximadamente 2,4 milhões destas mortes são causadas por doenças resultantes da atividade profissional e mais de 380 mil resultam de acidentes de

trabalho. O número de lesões, causadas por doenças resultantes da atividade profissional e acidentes não fatais, atinge os 300 milhões de trabalhadores anualmente [14].

Dado que a melhoria contínua se tornou uma necessidade para as empresas, especialmente para aquelas que pretendem competir no mercado global, o OHSMS não pode ser ignorado nas empresas sujeitas a sistemas de gestão da qualidade total [14].

A última revisão (2018) promete uma abordagem renovada ao posicionar a saúde e a segurança ocupacional no núcleo dos objetivos e estratégias da organização, encorajando uma gestão proativa do risco e exigindo a manutenção de um OHSMS eficaz [15].

Os pontos mais relevantes são:

- Reconhecimento da importância do contexto, liderança e gestão de riscos emergentes;
- Consideração do contexto organizacional interno e externo;
- Ênfase do compromisso e da liderança da gestão;
- Exigência da participação e envolvimento dos trabalhadores;
- Valorização do desenvolvimento dos funcionários;
- Promoção da gestão integrada baseada no risco;
- Destaque da necessidade de melhoria contínua;
- Importância da cultura organizacional [15].

Do ponto de vista da prevenção de riscos, tem sido argumentado que a utilização de sistemas avançados de gestão da qualidade ajudou a reduzir as taxas de acidentes, uma vez que os métodos de gestão da qualidade baseiam-se no princípio da prevenção e não em ações corretivas [14].

Na Coreia do Sul, um estudo realizado com 100 empresas de construção que implementaram um OHSMS mostrou uma diminuição notável nas taxas de acidentes e de mortalidade no trabalho [15].

A certificação também esteve ligada a melhorias contínuas de OHS ao nível do local de trabalho nas empresas de produção dinamarquesas [15].

No contexto das explorações pesqueiras norueguesas, os funcionários reconheceram o aumento das medidas de OHS no âmbito da gestão padronizada de OHS, mas também revelaram que nem todas as atividades de OHS tinham relevância prática [15].

Empresas que estão focadas em OHS têm vantagens adicionais sobre outras que não veem a OHS como um valor acrescentado, enquanto a negligência da segurança terá um impacto negativo na sustentabilidade da empresa [14].

Liu X et al provaram que a motivação interna pode levar a benefícios internos, como melhorias nas operações e reduções de custos, enquanto a motivação externa pode levar a benefícios externos, como satisfação das necessidades dos *stakeholders* e a entrada em novos mercados [16].

Da aplicação do standard reconhecem-se, então, benefícios como:

- Aumento de produtividade;
- Redução de custos inerentes a paragens e perdas ou defeitos de produção;
- Redução de custos com taxas de seguros e dias de trabalho perdidos;
- Melhoria da qualidade dos produtos ou serviços prestados [14].

É ainda importante referir a necessidade e a importância da colaboração de todos. O primeiro passo para trabalhar num ambiente seguro e saudável é cada um olhar por si próprio e pelas pessoas à sua volta. Segundo a norma, toda a empresa é responsável pela saúde e segurança dos trabalhadores e de outras pessoas que sejam afetadas pelas suas atividades. Qualquer um pode e deve sugerir medidas e melhorias para o OHS [14].

#### **2.1.4. ISO/IEC 17025**

A ISO/IEC 17025:2017 foi desenvolvida pela ISO em conjunto com a Comissão Eletrotécnica Internacional (IEC) sob a responsabilidade do Comité ISO de avaliação de conformidade (CASCO) [17].

A certificação de laboratórios de calibração conforme a ISO/IEC 17025 tem grande relevância para fornecer resultados precisos e confiáveis para a realização de confirmação metrológica consistente [18]. Se um laboratório é certificado pelo standard é sinónimo de que trabalha com competência, de acordo com os princípios da norma ISO 9001, e que é capaz de fornecer resultados válidos [19].

É política da ILAC (*International Laboratory Accreditation Cooperation*) que o propósito de um laboratório de calibração credenciado inclua a capacidade de calibração e medição (CMC) expressa em termos de:

- Material de referência;
- Método de calibração ou medição, ou procedimento e tipo de instrumento, ou material a ser calibrado ou medido;
- Intervalo de medição e parâmetros adicionais quando aplicáveis;
- Incerteza de medição [18].

Os critérios estabelecidos na norma ISO/IEC 17025, que são avaliados pelos organismos de certificação, incluem aspetos importantes, como:

- Competência técnica do pessoal;
- Validade e adequação dos métodos de teste;
- Rastreabilidade de medições e calibrações, de acordo com padrões nacionais;
- Adequação, calibração e manutenção de equipamentos de teste;
- Ambiente de testes;

## Revisão Bibliográfica

- Manuseamento e transporte de ferramentas de teste;
- Garantia de qualidade dos dados de teste e calibração [18].

Em 2017, foi feita a última revisão do standard, de forma a tentar acompanhar as constantes mudanças nos mercados e evolução da tecnologia. Tem em consideração a última versão, lançada em 2015, da norma ISO 9001. Na Tabela 1 podem-se encontrar as principais alterações implementadas [17].

<b>TÓPICO</b>	<b>O QUE MUDOU?</b>
<b>Âmbito</b>	O âmbito sofreu uma revisão de forma a abranger testes, calibração e amostras, associadas à calibração, e testes subsequentes.
<b>Metodologia</b>	A abordagem dos processos está agora alinhada com as versões mais atualizadas das normas, nomeadamente com a ISO 9001 (Gestão da Qualidade) e com a ISO/IEC 17021-1 (Requisitos para Organismos de Auditoria e Certificação)
<b>Capítulos</b>	Foi introduzido um novo capítulo que introduz o conceito de pensamento baseado no risco.
<b>Foco</b>	Existe agora um maior foco nas tecnologias de informação e é incorporado o uso de sistemas informáticos, registos eletrónicos e a produção de resultados e relatórios eletrónicos.

*Tabela 1 - Alterações Introduzidas na ISO/IEC 17025:2017*

Uma das principais preocupações no meio é o da fraude científica (falsificação de dados, fabricação de dados e plágio). Em 2019, estimava-se um aumento de 44% em 10 anos [19]. Com esta informação, Hou M. et al destacam a importância de implementar um QMS (*Quality Management Standard*) nas seguintes atividades laboratoriais:

- Rastreabilidade dos trabalhos preparatórios para a programação;
- Critérios de qualidade ao nível do processo;
- Disponibilidade de material;
- Disponibilidade de recursos humanos;
- Formação contínua;
- Critérios de qualidade ao nível dos resultados;
- Apresentação dos resultados [19].

### 2.1.5. TISAX

Com o progresso da globalização e o desenvolvimento da tecnologia da informação, o âmbito e o método de armazenamento, processamento e transmissão de informações mudaram. Desta forma, a gestão de riscos de IT (*Information Technology*) é um dos elementos-chave do processo de gestão das organizações. Até 2017, a principal ferramenta para reduzir os riscos associados ao IT era implementação da norma ISO 27001. Porém, foi introduzida uma nova solução, dedicada às empresas da Indústria Automóvel, o TISAX [20].

O *Trusted Information Security Assessment Exchange* (TISAX) é um mecanismo de avaliação e intercâmbio para a segurança da informação das empresas, que permite o reconhecimento dos resultados da avaliação entre os participantes. Trata-se de uma solução desenvolvida pela Associação Germânica da Indústria Automóvel (VDA) e está disponível na plataforma da *ENX Association* [21].

A ENX é uma organização composta por fabricantes de automóveis, pelos seus fornecedores e por 4 associações de automóveis nacionais. O seu objetivo é simplificar e permitir a colaboração segura e confiável em redes industriais, de valor acrescentado. Com a sua estrutura de associação, a ENX é o iniciador e o órgão regulador de standards comuns e serviços interoperáveis baseados nessas normas. Atua como uma autoridade neutra de controlo, bem como um impulsionador do desenvolvimento contínuo para os utilizadores [21].

Na Indústria Automóvel, a quantidade de informação e dados trocados diariamente é enorme. Para além disso, um dos aspetos a ter em atenção é a proteção dos protótipos e *know how* que são trocados regularmente entre os fabricantes de equipamentos e a cadeia de fornecimento. Na Figura 8 é possível visualizar uma representação da principal informação que as empresas pretendem guardar e proteger [20].

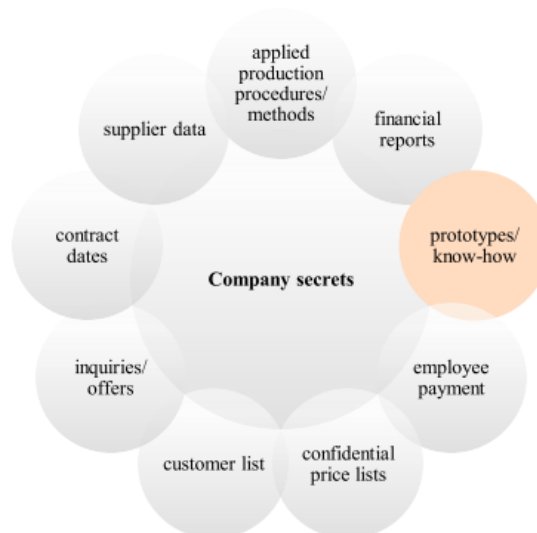


Figura 8 – Informação Protegida pelas Empresas [20]

A base para a avaliação da TISAX é o catálogo de requisitos ISA (*Information Security Assessments*) [21]. A sua aplicabilidade depende dos objetivos dos participantes e a sua relação com os critérios ISA podem ser visualizados na Tabela 2 [20].

O modelo TISAX da VDA proporciona padronização, garantia de qualidade e reconhecimento das auditorias. Permite que empresas demonstrem aos seus clientes (nomeadamente as grandes OEMs da Indústria Automóvel) que as suas informações, dados e novos protótipos estão a ser tratados de forma segura e confidencial, promovendo a confiança e transparência, tão importante entre parceiros de negócios [20].

<b>Critério do catálogo ISA</b>	<b>Objetivo da avaliação TISAX</b>
<b>Segurança da Informação</b>	Informação com grande necessidade de proteção
	Informação com necessidade muito grande de proteção
<b>Proteção de protótipos</b>	Proteção de protótipos de peças e componentes
	Proteção de veículos protótipos
	Utilização de veículos de teste
	Proteção de protótipos durante eventos, filmagens e sessões fotográficas
<b>Proteção de dados</b>	Proteção de dados
	Proteção de dados com categorias especiais de dados pessoais

Tabela 2 – Objetivos da Avaliação TISAX [20]

### 2.1.6. V-MODEL

Sonali M et al afirmam que “*Software Testing* é a fase mais importante do Ciclo de Vida do Desenvolvimento de Software” [22]. Na maioria dos projetos de software, as atividades de teste consomem pelo menos 30% do timing do projeto, podendo mesmo atingir os 80% em casos mais críticos [22].

O *V-Model* trata-se de um diagrama conceptual para ilustrar o processo de desenvolvimento de um sistema e é muito utilizado em empresas que desenvolvem software. O modelo deriva da filosofia central da Engenharia de Sistemas de “Definir o requisito e depois provar que a solução cumpre com o requisito”, ou seja, cada fase de desenvolvimento deve corresponder a uma fase de teste [23].

O processo básico de desenvolvimento do *V-Model* começa por ser dividido em:

- Compreensão dos requisitos do usuário;
- Realização da análise de requisitos;
- Projetar o esboço inicial;
- Descrever e projetar, detalhadamente, os testes necessários [22].

O *Software Testing* é uma componente fulcral que deve ser implementada ao longo de todo o ciclo de desenvolvimento de software. No diagrama da Figura 9 verifica-se a ordem do processo “em V” do *V-Model*, começando por descer e depois subir, da esquerda para a direita. O modelo destaca, ainda, a existência de diferentes níveis de testes e retrata a forma como cada um se relaciona com uma fase de desenvolvimento diferente, nomeadamente:

- *Unit Testing*: Testes a cada componente de forma individual, garantindo que tudo funciona corretamente como uma unidade;
- *Integration Testing*: Aborda a montagem e integração dos componentes que formam o pacote de software completo;
- *System Testing*: Testes realizados num sistema completo e integrado para avaliar a conformidade do sistema com os requisitos especificados. Não requer conhecimento do design interno do código ou da lógica;
- *Acceptance Testing*: Testes para verificar se um produto atende aos requisitos especificados pelo cliente. Geralmente, o cliente faz esse tipo de teste aos produtos desenvolvidos externamente [22].

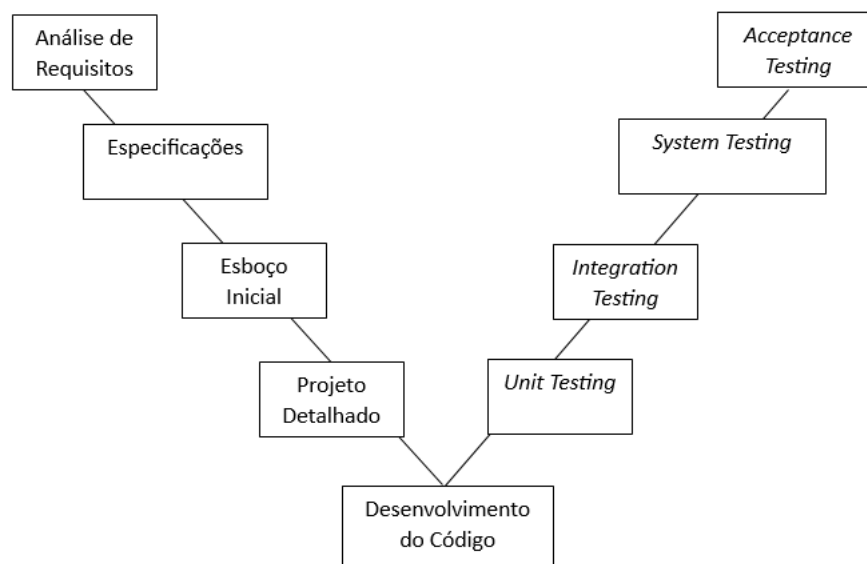


Figura 9 – V-Model [22]

## 2.2. Indústria Automóvel – Filosofia Lean

A satisfação do cliente é o aspeto mais importante para sustentar qualquer negócio. Para isso, a variação do produto ou serviço fornecido dever ser mínima [24]. Desta forma, as empresas colocam o foco no cliente e nos seus requisitos, procurando entregar produtos e serviços com qualidade, cumprindo prazos de entrega, controlando os custos e mantendo sempre uma filosofia de melhoria constante [25].

Num ambiente cada vez mais competitivo e dinâmico, as empresas da Indústria Automóvel estão sempre à procura de otimizar o seu desempenho operacional e global [25]. Uma das principais filosofias que sustenta estes objetivos é o da filosofia Lean, que pode ser entendida como um conjunto de ferramentas que auxiliam na redução de desperdícios, melhorando a qualidade e a produtividade e reduzindo os custos e o tempo de produção [26].

Se utilizarmos a Inteligência Artificial para obtermos uma descrição para a filosofia Lean, poderemos retirar uma resposta deste género:

- “A filosofia Lean visa otimizar processos, eliminar desperdícios e agregar valor, continuamente, para os clientes, promovendo a eficiência operacional e o envolvimento de toda a equipa”.

No *businessdictionary.com* encontramos a seguinte definição para “*Lean Manufacturing*”:

- “Fazer mais com menos através do pensamento Lean. A produção Lean envolve esforços incessantes para eliminar ou reduzir a muda (termo japonês para desperdício ou qualquer atividade que consuma recursos sem adicionar valor) em design, produção, distribuição e processos de apoio ao cliente” [27].

A palavra “Lean” surge para explicar uma metodologia de produção da Toyota, o famoso TPS (*Toyota Production System*). Esta abordagem, criada e aprimorada pela Toyota, expandiu-se por todo o mundo e por diferentes setores, permitindo que as organizações aumentassem os seus índices de flexibilidade e produtividade, melhorassem a qualidade, garantissem *timings* de entrega e diminuíssem os desperdícios existentes [28].

Quando o conceito de “*Lean Thinking*” foi introduzido pela primeira vez, atraiu a atenção mundial e ganhou popularidade no setor da indústria transformadora, que procurava melhorar o seu desempenho em termos de eficiência [29].

Atualmente, embora as empresas continuem a utilizar o *Lean Thinking* com o objetivo de aumentar a eficiência com o mínimo de recursos, está a tornar-se claro que, devido à concorrência altamente dinâmica, as empresas estão a ser forçadas a repensar e a reformular os seus processos e a desenvolver novas estratégias [29].

### 2.2.1. Shikumi

*Shikumi* é a palavra japonesa referente a algo com diferentes partes que são organizadas para funcionarem juntas sob uma determinada intenção [30].

O formato *Shikumi* oferece um sistema padrão para partilha de informações. A sua utilização permite que as melhores práticas sejam partilhadas entre pares, promovendo a colaboração e o trabalho de equipa [31].

Após um questionário numa fábrica da Toyota, Holman C. obteve duas descrições:

- “é essencialmente um processo ou metodologia para concluir projetos ou tarefas”;
- “é uma forma de fazer as coisas e é usado para definir/descrever como é que esse processo específico é realizado” [31].

Holman C. desenvolveu um *Shikumi* na equipa de montagem de veículos da *Toyota Motor Manufacturing North America* incluindo 6 grandes etapas:

- *Benchmarking* interno;
- Mapeamento de processos;
- Modelação de uma matriz de estrutura, incluindo entrevistas com *stakeholders*;
- *Nemiwashi* (chegar a um consenso);
- Análise da matriz de estrutura de dependências e simulação dos processos;
- Desenvolvimento de um documento *Shikumi* standard [31].

Uma das maiores vantagens de padronizar e estabilizar qualquer processo é o de permitir identificar as causas raízes que justificam o funcionamento do mesmo. Sem um standard, torna-se extremamente difícil identificar oportunidades de melhoria num processo [28].

Como é possível visualizar na Figura 10, a standardização é uma das bases da casa TPS, constituída pelos elementos da filosofia Lean. Mais uma vez, é demonstrada, assim, a importância que este conceito assume nas metodologias de trabalho utilizadas por umas das organizações mais bem-sucedidas e com mais influência do mundo [32].

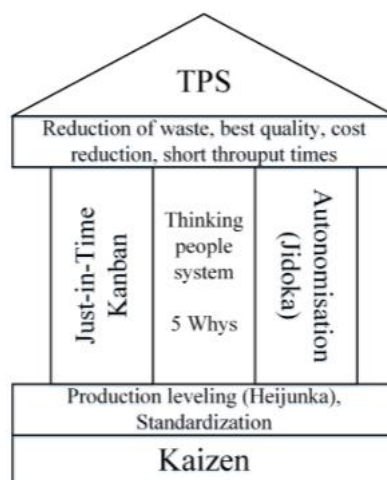


Figura 10 – TPS House [32]

### 2.2.2. Heijunka

O nivelamento da produção, também conhecido como *Heijunka* no sistema de produção da Toyota e encontrado na base da casa TPS, é amplamente conhecido como um método para definir a sequência de fabrico de vários produtos. Tem como principais objetivos equilibrar a produção e aumentar a eficiência e a flexibilidade através da eliminação de desperdícios e da minimização das diferenças nas cargas de trabalho [33].

O método procura harmonizar o processo produtivo através do estabelecimento de sequências de produção periódicas (programação cíclica). Desta forma, a produção deve ser programada de modo que a linha produza a mesma sequência de produtos num determinado período, alternando entre os mais e menos requisitados. Pretende-se assim evitar períodos de sobrecarregamento e também sub-carregamento dos postos de trabalho [34].

### 2.2.3. Kaizen

A melhor forma que as empresas encontraram para responder ao aumento da competitividade global foi levarem a cabo atividades de melhoria contínua com o objetivo de reduzir o desperdício. A filosofia Kaizen baseia-se exatamente nessa ideia de melhoria constante [35].

As ferramentas/filosofias utilizadas para a aplicação do conceito, também conhecidas como “Guarda-chuva Kaizen” (Figura 11) são:

- Orientação para o Cliente;
- Controlo de Qualidade Total;
- Robótica;
- Sistema de Sugestão;
- Automação;
- Kanban;
- Melhoria da Qualidade;
- *Just-in-Time*;
- Zero Defeitos [36].

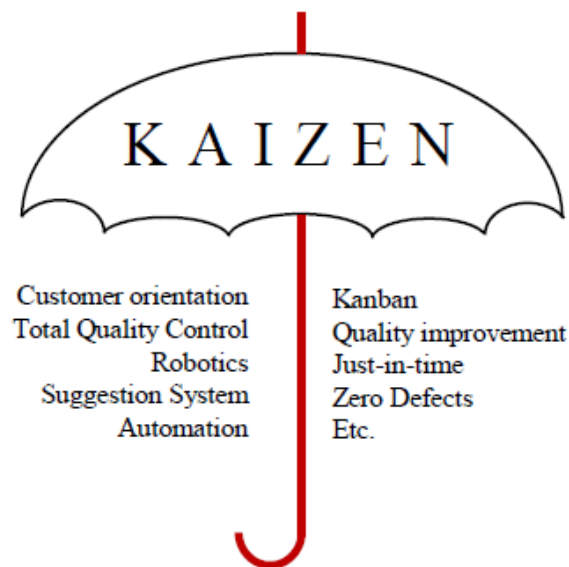


Figura 11 – Kaizen Umbrella [36]

Para implementar o conceito Kaizen, existem algumas ferramentas da qualidade que têm revelado excelentes resultados quando utilizadas corretamente, tais como:

- Ciclo PDCA (*Plan-Do-Check-Act*);
- Técnica VSM (*Value Stream Mapping*);
- Técnica dos Cinco Porquês (*Five Whys*) [35].

Se implementado corretamente, o Kaizen pode incentivar os funcionários a pensar de forma diferente sobre o seu trabalho, potenciando o sentido de responsabilidade e melhorando a sua motivação em geral. Para isso, a gestão de topo tem um papel fundamental na tarefa de fazer com que toda a organização se sinta parte do processo de tomada de decisão e de melhoria, através, por exemplo, do sistema de sugestões de melhorias encontrado no *Kaizen Umbrella* [35].

#### 2.2.4. PDCA

Todos os standards ISO relacionados com os sistemas de gestão são baseados no ciclo de PDCA ou de Deming (Planear - Fazer - Verificar - Agir), geralmente conhecido como ciclo de melhoria contínua [14].

Fonseca L e Domingues J realçam a necessidade das OEMs e das suas redes globais de fornecedores em ter em atenção o processo de planear, projetar, implementar e controlar as mudanças, de uma forma eficaz e oportuna [2].

A prática sistémica de planear, implementar, analisar e controlar, e por fim atuar e otimizar, é um processo evolutivo que engloba toda a estrutura organizacional, conduzindo de forma inequívoca a uma relação *Win-Win*, para todas as partes intervenientes [3].

O primeiro passo consiste na análise e avaliação da situação existente. Devem-se identificar as raízes dos problemas e possíveis oportunidades de melhoria. Por fim, devem ser propostas mudanças no sistema e definidas as metas a alcançar [37].

No passo “Do” as mudanças devem ser implementadas, normalmente numa escala de testes, para se obterem resultados para análise e estudo das consequências de cada alteração. Assim, cada ideia pode ser testada e são recolhidos dados que suportem a próxima fase de comparação [37].

O passo “Check” consiste, então, em analisar os resultados das alterações feitas, determinar as lições aprendidas e comparar com as metas definidas, de forma a verificar se as soluções trouxeram, de facto, resultados adequados [37].

No último passo do ciclo, se as mudanças levarem a melhorias devem ser adotadas e aplicadas a larga escala, recomeçando o ciclo novamente, na procura de novas melhorias [37]

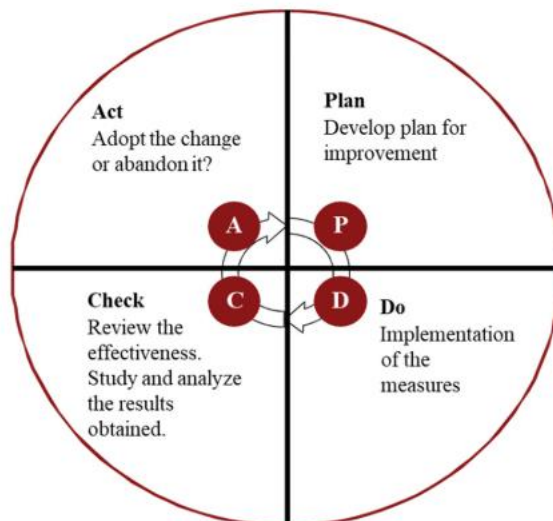


Figura 12 - Plan-Do-Check-Act (PDCA) Cycle [37]

## 3. Metodologia e Aplicação

Neste capítulo pretende-se descrever os modelos de desenvolvimento de produto do grupo Preh e as funções e os processos da equipa de Pré-Séries de Montagem da Preh Portugal, de forma a explicar de que forma é que as oportunidades de melhoria foram identificadas. Para além disso, também é demonstrado o método de aplicação da otimização elaborada.

### 3.1. Situação “As Is”

Dada a complexidade e a interligação dos produtos desenvolvidos pela Preh, são implementados dois modelos nas diferentes áreas. O caminho desde o pedido do cliente até à produção em série de todos os produtos, incluindo a criação de equipamentos de produção e de teste, é tido em consideração através do chamado processo de desenvolvimento de produtos (PDP). Para além disso, o modelo de desenvolvimento de processos da Preh (modelo V) é efetuado através de iterações, especialmente em termos de desenvolvimento de software.

No ANEXO A é possível visualizar uma representação esquemática dos modelos interligados, bem como é que estes se enquadram em relação ao modelo VDA, muito utilizado e reconhecido na Indústria Automóvel. Desta forma, demonstra-se a forma como o modelo da Preh está alinhado com os modelos da IA, e, por isso, também em linha com a sua carteira de clientes e fornecedores.

Tanto os modelos como os processos devem estar sempre sincronizados entre si, pelas seguintes razões:

- A mecânica, o hardware e o software dependem de especificações e modelos de outras áreas para poderem continuar a trabalhar nos seus próprios pacotes de trabalho;
- O cliente exige um determinado nível de qualidade das amostras para determinadas fases;

O processo de desenvolvimento de produto do grupo Preh é, então, dividido em sete fases. O PDP, com as fases 0-5, está fortemente orientado para o desenvolvimento de meios de produção/mecânicos com uma execução sequencial para cada fase. O modelo de fases é o quadro válido para todos os projetos automóveis na organização da Preh:

- Fase 0: Inquérito

A fase 0 começa com o pedido do cliente. O objetivo desta fase é garantir que apenas os pedidos que satisfazem as especificações mínimas adequadas chegam à fase de oferta. Estas referem-se, essencialmente, aos seguintes critérios:

- Adequa-se à carteira de produtos da Preh ou existem diferenças significativas?
- Trata-se de um novo cliente ou é concorrente da Preh noutros mercados?
- Possui um rácio extraordinariamente elevado entre as despesas de desenvolvimento e o futuro volume de negócios da produção em série?

Se um ou mais destes critérios justificarem um inquérito, o representante de vendas deve iniciar o procedimento de aprovação pré-definido.

Nos casos em que nenhum dos critérios acima se aplica, a Fase 1 pode ser iniciada imediatamente.

- Fase 1: Oferta

O lançamento tem lugar através do Departamento de Vendas, com uma apresentação do produto, da rentabilidade do projeto, do resumo da gestão e do protocolo QG (*Quality Gate*).

No caso de uma adjudicação comercial positiva, pelo cliente, a Fase 1 termina com a QG1. Se a missão não for bem-sucedida, os projetos não avançam e são encerrados na Fase 1.

- Fase 2: Conceito

Os principais objetivos da Fase do Conceito são:

- Formar a equipa de projeto;
- Adaptar os recursos necessários no seio da equipa principal;
- Começar a trabalhar no projeto;
- Comparar a oferta comercial e as especificações da Fase 1 e começar a gerir as alterações;
- Verificar a conceção e criar amostras em conformidade com as exigências do cliente;
- Análise de risco de todo o projeto;
- Finalização do plano do projeto;
- Elaboração de um plano de programação pormenorizado;
- Realização da primeira avaliação da satisfação do cliente;
- Mudança de fase com aprovação QG2.

- Fase 3: Desenvolvimento

Os principais objetivos da Fase de Desenvolvimento são:

- Finalizar o FMEA (*Failure Mode and Effects Analysis*);
- Definir a unidade de montagem final;
- Finalizar o projeto de todas as peças mecânicas e PCBs (*Printed Circuit Boards*);
- Validar o conceito através de revisões e/ou ferramentas auxiliares;
- Tomar decisões de compra ou venda;
- Atualizar o cálculo de custos;
- Finalizar e aprovar o plano de investimento do projeto;
- Preparar a garantia de concurso para o projeto de investimento detido pela empresa;
- Mudança de fase com aprovação QG3.

- Fase 4a: Ferramentas e Equipamentos

O objetivo desta fase é produzir, otimizar e libertar recursos específicos do produto para a produção em série, tais como ferramentas de injeção, equipamentos de montagem e equipamentos de teste. A fase termina imediatamente antes da execução da IPS (*Internal Process Series*) com a aprovação da QG4a e uma avaliação dos riscos.

O trabalho da Divisão de Industrialização da Preh Portugal, nomeadamente da equipa de Pré-Séries de Montagem, é desenvolvido maioritariamente durante esta fase.

- Fase 4b: Séries de Processo & Qualificação

Um passo importante desta fase é a conclusão da IPS e a apresentação do ISIR (*Initial Sample Inspection Report*) ao cliente.

Após a preparação e otimização do equipamento de produção, as amostras de qualificação para a qualificação em série são preparadas numa série de processo.

A transferência para o centro de produção global destinado à produção em série também tem de ser efetuada nesta fase e a IPS deve ser repetida no local.

A etapa 4b é concluída quando a ISIR é apresentada ao cliente e com a passagem da QG4b.

- Fase 5: Produção em Série

Durante a Fase 5, a equipa do projeto trata dos pontos em aberto e problemas pendentes. A fase termina quando um processo suficientemente estável é demonstrado na produção em série e a QG5 é passada com sucesso.

### Industrialização - Processos

As fases iniciais do projeto são desenvolvidas maioritariamente na sede do grupo, em *Bad Neustadt an der Saale* (NES), Alemanha. É na NES que estão estabelecidos os responsáveis por atribuir os diferentes projetos às várias fábricas do grupo, bem como definir os responsáveis pelo desenvolvimento das linhas de montagem/equipamentos (Industrialização da Preh Portugal ou um outro fornecedor externo, como por exemplo a *PIA Automation*). É ainda aqui, que são desenvolvidas as atividades de desenvolvimento de produto e das especificações das máquinas necessárias para a sua produção.

O trabalho da Industrialização da Preh Portugal, inicia-se na Fase 3, quando as especificações dos equipamentos a produzir são enviados por parte da equipa de desenvolvimento. O envolvimento dos departamentos da Industrialização nesta fase tem como objetivo permitir que a equipa se familiarize desde cedo com o projeto, acompanhando o seu desenvolvimento e permitindo a sugestão de possíveis alterações a fazer aos equipamentos ou mesmo ao produto final, de acordo com o *Know-How* dos seus engenheiros.

Tal como referido acima, a maior parte das funções da Industrialização, são desenvolvidas durante a Fase 4a: Ferramentas e Equipamentos.

A divisão divide-se em quatro equipas, com diferentes funções, mas com dependência umas das outras. Na Tabela 3 é possível visualizar os tópicos gerais pelos quais cada uma das equipas é responsável.

<b>Equipa de Equipamentos/Mecânica</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Realizar o <i>Timing Plan</i></li> </ul>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>Atribuir cotação para a construção dos equipamentos</li> </ul>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>Contactar e atribuir projetos aos fornecedores</li> </ul>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>Aprovar os 3D e as respetivas construções mecânicas, apresentados pelos fornecedores</li> </ul>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>Gerir as reuniões de acompanhamento do desenvolvimento dos equipamentos</li> </ul>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>Acompanhar a aprovação de transferência da linha de montagem (<i>Transfer Approval</i>)</li> </ul>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>Resolver os pontos em aberto resultantes da <i>Transfer Approval</i></li> </ul>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>Realizar a instalação e aprovação da linha de montagem na fábrica de destino (<i>Comissioning</i>)</li> </ul>
<b>Equipa de Software</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Preparar a cotação para o desenvolvimento de software</li> </ul>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>Escolher o hardware necessário</li> </ul>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>Desenvolver o software</li> </ul>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Implementar a rastreabilidade</li> </ul>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Acompanhar a aprovação de transferência da linha de montagem (<i>Transfer Approval</i>)</li> </ul>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Resolver os pontos em aberto resultantes da <i>Transfer Approval</i></li> </ul>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Realizar a instalação e aprovação da linha de montagem na fábrica de destino (<i>Comissioning</i>)</li> </ul>
<b>Equipa de Logística</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Analisar as BOMs (<i>Bills of Materials</i>) e determinar as necessidades de componentes para cada etapa do processo</li> </ul>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Controlar as encomendas de material</li> </ul>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Aferir as necessidades do cliente</li> </ul>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Controlar as produções de peças finais</li> </ul>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Gerir os processos e as “movimentações” de material no software de gestão: SAP</li> </ul>
<b>Equipa de Pré-Séries de Montagem</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Analisar as especificações do projeto</li> </ul>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Aprovar as construções mecânicas, apresentadas pelos fornecedores</li> </ul>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Testar os equipamentos e o software desenvolvido (incluindo a rastreabilidade)</li> </ul>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Realizar os estudos de capacidade dos equipamentos</li> </ul>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Assegurar as produções de peças finais (caso existam necessidades)</li> </ul>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Acompanhar a aprovação de transferência da linha de montagem (<i>Transfer Approval</i>)</li> </ul>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Resolver os pontos em aberto resultantes da <i>Transfer Approval</i></li> </ul>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Realizar a instalação e aprovação da linha de montagem na fábrica de destino (<i>Comissioning</i>)</li> </ul>

Tabela 3 – Funções das Equipas da Divisão de Industrialização

### Equipa de Pré-Séries de Montagem

Colocando então o foco no objeto de estudo – a Equipa de Pré-Séries de Montagem – é importante entender detalhadamente os processos e as responsabilidades da mesma.

A equipa é constituída por quatro membros, pelos quais são divididos os diferentes projetos. O engenheiro Tiago Couto acumula a responsabilidade de fazer essa divisão e gestão dos recursos, atuando como o líder da equipa.

A primeira etapa de todos os projetos é a de analisar de forma detalhada as especificações do projeto. É muito importante entender, desde cedo, todas as especificidades e exigências relativamente ao produto e à linha de montagem.

Os equipamentos individuais necessários para as linhas de montagem são encomendados a determinados fornecedores. Quando esses equipamentos ficam concluídos, também é da responsabilidade das Pré-Séries aprovar a sua transferência para o pavilhão da Industrialização. Para esta atividade, aquando da integração na equipa já existia uma checklist com todos os pontos que devem ser aprovados, ou seja, o processo já se encontrava standardizado.

Uma vez iniciados os trabalhos de programação do software dos equipamentos, da implementação da rastreabilidade e do desenvolvimento geral da linha de montagem, as Pré-Séries da Industrialização devem acompanhar a equipa de software e mecânica, testando os equipamentos para diferentes modos de falha e garantindo que todas as especificações são atendidas. Aquando da entrada na Preh, este processo estava completamente dependente do engenheiro encarregue pelos testes, não existindo um standard a seguir.

Uma outra exigência comum em qualquer indústria de manufatura é a realização de estudos de capacidade aos equipamentos. O principal objetivo dos estudos de capacidade é determinar se um processo é capaz de produzir resultados dentro das tolerâncias especificadas. Desta forma, a Divisão de Industrialização, como fornecedor de máquinas de produção, também tem de garantir a capacidade dos seus equipamentos. A responsável por estas atividades é também a equipa de Pré-Séries de Montagem.

Por vezes, os clientes finais ou mesmo a equipa de desenvolvimento da NES, necessitam de peças produzidas nos equipamentos, mesmo quando estes ainda não se encontram totalmente finalizados. Por isso, cabe também às Pré-Séries assegurar a produção e a qualidade máxima dos produtos produzidos.

Antes dos equipamentos serem transferidos é realizado o *Transfer Approval* onde os colegas da NES e da fábrica final se deslocam às instalações da Industrialização para aprovar a linha de montagem. Para isso, existem requisitos mínimos a cumprir, tais como, tempos de ciclo e *First Pass Yield* (percentagem de unidades que passam por um processo ou teste na primeira tentativa). A equipa de Pré-Séries deve preparar estas atividades e acompanhar os colegas durante toda a aprovação.

No *Transfer Approval* é muito comum que se encontrem alguns problemas, ou que se façam sugestões de melhoria. Assim, a equipa de Pré-Séries deve garantir, juntamente com as equipas de mecânica e software, que todos os pontos abertos ficam resolvidos antes da transferência.

Por último, as funções da Industrialização só terminam após a realização do *Commissioning* na fábrica final da linha de montagem. Nesta fase do processo é necessário proceder à instalação de todos os equipamentos no seu layout final no chão de fábrica. As Pré-Séries de montagem devem garantir que os equipamentos estão a funcionar normalmente, efetuar novamente os estudos de capacidade e formar as operadoras em todas as máquinas da linha.

### 3.1.1. Oportunidades de Melhoria

Analisando os processos da equipa de Pré-Séries de Montagem e após um período de observação do dia-à-dia da equipa foi possível verificar que muitas das atividades encontravam-se já bem definidas e padronizadas. No entanto, o processo de validação dos equipamentos parecia carecer de um standard, uma vez que cada membro da equipa efetuava os testes de forma diferente, de acordo com a sua experiência e *Know-How*. Desta forma, a principal dificuldade sentida, na adaptação ao trabalho como engenheiro de Pré-Séries, foi a realização desses testes, visto que ainda não possuía as bases e o conhecimento necessário para tal.

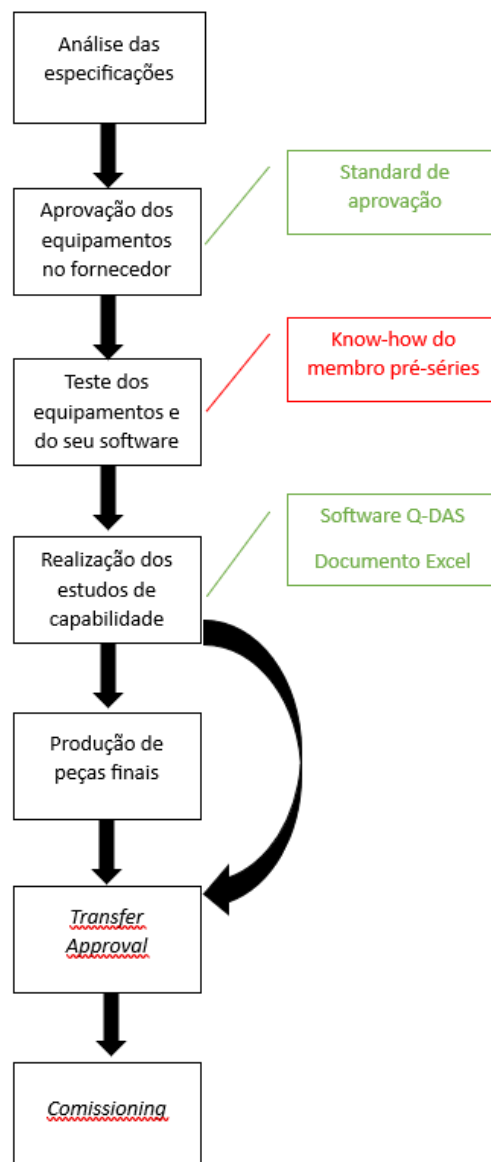


Figura 13 – Fluxograma das Tarefas da Equipa de Pré-Séries

Na Figura 13 é possível visualizar a existência de documentos de suporte às tarefas a realizar pela equipa de pré-séries, nomeadamente na aprovação dos equipamentos no fornecedor e na

realização dos estudos de capacidade. Porém, também se destaca a falta de instruções nos testes a realizar aos equipamentos.

A proposta de melhoria passará então pela criação de um standard, de forma a tornar o processo de aprovação de equipamentos mais eficiente e com menos influência humana (causa de variabilidade).

## **3.2. Situação “To Be”**

Para a realização de um documento standard é necessário fazer um trabalho inicial de recolha de informação junto de todos os intervenientes no desenvolvimento dos equipamentos (Equipa de Software, Equipa de Equipamentos/Mecânica e Equipa de Pré-Séries de Montagem). Aliando o conhecimento adquirido com a realização da pesquisa bibliográfica no Capítulo 2 é possível criar um Standard de aprovação de equipamentos para a Divisão de Industrialização, que respeite as normas e regras da Indústria Automóvel.

### **3.2.1. Método**

O método utilizado para a sua implementação foi o da realização de um *PowerPoint*, com a explicação detalhada dos testes a fazer e dos pontos a verificar, e da criação de uma checklist com o auxílio da ferramenta *Excel*, de forma a fazer-se o acompanhamento contínuo do estado de cada equipamento em aprovação.

### **Standard**

O documento criado no *PowerPoint* foi dividido em oito grandes capítulos (Figura 14):

1. Situações “*CALL MAINTENANCE*”;
2. Situações “*NOK BOX*”;
3. Situações “*AIR OFF*”;
4. Situações “*LIGHT OFF*”
5. Ionizador;
6. Normas Gerais;
7. Pontos para Aprovação;

## 8. Histórico do Standard



Figura 14 – Índice do Standard

**Situações “Call Maintenance”**

O primeiro tópico diz respeito à verificação das situações em que o software dos equipamentos deve indicar aos operadores que estes devem chamar a manutenção, porque existe algum problema com o equipamento. Para além dos testes a fazer, o documento também fornece a indicação de qual deve ser o “comportamento” padrão do software. Desta forma, foram identificados nove sistemas/aparelhos que são utilizados nas máquinas desenvolvidas pela Industrialização da Preh Portugal.

1. Mesa/Gaveta móvel: sistema (Figura 15) que transporta as peças da área de ação do operador para o interior da máquina onde a operação respetiva se efetuará. Para este tipo de sistemas deve ser testado o seu funcionamento em Ciclo Contínuo e também em *Home Cycle*. Por se tratar de um componente móvel que pode colocar em perigo a integridade física do operador, é necessário garantir que a mesa/gaveta tem um *timeout* implementado. Assim, quando existe uma obstrução ao movimento da gaveta esta deve parar e os cilindros pneumáticos devem permitir que a mesa possa ser movida manualmente, sendo que no *Home Cycle* o software deve indicar que a manutenção tem de ser chamada imediatamente.



Figura 15 – Gaveta Móvel

2. Lockers de peça: sistema (Figura 16) de imobilização das peças/componentes. O objetivo é assegurar que as peças são montadas sempre nas mesmas condições, reduzindo, assim, a variabilidade do produto. Para este tipo de sistemas deve ser testado o seu funcionamento em Ciclo Contínuo e também em *Home Cycle*. Assim, quando existe uma obstrução ao movimento dos *lockers*, estes devem recuar para a posição “de descanso” de forma que as peças, potencialmente mal colocadas, possam ser retiradas ou ajustadas, sendo que no *Home Cycle* o software deve indicar que a manutenção tem de ser chamada imediatamente.

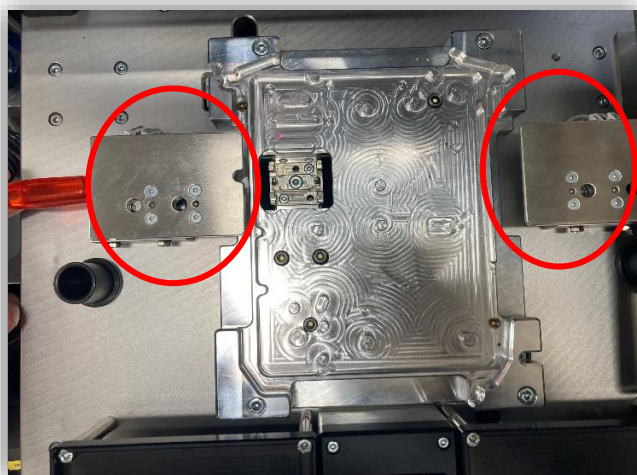


Figura 16 – Lockers de Peça

3. Potis (potenciômetros): sistema (Figura 17) utilizado para medir a posição de um determinado objeto ao longo de um eixo. Para este tipo de sistemas deve ser testado o seu funcionamento em Ciclo Contínuo e também em *Home Cycle*. Assim, quando existe um encravamento dos Potis, o software deve indicar que a manutenção tem de ser chamada imediatamente.

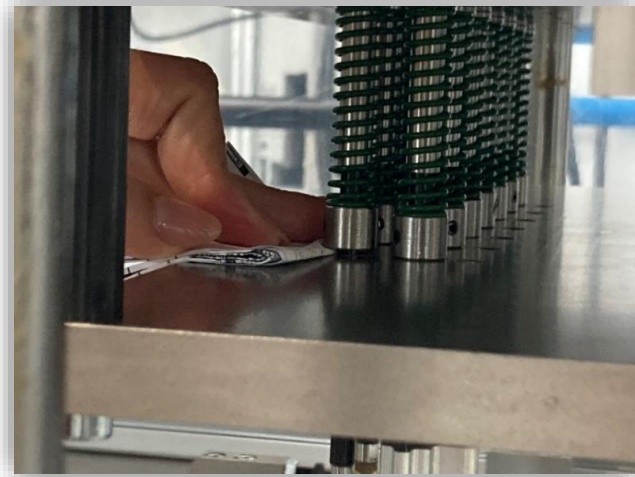


Figura 17 - Potenciômetros

4. Sistema de Plasma: sistema utilizado para limpar superfícies e melhorar a aderência (para colagem de componentes), removendo contaminantes através de processos físicos e químicos. Para este tipo de sistemas deve ser testado o seu funcionamento em *Home Cycle*, em Ciclo Contínuo, imediatamente antes de se iniciar o processo de plasma e também se tem de verificar o estado da chama durante todo o ciclo de plasma. Assim, quando o equipamento não consegue estabelecer comunicação com o sistema de plasma, ou se algum dos parâmetros da chama se encontrar fora dos limites estabelecidos, o software deve indicar que a manutenção tem de ser chamada imediatamente.
5. Luz UV: sistema (Figura 18) utilizado para acelerar a cura e aumentar a força de adesão da cola às superfícies. Os parâmetros e o funcionamento destes sistemas devem ser controlados de forma a garantir a qualidade das peças produzidas e a assegurar a existência de pouca variabilidade no processo. Para este tipo de sistemas deve ser testado o seu funcionamento em *Home Cycle*, em Ciclo Contínuo, imediatamente antes de se ligar a luz e também se deve verificar o estado da lâmpada durante todo o ciclo de cura. Assim, quando o equipamento não consegue estabelecer comunicação com o sistema de luz UV, ou se algum dos parâmetros da lâmpada se encontrar fora dos limites estabelecidos, o software deve indicar que a manutenção tem de ser chamada.



Figura 18 – Controlador de Luz UV

6. Ecopen: sistema (Figura 19) de dispensação para processos de colagem e lubrificação. Os parâmetros e o funcionamento destes sistemas devem ser controlados de forma a garantir a qualidade das peças produzidas e a assegurar a existência de pouca variabilidade no processo. Para este tipo de sistemas deve ser testado o seu funcionamento em *Home Cycle*, em Ciclo Contínuo e imediatamente antes de se iniciar a dosagem. Assim, quando o equipamento não consegue estabelecer comunicação com o controlador da *ecopen* o software deve indicar que a manutenção tem de ser chamada imediatamente.



Figura 19 - Ecopen

7. IAI: estes sistemas, denominados “atuadores inteligentes” são sistemas de eixos lineares. Para este tipo de sistemas deve ser testado o seu funcionamento em *Home Cycle*, em Ciclo Contínuo e imediatamente antes de iniciar o seu movimento. Assim,

quando o equipamento não consegue estabelecer comunicação com o eixo, o software deve indicar que a manutenção tem de ser chamada.

8. Aparafusadora: sistema (Figura 20) para montar componentes através do aperto de parafusos, por aplicação de um determinado torque. Os parâmetros dos programas de aparafusamento e o funcionamento destes sistemas devem ser controlados de forma a garantir a qualidade das peças produzidas e a assegurar a existência de pouca variabilidade no processo. Para este tipo de sistemas deve ser testado o seu funcionamento em *Home Cycle*. Assim, quando o equipamento não consegue estabelecer comunicação com o sistema, o software deve indicar que a manutenção tem de ser chamada imediatamente. Para além disso, os parâmetros de torque devem ser controlados durante o ciclo contínuo



Figura 20 – Controlador de Aparafusadora

9. Câmaras/Senso Parts: estes aparelhos (Figura 21) servem para fazer verificações à presença ou posição de determinados componentes. Todos os periféricos, desde câmaras de visão a sensores de distância, devem ser controlados de forma a garantir o cumprimento dos requisitos, a qualidade das peças produzidas e a assegurar a existência de pouca variabilidade no processo. Para este tipo de sistemas deve ser testado o seu funcionamento em Ciclo Contínuo, *Home Cycle* e deve ser feita uma verificação de conexão sempre que a aplicação é iniciada.



Figura 21 – Senso Part

### Situações “NOK Box”

As situações “NOK Box” dizem respeito a todas as situações em que o software do equipamento deve indicar ao operador que as peças devem ser colocadas na caixa de equipamento NOK (Figura 22) – equipamento não conforme.

Após um processo de observação e análise de diferentes linhas de montagem foram descritas seis situações diferentes:



Figura 22 – NOK Box

1. Retries de potis excedidos: o software da máquina deve conter uma constante para as repetições permitidas para os testes realizados com potenciômetros. Desta forma, os engenheiros de processo podem definir quantas vezes é que o equipamento deve permitir a repetição do teste, até a peça ser dada como não OK. Uma vez excedidos os *retries*, deve ser indicado no ecrã de HMI (*Human-Machine Interface*) que a peça deve ser inserida na caixa NOK.

2. Retries de visão excedidos: o software da máquina deve conter uma constante para as repetições permitidas para os testes realizados com câmaras e *senso parts*. Desta forma, os engenheiros de processo podem definir quantas vezes é que o equipamento deve permitir a repetição do teste, até a peça ser dada como não OK. Uma vez excedidos os *retries*, deve ser indicado no ecrã de HMI que a peça deve ser inserida na caixa NOK.
3. Retries de inspeção da conexão de flat cables: o software da máquina deve conter uma constante para as repetições permitidas para os testes realizados à conexão de cabos que ligam eletricamente dois componentes da peça. Por se tratar de uma inspeção de grande importância, para garantir que a peça funciona corretamente, as câmaras devem ser de resolução superior e deve ser garantido que não existem falsos positivos. Desta forma, os engenheiros de processo podem definir quantas vezes é que o equipamento deve permitir a repetição do teste, até a peça ser dada como não OK. Uma vez excedidos os *retries*, deve ser indicado no ecrã de HMI que a peça deve ser inserida na caixa NOK.
4. Retries de aparafusamento excedidos: o software da máquina deve conter uma constante para as repetições de aparafusamento permitidas. Esta constante refere-se a tentativas de aparafusamento no mesmo parafuso, ou seja, sempre que se avança de um aparafusamento para outro, deve ser feito *reset* ao contador de *retries* de aparafusamento. Desta forma, os engenheiros de processo podem definir quantas vezes é que o equipamento deve permitir a repetição do processo, até a peça ser dada como não OK. Uma vez excedidos os *retries*, deve ser indicado no ecrã de HMI que a peça deve ser inserida na caixa NOK.
5. Rejeição da peça: sempre que um determinado teste ou processo falha, é dada a opção de repetição ou de rejeição da peça à operadora. Sempre que a operadora decide pressionar o botão NOK para rejeitar a peça, deve ser indicado no ecrã de HMI que a peça deve ser inserida na caixa NOK.
6. TraceNumber fora da sequência de produção: para além do controlo do histórico, a rastreabilidade é fundamental para garantir que as peças seguem a sequência de produção pretendida. Desta forma, sempre que uma peça é detetada como “fora da sequência de produção” numa determinada máquina, deve ser indicado no ecrã de HMI que a mesma deve ser inserida na caixa NOK.

### **Situações “Air OFF”**

As situações “Air OFF” referem-se a todas as situações em que o sistema pneumático dos equipamentos se deve desligar. Trata-se de um procedimento que tem como objetivo garantir

a segurança do operador e a integridade do equipamento. Foram estabelecidas três diferentes situações para o efeito:

1. Abrir a porta
2. Fechar a aplicação
3. Botão “OFF” do sistema pneumático

### **Situações “Light OFF”**

As situações “Light OFF” dizem respeito aos casos em que a iluminação dos equipamentos (Figura 23) deve ser desligada. Este procedimento está em linha com os objetivos de poupança energética, descritos nas normas de sistemas de gestão ambiental. Para o caso foram definidas quatro situações:

1. Sempre que termina o último ciclo.
2. Sempre que fechamos a aplicação.
3. Sempre que pressionamos “Stop”.
4. Sempre que pressionamos “Light”.



*Figura 23 – Luminária de uma Máquina*

### **Ionizador**

O ionizador (Figura 24) trata-se de um equipamento comum a quase todas as linhas de montagem da Preh, uma vez que estes sistemas têm de estar presentes sempre que um determinado processo implica a montagem de um componente eletrónico, como uma PCB, numa peça. Estes sistemas são de grande importância uma vez que têm como objetivo a limpeza das impurezas e das partículas que possam estar alojadas nos componentes eletrónicos e que por isso possam comprometer o funcionamento futuro da peça.



Figura 24 - Ionizador

Desta forma, definiram-se as situações em que o ionizador deve ligar e desligar (Tabela 4).

LIGAR	DESLIGAR
<ul style="list-style-type: none"> <li>No passo em que é pedido, no ecrã HMI, a inserção do componente eletrónico na peça.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Quando o componente eletrónico já não está exposto ao ambiente exterior.</li> </ul>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>Quando termina o último ciclo.</li> </ul>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>Quando fechamos a aplicação.</li> </ul>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>Quando o botão "Stop" é pressionado.</li> </ul>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>Quando o ar é desligado.</li> </ul>

Tabela 4 – Funcionamento de um Ionizador

O equipamento deve verificar o estado do ionizador no *Home Cycle*, no início de cada ciclo, imediatamente antes de ligar e verificar se este está a trabalhar durante todo o ciclo de ionização.

### Normas Gerais

Nesta secção são definidas uma série de regras e procedimentos a ter em consideração, desde pontos mecânicos a pontos relacionados com o software.

1. Associações: verificar como são feitas as associações entre componentes com rastreabilidade.
2. Last Cycle: verificar o comportamento da máquina após terminar um último ciclo (ciclo que marca o fim de uma determinada produção).

3. Mais do que um ninho a trabalhar em simultâneo: verificar como é feito o tratamento de erros, por parte do software, em equipamentos com mais do que um ninho a trabalhar em simultâneo e sequencialmente. Na Figura 25 é possível visualizar um exemplo de uma máquina com três ninhos.



Figura 25 – Máquina com Três Ninhos

4. Ordenação dos ninhos no ecrã: garantir que, em máquinas com mais do que um ninho lado a lado, a sua ordenação no ecrã de HMI corresponde á sua ordenação real no equipamento. A Figura 26 é um exemplo de como não deve ser feita a ordenação, uma vez que a ordem apresentada no ecrã de HMI não corresponde à ordenação física dos ninhos.

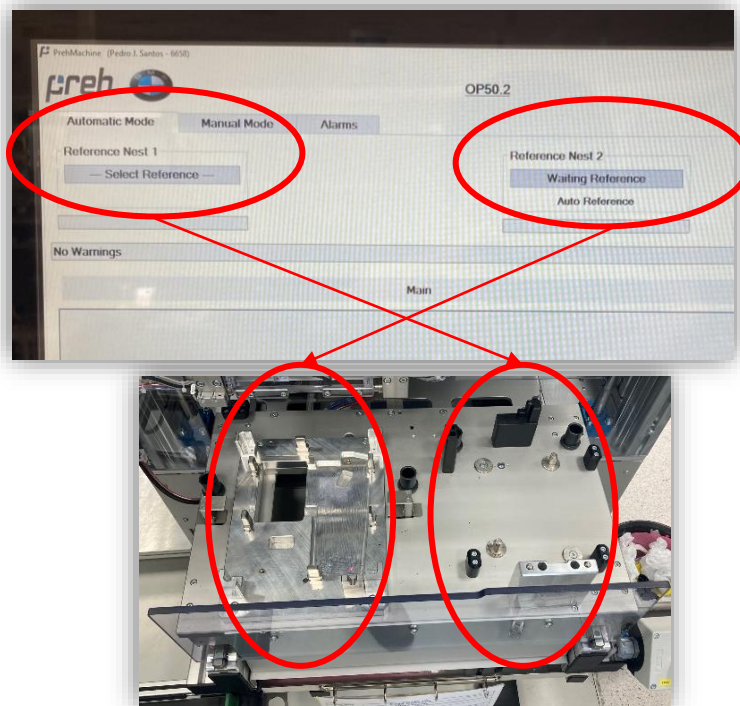


Figura 26 – Ordenação Incorreta dos Ninhos

5. Versão do Código: verificar que o código inserido na máquina é sempre o mais atualizado antes da transferência do equipamento para a fábrica final.
6. User Accesses: verificar e testar o funcionamento da máquina, dependendo do utilizador com que é feito o *login*.
7. "Blinks" dos Botões: verificar o comportamento das luzes dos botões (Figura 27). Estes devem ter um funcionamento padrão e consistente, porque são uma ajuda visual importante para o operador não estar sempre a olhar para o ecrã de HMI.



Figura 27 – Botões de uma Máquina

8. Interruptor de corte geral: garantir que o corte geral da energia elétrica da máquina funciona e que quando este é acionado o PC do equipamento é desligado dentro de um minuto (poupança de energia). O interruptor tem um formato standard como o visualizado na Figura 28.

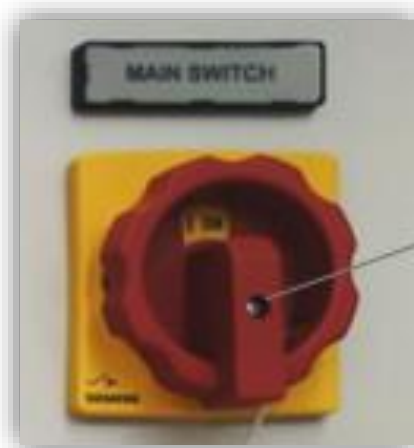
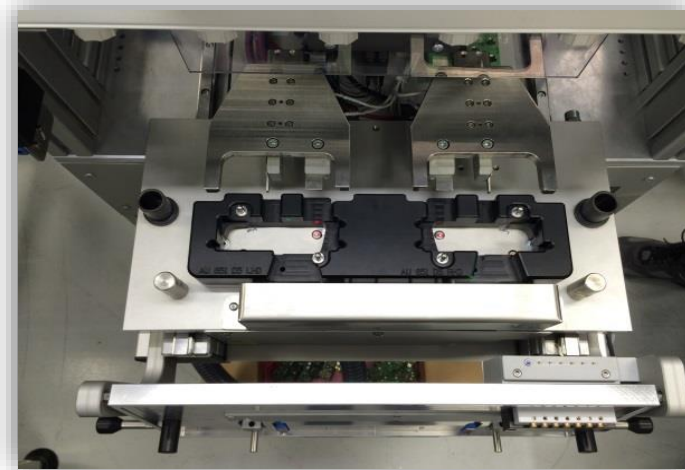


Figura 28 – Interruptor de Corte Geral de Energia

9. Distância entre mesa móvel e base de pré-montagem: garantir que, em situações em que a máquina possui uma mesa móvel e uma base exterior como na Figura 29, a distância é grande o suficiente para não haver perigo de entalamento das mãos do operador.



*Figura 29 – Mesa Móvel + Base Exterior*

10. Poka-Yoke de Peças Mecânicas: garantir que as peças mecânicas passíveis de serem removidas e montadas várias vezes, como por exemplo ninhos móveis, têm um desenho que impeça a sua colocação incorreta na máquina.
11. Furos/Rasgos/Aberturas: garantir que não existem furos, rasgos ou aberturas nos ninhos dos equipamentos, onde possam ficar alojados componentes ou onde os operadores possam colocar as mãos.
12. Botoneira de emergência: garantir que o acionamento da botoneira de emergência faz parar todos os movimentos e sistemas da máquina. Para além disso, se esta estiver colocada numa posição propícia a haver o seu acionamento involuntário, esta deve ter uma proteção como a da Figura 30.



Figura 30 – Botoneira de Emergência com Proteção

13. Barreiras de Segurança: verificar se, em máquinas com barreiras de segurança, estas obedecem às distâncias regulamentadas.
  
14. Pressão do Sistema: verificar se as máquinas têm as pressões adequadas para o sistema pneumático principal (6 bar) e para o sistema pneumático de segurança (2 bar). Na Figura 31 é possível visualizar dois dispositivos de medição de pressão, um para o sistema principal e outro para o sistema de segurança.



Figura 31 – Dispositivos de Medição da Pressão

### **Pontos para Aprovação**

Todas as informações contidas neste documento foram aquelas possíveis de obter durante seis meses no exercício das funções de engenheiro de Pré-Séries de Montagem. Numa filosofia de

melhoria contínua, este Standard pode e deve ser atualizado sempre que existam motivos para tal. Seja com lições aprendidas nos projetos ou com a experiência no desempenhar da função, todos os novos pontos identificados como possíveis melhorias para o Standard devem ser colocados nesta secção. Uma vez nesta secção, os pontos devem ser analisados e aprovados juntamente com as chefias dos departamentos.

### **Histórico do Standard**

Por último, de forma a controlar as atualizações efetuadas ao Standard foi criada uma secção onde é possível verificar a alteração, o responsável pela proposta, o responsável pela alteração e a data de implementação.

### **Checklist**

Para se fazer o acompanhamento do estado de cada equipamento foi criada uma checklist em *Excel*. O documento possui nove separadores:

1. Sumário
2. Situações *“Call Maintenance”*
3. Situações *“NOK Box”*
4. Situações *“Air OFF”*
5. Situações *“Light OFF”*
6. Ionizador
7. Normas Gerais
8. Tempo de Ciclo
9. Estudos de Capabilidade
10. LOP (*List of Open Points*)

O separador 1 (Figura 32) fornece uma vista geral do estado da máquina em relação a todos os separadores a seguir elencados.

SUMMARY		Approval Checklist		preh
Equipment name/Nr	Project	Responsable	Supplier	
Valuation criterion	Remarks		Evaluation	
Situações "Call Maintenance"			N.A.	
Situações "NOK BOX"			N.A.	
Situações "Air OFF"			N.A.	
Situações "Light OFF"			N.A.	
Ionizador			N.A.	
Normas Gerais			N.A.	
Cycle Time			N.A.	
Capability Study (incl. MSA1 and 3)			N.A.	
LOP			N.A.	
			N.A.	

Figura 32 – Separador «Sumário»

Os separadores 2 a 7 dizem respeito à verificação dos pontos referidos no Standard descrito no documento em *PowerPoint*.

O separador 8 refere-se à verificação do tempo de ciclo do equipamento, ou seja, se este é capaz de produzir uma única peça em Ciclo Contínuo dentro do tempo definido nas especificações.

O separador 9 diz respeito aos estudos de capacidade, cujo objetivo é determinar se a máquina é capaz de produzir peças dentro das tolerâncias especificadas e de acordo com as especificações definidas.

Por último, o separador 10 trata-se da lista de pontos em aberto, aonde se podem escrever problemas a tratar e acompanhar o seu desenvolvimento.

A avaliação de cada ponto é feita com uma escala de 0 a 10 (0, 4, 6, 8, 10) já utilizada em outros standards do grupo. A opção "N.A" significa "Não Aplicável". Na Figura 33 é possível verificar o exemplo do separador «Situações "Call Maintenance"».

Após o preenchimento da coluna "Evaluation" a célula em frente à linha "Evaluation" (Figura 33) retorna automaticamente o resultado do separador. Para o efeito, foram utilizadas as funções do *Excel* para criar a Equação (1) que retorna uma percentagem ponderada do estado dos pontos do separador em questão.

$$IF(COUNT(D5:D24); (SUM(D5:D24)/((COUNTA(D5:D24) - COUNTIF(D5:D24; "N.A.")) * 10)); "N.A.") \quad (1)$$

CHECKLIST APPROVAL DEVICE					
No.	Question	Evaluation	Action / Remark	Responsible	Schedule
1	Mesa/Gaveta				
2	Lockers	0			
3	Potis	4			
4	Sistema de Plasma	6			
5	Luz UV	8			
6	ECO PEN	10			
7	IAI	N.A.			
8	Aparafusadoras				
9	Câmaras				
10					
Evaluation		N.A.	Total no. of points:	9	

Summary Situações "Call Maintenance" Situações "NOK BOX" Situações "Air OFF" Situações "Light OFF" Ionizador Normas Gerais Cycle

Figura 33 – Separador «Situações "Call Maintenance"»

De acordo com a ferramenta de ajuda do *Excel* as funções utilizadas têm a seguinte utilidade:

Função IF – permite efetuar comparações lógicas entre um valor e o que é esperado. Assim, uma instrução IF pode ter dois resultados. O primeiro resultado é se a comparação for verdadeira, o segundo é se a comparação for falsa.

Função COUNT – conta o número de células que contêm números dentro da lista de argumentos.

Função SUM – adiciona valores. Pode adicionar valores individuais, referências de células, intervalos ou uma mistura dos três.

Função COUNTA – conta o número de células que não estão vazias num dado intervalo.

Função COUNTIF – serve para contar o número de células que satisfazem um critério.

Seguindo a mesma lógica, a última célula da coluna "Evaluation", do separador do sumário (Figura 32), retorna uma percentagem ponderada do estado de todos os separadores do documento.

## 4. Resultados e Discussão

Este capítulo tem como objetivo a análise dos resultados obtidos de forma a determinar se estes foram ou não positivos e se corresponderam aos objetivos iniciais. De forma a materializar os resultados e a ajudar na interpretação dos mesmos foi tido em consideração um determinado projeto, denominado: *CNHI Armrest Sidewinder*. Para além disso, foi ainda realizado um questionário a alguns membros da divisão de Industrialização da Preh Portugal.

### 4.1. Apresentação de Resultados

O projeto *CNHI Armrest Sidewinder* é composto por 3 equipamentos de montagem (OP20, OP40 e OP60) e 2 equipamentos de teste (*Calibration Device* e EOL – *End of the Line Test*).

A linha produz dez referências de produtos diferentes e a sequência de rastreabilidade para cada um deles pode ser visualizada na Figura 34. As referências estão identificadas na figura com os três últimos números da referência do produto: 032, 034, 035, 036, 037, 038, 039, 049, 071 e 072. De notar que o equipamento “*Potting*” não será desenvolvido pela Preh Portugal, mas deve estar incluído na sequência de rastreabilidade da linha de montagem pois fará parte do processo de série.

Todos os produtos fazem parte de um módulo para ser implementado em veículos da marca CNHi (cliente final), mas essa montagem final não é da responsabilidade da Preh, pelo que todas as referências finais têm de ser montadas e testadas individualmente na linha de montagem.

Em relação aos equipamentos de montagem, que são o foco do standard implementado, estes consistem em estruturas com câmaras para verificação da presença/posição dos componentes e prensas manuais para montagem e fixação das peças. Para além disso, a OP40 e a OP60 também têm aparafusadoras implementadas na sua estrutura e, conseqüentemente, no software do equipamento.

Por motivos de confidencialidade, quer os equipamentos, quer os produtos, não podem ser mostrados com grande detalhe, porém, a visão geral descrita é suficiente para avaliar a influência do standard na aprovação da linha de montagem.

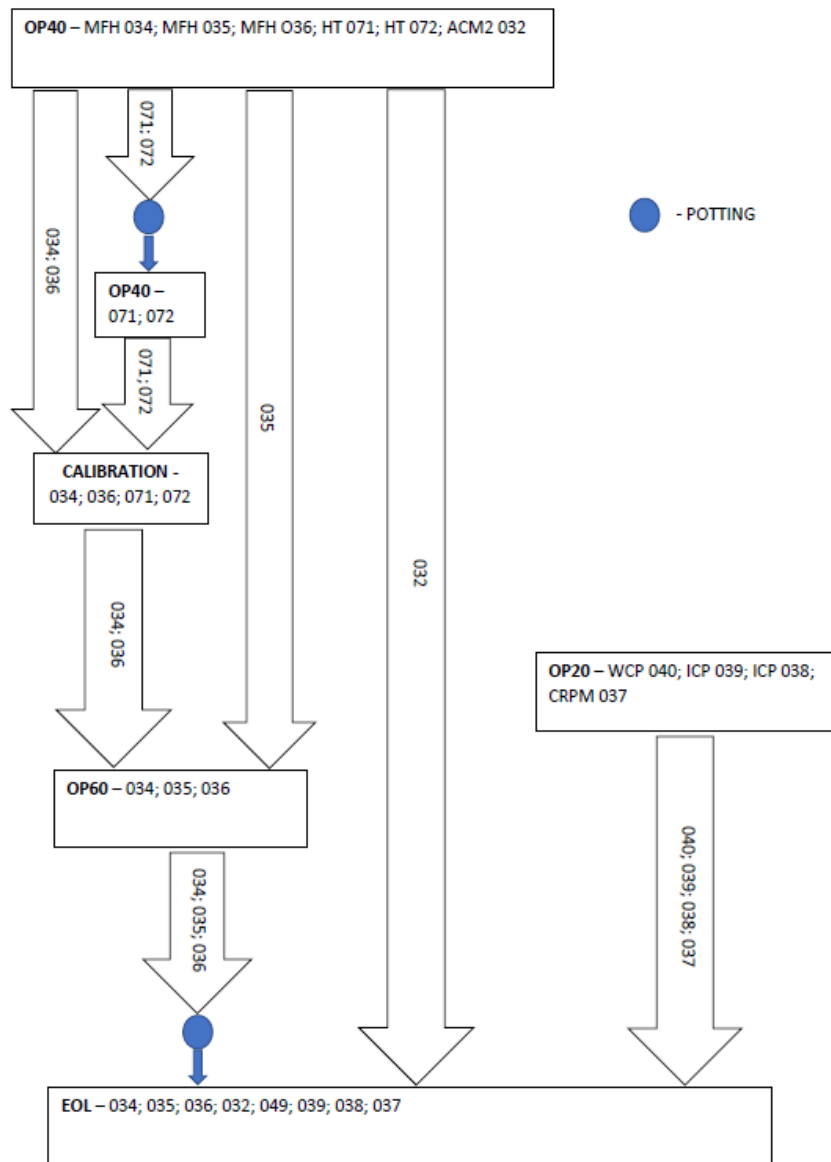


Figura 34 – Fluxograma de Rastreabilidade do Projeto: CNHI Armrest Sidewinder

#### 4.1.1. Standard de Aprovação de Equipamentos

Durante o desenvolvimento dos equipamentos OP20, OP40 e OP60 do projeto *CNHI Armrest Sidewinder* foi então utilizado o Standard de Aprovação de Equipamentos e a respectiva Checklist para cada um deles.

Inicialmente, foram planeadas catorze semanas para o desenvolvimento do software e aprovação dos equipamentos. Os primeiros testes iniciaram-se na semana 49 de 2023 e ficaram concluídos na semana 7 de 2024, totalizando um total de onze semanas.

A Figura 35 apresenta o sumário do resultado final da Checklist da OP40, antes da realização do *Transfer Approval*. No APÊNDICE B é possível visualizar com maior detalhe as restantes secções do documento.

SUMMARY		Approval Checklist	
Equipment name/Nr	Project	Responsible	Supplier
OP40/1070877	6340_CNHI-OTHER-Armrest Sidewinder-NH	Pedro Santos	ACL
Valuation criterion	Remarks	Evaluation	
Situações "Call Maintenance"		100%	
Situações "NOK BOX"		100%	
Situações "Air OFF"		N.A.	
Situações "Light OFF"		100%	
Ionizador		100%	
Normas Gerais		100%	
Cycle Time		100%	
Capability Study (incl. MSA1 and 3)		100%	
LOP		100%	
			100%

Figura 35 – Sumário da Checklist de Aprovação da OP40

Na semana 8 de 2024 foi então realizado o *Transfer Approval* da linha de montagem, que demonstrou ter um resultado muito positivo, culminando na aprovação da transferência da linha de montagem para o chão de fábrica final. No ANEXO B é possível visualizar o resumo (*Meeting Minutes*) do *Transfer Approval*.

#### 4.1.2. Questionário

Uma vez que os resultados da melhoria implementada podem ser difíceis de avaliar de forma quantitativa, dado que cada projeto tem as suas especificidades, foi realizado um questionário de forma a entender a perceção de alguns intervenientes do projeto e do processo de aprovação de equipamentos.

Foram questionados os restantes membros da equipa de Pré-Séries, dois membros da equipa de software e dois membros da equipa de mecânica, de forma a obter respostas dos diferentes departamentos envolvidos (Figura 36).

## Resultados e Discussão

### 2. Departamento/Função:

[More Details](#)

● Pré-Séries de Montagem	3
● Desenvolvimento de Software	2
● Construções Mecânicas	2



Figura 36 – Distribuição Departamental dos Inquiridos

Foram feitas sete afirmações (Figura 37, Figura 38, Figura 39, Figura 40, Figura 41, Figura 42 e Figura 43) e pediu-se que os inquiridos as classificassem segundo uma escala de Likert de 5 pontos. Desta forma, pretendia-se obter a opinião dos questionados no que toca à sua perceção em relação a alguns indicadores relevantes na avaliação da otimização de um processo.

### 3. A frequência de erros nos equipamentos diminuiu desde a aplicação do Standard.

● 1 - Discordo totalmente	0
● 2 - Discordo	0
● 3 - Neutro	2
● 4 - Concordo	1
● 5 - Concordo totalmente	4



Figura 37 – A frequência de erros nos equipamentos diminuiu?

### 4. O controlo do estado dos equipamentos tornou-se mais fácil desde a aplicação do Standard.

● 1 - Discordo totalmente	0
● 2 - Discordo	0
● 3 - Neutro	0
● 4 - Concordo	5
● 5 - Concordo totalmente	2



Figura 38 – O controlo do estado dos equipamentos tornou-se mais fácil?

5. A comunicação entre as equipas melhorou desde a aplicação do Standard.

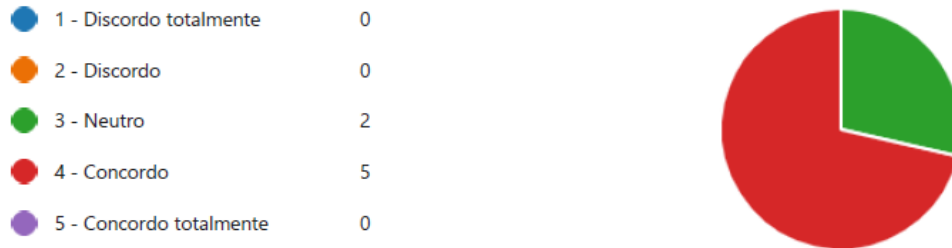


Figura 39 – A comunicação entre as equipas melhorou?

6. O número de horas necessárias para completar as tarefas diminuiu desde a aplicação do Standard.

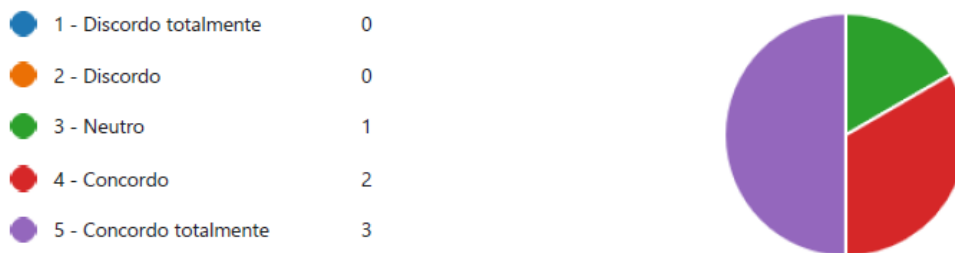


Figura 40 – O número de horas necessárias para completar as tarefas diminuiu?

7. O custo global associado ao processo diminuiu desde a aplicação do Standard.

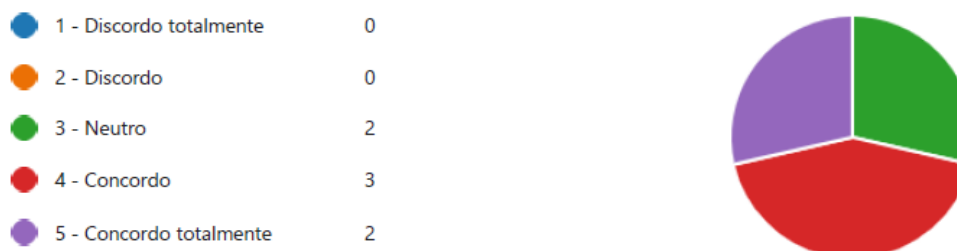


Figura 41 – O custo global associado ao processo diminuiu?

## Resultados e Discussão

8. A qualidade geral dos equipamentos melhorou desde a aplicação do Standard.

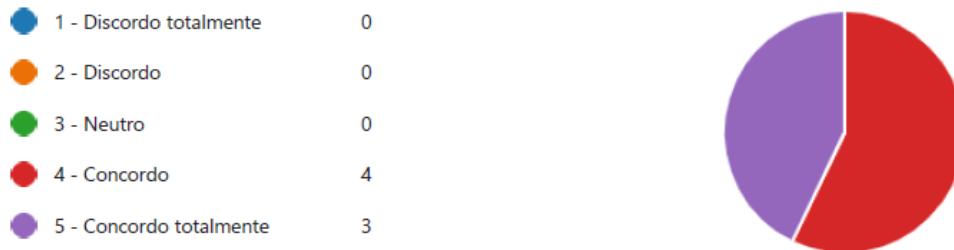


Figura 42 – A qualidade dos equipamentos melhorou?

9. A existência do Standard facilitou a realização do meu trabalho.

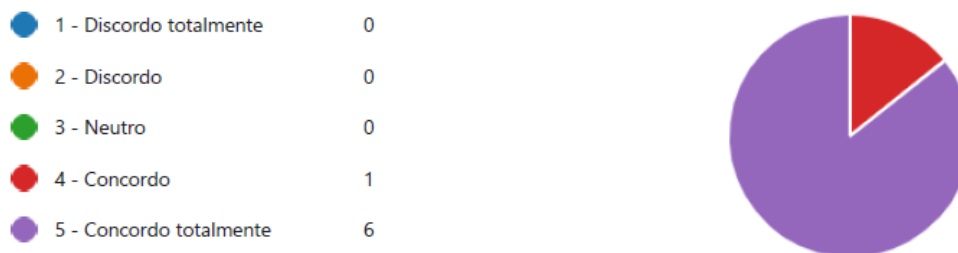


Figura 43 – A existência do Standard facilitou a realização do trabalho?

Colocou-se, ainda, uma questão acerca da satisfação geral da implementação do Standard (Figura 44).

11. Tendo em conta a otimização implementada, qual é o seu grau de satisfação com o estado atual do processo?

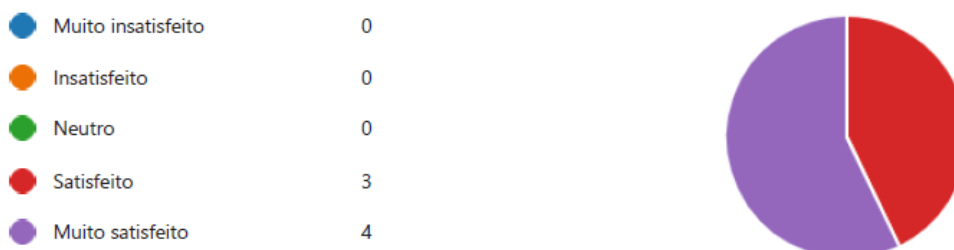


Figura 44 – Grau de Satisfação dos Inquiridos

Por fim, realizaram-se três perguntas, de resposta opcional, de forma a compreender o perfil demográfico das pessoas inquiridas (Tabela 5).

Idade	Género	Anos de experiência na Indústria Automóvel
31	Masculino	1
42	Masculino	6
32	Feminino	7
28	Masculino	0,5
25	Masculino	1
29	Masculino	7
34	Feminino	10

Tabela 5 – Perfil Demográfico dos Inquiridos

## 4.2. Discussão de Resultados

Dado o carácter específico de cada projeto, não se pode efetuar uma comparação de “antes e depois” de forma fidedigna com dois projetos diferentes. No entanto, podemos tentar avaliar o estudo de caso quanto às expectativas e aos resultados efetivamente alcançados.

Em relação ao estudo de caso apresentado, *CNHI Armrest Sidewinder*, podemos analisá-lo tendo em conta duas métricas.

Em primeiro lugar, olhando para a previsão de catorze semanas para o desenvolvimento de software e testes e para a sua conclusão em apenas onze, com a utilização do Standard, podemos aferir que, no mínimo, este não comprometeu as expectativas. Não é também descabido sugerir que possa ter tido um impacto positivo no tempo necessário para a tarefa de testes aos equipamentos.

Para além disso, atentando no relatório do *Transfer Approval* é possível observar que em termos qualitativos a linha de montagem cumpriu todos os requisitos e foi aprovada com sucesso e sem pontos em aberto. Mais uma vez não se pode concluir que o Standard foi o responsável, ou um dos responsáveis, pelo resultado, mas é mais um indício do seu potencial de sucesso.

Colocando o foco no questionário realizado é possível concluir que as respostas foram muito positivas em relação a todos os indicadores escolhidos, culminando num grau de satisfação muito elevado, como demonstrado na Figura 44.

As opções de resposta “Discordo” e “Discordo totalmente” não foram utilizadas na classificação de nenhuma das afirmações realizadas e a opção de resposta “Neutro” foi utilizada em quatro das sete afirmações. Claro está, que as experiências dos inquiridos podem variar, consoante a função desempenhada e os projetos em que estão inseridos, porém, mais uma vez, não é

## Resultados e Discussão

descabido assumir que o Standard parece ter uma influência positiva nos indicadores escolhidos para avaliar a melhoria realizada no processo de aprovação de equipamentos.

Importa ainda referir que a afirmação “O número de horas diminuiu desde a aplicação do Standard.” só obteve seis respostas, pelo que se pressupõe que tenha existido um lapso humano ou falha técnica da plataforma *Microsoft Forms*, aonde o questionário foi realizado.

Com base nos resultados obtidos é possível afirmar, com alguma convicção, que o trabalho desenvolvido se traduziu em melhorias reais para a Preh Portugal, nomeadamente para a Divisão de Industrialização. A satisfação das partes interessadas, incluindo a gestão de topo, e o sucesso do projeto *CNHI Armrest Sidewinder* confirmam e sustentam o impacto positivo da melhoria implementada no processo de aprovação de equipamentos da equipa de Pré-Séries.

## 5. Conclusão

Neste capítulo serão apresentadas as conclusões finais e serão dadas as respostas às 3 RQs do trabalho. Para além disso, também serão feitos alguns apontamentos relativamente às dificuldades sentidas e a propostas para trabalhos futuros.

### 5.1. Research Questions

Relativamente à RQ1 (Quais as especificações dos métodos e ferramentas utilizados pelo grupo Preh?), conclui-se que o objetivo proposto foi alcançado, uma vez que, com a revisão da literatura realizada, foram determinadas as principais especificações e normas que o grupo Preh tem de cumprir no desenvolvimento dos seus processos e produtos. Dotado deste conhecimento, foi então possível desenvolver uma otimização de um processo que obedeça a essas normas previamente estabelecidas.

Em relação à RQ2 (Quais os aspetos mais importantes e comuns entre as normas implementadas no grupo Preh?), realçam-se as seguintes linhas orientadoras:

- Necessidade de standardizar processos;
- Importância de entender os requisitos do cliente e o contexto da organização;
- Necessidade de controlar os processos e a rastreabilidade dos produtos;
- Necessidade de garantir a segurança dos trabalhadores;
- Importância de promover a sustentabilidade, no contexto atual global;
- Mentalidade de melhoria contínua;
- Importância de conhecer e utilizar diversas ferramentas de qualidade;
- Obrigatoriedade de proteger informação e novos produtos dos clientes (protótipos);
- Importância da estrutura de testes ao software dos equipamentos;

O Standard de aprovação de equipamentos foi então criado com base nestas linhas orientadoras, demonstrando assim a relevância do trabalho teórico realizado.

Por fim, para a RQ3 (De que forma se pode otimizar um processo de aprovação de equipamentos para a Indústria Automóvel?) a proposta de resposta é a da utilização de um *Shikumi* suportado, também, com o ciclo PDCA.

## Conclusão

Através da utilização de um Standard, é expectável que um processo de aprovação de equipamentos se torne mais eficiente, promovendo a produtividade, qualidade e segurança e potencializando a diminuição de variabilidade, desperdícios e falhas nos equipamentos.

O ciclo PDCA deverá ser a base do Standard, permitindo que regras e instruções do mesmo sejam continuamente acompanhadas, analisadas e corrigidas até que se alcance um estado final ótimo, para cada equipamento sujeito a aprovação.

Conclui-se, assim, que este trabalho confirma os bons resultados decorrentes da utilização destas ferramentas e filosofias da qualidade, descritos na literatura já existente. Este documento poderá, então, não ter grandes implicações académicas, uma vez que não foram feitas novas descobertas, mas teve um forte impacto empresarial, nomeadamente na organização Preh Portugal.

## 5.2. Limitações e Trabalhos Futuros

Durante o desenvolvimento da pesquisa bibliográfica surgiram algumas barreiras e constrangimentos.

Em primeiro lugar, as normas estão em constante evolução devido ao rápido avanço da tecnologia e às mudanças nas práticas industriais. Portanto, foi fundamental ter em atenção que as fontes e os artigos consultados tivessem de acordo com as últimas revisões e adições às normas.

Para além disso, quase todas as normas relevantes para a Indústria Automóvel são pagas e por isso não foi possível ter acesso direto às mesmas. Desta forma, foi necessário utilizar uma variedade de fontes alternativas de forma a recolher a informação mais importante que nelas consta.

Com base no trabalho teórico realizado também se abrem caminhos para o desenvolvimento mais aprofundado de alguns temas. Tendo em conta a evolução das normas ao longo do tempo e os desafios que se perspetivam para a IA, nomeadamente com a questão da sustentabilidade, da mobilidade elétrica e da passagem da indústria 4.0 para 5.0, poderá efetuar-se uma previsão das atualizações que deverão ser efetuadas às normas.

Uma outra proposta de trabalho poderá ser a da realização de uma avaliação do custo-benefício para as empresas em estarem em conformidade com as normas. Seria pertinente incluir a análise dos custos associados à implementação das normas em comparação com os benefícios resultantes em termos de qualidade, segurança, conformidade legal e, até, em termos financeiros.

Por último, com base nas normas abordadas, seria relevante estudar a participação e a influência dos diferentes *stakeholders* no desenvolvimento das normas. Desta forma, poder-se-á fornecer *insights* sobre a dinâmica por detrás da criação e revisão das normas.

Já em relação à parte mais prática do trabalho, nomeadamente a criação do Standard, esta também demonstrou ser um grande desafio.

A principal dificuldade sentida foi a de encontrar a melhor forma para organizar os conteúdos do Standard. Visto que este apresenta um caráter de constante atualização, este constrangimento perdeu relevância ao longo da criação do mesmo, uma vez que o documento pode e deve ser melhorado sempre que existam motivos para tal. Desta forma, a equipa de Pré-Séries da Preh Portugal pretende dar continuidade à utilização do Standard, assumindo o compromisso de o continuar a atualizar e otimizar.

É de realçar que a ajuda e disponibilidade, quer da equipa, quer da gestão de topo, foram exemplares e determinantes para o resultado alcançado. Confirma-se assim a influência dos cargos de gestão das empresas e a importância da fomentação de uma mentalidade de melhoria contínua e de entajuda em toda a organização.

## Conclusão

## Referências

- [1] L. Fonseca, J. Fernandes, and C. Delgado, "QFD as a tool to improve negotiation process, product quality, and market success, in an automotive industry battery components supplier," in *Procedia Manufacturing*, Elsevier B.V., 2020, pp. 1403–1409. doi: 10.1016/j.promfg.2020.10.195.
- [2] L. M. Fonseca and J. P. Domingues, "Reliable and Flexible Quality Management Systems in the Automotive Industry: Monitor the Context and Change Effectively," *Procedia Manuf*, vol. 11, pp. 1200–1206, 2017, doi: 10.1016/j.promfg.2017.07.245.
- [3] F. Alves, C. Almeida, P. Sampaio, and C. Reis, "Analise-dos-Requisitos-de-Cliente-Estudo-de-Caso-na-Industria-Automovel," *Revista Qualidade - APQ*, pp. 16–21, 2017.
- [4] S. Seuring and M. Müller, "From a literature review to a conceptual framework for sustainable supply chain management," *J Clean Prod*, vol. 16, no. 15, pp. 1699–1710, Oct. 2008, doi: 10.1016/j.jclepro.2008.04.020.
- [5] S. Wawak, P. Rogala, and S. M. Dahlgaard-Park, "Research trends in quality management in years 2000-2019," *International Journal of Quality and Service Sciences*, vol. 12, no. 4, pp. 417–433, Dec. 2020, doi: 10.1108/IJQSS-12-2019-0133.
- [6] C. Llopis-Albert, F. Rubio, and F. Valero, "Impact of digital transformation on the automotive industry," *Technol Forecast Soc Change*, vol. 162, Jan. 2021, doi: 10.1016/j.techfore.2020.120343.
- [7] I. Laskurain-Iturbe, G. Arana-Landín, I. Heras-Saizarbitoria, and O. Boiral, "How does IATF 16949 add value to ISO 9001? An empirical study," *Total Quality Management and Business Excellence*, vol. 32, no. 11–12, pp. 1341–1358, 2021, doi: 10.1080/14783363.2020.1717332.
- [8] "IATF - International Automotive Task Force." Accessed: Nov. 22, 2023. [Online]. Available: <https://www.iatfglobaloversight.org/>
- [9] F. Alves, "Transicao\_ISO\_TS\_16949\_2009\_para\_IATF\_16949\_2016," *Revista Qualidade - APQ*, vol. 2, pp. 33–35, 2017.
- [10] R. Treacy, P. Humphreys, R. McIvor, and C. Lo, "ISO14001 certification and operating performance: A practice-based view," *Int J Prod Econ*, vol. 208, pp. 319–328, Feb. 2019, doi: 10.1016/j.ijpe.2018.12.012.
- [11] C. Comoglio and S. Botta, "The use of indicators and the role of environmental management systems for environmental performances improvement: A survey on ISO 14001 certified companies in the automotive sector," *J Clean Prod*, vol. 20, no. 1, pp. 92–102, Jan. 2012, doi: 10.1016/j.jclepro.2011.08.022.
- [12] M. A. Mosgaard, A. M. Bundgaard, and H. S. Kristensen, "ISO 14001 practices – A study of environmental objectives in Danish organizations," *J Clean Prod*, vol. 331, Jan. 2022, doi: 10.1016/j.jclepro.2021.129799.
- [13] "ISO - International Standardization Organization." Accessed: Nov. 22, 2023. [Online]. Available: <https://www.iso.org/home.html>
- [14] L. Morgado, F. J. G. Silva, and L. M. Fonseca, "Mapping occupational health and safety management systems in Portugal: Outlook for ISO 45001:2018 adoption," in *Procedia Manufacturing*, Elsevier B.V., 2019, pp. 755–764. doi: 10.1016/j.promfg.2020.01.103.
- [15] N. Karanikas, D. Weber, K. Bruschi, and S. Brown, "Identification of systems thinking aspects in ISO 45001:2018 on occupational health & safety management," *Saf Sci*, vol. 148, Apr. 2022, doi: 10.1016/j.ssci.2022.105671.

## Referências

- [16] X. Liu, Y. Liu, H. Li, and D. Wen, "Identification and analysis of barriers to the effectiveness of ISO 45001 certification in Chinese certified organisations: A DEMATEL-ISM approach," *J Clean Prod*, vol. 383, Jan. 2023, doi: 10.1016/j.jclepro.2022.135447.
- [17] S. Tranchard, "New edition of ISO/IEC 17025 just published." Accessed: Nov. 20, 2023. [Online]. Available: <https://www.iso.org/news/ref2250.html>
- [18] S. F. Beckert, "Customer requirement or appropriate calibration method? Which is more important?," in *Measurement: Sensors*, Elsevier Ltd, Dec. 2021. doi: 10.1016/j.measen.2021.100318.
- [19] M. Hou, D. L. Song, Z. L. Shi, and Z. M. Yuan, "Quality management in a high-containment laboratory," *Journal of Biosafety and Biosecurity*, vol. 1, no. 1. KeAi Communications Co., pp. 34–38, Mar. 01, 2019. doi: 10.1016/j.jobb.2019.01.009.
- [20] T. Królikowski and A. Ubowska, "TISAX - Optimization of IT risk management in the automotive industry," in *Procedia Computer Science*, Elsevier B.V., 2021, pp. 4259–4268. doi: 10.1016/j.procs.2021.09.202.
- [21] "ENX Association." Accessed: Nov. 20, 2023. [Online]. Available: <https://www.enx.com/en-US/enxassociation/>
- [22] M. Sonali and M. Shaily, "Advancements in the V-Model," *Int J Comput Appl*, vol. 1, no. 12, pp. 29–34, 2010.
- [23] P. Sarhadi, W. Naeem, K. Fraser, and D. Wilson, "On the Application of Agile Project Management Techniques, V-Model and Recent Software Tools in Postgraduate Theses Supervision," in *IFAC-PapersOnLine*, Elsevier B.V., Jul. 2022, pp. 109–114. doi: 10.1016/j.ifacol.2022.09.233.
- [24] A. Kumar, K. Singh, K. Singh, K. Thakur, H. Singh, and J. Singh, "Product performance optimization in an automotive manufacturing plant using shainin DOE tools: A case study," in *Materials Today: Proceedings*, Elsevier Ltd, 2021, pp. 1679–1682. doi: 10.1016/j.matpr.2021.09.150.
- [25] O. El Affaki, M. Benhadou, and A. Haddout, "Synergy between Industry 4.0 Technologies and Automotive Standard Requirements: Guide for Implementation and Interactions Model Proposal," *International Journal of Engineering Trends and Technology*, vol. 71, no. 3, pp. 368–376, Mar. 2023, doi: 10.14445/22315381/IJETT-V71I3P239.
- [26] G. F. L. Pinto, F. J. G. Silva, R. D. S. G. Campilho, R. B. Casais, A. J. Fernandes, and A. Baptista, "Continuous improvement in maintenance: A case study in the automotive industry involving Lean tools," in *Procedia Manufacturing*, Elsevier B.V., 2019, pp. 1582–1591. doi: 10.1016/j.promfg.2020.01.127.
- [27] J. Durkee, "Just what is 'lean manufacturing' anyway?," *Metal Finishing*, vol. 106, no. 12, pp. 44–46, Dec. 2008, doi: 10.1016/S0026-0576(08)80336-4.
- [28] A. Pereira *et al.*, "Reconfigurable Standardized Work in a Lean Company - A Case Study," in *Procedia CIRP*, Elsevier B.V., 2016, pp. 239–244. doi: 10.1016/j.procir.2016.07.019.
- [29] M. Marinelli, A. Ali Deshmukh, M. Janardhanan, and I. Nielsen, "Lean manufacturing and industry 4.0 combinative application: Practices and perceived benefits," in *IFAC-PapersOnLine*, Elsevier B.V., 2021, pp. 288–293. doi: 10.1016/j.ifacol.2021.08.034.
- [30] M. Dotoli, N. Epicoco, M. Falagario, N. Costantino, and B. Turchiano, "An integrated approach for warehouse analysis and optimization: A case study," *Comput Ind*, vol. 70, no. 1, pp. 56–69, Jun. 2015, doi: 10.1016/j.compind.2014.12.004.
- [31] C. M. Holman, "Optimizing the Selection and Implementation of Assembly Line Equipment at a Large Automobile Original Equipment Manufacturer," 2005.
- [32] C. Fritze, "The Toyota Production System The Key Elements and the Role of Kaizen within the System," 2016.
- [33] P. Rewers, A. Hamrol, K. Zywicki, M. Bozek, and W. Kulus, "Production Leveling as an Effective Method for Production Flow Control - Experience of Polish Enterprises," in

- Procedia Engineering*, Elsevier Ltd, 2017, pp. 619–626. doi: 10.1016/j.proeng.2017.03.167.
- [34] P. Korytkowski, T. Wisniewski, and S. Rymaszewski, “Multivariate simulation analysis of production leveling (heijunka) - A case study,” in *IFAC Proceedings Volumes (IFAC-PapersOnline)*, IFAC Secretariat, 2013, pp. 1554–1559. doi: 10.3182/20130619-3-RU-3018.00285.
- [35] M. G. Maarof and F. Mahmud, “A Review of Contributing Factors and Challenges in Implementing Kaizen in Small and Medium Enterprises,” *Procedia Economics and Finance*, vol. 35, pp. 522–531, 2016, doi: 10.1016/s2212-5671(16)00065-4.
- [36] P. E. C. Johansson, T. Lezama, L. Malmsköld, B. Sjögren, and L. M. Ahlström, “Current state of standardized work in automotive industry in Sweden,” in *Procedia CIRP*, Elsevier B.V., 2013, pp. 151–156. doi: 10.1016/j.procir.2013.05.026.
- [37] V. Nguyen, N. Nguyen, B. Schumacher, and T. Tran, “Article practical application of plan-do-check-act cycle for quality improvement of sustainable packaging: A case study,” *Applied Sciences (Switzerland)*, vol. 10, no. 18, Sep. 2020, doi: 10.3390/APP10186332.
- [38] A. C. Alves, J. Dinis-Carvalho, and R. M. Sousa, “Lean production as promoter of thinkers to achieve companies’ agility,” *Learning Organization*, vol. 19, no. 3. pp. 219–237, Apr. 2012. doi: 10.1108/09696471211219930.

## Referências

# Declaração de Integridade

Declaro ter conduzido este trabalho académico com integridade. Não plagiei ou apliquei qualquer forma de uso indevido de informações ou falsificação de resultados ao longo do processo que levou à sua elaboração.

Declaro que o trabalho apresentado neste documento é original e de minha autoria, não tendo sido utilizado anteriormente para nenhum outro fim.

Declaro ainda que tenho pleno conhecimento do Código de Conduta Ética do P. PORTO.

NOME: Pedro José Pinto Santos

ISEP, Porto, 14 de junho de 2024

## Declaração de Integridade

# Apêndice A

REFERÊNCIA	DESCRIÇÃO
[1]	Artigo que contém uma revisão de literatura acerca da ferramenta QFD e do cenário atual da Indústria Automóvel. O objetivo dos autores é entender em que medida é que a metodologia QFD pode auxiliar uma organização a entender os requisitos do cliente.
[2]	Estudo acerca da relevância de alguns QMSs em organizações da Indústria Automóvel. São feitos questionários a 393 auditores do setor com o objetivo de entender se questões como “Entender o contexto da organização”, “Gestão de mudanças” e “Melhoria contínua” têm sido implementadas com sucesso nas organizações. Conclui-se que todos os 3 pontos contribuem positivamente para a melhoria das performances e dos resultados.
[3]	Projeto de investigação sobre o processo de gestão dos requisitos dos clientes na Yazaki Saltano (Ovar). É desenvolvida uma matriz que correlaciona os requisitos de determinados clientes com as normas de referência da indústria (nomeadamente a IATF 16949), a partir da qual é formalizado um procedimento documentado de análise de requisitos gerais de cliente.
[6]	Estudo de caso, na Indústria Automóvel espanhola, sobre o impacto da transformação digital. Conclui-se que existem cada vez mais e melhores serviços ao dispor dos consumidores e por isso as empresas têm de investir em medidas de adaptação aos novos tempos e às novas tecnologias.
[7]	Artigo de análise ao valor acrescentado que a IATF 16949 apresenta em relação á norma ISO 9001. Baseia-se em questionários e entrevistas a 8 organizações da Indústria Automóvel espanhola, auditores e consultores do ramo, assim como na análise de documentação interna e externa. Conclui-se que, na Indústria Automóvel, a ISO 9001 perdeu relevância, sendo agora a norma criada pela IATF a principal “licença para operar” no ramo.
[9]	Artigo de análise às principais alterações introduzidas na norma IATF 16949 na revisão efetuada em 2016. São destacadas as questões-chave às quais a atualização quer dar resposta e conclui-se que “IATF 16949:2016 = ISO 9001:2015 + 106 Requisitos específicos da IATF”.
[10]	Aplicação da metodologia de estudo de eventos em organizações do setor de produção industrial, no Reino Unido e Irlanda. São analisados uma série de indicadores de forma a entender o impacto da certificação da norma ISO 14001. Os resultados são de significativas melhorias em diversos parâmetros, como produtividade e ROA, apesar de com o tempo esse impacto ser cada vez menor.
[11]	Pesquisa baseada num questionário realizado a organizações da Indústria Automóvel italiana. O objetivo era determinar quais os indicadores utilizados

REFERÊNCIA	DESCRIÇÃO
	nos seus sistemas de gestão ambiental e qual o impacto da certificação pela norma ISO 14001 nos resultados operacionais das organizações.
[12]	Artigo de avaliação dos objetivos ambientais de 277 organizações dinamarquesas certificadas pela ISO 14001. Através de várias entrevistas, exploram-se quais os principais responsáveis por definir os objetivos e em que áreas se focam os mesmos. Destaca que apesar de os clientes serem o principal motivo pelo qual as organizações procuram a certificação, as suas opiniões não são tidas em consideração na definição dos objetivos.
[14]	Estudo sobre a importância atribuída pelas empresas portuguesas aos sistemas de gestão da saúde e segurança ocupacional. É realizado um questionário a aproximadamente 500 organizações (certificadas e não certificadas) de forma a entender de que forma é que esses sistemas de gestão são implementados e controlados. Conclui-se que existe ainda falta de conhecimento relativamente às obrigações legais e que há uma falta de cultura organizacional direcionada para a segurança e saúde no trabalho.
[15]	Artigo sobre a incorporação dos “ <i>systems thinking</i> ” na última revisão da ISO 45001:2018. A equipa de estudo elabora uma lista de 8 princípios fundamentais desses sistemas e faz uma avaliação qualitativa à norma. As descobertas demonstram que a última revisão do standard se foca principalmente nos parâmetros internos da organização, vendo o contexto externo mais como uma restrição do que uma oportunidade.
[16]	Artigo que visa determinar e explicar as principais barreiras na implementação de sistemas de gestão e segurança ocupacional nas organizações. Baseia-se na revisão da teoria institucional, da teoria baseada nos recursos e na teoria dos <i>stakeholders</i> , identificando 16 fatores limitadores de uma certificação eficaz pela ISO 45001.
[17]	Publicação no website da ISO acerca das mudanças introduzidas com a nova edição de 2017 da norma ISO/IEC 17025.
[18]	Artigo de análise crítica acerca da variação, existente nas declarações de calibração e capacidade de equipamentos de medição, entre diferentes organizações de certificação. O autor destaca uma série de pontos importantes sobre a ISO/IEC 17025.
[19]	Artigo de estudo sobre o estado da arte em relação aos standards de certificação de laboratórios. O objetivo do trabalho é implementar um sistema de gestão da qualidade num laboratório chinês, de acordo com a ISO/IEC 17025:2017. O autor enumera os principais requisitos da norma, bem como a sua estrutura.


REFERÊNCIA	DESCRIÇÃO
[20]	Artigo de apresentação dos objetivos, requisitos e metodologias do standard TISAX. São analisados os benefícios da implementação de um sistema de segurança para a informação.
[22]	Proposta de um <i>V-Model</i> avançado, tendo em conta os desenvolvimentos tecnológicos e os seus impactos na indústria de desenvolvimento de software. O artigo apresenta ainda um resumo do estado da arte relativamente ao modelo.
[23]	Estudo sobre a utilização do <i>V-Model</i> para supervisionar o desenvolvimento de uma tese do ensino superior. Os autores fazem um resumo sobre os conceitos do modelo e concluem que este pode ser válido para a proposta inicial.
[24]	Utilização de uma metodologia Lean 6 Sigma para diminuir a taxa de rejeição de uma linha de montagem de motas. A importância de diminuir a variabilidade entre produtos e serviços é destacada.
[25]	Desenvolvimento de um modelo específico para a Indústria Automóvel, para auxiliar as organizações na implementação da Indústria 4.0. O artigo fornece muita informação pertinente acerca dos desafios atuais e de algumas ferramentas que podem suportar as empresas do setor.
[26]	Estudo de caso da aplicação de <i>Key Performance Indicators</i> , na produção de uma multinacional inserida na Indústria Automóvel, de forma a cumprir com as regulamentações da IATF 16949:2016. Foram, ainda, implementadas diferentes ferramentas Lean de forma a alcançar os objetivos propostos.
[27]	Artigo sobre a adequação de fornecedores de equipamentos de limpeza à filosofia Lean. O autor reflete sobre a definição e utilização do termo “Lean” na atualidade.
[28]	Estudo de caso da aplicação de ferramentas enquadradas na filosofia Lean, numa empresa produtora de componentes para a Indústria Automóvel. O autor faz um resumo teórico do que é a Produção Lean e o Trabalho Standardizado.
[29]	Artigo de investigação das práticas da indústria relativamente à utilização combinada da Indústria 4.0 e das ferramentas Lean. É feita uma revisão da literatura e é realizado um questionário a várias organizações de forma a entender as melhores combinações de ferramentas.
[30]	Artigo de análise e otimização de um armazém de produção, propondo uma abordagem inovadora para reduzir ineficiências nos processos. São utilizadas 3 ferramentas da qualidade, incluindo o <i>Genba Shikumi</i> .

REFERÊNCIA	DESCRIÇÃO
[31]	Tese realizada na <i>Toyota Motor Manufacturing North America</i> . O autor desenvolve um <i>Shikumi</i> de forma a promover a partilha de informação entre equipas (e fábricas). São descritos uma série de benefícios resultantes da standardização dos processos.
[32]	Artigo que explora as origens do <i>Toyota Production System</i> , fornecendo uma série de informações relativamente aos elementos mais importantes do mesmo.
[33]	Artigo de análise sobre a definição de nivelamento da produção. É realizada uma revisão da literatura, nomeadamente das metodologias utilizadas para a sua implementação. Para além disso, é ainda apresentado um exemplo de uma empresa de instrumentos cirúrgicos.
[34]	Artigo que descreve a modelação do nivelamento da produção com a ajuda da simulação e que fornece uma análise de uma linha de montagem de uma fábrica de componentes microeletrónicos.
[35]	Artigo de análise aos fatores que contribuem para uma implementação com êxito da filosofia Kaizen e os desafios que esta acarreta para as pequenas e médias empresas.
[36]	Artigo de revisão do estado atual do trabalho standardizado na Indústria Automóvel sueca.
[37]	Trabalho de pesquisa num processo de empacotamento, com o objetivo de fornecer informações práticas sobre a aplicação do ciclo PDCA. São obtidos resultados muito positivos e os autores recomendam a aplicação da ferramenta no campo de estudo de <i>packaging</i> .
[38]	Artigo que visa explorar o paradigma da produção Lean através da análise de alguns casos de estudo da indústria. É fornecida uma extensa revisão da literatura, começando pelo sistema de produção da Toyota.

## Apêndice A

# Apêndice B

Apêndice B

SUMMARY		Approval Checklist		
Equipment name/Nr	Project	Responsible	Supplier	
OP40/1070877	6340_CNHI-OTHER-Armrest Sidewinder-NH	Pedro Santos	ACL	
Valuation criterion	Remarks	Evaluation		
Situações "Call Maintenance"		100%		
Situações "NOK BOX"		100%		
Situações "Air OFF"		N.A.		
Situações "Light OFF"		100%		
Ionizador		100%		
Normas Gerais		100%		
Cycle Time		100%		
Capability Study (incl. MSA1 and 3)		100%		
LOP		100%		
				100%

CHECKLIST APPROVAL DEVICE					
No.	Question	Evaluation	Action / Remark	Responsible	Schedule
1	Mesa/Gaveta	N.A.			
2	Lockers	N.A.			
3	Potls	N.A.			
4	Sistema de Plasma	N.A.			
5	Luz UV	N.A.			
6	ECO PEN	N.A.			
7	IAI	N.A.			
8	Aparafusadoras	10	Verificar que todos os programas funcionam bem com os novos componentes		
9	Câmaras	10			
10					
Evaluation		100%	Total no. of points:	9	

CHECKLIST APPROVAL DEVICE					
No.	Question	Evaluation	Action / Remark	Responsible	Schedule
1	Retries de Potis Excedidos	N.A.			
2	Retries de Visão Excedidos	10			
3	Retries de Inspeção da Conexão de Flat Cables	N.A.			
4	Retries de Aparafusamento Excedidos	10	Recomeçar o ciclo de Inicio após mandar peça na caixa NOK		
5	Rejeição de Peça	10	Esta a ir para call manutencao. Deve mandar remover peça para caixa NOK e recomeçar ciclo de Inicio		
6	TraceNumber Fora da Sequência de Produção	10	Verificar com Bruno o que se passa com PCB HT STEP 1	P. Santos	
7					
8					
9					
10					
Evaluation Approval Device		100%	Total no. of points:	6	

CHECKLIST APPROVAL DEVICE					
No.	Question	Evaluation	Action / Remark	Responsible	Schedule
1	Abrir Porta	N.A.			
2	Fechar Aplicação	N.A.			
3	Botão OFF do Sistema Pneumático	N.A.			
4					
5					
6					
7					
8					
9					
10					
Evaluation Approval Device		N.A.	Total no. of points:	3	

Apêndice B

CHECKLIST APPROVAL DEVICE					
No.	Question	Evaluation	Action / Remark	Responsible	Schedule
1	Desliga ao Terminar o Último Ciclo	N.A.			
2	Desliga ao Fechar a Aplicação	10			
3	Desliga ao fazer Stop	10			
4	Desliga ao Desligar o Ar	N.A.			
5	Liga ao Fazer Start	10			
6					
7					
8					
9					
10					
Evaluation Approval Device		100%	Total no. of points:	5	

CHECKLIST APPROVAL DEVICE					
No.	Evaluation Question	Evaluation	Action / Remark	Responsible	Schedule
1	Liga ao Mandar Colocar PCB/Foil	10	Não está a ligar após retry de PCB que falha na rastreabilidade		
2	Desliga Quando a PCB/Foil está "Protegida"	10			
3	Desliga Quando Termina Último Ciclo	N.A.			
4					
5					
6					
7					
8					
9					
10					
Evaluation Approval Device		100%		3	

CHECKLIST APPROVAL DEVICE					
No.	Evaluation Question	Evaluation	Action / Remark	Responsible	Schedule
1	Associações	10	HT STEP 1 - OK;		
2	Last Cycle	N.A.			
3	Mais do que 1 Ninho a Trabalhar em Simultâneo	N.A.			
4	Ordenação dos Ninhos no Ecrã	N.A.			
5	Versão do Código	10	Sempre a 0 até transferência da máquina		
6	User Accesses	10			
7	"Blinks" dos Botões	10	Peça OK, luz verde permanente. PEÇA NOK, luz vermelha permanente (por exemplo quando falha a rastreabilidade da PCB ligas a luz vermelha do monitor até damos o acknowledge do erro)		
8	Interruptor de Corte Geral	10	UPS não desliga após 1min		
9	Distância entre Mesa Móvel e Base de Pré-Montagem	N.A.			
10	Poka-Yoke de Peças Mecânicas	10			
11	Furos/Rasgos/Aberturas	10			
12	Botoneira de Emergência	N.A.			
13	Distância de Segurança	N.A.			
14	Pressão do Sistema	N.A.			
15					
16					
Evaluation Approval Device		100%	Total no. of points:	14	

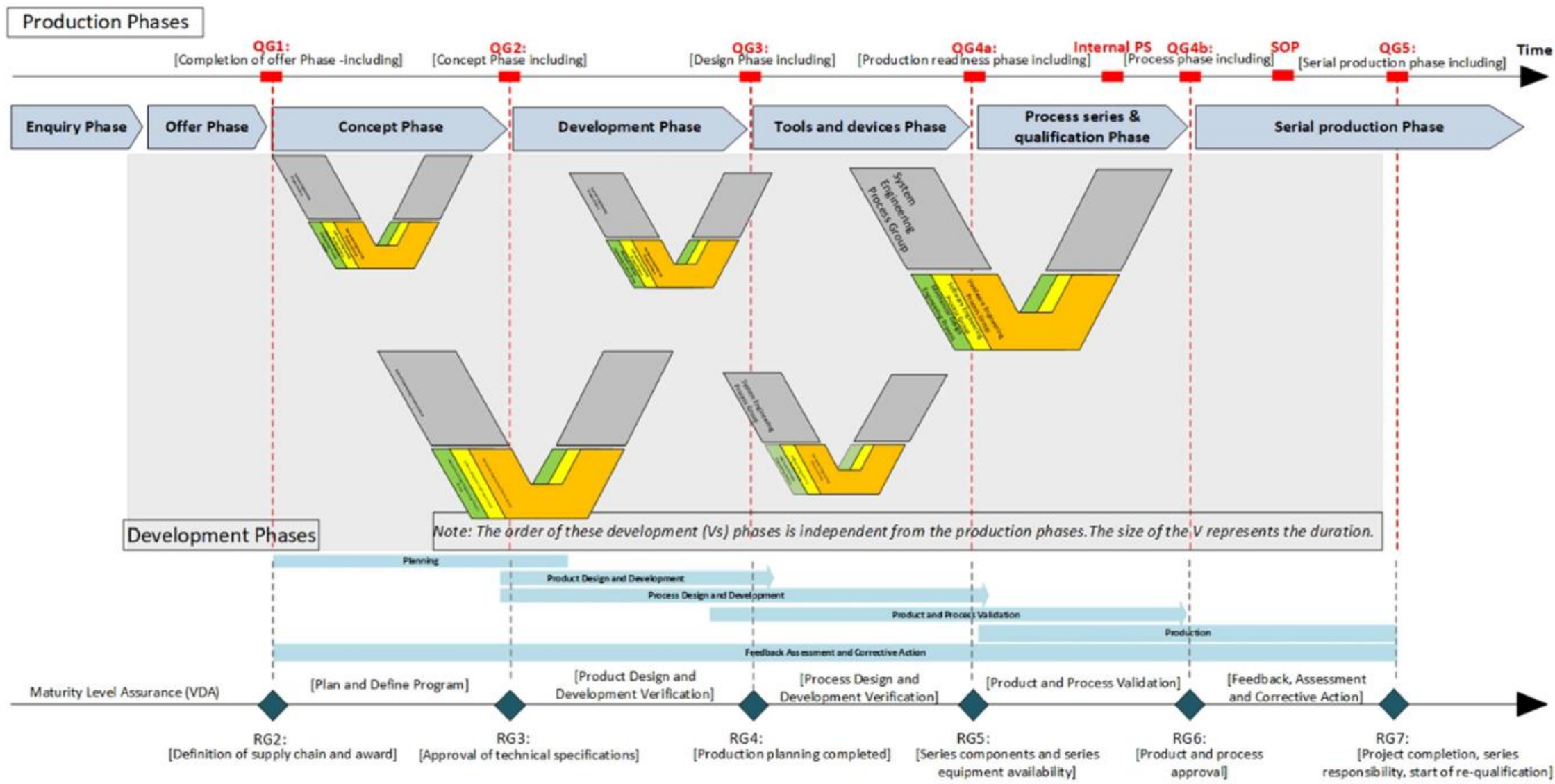
CHECKLIST APPROVAL DEVICE					
No.	Evaluation Question	Evaluation	Action / Remark	Responsible	Schedule
1	Handling	10			
2	Machine	10			
3	Total	10			
4					
5					
Evaluation Approval Device		100%		3	

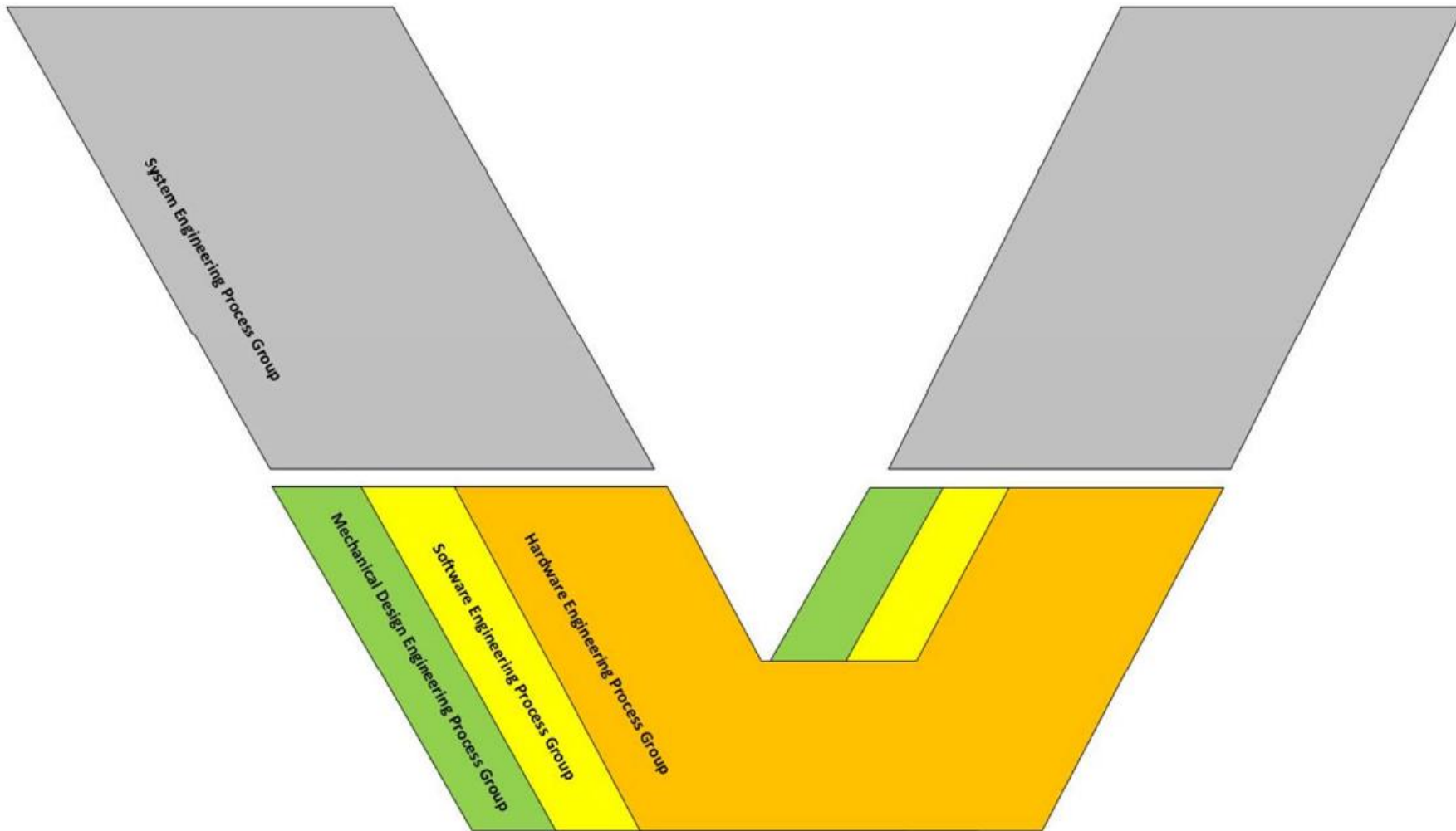
Apêndice B

CHECKLIST APPROVAL DEVICE					
No.	Evaluation Question	Evaluation	Action / Remark	Responsible	Schedule
1	Capability Studies	10			
2	MSA1	N.A.			
3	MSA3	N.A.			
4					
5					
Evaluation Approval Device		100%		3	

CHECKLIST APPROVAL DEVICE					
No.	Question	Evaluation	Action / Remark	Responsible	Schedule
1	Rever mensagens: Encurtar mensagens - Não é necessário colocar coisas do género "Scan Completed", "Get ready to start vision test", "Start By"	10		Tiago Carvalho	07-12-2023
2	Vision Bypass Não está a funcionar	10		Tiago Carvalho	07-12-2023
3	Retirar referências das PCBs da seleção de referências na HMI	10		Tiago Carvalho	07-12-2023
4	Noe retries, após step de decisão (OK ou NOK) após pressionar OK deve fazer o job imediatamente e não voltar ao step anterior e pedir para pressionar OK novamente.	10		Tiago Carvalho	07-12-2023
5	Após erro na leitura do tracenumbr (not allowed), e após dar acknowledge o ciclo bloqueia com a mensagem (release NOK button)	10	/071 - STEP 1	Tiago Carvalho	07-12-2023
6	Rastreabilidade está mal. a primeira vez que lê etiqueta está a atribuir referência mas reconhece como fora de sequência. na segunda passagem como já tem ref atribuída já segue normalmente o ciclo	10	/071 - STEP 1	Tiago Carvalho	07-12-2023
7	Em steps de aknowledge só deve pisar a luz vermelha (neste momento pisam ambas)	10	/071 - STEP 1	Tiago Carvalho	07-12-2023
8	Se rejeitamos peça val para call manutencao. deve simplesmente mandar Retirar peças para caixa NOK e recomeçar ciclo.	10	/036	Tiago Carvalho	07-12-2023
9	Se exceder retries está a mandar remover peça para caixa NOK e volta ao step Em que estava. deve recomeçar o ciclo de novo.	10	/036	Tiago Carvalho	07-12-2023
10	No step "StartGetTraceNr" meter a avançar após o scan. Não é necessário pressionar OK.	10	/036	Tiago Carvalho	07-12-2023
11	O primeiro step deve ser: Colocar Trace Label no housing, ler trace label e colocar no ninho. Segundo step: montar a lever no housing.	10	/035	Tiago Carvalho	07-12-2023
12	Affitar ordem de colocação do whitelisk: primeiro por trás e depois pela frente.	10	034;035;036 NEST 1	Tiago Carvalho	07-12-2023
13	Mais curso nos calçadores, até à posição final aparafusado - pressão extra	10	034 NEST 2	Joana Almeida	07-12-2023
14	Irá ser removido material de um dos snaphooks -> adicionar material no ninho de forma a garantir poka-yoke	10	/032	NES; Joana Almeida	31-12-2023
15	Reduzir diametro dos calçadores (colisão) com peça e trocar motas por umas mais fracas.	10	/032	Joana Almeida	07-12-2023
16	Acrescentar uma referência de subgrupo para o step 1	10	/071/072	NES	31-12-2023
17	Ordem: colocar housing no ninho, pegar na PCB, colocar o cabo, ler a pcb, colocar a PCB no housing	10	/071/072	Tiago Carvalho	07-12-2023
18	Pintar ninho de forma a conseguirmos implementar um job de visão para verificar a presença do cabo	10	/071/072	Joana Almeida	07-12-2023
19	Retirar "blink" OK nos steps em que não é para pressionar OK, como por exemplo no HT quando manda mover a mesa para work.	10		Tiago Carvalho	19-01-2024
20	Fazer "E2" quando rejeitamos peça.	10		Tiago Carvalho	19-01-2024
21	Retirar step de colocar backover na ref. 035	10		Tiago Carvalho	19-01-2024
22	Se falhar na rastreabilidade da PCB não é necessário mandar remover as peças todas e começar de novo. Deves apenas voltar ao step de ler PCB	10	HT STEP 1; MFH; ACM2	Tiago Carvalho	19-01-2024
23	Não rejeitar subgrupo todo se falhar na rastreabilidade ou visão no ninho 2 MFH - a lever dá sempre para aproveitar	10	034; 036	Tiago Carvalho	19-01-2024
24	Está a desligar o ionizador antes de ter cover em cima da peça. Desligar apenas após o job de visão da cover.	10	ACM2	Tiago Carvalho	30-01-2024
25	Falta job de visão da presença da PCB e Housing antes de pedir a cover	10	ACM2	Tiago Carvalho	30-01-2024
26	Falta job de visão da cover antes de pedir para mover a mesa para work	10	ACM2	Tiago Carvalho	30-01-2024
27	Na mensagem de verificar as ferramentas/ninhos diferenciar HT step 1 e HT step 2	10	HT	Tiago Carvalho	30-01-2024
28	Não grava JOB NOK de aparafusamento no PrehTrace?	10	MFH	Tiago Carvalho	30-01-2024
29	Falta job de visão da cover antes de pedir para mover a mesa para work	10	MFH	Tiago Carvalho	30-01-2024
Evaluation		100%	Total no. of points:	29	

# Anexo A







## **Anexo B**

# Meeting Minutes



**Firma / Company:**  
Preh Portugal Pre-Series Plant

**Datum / Date:**  
23.02.2024

**Besprechungsdatum / Date of Meeting:**  
19.02.2024 – 23.02.2024

**Aussteller / Originator:**  
S. Münchberger

E. Aguilar  
F. Aulisio  
T. Barth  
N. Bauer  
H. Bayer  
D. Beck  
M. Bendert  
M. Blum  
J. Böhmner  
B. Brötner  
C. Cai  
K. Chang  
D. Delikat  
K. M. Dias  
G. Duarte  
Dr. M. Elmst  
M. Etzold  
M. Fogeddu  
S. Friedrich  
K. Garcia  
L. Garpenschütz  
M. Gell  
V. Gessner  
K. Gels  
D. Holler  
F. Hain  
M. Jendlic  
C. Jiang  
J. Jüngert  
M. Kamilo  
A. Kang  
J. Katzenberger  
D. Katzenberger  
M. Kessler  
T. Klahr  
C. Knaap  
Dr. M. Kowalek  
F. Koehler  
J. Kraus  
R. Künzl  
M. Landard  
S. Lenz  
A. Lima  
T. Lindner  
B. Lohrenz  
F. Luchner  
F. Luchner  
H. Lohmann  
N. Lortschatsch  
M. Lucht  
S. Ludwig  
Dr. M. Lutz  
S. Mangold  
U. Markert  
A. Martin  
D. Mehl  
S. Merzinger  
C. Metz  
M. Müller  
Dr. G. Noll  
M. Nürnberg  
T. Ort  
J. Pankin  
M. Pracht  
M. Pomar  
S. Reich  
I. Rodriguez  
R. Schaam  
M. Schäfer  
R. Schlegelmilch  
A. Schmidt  
S. Schmitt  
M. Schneider  
D. Schöder  
T. Schwelger  
K. Seitz  
F. Seibert  
M. Sieglitz  
A. Töppelwein  
A. Tsoumalan  
D. Voll  
M. Voll  
Dr. J. Wagner  
F. Walder  
M. Walder  
J. Weiser  
M. Wittwer  
M. Wölfel  
R. Zanker  
X.F. Zhu  
S. Zitzmann

**Ort / Location**  
Preh Portugal Pre-Series Plant

**Gesprächspartner / Participants:**  
Joana Almeida  
Hugo Oliveira  
Goncalo Duarte  
Marco Cruz  
Pedro Santos  
Jose Cavaleiro

**Preh Teilnehmer / Preh Participants:**  
Silke Münchberger (Preh NES)  
Christoph Emmert (Preh NES)  
Henri Katzenberger (Preh NES)  
Manuel Schwab (Preh NES)  
Eckhardt Götze (Preh Dippach)  
Kai Kurczewski (Preh Dippach)  
Nicole Hüttenroth (Preh Dippach)

**Projektbezeichnung / Project Description:**  
6340 CNHi Sidewinder Armrest

**Besprechungsthemen / Discussion Topics:**  
Assembly Line/EOL Transfer Approval

**Zusammenfassung / Summary:**

- Assembly Line / EOL Transfer Approval in CW08/24 with production of 30 - 40 parts per variant done in Portugal **Transfer Approval is given**  
Transfer of Assembly Line and EOL planned CW10/24  
Commissioning with PP Team in DIP planned CW12/24
- Cycle Time Evaluation done on 5 parts per variant – Capacity on Assembly Line and EOL is OK. For more details see Transfer Approval document
- Single Part Status need to be improved

**Zusätzlicher Verteiler / Additional Distribution List:**

# Glossário

## **Ciclo Contínuo**

Ciclo de produção sequencial e contínuo do equipamento.

## ***Home Cycle***

Ciclo de verificação e preparação do equipamento para iniciar a produção. Termo utilizado no desenvolvimento do software.

## **Norma**

Documento oficial e reconhecido como válido para uma determinada indústria como a automóvel.

## **Standard**

Documento criado e reconhecido como válido dentro da empresa ou departamento.