



Universidade do Minho
Escola de Engenharia

Sara Raquel de Sousa Carpinteiro

**Melhoria do Sistema de Gestão da Qualidade
baseado na IATF 16949:2016 numa empresa
do setor automóvel.**

Dissertação de Mestrado

Mestrado em Engenharia e Gestão da Qualidade

Trabalho efetuado sob a orientação do(s)

Isabel da Silva Lopes

Julho de 2019

DIREITOS DE AUTOR E CONDIÇÕES DE UTILIZAÇÃO DO TRABALHO POR TERCEIROS

Este é um trabalho académico que pode ser utilizado por terceiros desde que respeitadas as regras e boas práticas internacionalmente aceites, no que concerne aos direitos de autor e direitos conexos.

Assim, o presente trabalho pode ser utilizado nos termos previstos na licença abaixo indicada. Caso o utilizador necessite de permissão para poder fazer um uso do trabalho em condições não previstas no licenciamento indicado, deverá contactar o autor, através do RepositóriUM da Universidade do Minho.



Atribuição-NãoComercial-SemDerivações
CC BY-NC-ND

AGRADECIMENTOS

O maior agradecimento é direcionado às pessoas mais importantes da minha vida: os meus pais, a minha irmã, o meu namorado e a minha madrinha. Os meus pais por todos os esforços que fizeram para que eu pudesse ter sempre o que precisava e pelo apoio incondicional que me deram ao longo de toda a minha vida, porque sem eles este sonho nunca se teria tornado realidade. A minha irmã que de uma maneira ou outra me deu apoio sempre que eu precisei. Ao meu namorado que além de estar comigo nos momentos mais especiais, aturou todos os dias de aflição até eu concluir esta etapa. E a minha madrinha, que durante estes últimos anos me transmitiu que apesar de tudo eu era capaz de ultrapassar todas as barreiras.

Gostava também de agradecer à minha orientadora por parte da Universidade do Minho, a Professora Isabel da Silva Lopes, pela sua orientação, motivação, conselhos e pelo seu profissionalismo, e a minha amiga Ricardina Veiga por me ter acompanhado neste mestrado e por ter partilhado comigo os seus conhecimentos em Word.

A nível empresarial, queria agradecer a todos os meus colegas que me apoiaram ao longo destes últimos meses, mas em especial ao meu orientador Jorge Gonçalves e ao diretor do departamento de *Customer Satisfaction* Vitor Peixoto pela confiança que depositaram em mim e oportunidade de desenvolver este projeto e ainda por partilharem comigo o vosso conhecimento. Agradeço também à Ana Mendes que me acompanhou desde o início do meu estágio, ao João Gonçalves que me ajudou a dar mais sentido às minhas frases, ao Eduardo Santos por ler inúmeras vezes a minha dissertação e me ajudar a torná-la mais compreensível e interessante, à Arminda Gomes por todo o apoio que me deu na implementação do manual VDA 5, ao António Miranda pelo apoio na implementação dos sistemas de verificação, e à Sofia Salazar que sempre esteve presente e me apoiou até à apresentação deste projeto. A vossa ajuda foi imprescindível para concluir este projeto com sucesso. Obrigada por toda a partilha e por todas as oportunidades.

Obrigada a todos que ao longo destes últimos tempos me acompanharam e me apoiaram para que hoje eu consiga afirmar que VENCI.

DECLARAÇÃO DE INTEGRIDADE

Declaro ter atuado com integridade na elaboração do presente trabalho académico e confirmo que não recorri à prática de plágio nem a qualquer forma de utilização indevida ou falsificação de informações ou resultados em nenhuma das etapas conducente à sua elaboração.

Mais declaro que conheço e que respeitei o Código de Conduta Ética da Universidade do Minho.

Melhoria do Sistema de Gestão da Qualidade baseado na IATF 16949:2016 numa empresa do setor automóvel.

RESUMO

A presente dissertação de mestrado foi desenvolvida na empresa AptivPort Services S.A, no departamento *Customer Satisfaction*, com o principal objetivo de melhorar o cumprimento dos requisitos da norma relativa a sistemas de gestão da qualidade para a indústria automóvel, IATF 16949:2016.

A indústria automóvel é um dos setores mais exigentes a nível mundial daí a necessidade de adaptação constante às necessidades dos clientes e do mercado em geral.

Primeiramente, foi efetuada uma revisão bibliográfica com o objetivo de conhecer o estado de arte sobre os assuntos abordados ao longo da dissertação, tais como a gestão da qualidade, as normas de gestão da qualidade, os mecanismos de *Error Proofing/Poka-Yoke* e a análise de sistemas de medição (*Measurement System Analysis* - MSA).

A estratégia definida para a concretização deste projeto começou pela análise do sistema de gestão da qualidade da APTIV, com o intuito de fazer o levantamento das cláusulas cujo cumprimento era crítico, elaborando-se assim uma *Checklist*. Do resultado desta análise surgiram duas cláusulas com necessidade de intervenção: a análise aos sistemas de medição (7.1.5.1.1) e a gestão de Error Proofing (10.2.4).

A melhoria das cláusulas abordados neste projeto baseou-se na implementação de um novo método para a realização de estudos MSA, seguindo o manual da VDA 5, e na implementação de sistemas de verificação para mecanismos de *Error Proofing* de deteção, os sistemas de visão, através da elaboração de um plano de atuação.

A implementação de 14 sistemas de verificação, o cumprimento do plano definido para a implementação do novo método da VDA 5 e as propostas de alargamento das implementações às restantes áreas mostraram que as formas de atuação definidas contribuíram para a melhoria do cumprimento das cláusulas 7.1.5.1.1 e 10.2.4.

PALAVRAS-CHAVE

IATF 16949:2016; MSA; VDA 5; *Error Proofing*.

Improvement of a Quality Management System based on IATF 16949:2016 on automotive industry.

ABSTRACT

The present master dissertation was developed at AptivPort Services S.A, in Customer Satisfaction department, with the main purpose of improving requirements compliance of the IATF 16949:2016, the standard of quality management system for automotive industry.

Automotive industry is one of the most demanding sectors worldwide due to the precision of production products with high quality, reason why the constant adaptation of customer and market needs is important.

Firstly, a literature review was performed to understand the state of the art about the subjects discussed in this dissertation, like quality management, quality management standards, Error Proofing/Poka-Yoke mechanisms and measurement system analysis (MSA).

The strategy defined for the implementation of this project was discussed together with elements of the organization, and began by analyzing APTIV's quality management system, in order to identify the requirements whose compliance was critical, by using a checklist. From the result of this analysis, two points emerged with need for intervention: Analysis of Measurement System (7.1.5.1.1) and Error Proofing (10.2.4).

The improvement of these points was based on a new method to implement MSA studies, according to VDA 5 manual, and on the implementation of verification systems for error proofing detection, supported by an action plan.

The implementation of 14 verification systems, the compliance with the plan defined to implement the new VDA 5 method, and the proposals for the implementations extension to others areas, showed that the methodologies defined contributed to improve the compliance of 7.1.5.1.1 and 10.2.4.

KEYWORDS

IATF 16949:2016; MSA; VDA 5; *Error Proofing*.

ÍNDICE

Agradecimentos	iii
Resumo.....	v
Abstract	vi
Índice de Figuras.....	ix
Índice de Tabelas.....	x
Lista de Abreviaturas, Siglas e Acrónimos.....	xi
1. Introdução.....	1
1.1 Enquadramento	1
1.2 Objetivos.....	3
1.3 Método de investigação	3
1.4 Estrutura	4
2. Revisão Bibliográfica	5
2.1 Gestão da Qualidade	5
2.2 Normas de Gestão da Qualidade.....	9
2.3 <i>Error Proofing</i> (Evitar o erro).....	11
2.4 Análise ao Sistema de Medição no setor automóvel	14
3. A empresa	20
3.1 Apresentação da APTIV	20
3.2 Sistema de Gestão da Qualidade da APTIV em Braga	22
4. Análise da situação inicial	24
4.1 Análise do cumprimento dos requisitos da IATF 16949:2016.....	24
4.2 Análise de Sistemas de Medição - MSA (7.1.5.1.1)	26
4.3 <i>Error Proofing</i> (10.2.4)	27
5. Definição de ações a implementar e plano de atuação	33
5.1 VDA 5	33
5.2 <i>Error Proofing</i>	37
5.2.1 Preparação dos modelos de referência	40
5.2.2 Normalização do processo de verificação (Instrução de trabalho)	41
5.2.3 Alteração do programa de produção para incluir a tarefa de implementação .	42

5.2.4	Formação aos operadores que irão realizar a ação de verificação.....	42
5.2.5	Atualização do Plano de Controlo e do PFMEA do produto	43
5.2.6	Incluir os modelos de referência no Plano de Manutenção	46
5.2.7	Atualização da Matriz dos <i>Error Proofings</i>	46
6.	Implementação das ações de melhoria	49
6.1	VDA 5	49
6.2	<i>Error Proofing</i>	58
7.	Conclusão	63
	Referências Bibliográficas	67
	APÊNDICE I – <i>CHECKLIST</i> IATF 16949:2016	70
	APÊNDICE II – FICHA DE PLANEAMENTO E CONTROLO DA REALIZAÇÃO DE ESTUDOS SEGUNDO A VDA 5	74
	APÊNDICE III – MATRIZ COM O LEVANTAMENTO DOS <i>ERROR PROOFING</i>	76
	APÊNDICE IV – INSTRUÇÃO DE TRABALHO	79
	APÊNDICE V – MATRIZ COM OS MODELOS DE REFERÊNCIA	82
	APÊNDICE VI – RELATÓRIO DO ESTUDO TIPO 1 DO PAQUÍMETRO SEGUNDO A VDA5	85
	APÊNDICE VII – RELATÓRIO DO ESTUDO TIPO 2 DO RELÓGIO COMPARADOR SEGUNDO A VDA5.....	86
	APÊNDICE VIII – FICHA DE IMPLEMENTAÇÃO E CONTROLO DOS SISTEMAS DE VERIFICAÇÃO DOS <i>ERROR PROOFING</i>	87
	APÊNDICE IX – PLANO DE IMPLEMENTAÇÃO DE SISTEMAS DE VERIFICAÇÃO DE <i>ERROR PROOFING</i> PARA A ÁREA DE CBA	90
	APÊNDICE X – <i>CHECKLIST</i> PARA APROVAÇÃO DE UMA LINHA DE PRODUÇÃO	91
	ANEXO I - PLANTA DA APTIV BRAGA	92
	ANEXO II - PROCEDIMENTO DE VERIFICAÇÃO DE <i>ERROR PROOFING</i>	93
	ANEXO III – MATRIZ DE <i>ERROR PROOFING</i> FINAL ASSEMBLY	96

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 - Definições de qualidade segundo alguns Gurus.	5
Figura 2 - Triologia de Juran.	7
Figura 3 - Ciclo PDCA.	8
Figura 4 - Princípios da Qualidade (Fonte: ISO 9001:2015).	6
Figura 5 - Vantagens e desvantagens da implementação de dispositivos Poka-Yoke (Fonte: Plataforma Poka-Yoke).	12
Figura 6 - Distinção de dispositivos Error Proofing tendo em conta o método e o tipo de ação (Fonte: Plataforma Poka-Yoke).	13
Figura 7 - Tipos de estudos estatísticos segundo a VDA 5 (Adaptado do manual da VDA 5). ..	18
Figura 8 - Fontes de incerteza analisadas pela VDA 5(Fonte: Westphal, 2017).	19
Figura 9 - Unidades de negócio da APTIV (Fonte: APTIV).	20
Figura 10 - Instalações da APTIV em Portugal (Fonte: APTIV).	21
Figura 11 - Missão, Visão e Valores da APTIV (Fonte: APTIV).	22
Figura 12 - Evolução das certificações da APTIV (Fonte: APTIV).	23
Figura 13 - Identificação dos mecanismos de Error Proofing num posto de trabalho.	28
Figura 14 - Código para identificação dos modelos de referência.....	30
Figura 15 - Imagem do FIS na opção Error Proofing.	31
Figura 16 - Sistemas de medição da APTIV.	35
Figura 17 - Cabeçalho do software Q-DAS.	37
Figura 18 - Excerto de um plano de controlo.....	44
Figura 19 - Excerto do PFMEA de um produto.....	45
Figura 20 - Excerto da matriz de Error Proofing.....	48
Figura 21 - Sistemas de medição sujeitos a cada tipo de estudo MSA segundo a VDA 5.	50
Figura 22 - Excerto do relatório apresentado no Apêndice VI.....	50
Figura 23 - Valores obtidos nas medições com o medidor de brilho.	52
Figura 24 - Excerto do relatório do estudo tipo 2 apresentado no Apêndice VII.	53
Figura 25 - Plano para a realização de estudos MSA segundo a VDA 5 no edifício 2 para 2020.	56
Figura 26 - Evolução da implementação de sistemas de verificação.....	59
Figura 27 - Histórico de verificações no fim do projeto.	60

ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 1 - Detalhes sobre os níveis atribuídos a cada cláusula da norma.....	25
Tabela 2 - Resultado da análise ao SGQ.....	25
Tabela 3 - Condições de atribuição de cada símbolo no registo dos resultados das ações de verificação.	31
Tabela 4 - Tipos de estudos apresentados pela VDA 5, métodos e critérios.....	34
Tabela 5 - Resultado do levantamento dos postos de trabalho com sistemas de visão instalados.	39
Tabela 6 - Descrição da equipa definida.	39
Tabela 7 - Exemplo de um modelo de referência OK e um NOK.	41
Tabela 8 - Resultados dos estudos Tipo 1.	51
Tabela 9 - Resultados dos estudos Tipo 2.	54
Tabela 10 - Análise do estado atual do cumprimento do requisito 7.1.5.1.1 da IATF 16949:2016	57
Tabela 11 - Percentagem de etapas concluídas e em desenvolvimento.....	58
Tabela 12 - Número de sistemas de verificação associados a cada produto.	61
Tabela 13 - Análise do estado atual do cumprimento do requisito 10.2.4 da IATF 16949:2016.	62

LISTA DE ABREVIATURAS, SIGLAS E ACRÓNIMOS

IAQG	Grupo Internacional de Qualidade Aeroespacial
AIAG	<i>Automotive Industry Action Group</i>
AOI THT	<i>Automatic Optical Inspection (Post Wave)</i>
AOI	<i>Automatic Optical Inspection</i>
Apcer	Associação Portuguesa de Certificação
AR	<i>Action-Research</i>
AS	<i>Aerospace Basic Quality System Standard</i>
AV	<i>Appraiser Variation</i>
AVI	<i>Automatic Vision Inspection</i>
CBA	<i>Circuit Board Assembly</i>
C _g	Índice de capacidade
C _{gk}	Índice mínimo de capacidade
CMI	<i>Customer Mechanical Interface</i>
CP	<i>Challenge Parts</i>
EP	<i>Error Proofing</i>
EV	<i>Equipment Variation</i>
FA	<i>Final Assembly</i>
FT	<i>Functional Test</i>
GRR	<i>Gage Repeatability & Reproducibility</i>
GUM	<i>Guide to the expression of Uncertainty in Measurement</i>
IA	<i>Inter Action</i>
IATF	<i>International Automotive Task Force</i>
ICT	<i>In-Circuit Test</i>
ILU	<i>Illumination/Vision Test</i>
ISO	<i>International Organization for Standardization</i>
IT	Instrução de trabalho
MSA	<i>Measurement System Analysis</i>
PCB	<i>Printed Circuit Board</i>
PDCA	<i>Plan-Do-Check-Act (Planear-Executar-Verificar-Atuar)</i>
PFMEA	<i>Process of Failure Mode and Effects Analysis</i>

PV	<i>Part Variation</i>
QS	Quality System
RE	Resolução
SGQ	Sistema de Gestão da Qualidade
SMT	<i>Surface Mount Technology</i>
SPI	<i>Solder Paste Inspection</i>
TQM	<i>Total Quality Management</i>
VDA	<i>Verband der Automobilindustrie</i>

1. INTRODUÇÃO

Neste capítulo, é feito um enquadramento ao tema tratado na dissertação referindo a empresa onde foi realizado o projeto, os objetivos que se pretendem atingir, assim como o método de investigação que foi usado. Por fim será feita uma apresentação da estrutura da dissertação.

1.1 Enquadramento

A adoção de um Sistema de Gestão da Qualidade (SGQ) é uma decisão estratégica de uma organização que pode ajudar a melhorar o seu desempenho global e proporcionar uma base sólida para iniciativas de desenvolvimento sustentável (NP EN ISO 9001, 2015), contudo em algumas situações a certificação desse sistema deixou de ser opcional e passou a ser um dos requisitos que muitos clientes exigem para assinarem contrato, sendo uma garantia de que a empresa desenvolve a sua atividade privilegiando a satisfação dos clientes.

Segundo a NP EN ISO 9000:2015, uma organização focada na qualidade promove uma cultura que se traduz em comportamentos, atitudes, atividades e processos que proporcionam valor ao satisfazer as necessidades e as expectativas dos clientes e de outras partes interessadas relevantes. Um SGQ é um sistema dinâmico que evolui ao longo do tempo através de períodos de melhoria (NP EN ISO 9000, 2015). Um SGQ:

- Inclui atividades que permitem à organização identificar os seus objetivos e determinar os processos e recursos requeridos para atingir os resultados desejados;
- Gere os processos e recursos interatuantes que são necessários para proporcionar valor e obter resultados para as partes interessadas que são relevantes;
- Permite à gestão de topo otimizar a utilização dos recursos, tendo em consideração as consequências a longo e a curto termo das suas decisões;
- Proporcionam os meios para identificar as ações para tratar das consequências, desejadas ou não desejadas, de fornecimento de produtos e serviços.

O *standard* ISO 9001, publicado pela Organização Internacional de Normalização (ISO), foi aceite mundialmente como o primeiro passo útil para a gestão da qualidade, incluindo

requisitos para a implementação de um SGQ. Este pode ser implementado de diferentes modos, dependendo dos objetivos, recursos e necessidades de cada empresa. Segundo Bounabri *et al.* (2018) as motivações e benefícios desta norma podem ser categorizados como sendo externos e internos, os externos estão relacionadas com questões de *marketing* e promocionais, enquanto que a categoria interna está relacionada com melhorias organizacionais. Se as empresas se basearem em motivações internas, estas conseguem maximizar os seus benefícios através da sua certificação.

De forma a manter a competitividade, as organizações devem melhorar continuamente as suas estratégias de gestão da qualidade e um dos principais alicerces de uma estratégia de gestão bem definida é um sistema eficaz de gestão da qualidade (Bounabri *et al.*, 2018). A gestão eficaz envolve a execução bem-sucedida de três atividades: o planeamento, o controlo e melhoria da qualidade (Montgomery & Borror, 2017).

A indústria automóvel mundial requer um alto nível de qualidade do produto, produtividade e competitividade, bem como a melhoria contínua dos processos (Santos & Neto, 2018).

Para melhorar o desempenho comercial, principalmente a qualidade e segurança dos produtos e a qualificação dos fornecedores, as empresas do setor automóvel devem implementar a norma IATF 16949:2016 no processo produtivo como forma do atendimento dos requisitos internacionais da qualidade (Santos & Neto, 2018).

A IATF 16949:2016 é uma especificação técnica desenvolvida pelo IATF, que são as iniciais de *International Automotive Task Force*, onde se define os requisitos dos SGQ aplicáveis na cadeia de fornecimentos no setor automóvel, baseada no padrão internacional de sistemas de gestão da qualidade, a ISO 9001 (Santos & Neto, 2018), incluindo requisitos adicionais. Esta norma abre caminhos para novas oportunidades de negócio e contribui para o desenvolvimento de uma organização, maximizando a produtividade e faturação por via de um controlo mais abrangente de processos. É um sistema de gestão da qualidade automotiva que, quando devidamente implementado e monitorizado, transmite maior confiança nos produtos aos clientes, valorizando uma organização e as próprias relações comerciais (Santos & Neto, 2018).

A AptivPort Services S.A é uma organização de tecnologia global focada em soluções de mobilidade que ajudam a tornar os veículos seguros, ecológicos e conetados. Estando esta dividida por departamento, foi identificado no departamento da qualidade, denominado por *Customer Satisfaction*, a necessidade de fazer uma revisão ao seu sistema de gestão da

qualidade (IATF 16949:2016) para garantir a satisfação dos seus clientes e fornecedores e o cumprimento total da norma IATF 16949:2016.

1.2 Objetivos

Os avanços tecnológicos, novos competidores, a investigação global e a reestruturação da indústria resultam em grandes desafios para a indústria automóvel (Michalos, Makris, Papakostas, Mourtzis, & Chryssolouris, 2010).

Tendo em conta que a AptivPort Services S.A é uma multinacional e que apresenta um elevado número de fornecedores e clientes, é necessário garantir que são cumpridos todos os requisitos da norma IATF 16949:2016. Desta forma este projeto tem como principal objetivo a identificação dos requisitos presentes na norma cujo cumprimento é crítico na empresa, e a identificação e implementação de ações para o total cumprimento desses requisitos. Para se alcançar o objetivo geral, foram definidos os seguintes objetivos específicos:

- ✓ Analisar os requisitos da norma IATF 16949:2016;
- ✓ Recolher documentos que permitam evidenciar o cumprimento dos requisitos identificados;
- ✓ Identificar os requisitos cujo cumprimento seja crítico para a empresa;
- ✓ Definir ações e metodologias de implementação para que a organização apresente um cumprimento total de todos os requisitos;
- ✓ Aplicar as ações e metodologias definidas para o cumprimento total dos requisitos.

Com a concretização dos objetivos estabelecidos pretende-se garantir que todos os requisitos da norma são cumpridos.

1.3 Método de investigação

O presente projeto teve como base uma filosofia positivista, uma vez que o trabalho será desenvolvido numa realidade social observável e será necessário efetuar várias observações de forma a obter dados fiáveis, assim como uma abordagem dedutiva, pois o projeto será baseado numa teoria que se irá testar subsequentemente com dados. Será utilizado o método misto, pelo facto de combinar técnicas quantitativas e qualitativas, num horizonte temporal transversal porque será um estudo localizado no tempo, ou seja, com um início e um fim definido.

Desta forma recorrer-se-á a uma metodologia de *Action-Research* (AR), que é uma metodologia empírica em que investigadores tentam resolver um problema do mundo real (Tüzün, Tekinerdogan, Macit, & İnce, 2019), promovendo a “mudança” na organização e adequada a respostas a perguntas “como”. Para seguir uma metodologia AR é necessário estabelecer uma meta para avaliar a eficácia e eficiência das ações implementadas, e contempla as seguintes etapas (Coghlan & Coghlan, 2002):

1. Compreender o contexto e o objetivo do projeto;
2. Recolha, feedback e análise dos dados;
3. Planeamento, implementação e avaliação das ações.

O projeto irá seguir o ciclo PDCA (*Plan, Do, Check, Act*) e terá início com a análise ao referencial normativo IATF 16949:2016, de forma a identificar os requisitos cujo cumprimento é crítico ou oportunidades de melhoria. De seguida serão definidas e desenvolvidas ações que permitam eliminar as lacunas que foram encontradas na etapa anterior.

Por fim, serão implementadas as ações que foram definidas e propostas ações futuras para que a organização cumpra de forma eficaz com todos os requisitos da norma.

1.4 Estrutura

Esta dissertação encontra-se dividida em sete capítulos, incluindo o presente capítulo.

No Capítulo 2 é exposto o conteúdo analisado através de uma revisão bibliográfica onde se aborda temas tais como a gestão da qualidade, normas de gestão da qualidade, *error proofing* e análises a sistemas de medição (MSA).

A apresentação da empresa onde se realizou o projeto, acompanhada da sua política, missão, visão e valores está representada no capítulo 3. De seguida, no capítulo 4, descreve-se a análise que foi feita ao sistema de gestão da qualidade da organização de forma a identificar as cláusulas da norma IATF 16949:2016 que necessitam de intervenção, fazendo-se ainda uma análise ao estado inicial de cada uma. A definição das ações a implementar e do plano de atuação com o intuito de melhorar o seu cumprimento são descritas no capítulo 5.

No capítulo 6 analisam-se as ações de melhoria implementadas para cada cláusula durante o projeto. No último capítulo são apresentadas as principais conclusões desta dissertação fazendo referência às ações futuras para alcançar o cumprimento total de todas as cláusulas do referencial normativo analisado.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Este capítulo apresenta uma revisão da literatura sobre diversos conceitos associados ao projeto desenvolvido. Temas como a Gestão da Qualidade, Normas de Gestão da Qualidade, *Error Proofing*, MSA e VDA 5 são abordados em detalhe seguidamente.

2.1 Gestão da Qualidade

Qualidade, segundo a NP EN ISO 9000 (2015), é entendida como o “grau de satisfação de requisitos dado por um conjunto de caraterísticas intrínsecas de um objeto”. O sucesso de qualquer organização depende diretamente da sua capacidade em mobilizar e organizar os meios e recursos necessários à realização de produtos e/ou serviços que satisfaçam as exigências, necessidades e expectativas dos seus clientes (Pires, 2007). Desta forma a qualidade pode ser considerada como o “motor” do sucesso, de reconhecimento e o fator de distinção e escolha de produtos e/ou serviços de qualquer organização.

A qualidade pode ser vista interna e externamente à organização. Quando visto internamente, contribui para a redução de desperdício, aumento de produtividade e ausência de defeitos, enquanto que quando visto externamente, facilita a conquista e a manutenção de clientes (Mainardes & Lourenço, Luis Tontini, 2010).

Ao longo do tempo foram surgindo muitas teorias de vários Gurus da Qualidade, cada um deles definiu o termo qualidade de forma diferente (Figura 1). O contributo de cada um deles foi muito importante para a evolução da gestão da qualidade.

Juran	• "Aptidão para o uso"
Crosby	• "Conformidade com os requisitos" • "Zero defeitos"
Ishikawa	• "Grau de satisfação dos requisitos dos utilizadores"
Deming	• "A qualidade de um produto ou serviço apenas pode ser definida pelo cliente"
Taguchi	• "Qualidade é a perda gerada pelo produto na sociedade" • "Centragem dos processos no valor nominal e redução da variabilidade"
Feigenbaum	• "Filosofia de gestão e um compromisso com a excelência"

Figura 1 - Definições de qualidade segundo alguns Gurus.

Saber gerir a qualidade dos seus produtos e serviços é um dos maiores desafios para uma organização. A gestão da qualidade prevê a eliminação ou a simplificação de processos que não adicionam valor ao produto (Oliveira, 2006).

A Gestão da Qualidade, segundo a norma ISO 9001:2015, é um conjunto de atividades coordenadas para dirigir e controlar uma organização no que diz respeito à qualidade, devendo incluir o estabelecimento de políticas da qualidade, objetivos da qualidade e processos para atingir esses objetivos. Neste referencial normativo podemos encontrar os sete princípios de gestão da qualidade, apresentados na figura 4.

Princípios da Qualidade	Foco no cliente
	Liderança
	Comprometimento das pessoas
	Abordagem por processos
	Melhoria
	Tomada de decisões baseada em evidências
	Gestão das relações

Figura 2 - Princípios da Qualidade (Fonte: ISO 9001:2015).

O foco primordial da gestão da qualidade é o cliente, satisfazendo os seus requisitos e tentando exceder as suas expectativas. Através da liderança pretende-se alinhar as estratégias, processos e recursos para atingir os objetivos estabelecidos. Para os atingir, os líderes estabelecem a todos os níveis, unidade no propósito e na orientação, criando também as condições para que as pessoas se comprometam a ajudar a organização.

O comprometimento das pessoas é importante numa organização, para a gerir de forma eficaz e eficiente, respeitando e envolvendo todas as pessoas a todos os níveis, garantindo que estas são competentes para exercer os seus cargos, que lhes são conferidos os poderes necessários e que estejam comprometidas.

Resultados consistentes e previsíveis podem ser mais eficaz e eficientemente atingidos quando as atividades são compreendidas e geridas como processos interligados que funcionam como um sistema coerente, fazendo assim uma abordagem por processos. Hoje em dia uma organização que tem sucesso está permanentemente focada na melhoria, pois é

essencial que esta mantenha os seus níveis atuais de desempenho, reaja a alterações nas suas condicionantes internas e externas e crie novas oportunidades.

A tomada de decisões com base em evidências, ou seja, baseadas na análise e na avaliação de dados e de informação são mais suscetíveis de produzir os resultados desejados, contudo é um processo complexo e que envolve alguma incerteza.

A gestão de relações contribui para o sucesso sustentado de uma organização quando estas gerem as suas relações com todas as partes interessadas para melhorar os respetivos impactos no seu desempenho.

O desenvolvimento de uma cultura baseada em princípios da qualidade e seus consequentes valores, abrirá caminho à eficácia e melhoria contínua dos métodos e processos (Pires, 2007). Satisfazer ou superar as necessidades das partes interessadas e dos clientes é fundamental para a gestão da qualidade, incluindo coordenação, gestão e alinhamento de produtos, serviços e processos organizacionais (Bastas & Liyanage, 2018).

Segundo Juran a gestão da qualidade apresenta três pontos fundamentais, denominados por Triologia de Juran, o planeamento da qualidade, o controlo da qualidade e a melhoria da qualidade. No planeamento da qualidade planeia-se a qualidade no sentido de tornar mínima a necessidade de subsequente melhoria da qualidade. O controlo da qualidade é o processo pelo qual se mede a *performance* da qualidade atual, se compara com um *standard* pré-estabelecido e se atua sobre a diferença, no sentido de prevenir e evitar problemas da qualidade. A melhoria da qualidade é o processo onde se pretende superar o *standard* estabelecido. Na figura 2 estão representados os tópicos abordados em cada um deles.

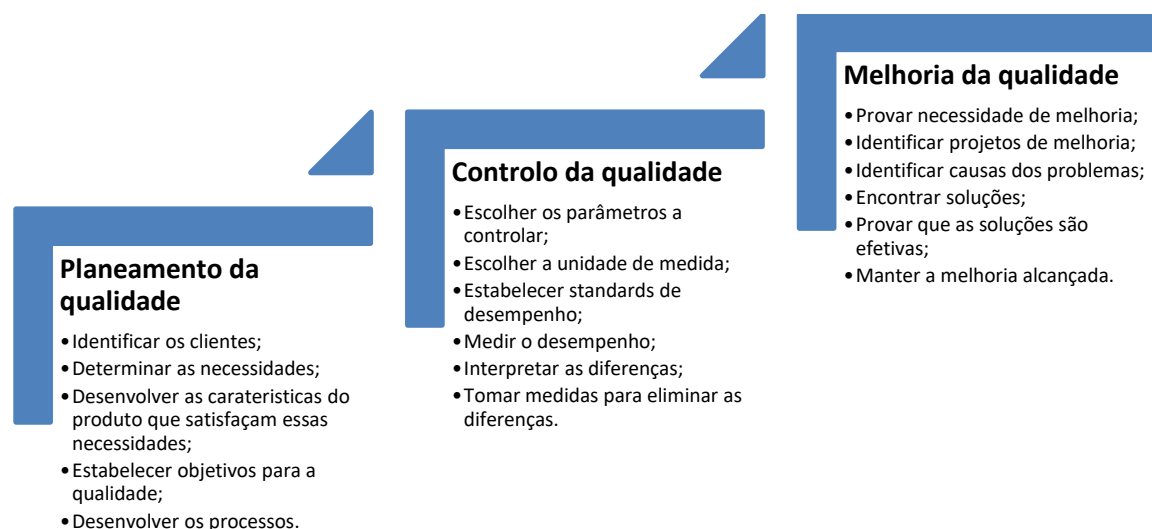


Figura 3 - Triologia de Juran.

O ciclo PDCA, criado por Shewhart e popularizado posteriormente por Deming, é uma metodologia de melhoria contínua que visa fornecer apoio para a tomada de decisões e garantir a sobrevivência de uma organização (De Souza, 2016). Este ciclo divide-se em 4 etapas: Planejar, Executar, Controlar e Atuar (Figura 3). Cada uma das etapas pode ser descrita da seguinte forma (NP EN ISO 9001, 2015):

Planejar: Estabelecer os objetivos do sistema e dos seus processos, bem como os recursos necessários para obter resultados de acordo com os requisitos do cliente e as políticas da organização e identificar e tratar riscos e oportunidades;

Executar: Implementar o que foi planejado;

Verificar: Monitorizar e (onde aplicável) medir os processos e os produtos e serviços resultantes por comparação com políticas, objetivos, requisitos e atividades planejadas e reportar os resultados;

Atuar: Empreender ações para melhorar o desempenho, conforme necessário.

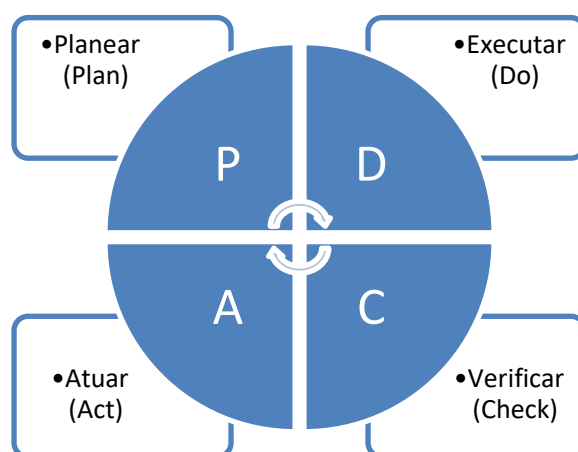


Figura 4 - Ciclo PDCA.

Este ciclo pode ser utilizado em qualquer atividade de uma organização e é de fundamental importância que todos os participantes usem esta ferramenta de gestão nas suas atividades do dia a dia (De Souza, 2016).

Existem ferramentas da qualidade que permitem obter mais sucesso aquando da aplicação do ciclo PDCA, tais como *Checklist*, *brainstorming*, fluxogramas, histogramas, *Poka Yoke*, controlo estatístico do processo (SPC), entre outros (Realyvásquez-Vargas, Arredondo-Soto, Carrillo-Gutiérrez, & Ravelo, 2018).

De forma a garantir que a qualidade é tida em conta na gestão diária de uma organização, esta deve optar por implementar um sistema de gestão da qualidade, que vise comprovar o

seu total compromisso e envolvimento no fornecimento de serviços ou produtos que satisfaçam as necessidades dos seus clientes.

2.2 Normas de Gestão da Qualidade

A *International Organization for Standardization* (ISO) é uma organização não governamental composta por 164 estados membros e que tem como missão a promoção do desenvolvimento da normalização e atividades relacionadas, em termos mundiais, como elemento facilitador das trocas comerciais de bens e serviços, enquadrado nos princípios da Organização Mundial do Comércio (Sampaio & Saraiva, 2011).

As normas da família ISO 9000 desenvolveram-se com o intuito de apoiar as organizações, de qualquer tipo ou dimensão, na implementação e gestão de sistemas de gestão da qualidade eficazes, tendo como objetivo assegurar o fornecimento de produtos que satisfaçam os requisitos de clientes, prevenção de problemas e ênfase na melhoria contínua. As três normas com versão portuguesa são (Santos, 2018):

NP EN ISO 9000:2015- Sistemas de Gestão da Qualidade. Fundamentos e Vocabulário. Nesta norma é feita uma descrição dos fundamentos do Sistema de Gestão da Qualidade – SGQ- e especifica a terminologia que lhes é aplicável, focando-se na satisfação do cliente;

NP EN ISO 9001:2015- Sistemas de Gestão da Qualidade. Requisitos. Esta norma define os requisitos para o SGQ, com o intuito de permitir à organização fornecer, de forma consistente produtos que vão de encontro às necessidades dos seus clientes e dos requisitos estatutários e regulamentares relevantes.

NP EN ISO 9004:2018- Gestão do Sucesso Sustentado de uma Organização. Uma abordagem da Gestão da Qualidade. Esta norma proporciona orientação para atingir, através de uma abordagem da gestão pela qualidade, o sucesso sustentado de qualquer organização, num ambiente complexo, exigente e em constante mutação. Fornece uma perspetiva mais alargada da gestão da qualidade do que a ISO 9001, aborda as necessidades e expectativas de todas as partes interessadas relevantes e proporciona orientação para a melhoria sistemática e contínua do desempenho global da organização (Santos, 2018).

A certificação de um SGQ pode ser feita pela norma ISO 9001 ou seguindo referenciais normativos específicos para um setor. A certificação é um processo de reconhecimento formal, levado a cabo por uma entidade externa, reconhecida nacional e internacionalmente, atestando que são cumpridos os requisitos da norma NP EN ISO 9001:2015 (Santos, 2018), ou

de outra norma que permita a certificação. Contudo a certificação é um ato voluntário e não uma obrigação.

Existem ainda outras normas para modelos de SGQ e respetiva certificação para dois setores onde a qualidade é um fator fundamental, o setor automóvel e o setor aeronáutico.

No setor automóvel foi desenvolvida em 1994, pela *Chrysler, Ford e General Motors* a norma “Requisitos do Sistema da Qualidade QS-9000” baseada no referencial normativo ISO 9001:1994. O objetivo da norma QS-9000 era definir os requisitos essenciais da qualidade exigidos aos fornecedores de materiais e peças da indústria automóvel. Contudo, a Associação de Fabricantes para a Indústria Automóvel da Alemanha sentiu a necessidade de criar a sua própria norma, e surgiu a VDA (*Verband der Automobilindustrie*). Entretanto verificou-se que não existia um reconhecimento mútuo entre os diversos referenciais normativos existentes para esta indústria, o que levava a que os fornecedores que forneciam produtos para construtores de automóveis de diversos países tinham de ter várias certificações. Neste sentido, e a fim de resolver este problema, a IATF (*International Automotive Task Force*), em 1995, desenvolveu uma única norma, que incluí os requisitos dos vários fabricantes, surgindo então o referencial normativo ISO/TS 16949:1999, que hoje em dia se chama IATF 16949:2016, pois foi alvo de várias revisões desde o seu surgimento.

No setor aeronáutico numa fase inicial aplicou-se a norma ISO 9000, que lhes permitiu reduzir o número de não conformidades, aumentando, desta forma, os níveis de qualidade das organizações. No entanto constatou-se que o referencial normativo ISO 9001 não possuía requisitos de controlo e gestão de riscos, o que não permitia garantir uma segurança total durante o seu ciclo de vida. Surgiu então a norma AS (*Aerospace Basic Quality System Standard*) 9000 que contempla uma série de normas como AS 9100, AS 9110 e AS 9120, desenvolvidas pelo Grupo Internacional de Qualidade Aeroespacial (IAQG). A norma AS 9100 estabelece requisitos para Sistemas de Gestão da Qualidade, para os setores de aviação, aeroespacial e de defesa, e é baseado na norma ISO 9001, incluindo requisitos específicos para estes setores.

As existências de todas estas normas refletem bem a importância dos SGQ nas organizações atuais, um sistema cada vez mais exigente, na busca da melhoria contínua da qualidade dos produtos/serviços, em prazos cada vez mais curtos, a preços cada vez mais reduzidos. Esta é a tendência atual da qualidade e, quem não tiver capacidade para acompanhar, ficará irremediavelmente para trás (Santos, 2018).

2.3 *Error Proofing* (Evitar o erro)

O desenvolvimento de metodologias que promovam a melhoria do desempenho dos processos de produção tem sido uma das principais prioridades de muitas organizações (Calarge & Davanso, 2004).

A natureza dos erros que gerem a rotina diária de trabalho tem preocupado ao longo de vários anos os gestores das organizações (Shenoy, 2016). Segundo Calarge & Davanso (2004), o erro humano é uma das maiores preocupações no ambiente de produção e nos sistemas produtivos, pois engloba aspetos que vão desde a conceção desses sistemas até à sua execução.

Podemos identificar três tipos de erros humanos:

- **Erros por inadvertência:** são aqueles que, quando ocorrem, não são detetados e que podem ser intencionais, inconscientes e imprevisíveis. É possível evitar estes erros através da maior concentração na execução das tarefas e redução de extensão da dependência humana;
- **Erros técnicos:** estes estão relacionados com a falta de aptidão, habilidade e conhecimentos para a execução de determinadas tarefas, podendo ser não intencionais, específicos, conscientes e inevitáveis. O aumento de formação e treino, mudança tecnológica e melhorias no processo são soluções possíveis para a redução deste tipo de erros;
- **Erros premeditados:** podem ser divididos em conscientes, intencionais e persistentes, e estão relacionados, basicamente, com questões de responsabilidade e comunicação confusas. Para eliminar este tipo de erros, a solução passa por delegação de responsabilidades e melhoria da comunicação interpessoal.

Desta forma, podemos considerar que o erro é inevitável dentro da natureza humana e que se torna necessário a adoção de uma abordagem que previna a sua ocorrência, para se tentar evitar que esse erro posteriormente se converta num defeito (Calarge & Davanso, 2004).

O conceito *Poka-Yoke* surgiu após a Segunda Guerra Mundial, quando houve necessidade de melhorar a qualidade no Japão para alcançar mercados mundiais, tendo sido criado por Shigeo Shingo, em 1961, para o *Toyota Production System*. O *Poka Yoke* tem raiz na metodologia *Lean*. Esta metodologia visa a implementação de um conjunto de processos por forma a

reduzir todo o tipo de desperdício numa organização, e torna-se de muito interesse a sua aplicação, pois permitirá a eliminação total ou parcial da ocorrência de erros.

O *Poka-Yoke* (evitar “*yokeru*” erros “*poka*”), que é também denominado por *Error Proofing* (EP) na literatura anglo-saxónica, é um método de gestão da qualidade usado para evitar que surjam falhas durante o processo de produção (Shenoy, 2016), recorrendo a dispositivos que podem ser mecânicos ou incluir outro tipo de elementos como elétricos, eletrónicos e pneumáticos. Estes mecanismos permitem prevenir, detetar e eliminar anomalias num processo, podendo ser adaptado tanto na qualidade produtiva como na segurança dos trabalhadores.

É possível aplicar dispositivos de EP a produtos, processos ou serviços em todo o tipo de organizações, e mais importante do que conseguir detetar produtos com defeito, é conseguir evitar que sejam produzidos produtos com defeito.

Uma plataforma *Poka-Yoke* baseada na teoria de Shingo, apresenta algumas das vantagens e desvantagens da implementação de dispositivos *Poka-Yoke* (Figura 5).

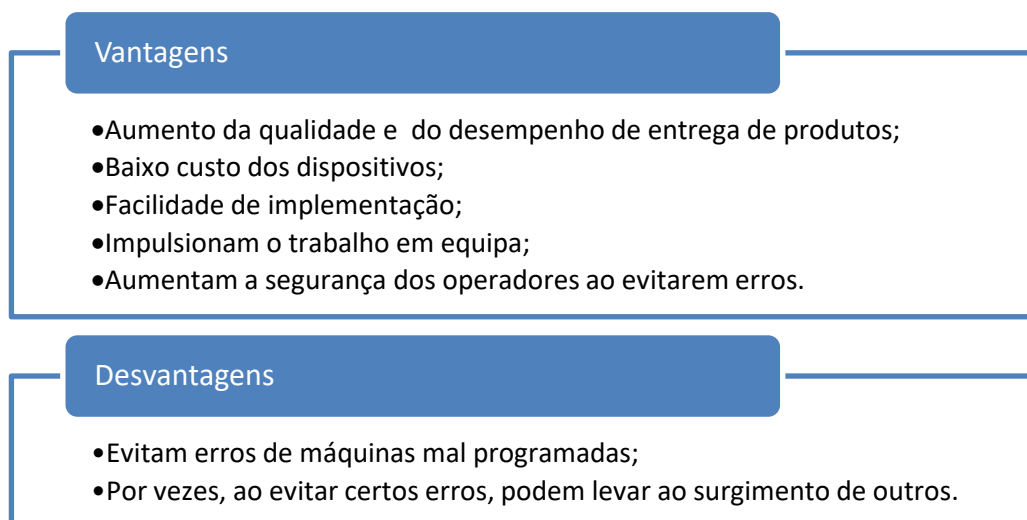


Figura 5 - Vantagens e desvantagens da implementação de dispositivos *Poka-Yoke* (Fonte: Plataforma *Poka-Yoke*).

Segundo Shingo, os EPs podem ser divididos em três abordagens: a proativa, a reativa e a de suporte. A abordagem proativa não permite que ocorra o defeito, sendo considerada como a mais eficaz, pois atua-se de forma preventiva. Enquanto que na abordagem reativa caso ocorra um erro, este é detetado imediatamente após a operação que leva a que este aconteça, ou seja, não é possível impedir que o defeito ocorra, mas consegue-se detetá-lo de forma a não deixar que passe para a etapa seguinte.

A abordagem de suporte facilita a produção, mas não impede nem deteta defeito. Usualmente instalam-se controlos visuais de forma a facilitar a tarefa do operador.

Todos os dispositivos de EP podem ainda ser divididos em três métodos de configuração e em três tipos de ação (Figura 6). O método de configuração classifica o EP com base na técnica usada para prevenir defeitos enquanto que em termos de tipo de ação a classificação baseia-se no propósito do dispositivo, pela ação que é executada (Shingo & Dillon, 1986).

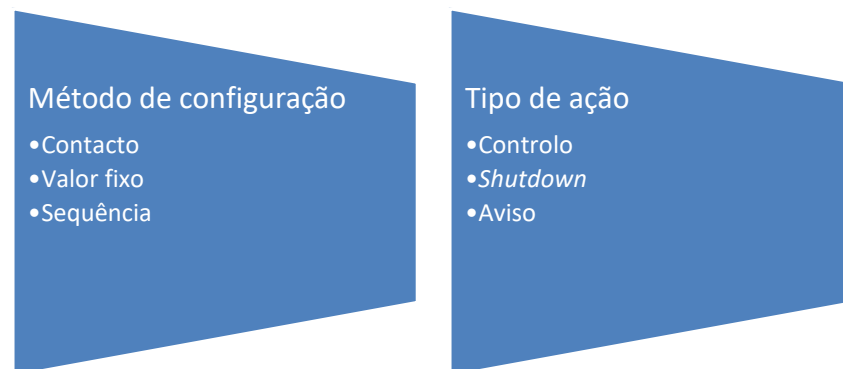


Figura 6 - Distinção de dispositivos Error Proofing tendo em conta o método e o tipo de ação (Fonte: Plataforma Poka-Yoke).

Método de contacto- funciona através da deteção de defeitos testando dimensões, formas, tamanhos, cor ou outros atributos físicos do produto, tendo em conta os requisitos deste. São exemplos deste método sensores que detetam a presença de parafusos e um JIG para a colocação de um produto. Geralmente estes apresentam um design simples e são fáceis de usar.

Método do valor fixo- é aplicado em processos cuja etapa ou operação se repete várias vezes. Com este fixa-se o número de movimentos, o número de peças e as condições que são obrigatórias na operação de forma a que não resulte num defeito. A utilização de um contador é essencial para a execução das tarefas. Um exemplo deste método é a inclusão de um contador que regista o número de parafusos e a ainda a força necessária para os apertar impedindo que se passe para o conjunto seguinte sem antes os apertar todos.

Método de sequência ou Motion-Step- aplica-se em processos onde um operador precisa de executar um conjunto de operações numa sequência específica, garantindo que o operador não passa para o conjunto para a etapa seguinte sem concluir todos os passos, ou avisando quando ainda não fez um desses. A diferença entre este método e o do valor fixo, é que neste o operador não executa a mesma operação várias vezes, mas sim várias atividades sequencialmente.

Através da classificação por tipo de ação é possível dividir em preventiva e reativas, a preventiva é a ação de controlo, as reativas são as ações de *shutdown* e aviso.

Ação de controlo- evita-se que o defeito ocorra pela da inclusão de um ajuste automático no processo, sendo mais eficaz do que um processo de zero defeitos.

Ação de *shutdown*- reage parando a máquina quando ocorre uma irregularidade, impedindo que o processo prossiga até que o operador dê permissão. Apenas se usa esta ação quando o a ocorrência de um defeito apresenta um elevado custo para a organização.

Ação de aviso- além de ser reativa é ainda a mais suave. Sempre que se deteta um erro é gerado um sinal de aviso que alerta o operador para a necessidade de o reparar ou o eliminar. Usa-se em processos com uma pequena quantidade de defeitos e no caso de ser permitido retrabalho. São exemplos as luzes intermitentes ou alarmes.

Destes três tipos de ações é possível concluir que a de aviso é a que apresenta mais risco de ser ignorada e que a de controlo é a que apresenta uma atuação mais efetiva.

Num processo produtivo é possível combinar a implementação de dispositivos de EP dos três métodos de configuração e dos três tipos de ação.

Os dispositivos EP têm a função principal de ser adaptados a várias etapas do processo produtivo com o objetivo final de aumentar a produtividade (Marques, 2014), contudo é fundamental que a sua implementação seja realizada de forma correta, assegurando que os dispositivos são os mais adequados a cada situação.

2.4 Análise ao Sistema de Medição no setor automóvel

Ao monitorizar os parâmetros de processos de produção e verificar a conformidade com as especificações de produtos, é indispensável realizar medições adequadas. Com base nas medições obtidas, é necessário tomar uma decisão acerca de aprovação ou não destas, tornando-se fundamental avaliar a adequação dos sistemas de medição utilizados para uma tarefa (Beckert & Paim, 2017). Tomar decisões baseadas em evidências é um dos princípios fundamentais na gestão da qualidade, factos que na maioria dos casos são obtidos através de medições (Mikulová & Plura, 2018).

Um sistema de medição é o conjunto de um ou mais instrumentos de medição e frequentes outros dispositivos, compreendendo, se necessário, reagentes e fontes de alimentação, montado e adaptado para fornecer informações destinadas à obtenção dos valores medidos, dentro de intervalos especificados para grandezas de naturezas especificadas (IPQ, 2012).

A análise a sistemas de medição (*Measurement System Analysis*, MSA), é uma das ferramentas chave da norma da gestão da qualidade do setor automóvel, a IATF 16949:2016, focada na avaliação de análises estatísticas de sistemas de medição (Pai, Yeh, & Hung, 2015). As vantagens da realização destas análises são (Simion, 2016):

- Estudar a percentagem de variação no processo causada pelo sistema de medição;
- Comparar medições entre operadores;
- Comparar medições entre dois ou mais equipamentos;
- Disponibilizar critérios para aceitar um novo equipamento;
- Avaliar um equipamento suspeito;
- Avaliar um equipamento antes e depois de intervenção;
- Determinar a variação real de um processo;
- Determinar a eficácia de ações de formação.

Além das análises realizadas a sistemas de medição é imprescindível que os equipamento se encontrem devidamente calibrados. Uma calibração é a operação que estabelece, sob condições especificadas, num primeiro passo, uma relação entre os valores e as incertezas de medição fornecidos por padrões e as indicações correspondentes com as incertezas associadas; num segundo passo utiliza-se esta informação para estabelecer uma relação visando a obtenção dum resultado de medição a partir de uma indicação (IPQ, 2012).

A avaliação da qualidade dos sistemas de medição pode ser realizada segundo duas abordagens caracterizadas pelas suas metodologias: o método exposto pelo grupo *Automotive Industry Action Group* (AIAG) no manual MSA 4ª Edição, e o método do manual VDA Volume 5, seguidamente designado por VDA 5, exposto pela Associação da Indústria Automobilística Alemã (*Verband der Automobilindustrie*, VDA).

Estes manuais fornecem linhas de orientação, com base em ferramentas estatísticas, para analisar os sistemas de medição e verificar se são capazes de obter dados úteis para assegurar a qualidade dos produtos e ajudar na melhoria do processo produtivo.

O método apresentado no manual MSA 4ª Edição da AIAG, seguidamente designado por MSA 4, apresenta como foco a compreensão do processo de medição, quantificando o erro no processo e avaliando se o sistema de medição é adequado para o controlo do processo e do produto, estabelecendo parâmetros mínimos para os sistemas de medição, bem como passos a serem cumpridos na análise de certas características.

O VDA 5 tem como principal foco o estabelecimento da capacidade do processo de medição através das incertezas de medição (Automobilindustrie, 2011). Os autores afirmam que a incerteza não é um critério negativo, nem deficiência, pelo que não deve ser denominado como “erro de medição”, pois aponta para a qualidade de uma medição, ou seja, a segurança atribuída ao valor medido.

A medição da incerteza segundo o VDA 5, é um parâmetro associado aos resultados das medições que caracteriza a dispersão dos valores e podendo ser associado à variável medida. O parâmetro pode ser entendido como um desvio padrão ou o seu múltiplo especificado. A avaliação das incertezas é realizada pela seguinte ordem (Klaput, Holeňová, & Plura, 2014):

- Incerteza padrão;
- Incerteza padrão combinada;
- Incerteza de medição estendida.

A principal diferença entre os métodos anteriores está na definição de sistema de medição. Enquanto que no MSA 4 um sistema de medição é o conjunto de fatores que influenciam a qualidade das medições num processo (peça, dispositivos/instrumentos de medição, método, avaliador, meio ambiente, *software*, *standards*, entre outros), no VDA 5 é feita uma distinção entre o sistema de medição e o processo de medição, considerando que o sistema de medição inclui apenas o que é referente ao equipamento de medição e o processo é tudo que envolve a medição tais como operadores, ambiente, método, entre outros.

O MSA 4 é definido como um método matemático e experimental para a determinação da variação de um processo de medição, sendo possível dividi-los em duas categorias: por atributos e os por variáveis (Simion, 2016). Nos processos por variáveis são fornecidos dados contínuos de uma característica enquanto que nos processos por atributos são fornecidos dados por categorias ou discretos tais como conforme ou não conforme.

O conjunto global de procedimentos estatísticos utilizados para a avaliação supramencionada está dividida em quatro grupos (Tiscareño, Santolaria, & Albaje, 2017):

- Determinação da estabilidade;
- Determinação da *bias*;
- Determinação da linearidade;
- Determinação da repetibilidade e reprodutibilidade.

Cada um destes grupos é usado para determinar a característica específica que permite avaliar um aspeto da qualidade do sistema de medição:

- O estudo da estabilidade inicia-se medindo uma característica em diferentes períodos, usando a mesma peça, executado sempre pela mesma pessoa e pelo mesmo equipamento de medição. A estabilidade é considerada boa se as médias dos valores obtidos por cada período forem semelhantes.
- A *bias* é a diferença entre a média dos valores obtidos pela mesma pessoa, usando o mesmo equipamento e medindo a mesma característica de uma peça diversas vezes, e o valor verdadeiro ou valor de referência obtido através de medições realizadas a uma característica da mesma peça num laboratório. A linearidade é a diferença entre o valor medido e o valor de referência ao longo de um intervalo de tempo.
- A repetibilidade é a capacidade de um operador de obter resultados de medição consistentes, na mesma peça e usando o mesmo instrumento de medição, enquanto que a reprodutibilidade é a variabilidade na média das medições efetuadas por diferentes operadores, usando o mesmo instrumento de medição e medindo a mesma característica nas mesmas peças. A variação do processo de medição é determinada através da estimativa da combinação entre a repetibilidade e reprodutibilidade, denominada por percentagem *Gage Repeatability & Reproducibility*, %GRR (Beckert, Paladini, & Valentina, 2010).

O estudo *Gage Repeatability & Reproducibility* ou *Gage R&R* é realizado tanto em sistemas por variável como por atributos, contudo os dados das medições são distintos. O objetivo dos MSA por atributos é (Simion, 2016):

- Determinar se todos os inspetores usam o mesmo critério para determinar o que é “bom” e o que é “mau”;
- Avaliar os *standards* de inspeção da organização em relação aos requisitos dos clientes;
- Determinar a aptidão dos avaliadores para realizar o estudo;
- Identificar quando é necessário dar formação, quando devem ser desenvolvidos novos procedimentos e quando o *standard* não está apto.

A abordagem VDA 5 é ligeiramente diferente à abordagem MSA 4, uma vez que é feita uma divisão dos estudos por tipos (Figura 7). Os estudos tipo 1 são realizados com o intuito de estudar a capacidade de um sistema de medição, considerando que o sistema de medição segundo este manual inclui apenas o equipamento de medição. Este estudo é realizado antes da aquisição do sistema de medição, onde se avalia a capacidade que o equipamento de medição tem para realizar as medições a que se destina.

Estudo Tipo 1: %RE, C_g , C_{gk}	• Resolução do instrumento de medição • C_g: Capacidade do instrumento de medição • C_{gk}: Distância crítica limite
Estudo Tipo 2,3: ANOVA, ARM	• GRR: Variação total do sistema de medição, medindo peças do processo produtivo.
Estudo Tipo 4: Bias	• Estudo da linearidade através da medição de alguns padrões
Estudo Tipo 5: Carta de controlo	• Estudo da estabilidade do processo de medição
Estudo Tipo 6: Peças de referência	• Estudo para características qualitativas (atributivo)

Figura 7 - Tipos de estudos estatísticos segundo a VDA 5 (Adaptado do manual da VDA 5).

Os estudos tipo 2 e tipo 3 são utilizados para avaliar o processo de medição, onde o principal objetivo é determinar a %GRR, sendo um estudo similar ao MSA 4. A principal diferença entre estes estudos é a influência do operador no processo de medição. No caso do tipo 2, os resultados das medições obtidas têm influência do operador, enquanto que nos tipo 3 não há influência do operador.

A linearidade é analisada pelo estudo tipo 4, através da medição de padrões. Pelo estudo tipo 5 analisa-se a estabilidade de um processo de medição recorrendo-se a cartas de controlo. No tipo 6 estuda-se a capacidade dos processos de medição por atributos.

O VDA 5 baseia-se ainda no uso do *Guide to the expression of Uncertainty in Measurement* (GUM) para avaliar a incerteza do sistema de medição e do processo de medição (Beckert &

Paim, 2017). Existem diversos fatores de incerteza que podem ser avaliados segundo a GUM (Figura 8).

Fontes de incerteza

- Resolução, u_{RE}
- Incerteza de calibração, u_{CAL}
- Repetibilidade do padrão de referência, u_{EVR}
- Tendência u_{BI}
- Linearidade, u_{LI}
- Incerteza combinada e capacidade do equipamento de medição, u_{MS} e Q_{MS}
- Incerteza por intrerações, u_{IA}
- Reprodutibilidade dos sistemas de medição u_{GV}
- Repetibilidade em peças de teste, u_{EVO}
- Reprodutibilidade dos operadores, u_{AV}
- Incerteza por não-homogeneidade da peça, u_{OBJ}
- Incerteza causada por temperatura, u_T
- Incerteza combinada e capacidade do processo de medição, u_{MP} e Q_{MP}

Figura 8 - Fontes de incerteza analisadas pela VDA 5(Fonte: Westphal, 2017).

Tanto para realização de estudos segundo o MSA 4 , como para estudos seguindo o VDA 5, são normalmente usados *softwares*, tornando-se necessário apenas recolher o número de medições certas e conseguir analisar os resultados que são extraídos dos relatórios.

A recolha das amostras pode ser considerada como umas das etapas mais exigentes, pois é importante que cubram toda a zona de especificação.

As principais diferenças entre estes dois manuais são:

- Distinção entre o sistema de medição e processo de medição;
- Inclusão da incerteza nos estudos, por parte da VDA 5;
- Algumas diferenças nos critérios de aceitação.

3. A EMPRESA

Neste capítulo é apresentado, o grupo empresarial APTIV, unidade industrial onde decorreu o projeto de dissertação, AptivPort Services S.A.

3.1 Apresentação da APTIV

Em 1965 foi fundada a Grundig com a produção de autorrádios, áudio, Hi Fi, Telefones entre outros produtos. Em 2003 foi vendida e surgiu a DELPHI GRUNDIG passando em 2011 para *Delphi Automotive Systems*. Após vários anos de operacionalização, apareceu a necessidade de dividir a *Delphi Automotive Systems* em duas áreas de negócio, criando assim a AptivPort Services S.A.

O grupo global APTIV é um dos maiores fornecedores da indústria automóvel, com sede em Dublin, na Irlanda. Apresenta cerca de 147 mil colaboradores em 45 países. Sendo esta uma empresa onde se pretende abordar os mais difíceis desafios da mobilidade e do talento. Esta divide-se em dois segmentos, o *Advanced Safety & User Experience* e o *Signal and Power Solutions*. A AptivPort Services S.A, em Braga, que será denominada apenas por APTIV no decorrer deste projeto, encontra-se no segmento *Advanced Safety & User Experience* e que se divide ainda em cinco unidades de negócio: *Safety Electronics*, *Autonomous Driving*, *Infotainment*, *User Experience* e *Connectivity & Security* (Figura 9).



Figura 9 - Unidades de negócio da APTIV (Fonte: APTIV).

Além da fábrica em Braga, é possível encontrar mais duas instalações da APTIV em Portugal, mais precisamente em Castelo Branco (Figura 10 B) e no Lumiar (Figura 10 C). Em Castelo Branco é feita a produção de sistemas elétricos e eletrónicos para a indústria automóvel, as cablagens. No Lumiar existe um Centro Técnico de Excelência onde a sua atividade é mais administrativa.

APTIV Braga (Figura 10 A) é uma empresa especializada na conceção e produção de peças plásticas (moldagem e acabamento), placas eletrónicas (montagem e soldagem de componentes em PCB's) e montagem final de autorrádios, produtos de navegação e outros produtos para o setor automóvel relacionados, como módulos de controlo e painéis de controlo de *Infotainment*. Esta fábrica emprega, atualmente, cerca de 900 funcionários e a planta possui uma área de 17000 m², dentro de uma área total de 30000 m². Esta área está dividida por 4 edifícios, identificados no Anexo I.



BRAGA



CASTELO BRANCO



LUMIAR

Figura 10 - Instalações da APTIV em Portugal (Fonte: APTIV).

O processo produtivo da APTIV Braga está dividido em dois edifícios. No edifício 1 estão localizados 3 processos de produção, o *Surface Mount Technology* (SMT), *Circuit Board Assembly* (CBA) e *Final Assembly* (FA). No edifício 2 iniciou-se apenas com a área dos plásticos onde se produzia componentes em plástico, injeção, pintura e montagem de componentes, para posteriormente se usar na área de produção de FA. Atualmente já existem linhas de produção de FA e CBA.

Além do processo produtivo, a APTIV detém ainda mais dois edifícios, o 3 e o 4. No edifício 3 faz-se o tratamento das embalagens que são usadas nos edifícios 1 e 2. No edifício 4 encontra-se um centro técnico que foi inaugurado em 2018 e que tem como objetivo dar suporte técnico para o resto da organização.

Sendo a política da empresa “Exceder as expectativas dos clientes”, a APTIV Braga está determinada em alcançar a excelência em tudo o que faz e assim, ser reconhecida pelos seus clientes como sendo o melhor fornecedor. Para alcançar o seu objetivo, foram adotados os seguintes princípios:

- Estar forçado na satisfação e entusiasmo dos clientes internos e externos;
- Reconhecer os seus colaboradores como o bem mais precioso;
- Tratar todos os colaboradores com respeito;
- Promover o trabalho em equipa;
- Os objetivos para todos os colaboradores é a inovação e a melhoria contínua;
- Produzir bem à primeira, esforçando-se para a prevenção em vez da correção, adotando o pensamento baseado no risco;
- Promover a eliminação do desperdício, em todos os níveis e em todos os lugares.

A missão, visão e valores da APTIV estão apresentadas na figura 11.

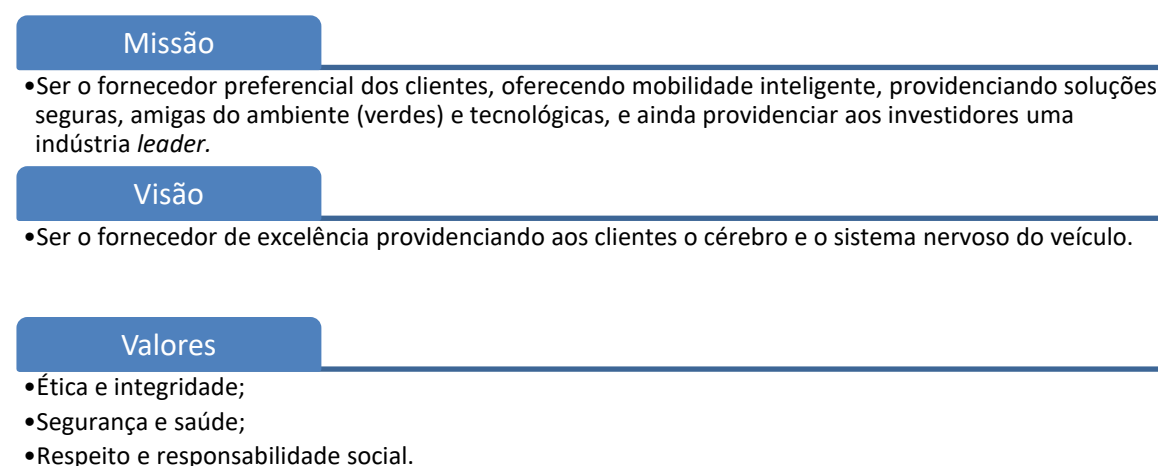


Figura 11 - Missão, Visão e Valores da APTIV (Fonte: APTIV).

3.2 Sistema de Gestão da Qualidade da APTIV em Braga

A APTIV obteve a sua primeira certificação em 1994, pela ISO 9001, o que representou um passo decisivo para a implementação da Gestão da Qualidade Total (TQM). Sendo esta uma empresa do setor automóvel, em 1998, certificou-se na QS 9000 e VDA 6.1, normas estas baseadas no referencial normativo da ISO 9001.

A certificação através destas normas permitiu reforçar o compromisso, por parte da empresa, em atingir os mais altos níveis de qualidade para os seus clientes, e foi em 2001 que a APTIV

alcançou a sua certificação na ISO/TS 16949:1999. Na figura 12 estão representadas as certificações que a APTIV foi alvo desde 1994 até 2018.

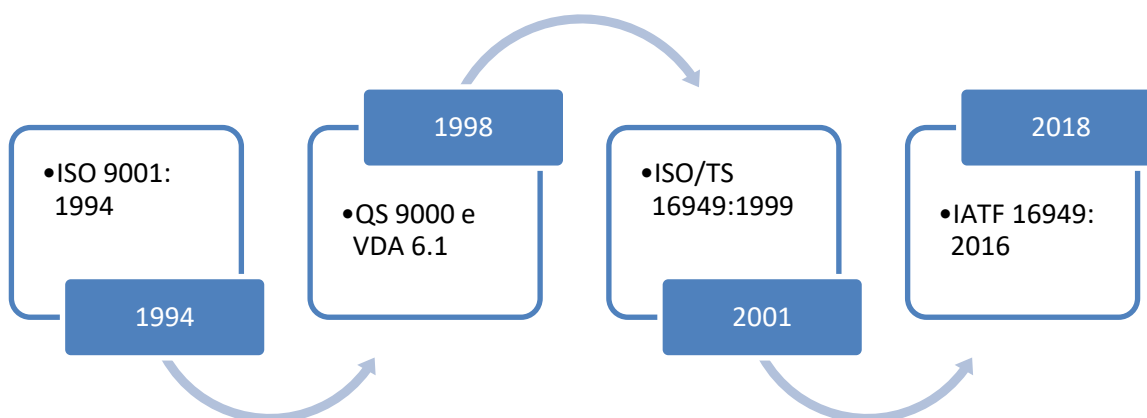


Figura 12 - Evolução das certificações da APTIV (Fonte: APTIV).

Hoje em dia a certificação em vigor é da norma IATF 16949:2016. A certificação através desta norma demonstra que a empresa cumpre com os requisitos do SGQ, e este grau de conformidade é avaliado através de auditorias ao sistema. As auditorias são programadas todos os anos e permitem identificar as cláusulas em que a organização é forte e identificar aquelas que podem ser melhorados.

4. ANÁLISE DA SITUAÇÃO INICIAL

Atualmente, a qualidade é encarada como a procura da melhoria contínua. Seguindo esta perspectiva, foi desenvolvida uma análise ao cumprimento dos requisitos da IATF 16949:2016, na AptivPort Services S.A., em Dezembro de 2018, exposta seguidamente, incluindo ainda uma análise da situação inicial dos temas abordados no projeto.

4.1 Análise do cumprimento dos requisitos da IATF 16949:2016

A análise ao cumprimento dos requisitos da norma IATF 16949:2016, foi levada a cabo por uma equipa multidisciplinar que em conjunto analisou os requisitos da norma individualmente e confrontou a informação com evidências recolhidas do seu sistema de gestão da qualidade (SGQ). A equipa, da qual também fiz parte, foi constituída por:

- Diretor do departamento do *Customer Satisfaction*;
- Coordenadora do SGQ;
- Responsável pela melhoria contínua;
- Auditor coordenador;
- Responsável por cada departamento (Recursos Humanos, Logística, Operações, Engenharia, Compras e Qualidade de fornecedor).

Como suporte foi elaborada uma *checklist*, apresentada no Apêndice I, com as cláusulas da norma com exceção das cláusulas 1, 2 e 3 por serem apenas tópicos meramente informativos. Estabeleceu-se uma escala de 1 até 4 para classificar o nível de cumprimento de cada requisito. A caracterização de cada nível e o critério para a sua atribuição está representado na tabela 1.

Tabela 1 - Detalhes sobre os níveis atribuídos a cada cláusula da norma.

Nível	Caraterização do nível	Critério de atribuição
1	Potencial não conformidade maior	Incumprimento total de um requisito da norma ou requisito específico de cliente. Falha sistemática com probabilidade de envio de material não conforme para o cliente.
2	Potencial não conformidade menor	Incumprimento parcial de um requisito da norma ou requisito específico de cliente.
3	Potencial oportunidade de melhoria	Cumprimento com os requisitos da norma e com os requisitos específicos de cliente, mas pode ser alvo de melhoria.
4	Em conformidade	Cumprimento na íntegra com os requisitos da norma e com os requisitos específicos de cliente.

Da análise feita à *checklist*, redigida aquando da análise ao SGQ, verificou-se que o nível 1 não foi associado a nenhuma cláusula do referencial normativo contudo havia uma que apresentava potencial de não conformidade menor. Foram ainda encontradas evidências de que um cumpria com os requisitos da norma e com os requisitos específicos de cliente, mas que era notória a possibilidade de melhorar esse cumprimento. Para as restantes cento e sessenta e três cláusulas, o cumprimento de todos os requisitos permitiu atribuir-lhes o nível 4. O resultado da análise está sintetizado na tabela 2, onde se expõe o número total de requisitos associado a cada nível.

Tabela 2 - Resultado da análise ao SGQ.

Nível	1	2	3	4
Número de cláusulas	0	1	1	163

A análise realizada ao SGQ, permitiu focar este projeto em duas cláusulas da norma: a 7.1.5.1.1, *Measurement System Analysis* (MSA), pois foi-lhe associado o nível 2 por não estar a cumprir com um requisito de cliente apesar de realizar estudos MSA segundo o manual da AIAG e a 10.2.4, *Error Proofing*, onde se atribuiu o nível 3 pois apesar de cumprir com o

requisito foram encontradas evidências de que existiam *Error Proofings* de deteção, nomeadamente os sistemas de visão, que não apresentavam sistemas de verificação, daí a necessidade de melhorar o cumprimento deste.

Seguidamente será feita uma análise mais detalhada aos temas definidos para o âmbito desta dissertação, fazendo referência à situação inicial de cada um.

4.2 Análise de Sistemas de Medição - MSA (7.1.5.1.1)

Segundo a cláusula da norma 7.1.5.1.1 (IATF 16949:2016, 2016), relativo ao *Measurement System Analysis* (MSA), ou seja, à Análise de Sistemas de Medição, a organização deve conduzir estudos estatísticos para analisar a variação presente nos resultados de cada tipo de inspeção, medição e sistemas de teste identificados no plano de controlo.

Os métodos analíticos e os critérios de aceitação usados devem estar de acordo com os manuais de referência, podendo ser usados outros métodos ou critérios de aceitação se forem aprovados pelo cliente. Deve ainda haver registos do uso de métodos alternativos aceites pelo cliente e devem ser mantidos juntamente com os resultados da análise alternativa do sistema de medição.

A realização de estudos MSA, na APTIV, é realizada segundo o manual MSA 4ª Edição da AIAG. Como apoio, a organização detém um procedimento específico. O objetivo deste documento é identificar os requisitos para:

- realização de estudos MSA;
- determinar a aceitabilidade dos sistemas de medição;
- auxiliar na elaboração de um plano para a realização dos futuros estudos.

Neste documento são apresentadas ainda algumas definições para auxiliar os avaliadores e são definidos os responsáveis pela realização dos estudos.

Estes estudos são realizados quando se adquire um sistema de teste novo, durante a aprovação de um produto ou quando é requerido por um cliente. Além destas situações, todos os anos se estabelece um plano de realização de estudos MSA. Este plano é dividido por áreas e por sistema de teste, sendo que deve ser realizado no mínimo um estudo por cada sistema. As datas estipuladas para a realização do estudo são estabelecidas pelo grupo de engenheiros de teste, responsáveis pelos sistemas de teste.

Aquando da realização da análise ao SGQ foi possível comprovar que os estudos estão a ser realizados como planeados e que os sistemas de teste estão aptos para realizar as suas funções.

Apesar da organização cumprir com o requisito da norma ao realizar os estudos segundo o MSA 4, constatou-se que os clientes alemães apresentavam como requisito específico a realização dos estudos MSA seguindo o método apresentado no manual VDA Volume 5, manual este emitido pela Associação da Indústria Automobilística Alemã.

Além dos estudos realizados segundo o MSA 4 serem válidos durante uma auditoria, e do cliente em questão os aceitar, a organização decidiu implementar o VDA 5 encarando esta ação não só como uma obrigatoriedade, por o incumprimento poder levar a uma não conformidade menor, pois é requisito específico de cliente, mas também como uma oportunidade de melhoria, que se centra na possibilidade de apresentação de duas alternativas para a realização dos estudos MSA a todos os seus clientes, de poder abrir portas para novos negócios e ainda tornar-se mais competitiva na indústria em que opera.

Para a implementação do VDA 5, a organização possuía um *software* para auxiliar o estudo, o Q-DAS (Solara). Houve ainda uma ação de formação externa, direcionada a colaboradores da organização que pela sua função necessitaram de adquirir estes conhecimentos.

4.3 Error Proofing (10.2.4)

A norma IATF 16949:2016 apresenta uma cláusula específica para o tema *Error Proofing* (EP). Neste destaca os seguintes requisitos para a empresa certificada (IATF, 2016):

- possuir um processo documentado para determinar o uso de metodologias adequadas de EP;
- os detalhes do método usado devem ser documentados com análise de risco (PFMEA - *Process Failure Mode Effects Analysis*) e as frêquências de teste devem ser documentadas no Plano de Controlo;
- os resultados dos testes aos dispositivos devem ser guardados;
- um plano de reação deve ser definido, no caso de ocorrer um problema nos dispositivos de EP;
- os modelos de referência (*Challenge Parts*) usados para verificar os dispositivos de EP deve estar devidamente identificados, controlados, verificados e calibrados.

A APTIV, ao longo do seu processo produtivo apresenta diversos sistemas de EP tanto de detecção como de prevenção. Com os dispositivos de prevenção previne-se a ocorrência do erro, não deixando que o operador proceda de forma errada. Pelo uso de dispositivos de detecção do defeito é detetado aquando do processamento do produto, sendo sempre exigida uma ação corretiva.

A Figura 13 mostra alguns EPs presentes num posto de trabalho. Os mecanismos encontram-se associados a um programa que lhes fornece a informação necessária para que se tornem em dispositivos de EP. Isto porque, se considerarmos o leitor de código de barras este apenas consegue fazer a identificação do produto se receber informação acerca do código que deve ler, caso contrário é considerado apenas como um *hardware*, ou seja, depende do *software* que lhe está associado.

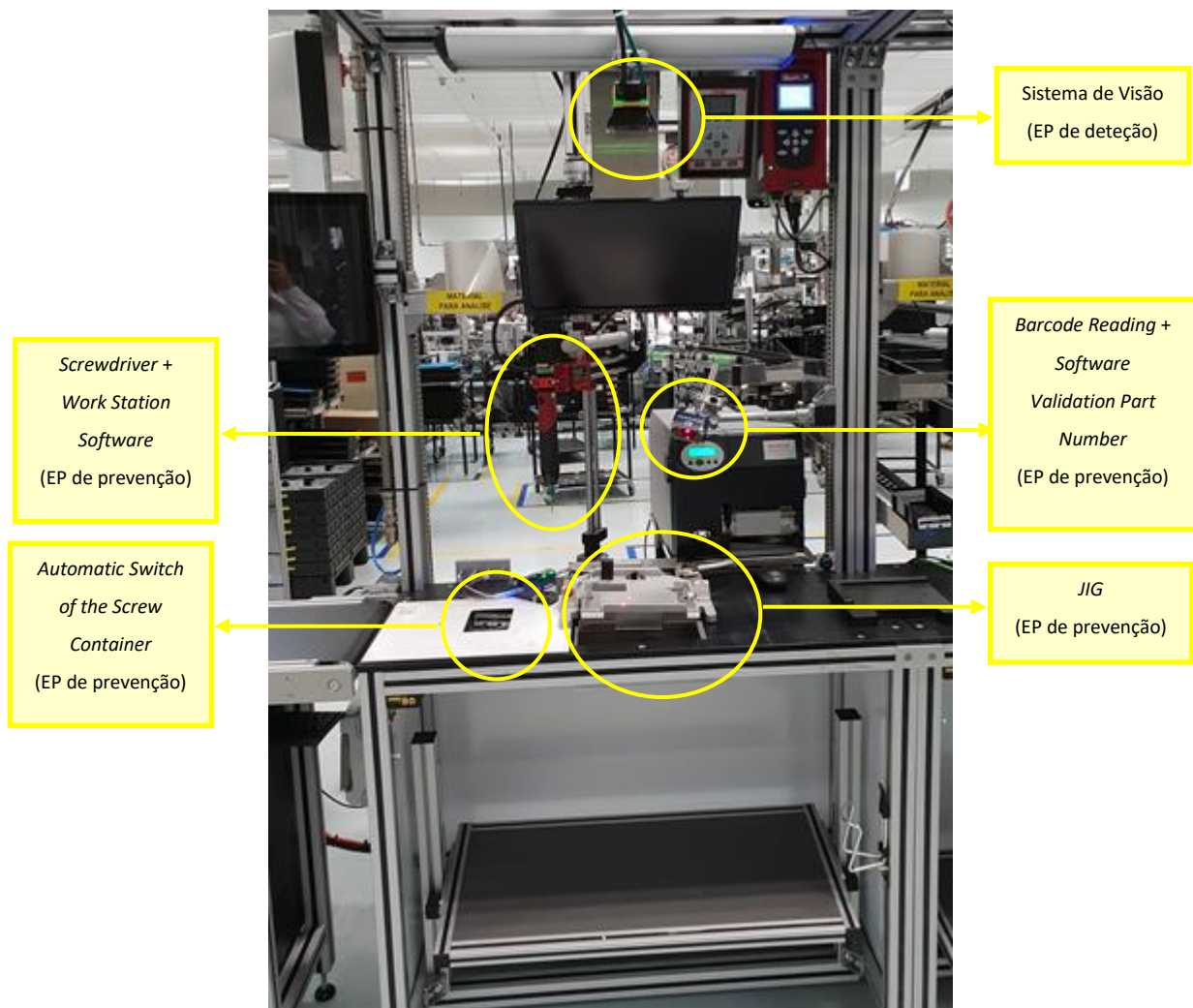


Figura 13 - Identificação dos mecanismos de Error Proofing num posto de trabalho.

Um dos EPs de prevenção que não é identificado visualmente é o *Prior Step Verification*. Através do *Prior Step Verification* é possível garantir que uma peça só é autorizada a passar para a etapa seguinte se completar a etapa anterior, não deixando saltar etapas durante o seu ciclo produtivo. Este sistema de EP está presente em todo o ciclo produtivo.

A decisão sobre a utilização dos dispositivos de EP, tanto de prevenção como de deteção, surge na etapa de *design* e desenvolvimento da linha onde se irá produzir o produto novo, ou quando surge a necessidade de melhorar o processo produtivo. A utilização destes mecanismos é, por vezes, um requisito do cliente por estar relacionado com características especiais do produto, e neste caso a informação deve estar inserida nos documentos onde se detalha toda a informação sobre o processo e o produto relacionado (o Plano de Controlo e o PFMEA- *Process of Failure Mode and Effects Analysis*).

Os mecanismos de EP estão sujeitos a uma manutenção para assegurar o seu correto funcionamento. Esta manutenção é realizada mensalmente, quando se realiza a manutenção do posto de trabalho. Quando ocorre um problema é acionado um alerta e é requerida a intervenção de um técnico de manutenção para o resolver.

Contudo esta intervenção de manutenção não é suficiente, pois segundo a norma IATF 16949:2016 é necessário incluir um sistema de verificação.

A verificação dos mecanismos de EP de prevenção é feita automaticamente pelo *software*, ou seja, aquando da iniciação de um programa de produção caso haja algum problema no *software*, a linha de produção é parada. Esta retoma o seu funcionamento normal quando o problema for resolvido.

No caso dos dispositivos de EP de deteção, os sistemas de visão, a possibilidade de haver um deslocamento no *hardware* ou a má identificação dos componentes que são controlados, leva à necessidade da existência de sistemas de verificação para atestar a sua conformidade.

Com o intuito de desenvolver os sistemas de verificação a organização apresenta um procedimento, o Procedimento de Verificação de *Error Proofings* (Anexo II), onde detalha:

- Objetivo;
- Âmbito;
- Responsabilidades;
- Definições;
- Identificação dos modelos de referência;

- Características dos dispositivos de EP;
- Plano de reação;
- Documentos relacionados a este.

Para a identificação de modelos de referência, que são produtos manipulados de forma a serem utilizados durante a ação de verificação, foi desenvolvido um código para a sua identificação (Figura 14). O código é único e difere tendo em conta a área de produção, o número da linha e o posto de trabalho a que se destina. O número do modelo é associado consoante a criação dos mesmos, por ordem numérica crescente.

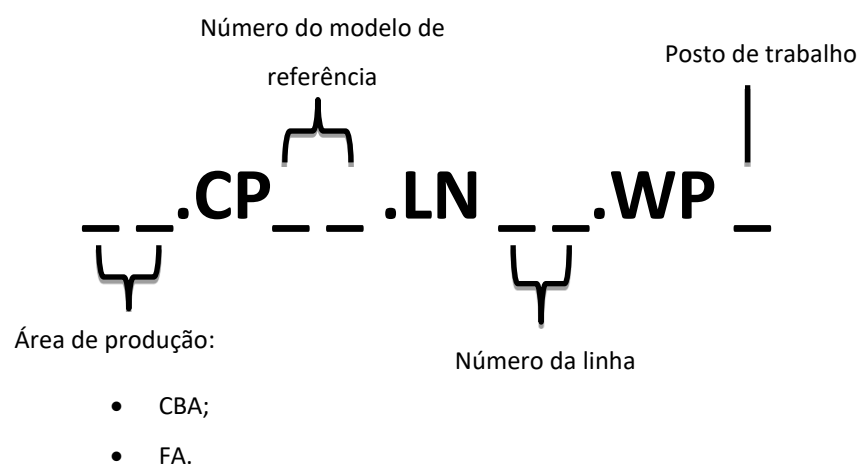


Figura 14 - Código para identificação dos modelos de referência.

O plano de reação descrito no procedimento dá informação acerca de como se deve reagir quando a ação de verificação de EP falha, ou seja, quando ocorre um erro. O operador começa por chamar o supervisor de linha para que este analise a falha e pare a linha, caso necessário. Se não for possível resolver o problema no imediato, então regista-se a ocorrência no programa de produção, gerando um alerta para a manutenção e passa-se a usar o método alternativo até à sua resolução. É ainda necessário reportar a ocorrência nas reuniões diárias da produção, que se realizam todas as manhãs e onde são reportados os problemas registados no dia anterior, assim como as ações em curso e os responsáveis pela sua resolução. Aquando da resolução do problema deve ser realizada a ação de verificação de forma a evidenciar o estado correto do sistema de visão.

Até ao momento da análise encontravam-se implementados três sistemas de verificação a EP de deteção instalados em três postos de trabalho, sendo que os resultados das ações de

verificação são registados na base de dados da organização, o *Factory Information System* (FIS). O FIS é o sistema de informação da organização que permite que esta concretize os seus processos de negócio, controlando os seus ativos e recursos, de forma a fornecer informações importantes à gestão de topo e também identificar problemas críticos nos processos de negócio, primários, de suporte e de gestão. Este sistema é considerado o pilar que sustenta a informação da organização e permite que a empresa se vá adaptando às necessidades dos clientes.

Na figura 15 encontram-se representadas as verificações realizadas aos três sistemas de visão numa semana do mês de Dezembro. O acesso a este histórico é feito através de uma opção *Error Proofing* (retângulo verde da figura 15).

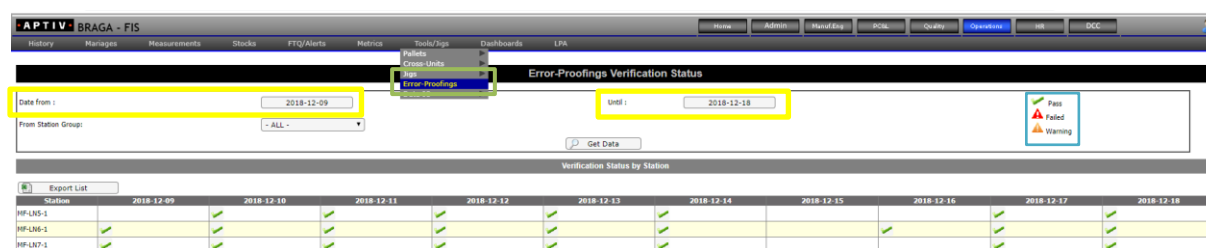


Figura 15 - Imagem do FIS na opção *Error Proofing*.

É possível definir o período que se pretende visualizar (Figura 15 retângulos amarelos). Nos resultados podem aparecer três símbolos (Figura 15 retângulo azul), as condições de atribuição de cada um aquando do registo do resultado da ação de verificação estão representadas na tabela 3.

Tabela 3 - Condições de atribuição de cada símbolo no registo dos resultados das ações de verificação.

Símbolo	Condições de atribuição
 Pass	O sistema de visão é capaz de detetar corretamente o modelo OK e o modelo NOK.
 Failed	O sistema de visão não é capaz de detetar corretamente o modelo OK e o modelo NOK. Não sendo possível fazer corretamente a ação de verificação, gerando a necessidade de acionar o plano de reação.
 Warning	Ocorre um erro durante a ação de verificação, por exemplo, quando o sistema requer a colocação de um dos modelos e o operador coloca o modelo errado ou no caso de haver um erro na leitura do código do modelo. Contudo após o engano é possível proceder a nova verificação e o sistema de visão deteta corretamente os modelos.

Referente a este tema, a organização apresentava ainda uma matriz com informação sobre os EPs instalados na área de *Final Assembly* (FA), tanto de prevenção como de deteção (Anexo III).

A oportunidade de melhoria detetada nesta cláusula da norma centra-se na necessidade de *standardizar* a implementação de sistemas de verificação para os dispositivos de EP de deteção, para posteriormente se completar a implementação em todos os postos de trabalho que incluem estes EPs.

5. DEFINIÇÃO DE AÇÕES A IMPLEMENTAR E PLANO DE ATUAÇÃO

Neste capítulo será abordada a análise do estado atual da cláusula da norma IATF 16949:2016 7.1.5.1.1, referente à análise de sistemas de medição, realizada em Dezembro de 2018, a definição de ações a implementar e plano de atuação, bem como as sua implementação para melhorar o cumprimento da cláusula.

5.1 VDA 5

A implementação método da VDA 5, para a realização de análises a sistemas de medição, seguiu os passos lógicos apresentados pelos autores do manual para a análise de sistemas de medição. Estes definiram seis tipos de estudos, apresentando ainda os critérios e métodos a seguir para cada um deles (Tabela 4).

A diferenciação feita neste manual entre sistema de medição e processo de medição, levou à definição de estudos específicos para estes. Para o VDA 5 o sistema de medição inclui apenas o que é referente ao equipamento de medição e o processo é tudo que envolve a medição tais como operadores, ambiente, método, entre outros.

Para o sistema de medição os autores definiram o estudo tipo 1, com este pretende-se fazer uma validação do sistema. Este estudo deve ser realizado antes da aquisição do equipamento, de forma a garantir que este é capaz de realizar as medições a que se destina. Após a validação passa-se para a avaliação do processo de medição. Para avaliar o processo de medição através do estudo Gage R&R, definiram-se três tipos de estudo, o 2,3 e 6. A diferença entre estes é:

- Tipo 2: O processo de medição apresenta influência do operador;
- Tipo 3: O processo de medição não apresenta influência do operador;
- Tipo 6: O processo de medição é qualitativo, ou seja, por atributos.

Os restantes estudos, tipo 4 e 5, servem também para avaliar sistemas e processos de medição, contudo nestes apenas se avalia a sua linearidade e a estabilidade, a sua escolha depende do fim a que se destina o estudo (Tabela 4- Objetivo).

Tabela 4 - Tipos de estudos apresentados pela VDA 5, métodos e critérios.

Tipo de estudo	Objetivo	Método de recolha de medições	Crítérios de aceitação
<i>Tipo 1</i>	Validação de um sistema de medição/sistema de teste	• 1 amostra/calibre; • 50 medições; • 1 operador.	Resolução $\leq 5\%$ da especificação C_g e $C_{gk} \geq 1,33$
<i>Tipo 2</i>	Avaliação do processo de medição (Resultados com influência do operador)	• 10 peças da produção; • 2 ou 3 medições de cada peça; • 3 operadores.	%GRR : $\leq 15\%$: Capaz Entre 15% e 30%: Necessárias melhorias > 30% : Não é capaz
<i>Tipo 3</i>	Avaliação do processo de medição (Resultados sem influência do operador)	• 25 peças da produção; • 3 medições de cada peça; • 1 operador.	%GRR : $\leq 15\%$: Capaz Entre 15% e 30%: Necessárias melhorias > 30% : Não é capaz
<i>Tipo 4</i>	Estudo da linearidade através da medição de alguns padrões	• No mínimo 3 padrões de referência, uniformemente espalhados ao longo da zona de especificação; • Medir no mínimo 10 vezes cada padrão; • 1 operador.	Linearidade, Bias $\leq 10\%$
<i>Tipo 5</i>	Estudo da estabilidade do processo de medição	• 1 padrão de referência • Medir 5 vezes durante 4 semanas (no início ou fim do turno); • 1 operador.	Análise segundo os limites de controlo (Cartas de controlo)
<i>Tipo 6</i>	Avaliação do processo de medição para características qualitativas (estudo atributivo)	• 50 peças da produção; • 3 medições a cada peça; • 2 operadores.	$10\% < \%GRR < 30\%$

Após a análise da informação exposta no manual, analisou-se toda a área produtiva da APTIV Braga, com o intuito de identificar todos os sistemas de teste (sistemas de medição) presentes na fábrica (Figura 16).

Sistemas de teste	Solder Paste Inspection (SPI)
	Automatic Optical Inspection (AOI)
	In-Circuit Test (ICT)
	AOI THT (Post Wave)
	Illumination (ILU)
	Functional Test (FT)
	Customer Mechanical Interface (CMI)
	Vision Test
	Paquímetro
	Micrómetro
	Microscópio
	Relógio comparador
	Medidor de brilho
	Medidor de cor
	Medidor de espessura

Figura 16 - Sistemas de medição da APTIV.

Uma vez que a implementação do VDA 5 é um método novo para análise de sistemas de medição, foi acordado inicia-la de forma faseada, com o intuito de compreender o conteúdo apresentado por este. Neste sentido, e após a análise de todos os sistemas de teste, foi definido começar a implementação na área dos plásticos, por ser nesta que se encontram os equipamentos menos complexos, para posteriormente se alargar a implementação às restantes áreas produtivas com sistemas de teste mais complexos (medem um elevado número de características), considerando-a como a área piloto.

Os sistemas de teste presentes nos plásticos são:

- Micrómetro;
- Paquímetro;
- Microscópio;
- Relógio comparador;
- Medidor de brilho;
- Medidor de cor;
- Medidor de espessura.

Para a realização dos estudos MSA segundo o VDA 5 a organização possui um *software*, o Q-DAS (Solara). Este permite a realização dos estudos estatísticos de forma mais rápida e eficaz, não havendo necessidade de recorrer à aplicação das fórmulas definidas no manual.

Sendo o objetivo da organização a adoção de um segundo método para a realização de MSA, e tendo em conta as características dos diferentes estudos, tal como mostra a tabela 4, decidiu-se realizar estudos tipo 2, pois através destes é possível avaliar o processo de medição pelo estudo do *Gage R&R* (*Gage Repeatability & Reproducibility*) e também porque a forma como são obtidas as medições apresentam influência por parte do operador. Optou-se também por realizar estudos tipo 1 para validação dos sistemas de medição. Isto porque, antes de se proceder a uma avaliação do processo de medição é necessário validar o sistema de medição em questão, tal como o manual VDA 5 orienta.

Visto que os estudos são realizados com o auxílio de um *software*, podemos considerar que a principal diferença entre os estudos está na metodologia usada para a obtenção das medições. Desta forma é possível identificar seis fases para a realização dos estudos:

1. Escolha do tipo de estudo (Tabela 4);
2. Introdução das características referentes ao sistema de medição e da(s) peça(s) (Figura 17 quadrado preto);
3. Realização das medições, seguindo a metodologia definida para o tipo de estudo escolhido, e introdução dos valores obtidos (Tabela 4 e Figura 17 quadrado a cinzento);
4. Tratamento dos dados no *software* (Figura 17 quadrado azul);
5. Escolha do tipo de relatório e descarregamento (Figura 17 quadrado laranja e verde);
6. Análise dos resultados (Tabela 4).

Para a escolha do tipo de estudo a realizar, deve se ter em consideração o objetivo de cada tipo apresentado pelo manual (Tabela 4).

A escolha do tipo de relatório depende do tipo de estudo escolhido e ainda a forma como pretendemos que os resultados sejam apresentados. Para se fazer o descarregamento o *software* apresenta uma opção no cabeçalho.

A análise dos resultados é feita segundo os critérios de aceitação apresentados na tabela 4.

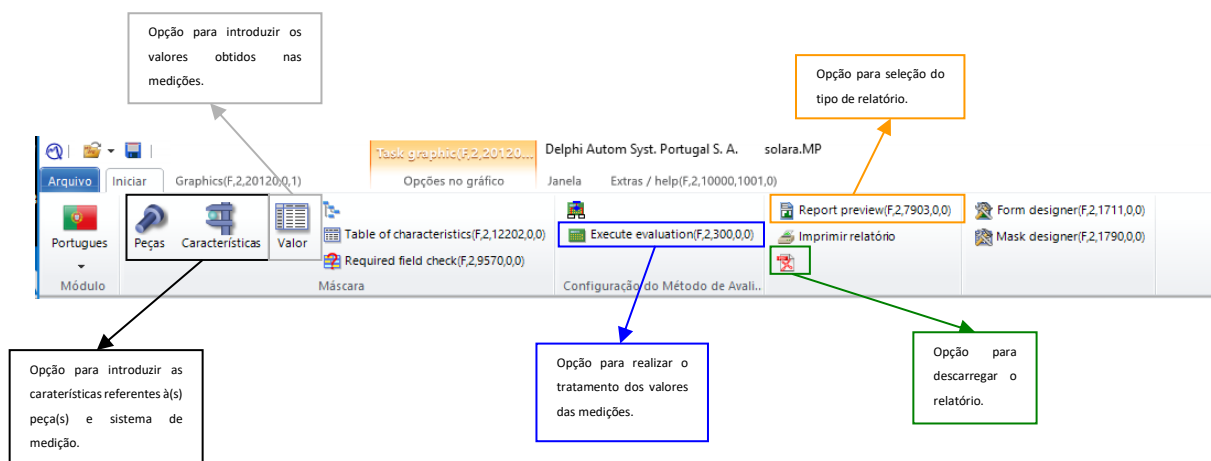


Figura 17 - Cabeçalho do software Q-DAS.

Foi então estabelecido um plano para a realização dos estudos na área dos plásticos (Apêndice II). Este teve em consideração o número de sistemas de medição existentes nesta área e os tipos de estudo escolhidos para realização, os estudos tipo 1 e 2. No plano definiu-se:

- Edifício;
- O tipo do sistema de medição;
- O tipo de estudo;
- A data de previsão.

Antes de iniciar qualquer tipo de estudo é imprescindível que o sistema de medição que se vai analisar se encontre devidamente calibrado.

5.2 Error Proofing

A gestão de dispositivos de *Error Proofing* (EP) de deteção baseada na implementação de sistemas de verificação despoletou a necessidade de realizar uma investigação mais detalhada de forma a identificar especificamente os produtos e os seus respetivos postos de trabalho onde estão instalados os sistemas de visão. Para o estudo foi escolhida a área de *Final Assembly* (FA) da APTIV, por representar 83% dos dispositivos de EP presentes em toda a fábrica, como a área pioneira para avaliar a metodologia de implementação.

Procedeu-se então à análise da área escolhida com o intuito de identificar todos os sistemas de visão presentes nesta. A informação obtida está apresentada na tabela 5. Contudo foi ainda elaborada uma matriz onde se expõe mais informação, com o intuito de auxiliar na

implementação de cada sistema de verificação (Apêndice III). Na matriz é possível encontrar a seguinte informação:

- O edifício onde cada modelo está;
- A área a que se destina;
- O produto a que pertence;
- A linha e posto de trabalho onde se encontra;
- Uma imagem do posto de trabalho identificando o sistema de visão;
- O controlo feito pelo(s) sistema(s) de visão;
- Uma imagem do *layout* da linha.

Do levantamento apresentado na tabela 5, estão incluídos dois produtos que ainda se encontram em fase de desenvolvimento (Produto G e H), podendo ser alvo de alterações, tanto a nível de *software* como de *hardware*. Decidiu-se então iniciar a implementação pelos restantes produtos. Com o objetivo de *standardizar* a implementação de sistemas de verificação foi estabelecida uma metodologia, seguida de forma sequencial, baseada nos requisitos da norma IATF 16949:2016, que abrange as seguintes etapas:

1. Preparação dos modelos de referência;
2. Normalização do processo de verificação (Instrução de trabalho);
3. Alteração do programa de produção para incluir a tarefa de verificação;
4. Formação aos operadores que irão realizar a ação de verificação;
5. Atualização do Plano de Controlo e do PFMEA do produto;
6. Incluir os modelos de referência no Plano de Manutenção;
7. Atualização da Matriz dos *Error Proofings*.

Tabela 5 - Resultado do levantamento dos postos de trabalho com sistemas de visão instalados.

Área	Produto / Linha	Posto de Trabalho	Número de Sistemas de Visão
FA	Produto A	1	1
	Produto B	1	1
	Linha 6,7 e 9	3	1
	Produto C	3	1
		5	1
		6	1
	Produto D	2	2
	Produto E	1	1
		4	5
	Produto F	1	1
	Produto G	1	1
		2	1
		5	1
	Produto H	1	3
		2	1

A implementação de um sistema de verificação requer sempre o cumprimento de todas as etapas definidas, sendo necessário construir novos modelos de referência, uma nova instrução de trabalho, e realizar as atualizações referenciadas nas etapas.

Para a concretização de cada etapa foi ainda necessário definir uma equipa multidisciplinar (Tabela 6).

Tabela 6 - Descrição da equipa definida.

Nome	Função
Sara Carpinteiro	Responsável pelo projeto
AM	Responsável pela realização do <i>software</i>
JD	Responsável pela área de <i>Final Assembly</i>
AG	Responsável pela gestão do plano de manutenção
JG	Responsável pela atualização dos Planos de Controlo
JA	Responsável pela atualização dos PFMEA

De seguida é feita uma análise a cada etapa de forma a explicar como se deve proceder.

5.2.1 Preparação dos modelos de referência

A implementação do sistema de verificação inicia-se com a etapa de preparação dos modelos de referência. Um modelo de referência é um produto convenientemente manipulado de forma a torná-lo apto para ser usado numa verificação. Numa primeira fase analisam-se o(s) componente(s) que o(s) sistema(s) de visão controla(m). Após a definição do controlo que é feito, são desenvolvidos os modelos de referência para utilizar na ação de verificação. Deve haver pelo menos um modelo OK e um NOK. Tendo em conta que o processo em questão é inserção manual de componentes, no modelo OK inserem-se corretamente o(s) componente(s) que o(s) sistema(s) de visão controla(m). No NOK força-se o erro, ou seja, insere-se o(s) componente(s) de forma errada.

Sempre que possível é preferível usar apenas dois modelos de referência, de modo a que a ação de verificação não seja muito demorada, contudo a utilização de dois ou mais modelos depende das verificações que o(s) sistema(s) de visão realiza(m) e do produto, ou seja, não está estabelecido um limite máximo. Contudo é necessário analisar se ao utilizar mais do que dois modelos estamos a elaborar um sistema exequível.

Quando existe mais do que um sistema de visão no mesmo posto de trabalho a estratégia para a elaboração dos modelos de referência é a mesma. Os modelos devem ser construídos de modo que seja possível fazer todos os controlos com dois modelos.

Na tabela 7 está representado um exemplo de um modelo de referência OK e um NOK, onde o sistema de visão controla a presença do parafuso central.

Cada modelo de referência é identificado segundo a codificação definida no procedimento de verificação de EP.

Tabela 7 - Exemplo de um modelo de referência OK e um NOK.

Modelos de referência	
Modelo OK	Modelo NOK
	

5.2.2 Normalização do processo de verificação (Instrução de trabalho)

Finda a preparação dos modelos de referência, dá-se início à normalização do processo de verificação, ou seja, à elaboração de uma instrução de trabalho (IT). Nesta são descritos os passos da verificação que serão utilizados para a criação de uma nova tarefa/rotina que será incorporada no programa da produção e para posteriormente se projetarem no ecrã de produção.

A IT é redigida segundo um formulário da organização para a elaboração de qualquer IT. Esta deve apresentar a informação necessária para a realização da tarefa de verificação, ou seja, os passos que o operador deve seguir para a executar.

Inicia-se a tarefa pela colocação do modelo OK no dispositivo de produção, pressionam-se os botões para acionar o(s) sistema(s) de visão e, é transmitida a indicação para retirar o modelo OK, inserir o modelo NOK também no dispositivo e voltar a pressionar os botões. No final, se o(s) sistema(s) de visão estiver(em) a funcionar como previsto o programa emite uma mensagem a dizer “Verificação da câmara OK”, o que significa que se pode iniciar a produção de forma segura. O conteúdo presente na IT depende do número de amostras, e do design do posto de trabalho, pois pode haver botões para pressionar ou sensores que ativem os sistemas de visão quando detetam o modelo.

A IT apresenta imagens que em conjunto com os passos seguidos, permitem ao operador compreender com maior facilidade a ação que tem de executar.

No Apêndice IV encontra-se uma instrução de trabalho referente a um sistema de verificação de um posto de trabalho.

5.2.3 Alteração do programa de produção para incluir a tarefa de implementação

Para a realização da ação de verificação é criada uma nova tarefa/rotina no programa de produção que irá parar a fabrico para que o operador realize a verificação. Esta apresenta as informações detalhadas necessárias, no ecrã de produção, para o operador realizar a ação.

A verificação é feita diariamente, tendo-se estabelecido um horário para cada verificação. O horário é definido no programa de produção, ativando a nova tarefa e suspendendo o fabrico. Após a realização da verificação retoma-se a produção.

Quando não houver produção do produto a que se destina o sistema de verificação, então a ação fica pendente e é realizada quando se voltar a produzir, não sendo possível produzir sem se realizar a ação de verificação.

Sempre que ocorrer alguma alteração no sistema de visão (no *software* ou *hardware*), é necessário realizar a verificação de forma a assegurar que o sistema de visão não foi afetado, e no caso de o ser, é feita uma intervenção pelo responsável do *software* ou *hardware*, dependendo do que acontecer, ou alterado o modelo de referência se for necessário.

5.2.4 Formação aos operadores que irão realizar a ação de verificação

Concluídas as etapas anteriores são colocados os modelos no posto de trabalho, num suporte específico, e é agendada uma formação para os operadores da linha, de forma a fornecer os conhecimentos necessários para todos os operadores serem capazes de realizar a verificação. Uma vez que existe rotatividade nos postos de trabalho ao longo do turno é imprescindível que todos os operadores tenham formação.

Para que a esta seja eficaz, é feita uma exemplificação para que todos percebam como se realiza a verificação, e posteriormente cada um dos operadores realiza pelo menos uma vez a ação, de forma a atestar que estes se encontram aptos para realizar a tarefa diariamente.

As verificações realizadas durante as primeiras semanas são controladas pelo supervisor de linha, para assegurar que a ação é realizada corretamente e para lhes dar suporte no caso de surgir alguma dúvida.

5.2.5 Atualização do Plano de Controlo e do PFMEA do produto

A quinta etapa é a atualização do Plano de Controlo e do PFMEA (*Process of Failure Mode and Effects Analysis*). O plano de controlo é um documento onde se define os métodos e sistemas de controlo usados para avaliar a variação do processo e do produto durante o processo de produção. No PFMEA faz-se uma análise aos potenciais modos de falha do processo, tendo como base as não conformidades do produto. A avaliação dos modos de falha é feita através da sua severidade, da probabilidade de ocorrência e da maior ou menor facilidade da sua deteção.

Existe um plano de controlo e um PFMEA para cada produto que é produzido na organização. No plano de controlo é necessário atualizar o conteúdo de trabalho associado ao posto de trabalho onde se encontra cada sistema de visão, através da inclusão da instrução de trabalho elaborada para o sistema de verificação. Na figura 18, está exposto um excerto de um plano de controlo identificando-se com um quadrado verde onde se deve adicionar a instrução de trabalho referente à ação de verificação do produto e do posto associado.

Em relação ao PFMEA, as atualizações devem ser feitas no modo de falha referente ao(s) componente(s) que o sistema de visão controla. Por exemplo, durante a elaboração de um PFMEA, identifica-se que a presença de uma etiqueta por cima de um parafuso poderá levar à colocação desta sem antes colocar o parafuso, levando à necessidade de instalar um sistema de visão para controlar a presença do parafuso. O modo de falha será a etiqueta que esconde um parafuso crítico. É neste modo de falha que se inclui a implementação do sistema de verificação (Figura 19).

Ao implementar o sistema de verificação estamos a atuar na deteção do modo de falha, facilitando assim a sua deteção.

Process Flow Diagram	Process Number	Process Name/Operation Description Documentation	Machine, Device, Jig, Tools For Mfg.	Characteristics		Special Char. Class	Methods				Reaction Plan
				Product	Process Control		Product / Control Specifications/ Tolerances	Evaluation Measurement Technique	Sample Size/ Freq.	Control Method	
	FA20.50	Screw the unit and place Customer label BRAG WI 1140.00.627 BRAG WI 1140.00.635 ESEW_5-3_MG-BRG_01-05_PT	Barcode reader PC & SW DISP-MB3-09	Correct assembly of product	Torque, Amount and sitted screws. Top cover 1 screw; Fan Heatsink 2 screws and bottom cover 1 screw for plastic.	NA	Acc to WI	Torquemeter	Every 3 months	Sw record Error proofing	Notify supervisor and /or maintenance
			Electrical screwing machines according to "Inventário de manutenção"				Released only when screwing operation is done	Controlled by machine controller	100%	Automatic via PC	Notify supervisor / maintenance
			Camera		Presence of central screw (below label) on the top cover	NA	Released only when presence is validated	Controlled by camera (Error- proofing)	100%	Automatic via PC	Notify supervisor and /or Maintenance (Acc to WI)
					Barcode reading of frame	NA	Acc to construction list	Barcode reading (Manifest vs products)	100%	Sw record Error proofing	Notify supervisor / maintenance
			Printer	Customer label readable	Identification & printing quality Identificação e qualidade de impressão	◇	Acc to construction list Label is printed only after complete screwing operation is done	Marriage of customer label with radio	100%	Sw record Error proofing	Notify supervisor / maintenance
			Test programming adapter according to "Inventario de manutenção"	Correct barcode		NA	Barcode identification	Automatic	100%	Sw record	Notify supervisor & Create record in "SoftLab"

Informação adicionada
após implementação do
sistema de verificação

Figura 18 - Excerto de um plano de controle.

BRG 100312xx MIB3 Assembly & Test																						
no	function	pot. failure	pot. effect	S	class	pot. cause	O	P-action	D-action	D	RPN	P/D	recommended action	responsibility	date	P/D	action taken	S	O	D	RPN	state
5	Workplace S: Place the customer label	Label in the wrong place	Customer claim	7		No reference marks printed in the top cover		State: 10/19/2017					State: 10/19/2017									Closed
			Local Evaluation: 7				4	NOT EVALUATED YET / OPEN ISSUE	Test systems scan	4	112	P	Define the area and print reference marks in the top cover Identity: ME_SE_07286_00248	Brosche Markus	10/16/2017	P	Required action implemented	7	2	4	56	Closed
	Label hide a critical screw	CMI cannot check - screw critical for unit heating dissipation	Local Evaluation: 7	7		Screw inside the area defined for label placement		State: 10/20/2017					State: 10/20/2017									Closed
							3	NOT EVALUATED YET / OPEN ISSUE	NOT EVALUATED YET / OPEN ISSUE	9	189	P	Design issue- check the possibility to move the label area Identity: ME_SE_07286_00251	Brosche Markus	2 /28/2018	P	The label cannot be moved - shall be study other detection procedure	7	2	2	28	Closed
												D	Implement a camera test before label placement to check the presence of this screw Identity: ME_SE_07286_00339	Silva J.	11/23/2018	D	Required action implemented - camera test in place before label placement					Closed
												D	Implement sample part (challenge part) to test error detection system Identity: ME_SE_07286_00385	Sara Carpinteiro	3 /27/2019	D	Required action implemented					Closed
					D	Define the error detection verification frequency Identity: ME_SE_07286_00386	Sara Carpinteiro	3 /27/2019	D	Daily check procedure defined					Closed							

Figura 19 - Excerto do PFMEA de um produto.

Informação adicionada após implementação do sistema de verificação

5.2.6 Incluir os modelos de referência no Plano de Manutenção

Com o intuito de garantir que os modelos de referência se encontram em condições para realizar a ação a que se destinam foi identificada a necessidade de incluir os modelos de referência no plano de manutenção da organização.

No sentido de assegurar a sua correta manutenção foi elaborada uma matriz que contempla toda a informação necessária referente a cada modelo (Apêndice V).

Na matriz é possível encontrar a seguinte informação:

- o edifício onde cada modelo está;
- a área a que se destina;
- o produto a que pertence;
- a linha e posto de trabalho onde se encontra;
- o controlo que é feito pelo(s) sistema(s) de visão;
- uma imagem do posto de trabalho identificando o sistema de visão;
- a identificação da AVI;
- a instrução de trabalho da verificação associada ao posto de trabalho;
- fotografias dos modelos, detalhando a forma como o componente que é controlado deve estar;
- informação do que deve ser verificado durante a manutenção;
- uma imagem do *layout* da linha.

Esta matriz está anexada no plano de manutenção dos postos de trabalho onde se encontram instalados os sistemas de visão e a sua realização está a cargo do departamento da manutenção. Todos os planos de manutenção são coordenados através de uma base de dados, o *Holistech*, que gera alertas para que as intervenções de manutenção sejam realizadas no período estabelecido. Foi estabelecida uma frequência mensal de manutenção de cada modelo. Sempre que surgem novos modelos de referência é necessário atualizar a matriz de forma a garantir que todos são sujeitos a manutenção.

5.2.7 Atualização da Matriz dos *Error Proofings*

A última fase é a atualização da matriz de EP da área de FA (Anexo III). Esta matriz é global, ou seja, é usada por todas as fábricas da APTIV e apresenta uma estrutura semelhante ao FMEA.

Esta deve ser atualizada sempre que se implementa um sistema de verificação, por fazer parte do conteúdo desta matriz a identificação dos modelos incluídos nos sistemas de verificação dos EP de deteção. Tendo em conta que a identificação dos EPs presentes nas linhas que se encontram em produção corrente já está contida na matriz, a atualização desta baseia-se na inclusão das identificações dos modelos de referência utilizados para cada sistema de verificação e ainda a data da primeira verificação (Figura 20 quadrado verde).

Final Assembly Component				Error Proofing Status	Design Error Proofing (EP) Method	Process EP				
Part #	Part Description	Risk Category	Failure Mode			Process EP Method	EP Type (Prevention/ Detection)	Verification Date	EP Installed? (Yes/No)	In Quality Plan? (Yes/No)
Mfg Process	Mfg Process	Mfg Process & ME		Mfg Proc	ME	Mfg Process	Mfg Process	Mfg Process	QE	QE
Several	Specific Radio Assembly	3	Incorrect assembly of FFC cable (LIF+ZIF) (parallelism + insertion + displacement + closed + damaged components)	Green	None	EP: Automatic Vision System Freq: Daily Alternative Method: Containment CP: FA.CP01.LN679.WP1; FA.CP02.LN679.WP1; FA.CP03.LN679.WP1; FA.CP04.LN679.WP1; FA.CP05.LN679.WP1; FA.CP06.LN679.WP1;	Prevention	03/05/2018	Yes Location: Ln 679 WP 1, 3	YES
		3	Incorrect assembly of FFC cable (LIF+ZIF) (parallelism + insertion + displacement + closed + damaged components) Incorrect position of Fan cable	Green	None	FA.CP09.LN679.WP3; FA.CP10.LN679.WP3; FA.CP11.LN679.WP3; FA.CP12.LN679.WP3; FA.CP13.LN679.WP3; FA.CP14.LN679.WP3;		08/03/2019		YES
		3	Incorrect marriage between main board and plastic frame	Green	None	FA.CP07.LNSBX.WP1; FA.CP08.LNSBX.WP1;		18/06/2018	Yes Location: Ln SBXWP 1	YES
		3	Incorrect assembly of Fan Connector (insertion + damaged components)	Green	None	FA.CP15.LN14.WP3; FA.CP16.LN14.WP3;	Detection			
		3	Absence of central screw (below label) on the top cover	Green	None	FA.CP17.LN14.WP5; FA.CP18.LN14.WP5;		28/03/2019	Yes Location: Ln 14 WP 3,5 and 6	YES

Figura 20 - Excerto da matriz de Error Proofing.

6. IMPLEMENTAÇÃO DAS AÇÕES DE MELHORIA

Os detalhes dedicados à implementação das ações de melhoria referentes às cláusulas 7.1.5.1.1 e 10.2.4 da norma IATF 16949:2016, são expostos seguidamente.

6.1 VDA 5

A implementação do VDA 5 tem como finalidade a adoção de outro método para a realização de estudos MSA, *Measurement System Analysis*. Neste sentido a primeira ação foi a inclusão das metodologias propostas por este manual no procedimento que a organização apresenta para a realização de análises ao sistema de medição, que até então contemplava apenas as linhas de orientação para conduzir os estudos segundo o manual MSA 4 da AIAG. Ou seja, após a alteração o procedimento passou a englobar os requisitos para a realização de estudos segundo os dois manuais, o manual da AIAG e da VDA.

A implementação do método na área dos plásticos seguiu o plano estabelecido anteriormente (Apêndice II), baseado nos passos definidos no ponto 5.1, definindo-se a realização de estudos Tipo 1 para a validação dos sistemas de medição e estudos Tipo 2 para a avaliação do processo de medição.

O número de estudos planeados para cada tipo teve em consideração os sistemas de medição existentes nesta área. Enquanto que para o microscópio, o relógio comparador e os medidores de brilho, cor e espessura só há uma gama, para os paquímetros a organização apresenta duas gamas e para os micrómetros apresenta três. Visto isto, foram planeados estudos tipo 1 e 2 para cada gama dos instrumentos, tendo se realizado dez estudos do tipo 1 e dez do tipo 2.

Na figura 21 estão representados os sistemas de medição sujeitos a estudo de ambos os tipos.

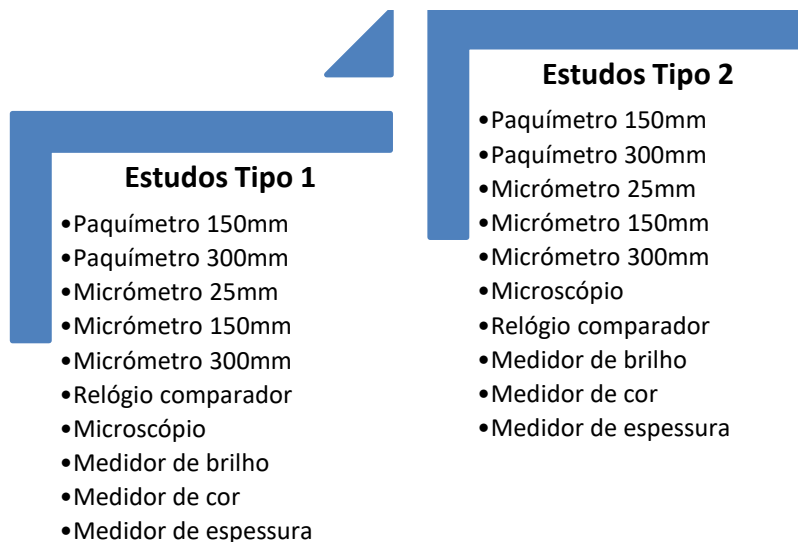


Figura 21 - Sistemas de medição sujeitos a cada tipo de estudo MSA segundo a VDA 5.

No Apêndice VI está ainda representado um relatório completo de um estudo tipo 1 do paquímetro de 150mm. A análise do relatório de estudos de validação deve ser realizada segundo os resultados dos indicadores %RE (Resolução do sistema de medição), que deve ser inferior a 5%, e índices de capacidade (C_g e C_{gk}), que devem ser superiores a 1,33. No caso do paquímetro de 150mm (Exemplo de um relatório- Figura 22), a percentagem de resolução é de 3,33%, o índice C_g é 1,40 e o índice C_{gk} é 1,39. Estes resultados encontram-se dentro dos critérios de aceitação, sendo possível classificar o sistema de medição como aceitável.

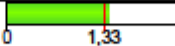
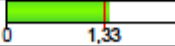
Valores de Desenho		Valores Medidos		Valores Estatísticos	
$x_m+0,1T$	= 85,09000	$x_{máxg}$	= 85,080	$\bar{x}_g+3s_g$	= 85,08122
x_m	= 85,08000	$x_{mín g}$	= 85,050	$\bar{x}_g$	= 85,05980
$x_m-0,1T$	= 85,03000	R_g	= 0,030	$\bar{x}_g-3s_g$	= 85,03838
$0,2T$	= 0,06000	n_{tot}	= 50	$6s_g$	= 0,04284
T	= 0,300			s_g	= 0,00714
Unidade	= mm			$ $	= 0,00020000
				n_{eff}	= 50
		= 0,07%		Resultados dos Testes :	
Resolução	%RE = 3,33%			$T_{min} (\%RE)$	= 0,200
$\%EV = \frac{EV}{T}$	= 14,28%			$T_{min} (\%EV)$	= 0,286
$C_g = \frac{0,2T}{6s_g}$	= 1,12 ≤ 1,40 ≤ 1,68			$T_{min} (C_g)$	= 0,285
$C_{gk} = \frac{0,1T - \bar{x}_g - x_m }{3s_g}$	= 1,10 ≤ 1,39 ≤ 1,68			$T_{min} (C_{gk})$	= 0,287
Sistema de Medição Aceitável (%RE, mín, C_g , C_{gk})					
© Q-DAS Measurement Process Qualification (06/2013): Type 1 - (Cg/Cgk study)					

Figura 22 - Excerto do relatório apresentado no Apêndice VI.

Na tabela 8 encontra-se excertos dos relatórios dos estudos tipo 1. Pela análise dos resultados podemos verificar que somente o medidor de brilho apresenta uma aceitação limitada, os

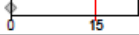
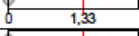
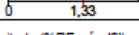
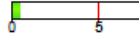
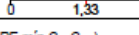
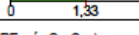
restantes foram classificados como sistemas de medição aceitáveis por estarem dentro dos critérios de aceitação.

Tabela 8 - Resultados dos estudos Tipo 1.

Sistema de medição	Resultado do estudo			
Paquímetro 150mm	Resolução	%RE = 3,33%		$T_{min}(\%RE) = 0,200$
	$\%EV = \frac{EV}{T}$	= 14,28%		$T_{min}(\%EV) = 0,286$
	$C_g = \frac{0,2T}{6s_g}$	= $1,12 \leq 1,40 \leq 1,68$		$T_{min}(C_g) = 0,285$
	$C_{gk} = \frac{0,1T - x_g - x_m }{3s_g}$	= $1,10 \leq 1,39 \leq 1,68$		$T_{min}(C_{gk}) = 0,287$
	Sistema de Medição Aceitável (%RE,min,C _g ,C _{gk})			
Paquímetro 300mm	Resolução	%RE = 2,08%		$T_{min}(\%RE) = 0,200$
	$\%EV = \frac{EV}{T}$	= 6,66%		$T_{min}(\%EV) = 0,213$
	$C_g = \frac{0,2T}{6s_g}$	= $2,41 \leq 3,00 \leq 3,59$		$T_{min}(C_g) = 0,213$
	$C_{gk} = \frac{0,1T - x_g - x_m }{3s_g}$	= $1,92 \leq 2,40 \leq 2,89$		$T_{min}(C_{gk}) = 0,309$
	Sistema de Medição Aceitável (%RE,min,C _g ,C _{gk})			
Micrómetro 25mm	Resolução	%RE = 1,67%		$T_{min}(\%RE) = 0,0200$
	$\%EV = \frac{EV}{T}$	= 11,12%		$T_{min}(\%EV) = 0,0445$
	$C_g = \frac{0,2T}{6s_g}$	= $1,44 \leq 1,80 \leq 2,15$		$T_{min}(C_g) = 0,0443$
	$C_{gk} = \frac{0,1T - x_g - x_m }{3s_g}$	= $1,13 \leq 1,43 \leq 1,73$		$T_{min}(C_{gk}) = 0,0566$
	Sistema de Medição Aceitável (%RE,min,C _g ,C _{gk})			
Micrómetro 150mm	Resolução	%RE = 0,29%		$T_{min}(\%RE) = 0,0200$
	$\%EV = \frac{EV}{T}$	= 11,66%		$T_{min}(\%EV) = 0,264$
	$C_g = \frac{0,2T}{6s_g}$	= $1,38 \leq 1,71 \leq 2,05$		$T_{min}(C_g) = 0,264$
	$C_{gk} = \frac{0,1T - x_g - x_m }{3s_g}$	= $1,20 \leq 1,51 \leq 1,82$		$T_{min}(C_{gk}) = 0,304$
	Sistema de Medição Aceitável (%RE,min,C _g ,C _{gk})			
Micrómetro 300mm	Resolução	%RE = 0,21%		$T_{min}(\%RE) = 0,0200$
	$\%EV = \frac{EV}{T}$	= 3,17%		$T_{min}(\%EV) = 0,102$
	$C_g = \frac{0,2T}{6s_g}$	= $5,06 \leq 6,30 \leq 7,54$		$T_{min}(C_g) = 0,101$
	$C_{gk} = \frac{0,1T - x_g - x_m }{3s_g}$	= $4,29 \leq 5,36 \leq 6,42$		$T_{min}(C_{gk}) = 0,173$
	Sistema de Medição Aceitável (%RE,min,C _g ,C _{gk})			
Relógio comparador	Resolução	%RE = 1,25%		$T_{min}(\%RE) = 0,0200$
	$\%EV = \frac{EV}{T}$	= 7,51%		$T_{min}(\%EV) = 0,0400$
	$C_g = \frac{0,2T}{6s_g}$	= $2,14 \leq 2,66 \leq 3,19$		$T_{min}(C_g) = 0,0400$
	$C_{gk} = \frac{0,1T - x_g - x_m }{3s_g}$	= $1,12 \leq 1,41 \leq 1,71$		$T_{min}(C_{gk}) = 0,0775$
	Sistema de Medição Aceitável (%RE,min,C _g ,C _{gk})			
Microscópio	Resolução	%RE = 1,25%		$T_{min}(\%RE) = 0,0200$
	$\%EV = \frac{EV}{T}$	= 13,99%		$T_{min}(\%EV) = 0,0746$
	$C_g = \frac{0,2T}{6s_g}$	= $1,15 \leq 1,43 \leq 1,71$		$T_{min}(C_g) = 0,0744$
	$C_{gk} = \frac{0,1T - x_g - x_m }{3s_g}$	= $1,06 \leq 1,34 \leq 1,62$		$T_{min}(C_{gk}) = 0,0794$
	Sistema de Medição Aceitável (%RE,min,C _g ,C _{gk})			

Sistema de medição

Resultado do estudo

Medidor de brilho	Resolução	%RE = 2,50%		
	$\%EV = \frac{EV}{T}$	= ---		
	$C_g = \frac{0,2T}{6s_g}$	=		
	$C_{gk} = \frac{0,1T - \bar{x}_g - x_m }{3s_g}$	=		
	Sistema de Medição com Aceitação Limitada (%RE,min.,0')			☹️!
Medidor de cor	Resolução	%RE = 0,50%		$T_{min}(\%RE) = 0,200$
	$\%EV = \frac{EV}{T}$	= 9,42%		$T_{min}(\%EV) = 1,255$
	$C_g = \frac{0,2T}{6s_g}$	= $1,70 \leq 2,12 \leq 2,54$		$T_{min}(C_g) = 1,255$
	$C_{gk} = \frac{0,1T - \bar{x}_g - x_m }{3s_g}$	= $1,62 \leq 2,03 \leq 2,45$		$T_{min}(C_{gk}) = 1,336$
	Sistema de Medição Aceitável (%RE,min.,Cg,Cgk)			😊
Medidor de espessura	Resolução	%RE = 2,50%		$T_{min}(\%RE) = 10,00$
	$\%EV = \frac{EV}{T}$	= 13,47%		$T_{min}(\%EV) = 17,96$
	$C_g = \frac{0,2T}{6s_g}$	= $1,19 \leq 1,48 \leq 1,78$		$T_{min}(C_g) = 17,97$
	$C_{gk} = \frac{0,1T - \bar{x}_g - x_m }{3s_g}$	= $1,07 \leq 1,35 \leq 1,63$		$T_{min}(C_{gk}) = 19,72$
	Sistema de Medição Aceitável (%RE,min.,Cg,Cgk)			😊

Na figura 23 estão representados os valores obtidos nas cinquenta medições realizadas para a validação do medidor de brilho, sendo evidente que o valor medido foi igual em todas as medições, não havendo variações entre elas. A impossibilidade de calcular os indicadores de C_g e C_{gk} deveu-se ao facto de não haver variações entre os valores. Isto aconteceu devido ao facto de o medidor ter sido calibrado recentemente e as medições foram realizadas no padrão fornecido aquando da aquisição do equipamento.

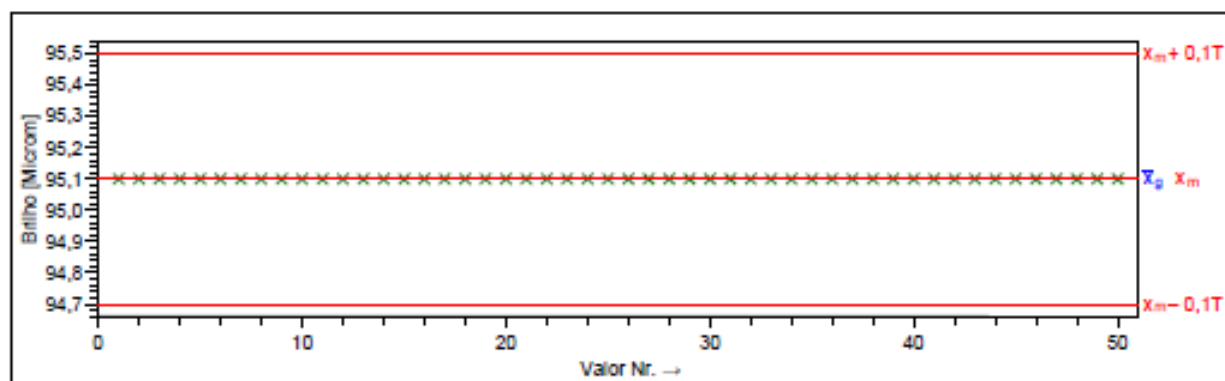


Figura 23 - Valores obtidos nas medições com o medidor de brilho.

No Apêndice VII está representado um relatório completo de um estudo tipo 2 do relógio comparador. A análise dos resultados é feita segundo a percentagem do *Gage R&R* (%), que deve ser inferior a 15%, para ser classificado como um processo de medição aceitável. Caso o valor se encontre entre 15% e 30% considera-se com aceitação limitada, sendo necessárias

melhorias, se for superior a 30% é considerado como não aceitável, ou seja, é preciso adquirir outro sistema de medição com melhores características. Também é calculada percentagem associada à resolução, devendo ser inferior a 5%.

No caso do relógio comparador, a percentagem do *Gage R&R* é de 14,93 % pelo que foi considerado como um processo de medição aceitável (Exemplo de um relatório - Figura 24). Também é possível analisar os tipos de variação presentes no estudo através do indicador %EV (Variação devido ao equipamento), %AV (Variação devida ao operador), %IA (Variação entre o operador e o equipamento) e ainda o %PV (Variação presente nas peças). Neste caso em concreto a maior variação encontra-se nas peças, que era o esperado, isto porque foram selecionadas de forma a cobrir com todo o intervalo de especificação.

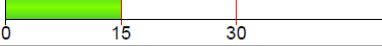
	Variância	Desvio-padrão	Nível de Confiança 1- α = 95,000%	
Repetitividade	0,00012722	0,011279	EV = 0,010015 $\leq$ 0,011279 $\leq$ 0,012	%EV = 12,53%
Reprodutibilidade	0,000026842	0,0051809	AV = 0,0019985 $\leq$ 0,0051809 $\leq$ 0,0	%AV = 5,76%
Interação	0,000026491	0,0051470	IA = 0,00000 $\leq$ 0,0051470 $\leq$ 0,008	%IA = 5,72%
	0,00018056	0,013437	= 0,012589 $\leq$ 0,013437 $\leq$ 0,036	% = 14,93%
Dispersão das Peças	0,0050003	0,070713	PV = 0,048602 $\leq$ 0,070713 $\leq$ 0,108	%PV = 78,57%
Dispersão total	0,0051809	0,071978	TV = 0,072	
Design(F,3,25000,10,0)			Medida de referencia	
Numero de Medições	=	3	Dispersão do Processo	= 0
Numero de Inspetores	=	3	Tolerância	= 0,540
Quantidade de Peças	=	20	Valor de Cpk prescrito	=
Resolução	%RE	= 1,85%		
		= 7		
	%	= 14,93%		
		= T _{min} (%)	=	0,537
		= T _{min} (%)	=	0,269
Sistema de Medição Aceitável (%RE,min,%)				
⊗ Q-DAS Measurement Process Qualification (06/2013): Type 2 - ANOVA (tolerance)				

Figura 24 - Excerto do relatório do estudo tipo 2 apresentado no Apêndice VII.

Da análise aos resultados dos estudos de avaliação dos processos de medição podemos concluir que a percentagem associada ao estudo *Gage R&R* apenas ultrapassou os 15% no caso do estudo do medidor de espessura (Tabela 9). Contudo o resultado ficou entre os 15% e os 30% pelo que foi considerado com aceitação limitada, necessitando de ações de melhoria. A ação de melhoria definida foi a realização de um estudo de mercado em termos de *Benchmarking* em conjunto com o fornecedor do equipamento, de forma a tentar encontrar um medidor de espessura com maior resolução e precisão. Isto por não haver possibilidade de implementar melhorias no sistema de medição existente.

Tabela 9 - Resultados dos estudos Tipo 2.

Processo de medição	Resultado do estudo																														
Paquímetro 150mm	<table><tr><td>Resolução</td><td>%RE</td><td>=</td><td>5,00%</td><td></td></tr><tr><td></td><td></td><td>=</td><td>22</td><td></td></tr><tr><td></td><td>%</td><td>=</td><td>14,98%</td><td></td></tr><tr><td></td><td>$T_{min}(\%)$</td><td>=</td><td>0,200</td><td></td></tr><tr><td></td><td>$T_{min}(\%)$</td><td>=</td><td>0,0999</td><td></td></tr><tr><td colspan="5">Sistema de Medição Aceitável (%RE,min,%) </td></tr></table>	Resolução	%RE	=	5,00%				=	22			%	=	14,98%			$T_{min}(\%)$	=	0,200			$T_{min}(\%)$	=	0,0999		Sistema de Medição Aceitável (%RE,min,%)				
Resolução	%RE	=	5,00%																												
		=	22																												
	%	=	14,98%																												
	$T_{min}(\%)$	=	0,200																												
	$T_{min}(\%)$	=	0,0999																												
Sistema de Medição Aceitável (%RE,min,%)																															
Paquímetro 300mm	<table><tr><td>Resolução</td><td>%RE</td><td>=</td><td>1,35%</td><td></td></tr><tr><td></td><td></td><td>=</td><td>20</td><td></td></tr><tr><td></td><td>%</td><td>=</td><td>14,81%</td><td></td></tr><tr><td></td><td>$T_{min}(\%)$</td><td>=</td><td>0,731</td><td></td></tr><tr><td></td><td>$T_{min}(\%)$</td><td>=</td><td>0,365</td><td></td></tr><tr><td colspan="5">Sistema de Medição Aceitável (%RE,min,%) </td></tr></table>	Resolução	%RE	=	1,35%				=	20			%	=	14,81%			$T_{min}(\%)$	=	0,731			$T_{min}(\%)$	=	0,365		Sistema de Medição Aceitável (%RE,min,%)				
Resolução	%RE	=	1,35%																												
		=	20																												
	%	=	14,81%																												
	$T_{min}(\%)$	=	0,731																												
	$T_{min}(\%)$	=	0,365																												
Sistema de Medição Aceitável (%RE,min,%)																															
Micrómetro 25mm	<table><tr><td>Resolução</td><td>%RE</td><td>=</td><td>0,50%</td><td></td></tr><tr><td></td><td></td><td>=</td><td>17</td><td></td></tr><tr><td></td><td>%</td><td>=</td><td>14,07%</td><td></td></tr><tr><td></td><td>$T_{min}(\%)$</td><td>=</td><td>0,188</td><td></td></tr><tr><td></td><td>$T_{min}(\%)$</td><td>=</td><td>0,0938</td><td></td></tr><tr><td colspan="5">Sistema de Medição Aceitável (%RE,min,%) </td></tr></table>	Resolução	%RE	=	0,50%				=	17			%	=	14,07%			$T_{min}(\%)$	=	0,188			$T_{min}(\%)$	=	0,0938		Sistema de Medição Aceitável (%RE,min,%)				
Resolução	%RE	=	0,50%																												
		=	17																												
	%	=	14,07%																												
	$T_{min}(\%)$	=	0,188																												
	$T_{min}(\%)$	=	0,0938																												
Sistema de Medição Aceitável (%RE,min,%)																															
Micrómetro 150mm	<table><tr><td>Resolução</td><td>%RE</td><td>=</td><td>0,45%</td><td></td></tr><tr><td></td><td></td><td>=</td><td>28</td><td></td></tr><tr><td></td><td>%</td><td>=</td><td>13,37%</td><td></td></tr><tr><td></td><td>$T_{min}(\%)$</td><td>=</td><td>0,196</td><td></td></tr><tr><td></td><td>$T_{min}(\%)$</td><td>=</td><td>0,0981</td><td></td></tr><tr><td colspan="5">Sistema de Medição Aceitável (%RE,min,%) </td></tr></table>	Resolução	%RE	=	0,45%				=	28			%	=	13,37%			$T_{min}(\%)$	=	0,196			$T_{min}(\%)$	=	0,0981		Sistema de Medição Aceitável (%RE,min,%)				
Resolução	%RE	=	0,45%																												
		=	28																												
	%	=	13,37%																												
	$T_{min}(\%)$	=	0,196																												
	$T_{min}(\%)$	=	0,0981																												
Sistema de Medição Aceitável (%RE,min,%)																															
Micrómetro 300mm	<table><tr><td>Resolução</td><td>%RE</td><td>=</td><td>0,07%</td><td></td></tr><tr><td></td><td></td><td>=</td><td>28</td><td></td></tr><tr><td></td><td>%</td><td>=</td><td>9,92%</td><td></td></tr><tr><td></td><td>$T_{min}(\%)$</td><td>=</td><td>0,926</td><td></td></tr><tr><td></td><td>$T_{min}(\%)$</td><td>=</td><td>0,463</td><td></td></tr><tr><td colspan="5">Sistema de Medição Aceitável (%RE,min,%) </td></tr></table>	Resolução	%RE	=	0,07%				=	28			%	=	9,92%			$T_{min}(\%)$	=	0,926			$T_{min}(\%)$	=	0,463		Sistema de Medição Aceitável (%RE,min,%)				
Resolução	%RE	=	0,07%																												
		=	28																												
	%	=	9,92%																												
	$T_{min}(\%)$	=	0,926																												
	$T_{min}(\%)$	=	0,463																												
Sistema de Medição Aceitável (%RE,min,%)																															
Relógio comparador	<table><tr><td>Resolução</td><td>%RE</td><td>=</td><td>1,85%</td><td></td></tr><tr><td></td><td></td><td>=</td><td>7</td><td></td></tr><tr><td></td><td>%</td><td>=</td><td>14,93%</td><td></td></tr><tr><td></td><td>$T_{min}(\%)$</td><td>=</td><td>0,537</td><td></td></tr><tr><td></td><td>$T_{min}(\%)$</td><td>=</td><td>0,269</td><td></td></tr><tr><td colspan="5">Sistema de Medição Aceitável (%RE,min,%) </td></tr></table>	Resolução	%RE	=	1,85%				=	7			%	=	14,93%			$T_{min}(\%)$	=	0,537			$T_{min}(\%)$	=	0,269		Sistema de Medição Aceitável (%RE,min,%)				
Resolução	%RE	=	1,85%																												
		=	7																												
	%	=	14,93%																												
	$T_{min}(\%)$	=	0,537																												
	$T_{min}(\%)$	=	0,269																												
Sistema de Medição Aceitável (%RE,min,%)																															
Microscópio	<table><tr><td>Resolução</td><td>%RE</td><td>=</td><td>0,50%</td><td></td></tr><tr><td></td><td></td><td>=</td><td>27</td><td></td></tr><tr><td></td><td>%</td><td>=</td><td>12,74%</td><td></td></tr><tr><td></td><td>$T_{min}(\%)$</td><td>=</td><td>0,170</td><td></td></tr><tr><td></td><td>$T_{min}(\%)$</td><td>=</td><td>0,0849</td><td></td></tr><tr><td colspan="5">Sistema de Medição Aceitável (%RE,min,%) </td></tr></table>	Resolução	%RE	=	0,50%				=	27			%	=	12,74%			$T_{min}(\%)$	=	0,170			$T_{min}(\%)$	=	0,0849		Sistema de Medição Aceitável (%RE,min,%)				
Resolução	%RE	=	0,50%																												
		=	27																												
	%	=	12,74%																												
	$T_{min}(\%)$	=	0,170																												
	$T_{min}(\%)$	=	0,0849																												
Sistema de Medição Aceitável (%RE,min,%)																															

Processo de medição

Resultado do estudo

Medidor de brilho	Resolução	%RE	=	5,00%	
			=	4	
		%	=	14,93%	
			=	$T_{min}(\%)$	= 0,895
			=	$T_{min}(\%)$	= 0,498
	Sistema de Medição Aceitável (%RE,min,%)				
Medidor de cor	Resolução	%RE	=	1,00%	
			=	20	
		%	=	14,71%	
			=	$T_{min}(\%)$	= 0,881
			=	$T_{min}(\%)$	= 0,490
	Sistema de Medição Aceitável (%RE,min,%)				
Medidor de espessura	Resolução	%RE	=	1,00%	
			=	12	
		%	=	24,78%	
			=	$T_{min}(\%)$	= 16,52
			=	$T_{min}(\%)$	= 8,261
	Sistema de Medição com Aceitação Limitada (%RE,min,%)				

Finda a realização de todos os estudos planeados foi elaborado um plano para a realização de estudos MSA segundo o VDA 5 para 2020 (Figura 25). Este plano foi desenvolvido com o intuito de seguir o procedimento de realização de estudos MSA, uma vez que a organização definia sempre os estudos a realizar anualmente.

Não há previsão para a realização de estudos de validação de sistemas de medição para o ano de 2020, por não estar prevista a aquisição de novos equipamentos, exceto se após a realização do estudo de mercado sobre o medidor de espessura, se encontrar um com maior resolução. Neste caso será necessário fazer um estudo de validação antes da sua aquisição, e será acrescentada a informação no plano.

Planearam-se estudos tipo 2 para avaliar os processos de medição para cada sistema de medição, que serão realizados com peças referentes a novos produtos.

A realização de estudos do tipo 3, 4, 5 e 6 não foram planeadas. Isto porque, o tipo 3 não se adequa pois na avaliação dos processos de medição existe influência dos operadores e o tipo 6 é realizado quando os estudos são por atributos, o que também não se verifica nesta área. Em relação aos estudos tipo 4 e 5 podem ser realizados, caso necessário. Os tipo 4, podem ser realizados caso se pretenda analisar a variação presente entre as peças medidas e um valor de referência destes. O tipo 5 usa-se para avaliar a capacidade de produzir peças dentro dos limites especificados.

Plano MSA segundo a VDA 5 (Edifício 2)									
Processo	Sistema de medição	Tipo 1	Tipo 2	Tipo 3	Tipo 4	Tipo 5	Tipo 6	Previsão	Produto
Injeção	Micrómetro 25mm		X					1º Trimestre	Produto H
	Micrómetro 150mm		X					1º Trimestre	Produto H
	Micrómetro 300mm		X					2º Trimestre	Produto F
	Paquímetro 150mm		X					2º Trimestre	Produto G
	Paquímetro 300mm		X					2º Trimestre	Produto E
	Relógio comparador		X					3º Trimestre	Produto E
	Microscópio		X					3º Trimestre	Produto F
Pintura	Medidor de cor		X					3º Trimestre	Produto G
	Medidor de brilho		X					4º Trimestre	Produto H
	Medidor de espessura		X					4º Trimestre	Produto G

Figura 25 - Plano para a realização de estudos MSA segundo a VDA 5 no edifício 2 para 2020.

Pela análise às evidências apresentadas na tabela 10 e pelos resultados obtidos durante a implementação do plano definido é perceptível que dos sistemas de medição que a organização detém, apenas o medidor de espessura apresenta uma aceitação limitada pois o processo de medição foi avaliado em 24,78% (*Gage R&R*). No caso da validação do medidor de brilho, apenas apresentou aceitação limitada por não haver variação nas medições realizadas, o que impediu o cálculo dos indicadores de capacidade (C_g e C_{gk}).

A implementação do VDA 5, mostrou exequibilidade deste nos sistemas de medição em análise, tornando-se possível a realização do alargamento deste método para as restantes áreas da organização. Em suma, é possível concluir que a organização melhorou o cumprimento da cláusula 7.1.5.1.1 da norma IATF 16949:2016, contudo o cumprimento total deste será alcançado quando se concluir o alargamento da implementação às restantes áreas da organização, passando assim para o nível de cumprimento total, ou seja, o nível 4.

Tabela 10 - Análise do estado atual do cumprimento do requisito 7.1.5.1.1 da IATF 16949:2016

Requisito da cláusula 7.1.5.1.1 (IATF 16949:2016)	Evidências
A organização deve conduzir estudos estatísticos para analisar a variação presente nos resultados de cada tipo de inspeção, medição e sistemas de teste identificados no plano de controlo.	Os sistemas de medição representados nos planos de controlo da área dos plásticos do edifício 2 passaram a estar sujeitos a estudos estatísticos segundo método do manual da VDA 5.
Os métodos analíticos e os critérios de aceitação usados devem estar de acordo com os manuais de referência, podendo ser usados outros métodos ou critérios de aceitação se forem aprovados pelo cliente.	Os estudos estatísticos conduzidos seguiram as linhas de orientação do manual da VDA 5, por ser um requisito de cliente. Os tipos de estudo realizados foram os do tipo 1 e tipo 2 pois eram os mais indicados para avaliar o sistema de medição e o processo de medição.

6.2 Error Proofing

As ações a nível da gestão de *Error Proofing* (EP), seguiram a metodologia definida anteriormente para a implementação de sistemas de verificação a EP de deteção, de modo a melhorar o cumprimento da cláusula 10.2.4 da norma IATF 16949:2016.

Uma vez que a APTIV possuía um procedimento relacionado com a verificação de EP, foi possível dar continuidade ao trabalho anteriormente realizado pela organização, tendo sido necessário incluir o novo documento referente a este tema, a matriz utilizada para incluir os modelos de referência no plano de manutenção (Apêndice V).

No procedimento encontra-se ainda informação acerca do plano de reação associado ao processo. Realçando a ação reativa em condições de normais de operação e a ação reativa na verificação de EP.

O estabelecimento de uma equipa e de uma metodologia, levou à elaboração de um plano para a implementação em todos os postos de trabalho com sistemas de visão incorporados e identificados anteriormente na área de *Final Assembly* (FA). Este apresenta detalhadamente cada etapa, o(s) seu(s) responsável(eis) e a data de implementação, representado no Apêndice VIII, e ainda a revisão feita aos sistemas de verificação que já se encontravam em funcionamento aquando do início do projeto. A revisão foi realizada seguindo todas as etapas definidas na metodologia, de forma a garantir se aquando da sua implementação se cumpriu com o conteúdo apresentado por estas.

Fazendo uma análise à tabela 11 podemos verificar que foram terminadas 74% das etapas.

Tabela 11 - Percentagem de etapas concluídas e em desenvolvimento.

Etapas	Percentagem de conclusão	Percentagem em desenvolvimento
Preparação dos modelos de referência	74	26
Normalização do processo de verificação (Instrução de trabalho)	74	26
Alteração do programa de produção para incluir a tarefa de verificação	74	26
Formação aos operadores que irão realizar a ação de verificação	74	26
Atualização do Plano de Controlo e do PFMEA do produto	74	26
Incluir os modelos de referência no Plano de Manutenção	74	26
Atualização da Matriz dos <i>Error Proofings</i>	74	26

Ainda pela análise à ficha de implementação e controlo é possível evidenciar que dos 19 postos de trabalho encontrados aquando da análise à área de FA, estão atualmente implementados 14 sistemas de verificação. Na figura 26 está exposta a sua evolução desde Janeiro até Junho, sendo que os três referentes ao mês de Janeiro já estavam em funcionamento, mas foram sujeitos a intervenção para garantir que a sua implementação cumpria com todas as etapas da metodologia definida. No Apêndice VIII encontra-se o plano de implementação completo, onde a data representa a semana de conclusão de implementação e ainda o estado destas.

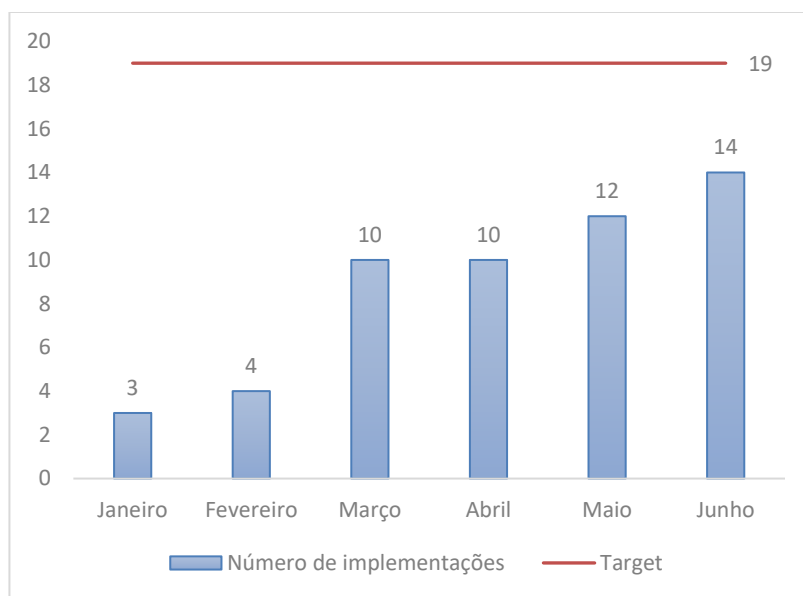


Figura 26 - Evolução da implementação de sistemas de verificação.

Na figura 27 está exposto o histórico de resultados das ações de verificação num determinado período, sendo possível identificar os sistemas de verificação implementados. Na lista aparecem 14 sistemas de verificação.

É importante realçar que nem sempre se realizam as verificações a todos os postos de trabalho diariamente, isto porque nem sempre há produção de todos os produtos. Quando não há produção de um dado produto, as ações de verificação ficam pendentes até ao dia em que se realize a produção do mesmo.

A implementação de cada sistema de verificação de EP leva à necessidade de incluir os detalhes do método utilizado no plano de controlo e no PFMEA do produto a que está associado. Na tabela 12 estão agrupados os sistemas implementados por produto. Esta ação levou à atualização de seis planos de controlo e seis PFMEA's.

APTIV

BRAGA - FIS

Home

Admin

Manuf.Eng

PC&L

Quality

Operations

HR

DCC

History

Mariages

Measurements

Stocks

FTQ/Alerts

Metrics

Tools/Jigs

Dashboards

LPA

Error-Proofings Verification Status

Date from :

2019-06-30

Until :

2019-07-04

✓ Pass

⚠ Failed

⚠ Warning

From Station Group:

- ALL -

Get Data

Verification Status by Station

Export List

Station	2019-06-30	2019-07-01	2019-07-02	2019-07-03	2019-07-04
MB-LN14-1		✓	✓	✓	✓
MB-LN8-1		✓	✓		
MF-LN14-3				⚠	
MF-LN14-5				✓	
MF-LN5-1		✓	✓	✓	✓
MF-LN6-1	✓	✓	✓	⚠	✓
MF-LN6-3	✓	✓	✓	✓	✓
MF-LN7-1	✓	✓	✓	✓	✓
MF-LN7-3	✓	✓	✓	✓	✓
MF-LN9-1		✓	✓	✓	✓
MF-LN9-3			✓	✓	⚠
MF-LPS-1		✓	✓		
MF-LPS-4		✓	✓		
MF-PSA-3		⚠	✓	✓	✓

Figura 27 - Histórico de verificações no fim do projeto.

Tabela 12 - Número de sistemas de verificação associados a cada produto.

Produto	Número de sistemas de verificação
A	1
B	6
C	3
D	1
E	2
F	1
G	0
H	0

Fazendo uma comparação entre a figura 26, a tabela 12 e o apêndice VIII, é possível concluir que a implementação dos sistemas de verificação está em fase de conclusão. Apesar dos produtos G e H apresentarem sistemas de visão instalados nas respectivas linhas de produção, estes produtos encontram-se ainda em fase de desenvolvimento e podem estar sujeitos a alterações a nível do seu *hardware* ou *software*, o que impede a preparação dos modelos de referência. Contudo foi estabelecida uma data de conclusão para a sua implementação, encontrando-se na fase de planeado.

Após a validação das etapas e a fim de completar a implementação de todos os sistemas de verificação, cobrindo os 100% de postos de trabalho que apresentam dispositivos de EP de deteção incorporados, foi realizada uma análise para identificar os restantes 17% de postos. Como resultado foram encontradas quatro linhas de produção na área da CBA (*Circuit Board Assembly*).

Elaborou-se então um plano para implementação dos sistemas de verificação associados a cada posto de trabalho, definindo-se uma data para a conclusão da sua implementação (Apêndice IX).

A última ação de melhoria implementada foi a elaboração de uma *Checklist* (Apêndice X) para garantir que, aquando do desenvolvimento de uma nova linha de produção, apenas se aprova a linha para produção corrente quando o sistema de verificação estiver implementado em todos os postos de trabalho com sistemas de verificação instalados.

Na tabela 13 estão representadas as evidências que atestam o cumprimento do requisito. Desta forma, é possível verificar que através da metodologia definida, das implementações terminadas e após a conclusão das implementações planeadas foi possível melhorar o cumprimento da cláusula 10.2.4 da norma IATF 16949:2016, passando este do nível 3 para o nível 4 na classificação inicialmente definida, ou seja, o cumprimento total do requisito.

Tabela 13 - Análise do estado atual do cumprimento do requisito 10.2.4 da IATF 16949:2016.

Requisito da cláusula 10.2.4 (IATF 16949:2016)	Evidências
Possuir um processo documentado para determinar o uso de metodologias adequadas de <i>Error Proofing</i>	A APTIV tem um procedimento para a verificação de <i>Error Proofing</i> .
Os detalhes do método usado sejam documentados como análise de risco (PFMEA - <i>Process Failure Mode Effects Analysis</i>) e as frequências de teste sejam documentadas no Plano de Controle	Através da metodologia definida para a implementação dos sistemas de verificação passa a ser possível garantir que o Plano de Controle e o PFMEA do produto a são atualizados.
Os resultados dos testes aos dispositivos sejam guardados	A APTIV apresenta uma opção na sua base de dados para guardar os resultados dos testes aos dispositivos de <i>Error Proofing</i> .
Definição de um plano de reação, no caso de ocorrer um problema nos dispositivos de <i>Error Proofing</i>	O plano de reação aquando de uma falha no sistema de verificação está definido no procedimento de verificação de <i>Error Proofing</i> e nas respetivas instruções de trabalho
Os modelos de referência (<i>Challenge Parts</i>) usados para verificar os dispositivos de <i>Error Proofing</i> estejam devidamente identificados, sejam controlados, verificados e calibrados	Os modelos de referência são identificados segundo o que está estabelecido no procedimento de verificação de <i>Error Proofing</i> , e a sua manutenção é realizada através da inclusão da matriz com os modelos de referência (Apêndice V) no plano de manutenção do posto de trabalho associado.

7. CONCLUSÃO

O presente projeto de dissertação teve como consequência a melhoria do Sistema de Gestão da Qualidade (SGQ) baseado na norma IATF 16949:2016 na AptivPort Services S.A, em Braga. O principal objetivo foi tornar o cumprimento total de todos os requisitos apresentados por este referencial normativo.

A primeira etapa foi a análise ao SGQ da organização com o intuito de fazer o levantamento das cláusulas da norma que apresentavam evidências de que o seu cumprimento poderia ser alvo de melhorias. Com base nesta análise, foi decidido que para o âmbito desta dissertação seriam abordadas duas cláusulas da norma, a 7.1.5.1.1 referente à análise de sistemas de medição (MSA - *Measurement System Analysis*) e a 10.2.4, associada à gestão de *Error Proofing*.

A análise de sistemas de medição era realizada segundo as linhas de orientação apresentadas pelo manual MSA 4ª Edição da AIAG. Contudo durante a análise ao SGQ foi perceptível que a organização não estava a cumprir com um requisito específico de cliente, apesar de este autorizar a realização dos estudos segundo a AIAG, diminuindo assim a probabilidade de lhe ser atribuída uma não conformidade maior durante uma auditoria ao SGQ. No sentido de cumprir com o requisito do cliente decidiu-se instituir a realização de estudos estatísticos segundo o método exposto pelo manual da VDA Volume 5. Esta iniciativa foi vista como uma oportunidade de melhoria pois iria permitir à organização apresentar dois métodos a todos os seus clientes e ainda ter a possibilidade de adaptar o método dependendo da situação em estudo, tornando-se assim mais competitiva.

Foi decidido iniciar a realização dos estudos na área dos plásticos. A escolha desta área deveu-se ao facto desta possuir os recursos necessários para a realização dos estudos segundo o manual em questão e ainda de nesta se encontrarem os sistemas de medição com menor complexidade, o que permitiu compreender o método apresentado pelo manual e definir um plano para a sua implementação.

O plano baseou-se na validação dos sistemas de medição (Estudo Tipo 1) e avaliação do processo de medição (Estudo Tipo 2). Este foi concluído com sucesso e a implementação do VDA 5 complementou-se com a definição de um plano de realização de estudos estatísticos na área dos plásticos para o ano de 2020.

A intervenção a nível da gestão de *Error Proofing* (EP) centrou-se na implementação de sistemas de verificação para os EPs de deteção (sistemas de visão). Esta oportunidade de melhoria surgiu por terem sido encontrados sistemas de visão ainda sem ação de verificação diária.

A estratégia de abordagem passou pela definição de uma metodologia de forma a *standardizar* o método de implementação dos sistemas de verificação, baseada nos requisitos da cláusula 10.2.4 da norma IATF 16949:2016 e ainda o desenvolvimento de documentos de suporte à implementação. Por representar 83% da totalidade de postos de trabalho com sistemas de visão incorporados, *Final Assembly* (FA) foi eleita como a área piloto com o intuito de apurar a exequibilidade da metodologia definida e a sua adaptação ao contexto da organização.

Foi definido um plano de implementação, baseado nas etapas definidas, para os 19 postos de trabalho identificados durante uma análise realizada à área de FA. Dos 19 postos, foram concluídas 74% das ações, o equivalente a 14 sistemas de verificação. Estes 14 representam os produtos que se encontram em produção corrente. As restantes 26% das ações em FA, correspondentes a 5 postos de trabalho, são relativas a dois produtos que ainda se encontram em fase de desenvolvimento (pré-séries) e que podem ainda ser alvo de alterações a nível do seu *hardware* ou *software*. Estas ações encontram-se em fase de implementação, com uma data de conclusão prevista. As datas de conclusão foram definidas tendo em conta a estabilização do processo de desenvolvimento do produto.

A metodologia definida aquando deste projeto, permite que, a tarefa de desenvolvimento e implementação de um sistema de verificação seja doravante realizado de uma forma mais sistematizada.

Após a validação da metodologia definida, procedeu-se à análise da área de CBA (*Circuit Board Assembly*), onde se localizavam os restantes 17% de postos de trabalho com sistemas de visão instalados, com o intuito de cobrir com 100% dos postos de trabalho que apresentam EP de deteção. Elaborou-se ainda um plano para a implementação do sistema de verificação em cada posto, apresentando uma data de conclusão.

A última ação desenvolvida durante a realização do projeto teve como objetivo a *standardização* do processo de implementação de sistemas de verificação, e centrou-se na concretização de uma *Checklist* para a aprovação de uma linha de modo a iniciar a produção corrente. Esta contempla não só o material necessário para a construção da linha, mas

também a elaboração dos modelos de referência e dos suportes para a sua colocação. A linha entrará em produção apenas quando esta apresentar todo o material necessário.

Fazendo uma análise aos objetivos definidos para este projeto, em cada uma das cláusulas da norma, é possível constatar que estes foram concluídos com sucesso, uma vez que se implementou totalmente o VDA 5 na área dos plásticos e que os sistemas de verificação que representam os produtos em produção corrente se encontram em execução diária.

A implementação do VDA 5, para além de cumprir com um requisito de cliente, trouxe vantagens para a organização. No entanto não é possível fazer uma comparação entre os dois métodos e afirmar que um tem claras vantagens sobre o outro. Isto porque, consoante a situação em análise torna-se possível escolher o método mais indicado para a realização do estudo MSA, coexistindo assim os dois métodos, MSA 4 e VDA 5.

Em relação aos sistemas de verificação dos dispositivos de EP de deteção, a mais valia advém da possibilidade de detetar anomalias, tais como desvios ou avarias nos sistemas de visão, permitindo a mitigação de erros e defeitos internos e no cliente.

A definição das metodologias e as ações concluídas durante esta dissertação deixaram o caminho aberto para se proceder ao alargamento das implementações às restantes áreas da organização.

Futuramente, em relação ao alargamento da implementação do VDA 5 para as restantes áreas, será realizada uma formação externa, endereçada aos responsáveis pela elaboração dos estudos MSA, com o intuito de dar os conhecimentos necessários para se garantir a continuidade de implementação e realização dos estudos segundo este manual, tal como foi feito no passado com os colaboradores intervenientes na implementação na área dos plásticos.

A breve prazo serão concretizadas as implementações aos sistemas de verificação de EP de deteção de CBA e dos produtos que se encontram em fase de desenvolvimento, completando-se assim a totalidade das áreas produtivas.

Findas todas as ações, será evidente o cumprimento total das cláusulas 7.1.5.1.1 e 10.2.4 da norma IATF 16949:2016 na AptivPort Services S.A, o que levará a uma nova avaliação e a atribuição de um nível de cumprimento total, o nível 4, a ambas.

Em suma, através da realização desta dissertação, foi possível observar que o cumprimento de um requisito de cliente pode trazer vantagens para a organização, uma vez que pode permitir adquirir novas metodologias. E que todas as características associadas com a

produção corrente devem ser garantidas durante a fase de desenvolvimento dos produtos/linhas de produção de modo a que sejam assegurados todos os requisitos.

As melhorias desenvolvidas no âmbito deste projeto, para além das vantagens que proporcionou a esta organização em particular, permite concluir que a revisão constante do cumprimento de todos os requisitos da norma IATF 16949:2016, junto com a análise dos requisitos específicos de cliente, deve ser um dos principais focos para todas as organizações certificadas, pois o incumprimento destes pode levar a uma não conformidade numa auditoria ao SGQ.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Automobilindustrie, V. der. (2011). *VDA 5- Capability of Measurement Processes*. (Henrich Druck und Medien GmbH, Ed.) (2ª Edição).
- Bastas, A., & Liyanage, K. (2018). ISO 9001 and Supply Chain Integration Principles Based Sustainable Development : A Delphi Study. *Sustainability*, 35. <https://doi.org/10.3390/su10124569>
- Beckert, S. F., & Paim, W. S. (2017). Critical analysis of the acceptance criteria used in measurement systems evaluation. *International Journal of Metrology and Quality Engineering*, 8, 23. <https://doi.org/10.1051/ijmqe/2017016>
- Beckert, S. F., Paladini, E. P., & Valentina, L. V. O. D. (2010). Analysis of the acceptable deviation for the measurement process established by the MSA and the VDA manuals. *WCE 2010 - World Congress on Engineering 2010*, 3(June 2014).
- Bounabri, N., El Oumri, A. A., Saad, E., Zerrouk, L., & Ibnlfassi, A. (2018). Barriers to ISO 9001 implementation in moroccan organizations: Empirical study. *Journal of Industrial Engineering and Management*, 11(1), 34–56. <https://doi.org/10.3926/jiem.2412>
- Calarge, F., & Davanso, J. C. (2004). Conceito de Dispositivos à Prova de Erros Utilizados na Meta do Zero Defeito em Processos de Manufatura. *REVISTA DE CIÊNCIA & TECNOLOGIA*, (December), 7–18.
- Coghlan, P., & Coghlan, D. (2002). Action research for operations management. *International Journal of Operations & Production Management*, 22. Retrieved from <http://www.emeraldinsight.com/0144-3577.htm%0ADownloaded>
- De Souza, J. M. (2016). PDCA e Lean Manufacturing: Estudo de Caso de Aplicação de Processos de Qualidade na Gráfica Alfa. *UNOPAR Científica Ciências Jurídicas e Empresariais = Revista de Ciências Jurídicas e Empresariais*, 17(1), 11. <https://doi.org/10.17921/1517-9427.2016v17n1p11-17>
- IATF. (2016). *Automotive Quality Management System Standard IATF 16949:2016*.
- IPQ, I. P. da Q. (2012). Vocabulário Internacional de Metrologia, (1ª Edição), 93. <https://doi.org/10.1017/CBO9781107415324.004>
- Klaput, P., Holeňová, A., & Plura, J. (2014). the Possibilities of Uncertainty Estimation Based on the Results of Measurement System Analysis. *Metal 2014*.
- Mainardes, E. W., & Lourenço, Luis Tontini, G. (2010). Percepções dos Conceitos de Qualidade

- e Gestão pela Qualidade Total: estudo de caso na universidade. *Revista Gestão.Org*, 8(2), 279–297.
- Marques, J. (2014). A aplicação de Dispositivos Poka - Yoke na melhoria do processo produtivo.
- Michalos, G., Makris, S., Papakostas, N., Mourtzis, D., & Chryssolouris, G. (2010). Automotive assembly technologies review: challenges and outlook for a flexible and adaptive approach. *CIRP Journal of Manufacturing Science and Technology*, 2(2), 81–91. <https://doi.org/10.1016/j.cirpj.2009.12.001>
- Mikulová, P., & Plura, J. (2018). Comparison of Approaches to Gauge Repeatability and Reproducibility Analysis. *MATEC Web of Conferences*, 183, 03015. <https://doi.org/10.1051/matecconf/201818303015>
- Montgomery, D. C., & Borror, C. M. (2017). Systems for modern quality and business improvement. *Quality Technology and Quantitative Management*, 14(4), 343–352. <https://doi.org/10.1080/16843703.2017.1304032>
- NP EN ISO 9000. (2015). *Sistemas de Gestão da Qualidade - Fundamentos e vocabulário. Instituto Portugues da Qualidade* (Vol. 7). <https://doi.org/10.1007/s13398-014-0173-7.2>
- NP EN ISO 9001. (2015). *Sistemas de Gestão da Qualidade: Requisitos*. Instituto Portugues da Qualidade.
- Oliveira, O. (2006). *Gestão da Qualidade: Tópicos avançados*. (S. P. P. T. Learning, Ed.). Retrieved from <https://books.google.pt/books?id=V1mWlluO3x4C&printsec=frontcover&hl=pt-PT#v=onepage&q&f=false>
- Pai, F. Y., Yeh, T. M., & Hung, Y. H. (2015). Analysis on accuracy of bias, linearity and stability of measurement system in ball screw processes by simulation. *Sustainability (Switzerland)*, 7(11), 15464–15486. <https://doi.org/10.3390/su71115464>
- Pires, A. R. (2007). *Qualidade: sistemas de gestão da qualidade*. (E. Silabo, Ed.).
- Realyvásquez-Vargas, A., Arredondo-Soto, K., Carrillo-Gutiérrez, T., & Ravelo, G. (2018). Applying the Plan-Do-Check-Act (PDCA) Cycle to Reduce the Defects in the Manufacturing Industry. A Case Study. *Applied Sciences*, 8(11), 2181. <https://doi.org/10.3390/app8112181>
- Sampaio, P., & Saraiva, P. (2011). *Qualidade e as normas ISO 9000: mitos, verdades e consequências*. (Verlag Dashofer, Ed.).
- Santos. (2018). *Sistemas Integrados de Gestão- Qualidade, Ambiente e Segurança*.

(PUBLINDUSTRIA, Ed.) (3ª Edição).

Santos, M., & Neto, H. V. (2018). A norma IATF 16949:2016: mudanças, transição, caminhos e oportunidades. *Cesqua*, (1), 69–91.

Shenoy, V. (2016). Error proofing : Effective tool for output efficiency. *International Journal of Engineering Research and Modern Education*, 1(1), 504–507.

Shingo, S., & Dillon, A. . (1986). *Zero Quality Control: Source Inspection and the Poka-Yoke System*. (Taylor & Francis Inc, Ed.). Retrieved from <https://books.google.pt/books?id=gkE8K7axQbYC&printsec=frontcover&hl=pt-PT#v=snippet&q=poka&f=false>

Simion, C. (2016). Evaluation of an attributive measurement system in the automotive industry. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 145(5). <https://doi.org/10.1088/1757-899X/145/5/052005>

Tiscareño, J., Santolaria, J., & Albajez, J. A. (2017). Measurement procedure for application of white light scanner in the automotive sector. *Procedia Manufacturing*, 13, 565–572. <https://doi.org/10.1016/j.promfg.2017.09.094>

Tüzün, E., Tekinerdogan, B., Macit, Y., & İnce, K. (2019). Adopting integrated application lifecycle management within a large-scale software company: An action research approach. *Journal of Systems and Software*, 149, 63–82. <https://doi.org/10.1016/j.jss.2018.11.021>

Westphal, G. (2017). Centro tecnológico de Joinville MSA e VDA 5: Uma metodologia integrada para análise.

APÊNDICE I – CHECKLIST IATF 16949:2016

Cláusula da norma				Nível de cumprimento dos requisitos	
4	4.1			4	
	4.2			4	
	4.3	4.3.1		4	
		4.3.2		4	
	4.4	4.4.1	4.4.1.1	4	
			4.4.1.2	4	
		4.4.2		4	
5	5.1	5.1.1	5.1.1.1	4	
			5.1.1.2	4	
			5.1.1.3	4	
			5.1.2		4
		5.2	5.2.1		4
	5.2.2		4		
	5.3	5.3.1		4	
		5.3.2		4	
	6	6.1	6.1.1		4
6.1.2					4
			6.1.2.1		4
			6.1.2.2		4
			6.1.2.3		4
6.2		6.2.1		4	
		6.2.2		4	
			6.2.2.1	4	
6.3			4		
7	7.1	7.1.1		4	
		7.1.2		4	
				4	
		7.1.3	7.1.3.1		4
		7.1.4		4	
		7.1.4.1		4	
		7.1.5.1		4	
			7.1.5.1.1	2	
		7.1.5.2		4	
			7.1.5.2.1	4	
		7.1.5.3		4	
			7.1.5.3.1	4	
			7.1.5.3.2	4	
7.1.6			4		

Legenda:

1

Potencial Não Conformidade Maior

2

Potencial Não Conformidade Menor

3

Potencial Oportunidade de Melhoria

4

Em Conformidade

Legenda:

1	Potencial Não Conformidade Maior
2	Potencial Não Conformidade Menor
3	Potencial Oportunidade de Melhoria
4	Em Conformidade

Cláusula da norma			Nível de cumprimento dos requisitos
7	7.2	7.2.1	4
		7.2.2	4
		7.2.3	4
		7.2.4	4
	7.3	7.3.1	4
		7.3.2	4
		7.4	4
	7.5	7.5.1	4
		7.5.1.1	4
		7.5.2	4
		7.5.3	4
		7.5.3.2	4
		7.5.3.2.1	4
		7.5.3.2.1.1	4
8	8.1	8.1.1	4
		8.1.2	4
	8.2	8.2.1	4
		8.2.1.1	4
		8.2.2	4
		8.2.2.1	4
		8.2.3	4
		8.2.3.1	4
		8.2.3.1.1	4
		8.2.3.1.2	4
		8.2.3.1.3	4
		8.2.3.2	4
		8.2.4	4
	8.3	8.3.1	4
		8.3.1.1	4
		8.3.2	4
		8.3.2.1	4
		8.3.2.2	4
		8.3.3	4
		8.3.3.1	4
		8.3.3.2	4
		8.3.3.3	4
		8.3.4	4
		8.3.4.1	4
		8.3.4.2	4
		8.3.4.3	4
		8.3.4.4	4
		8.3.5	4
		8.3.5.1	4
		8.3.5.2	4
		8.3.6	4
		8.3.6.1	4

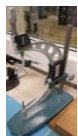
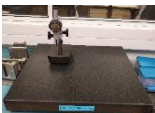
Cláusula da norma				Nível de cumprimento dos requisitos
8	8.4	8.4.1		4
			8.4.1.1	4
			8.4.1.2	4
			8.4.1.3	4
		8.4.2		4
			8.4.2.1	4
			8.4.2.2	4
			8.4.2.3	4
			8.4.2.3.1	4
			8.4.2.4	4
			8.4.2.4.1	4
			8.4.2.5	4
		8.4.3		4
			8.4.3.1	4
	8.5	8.5.1		4
			8.5.1.1	4
			8.5.1.2	4
			8.5.1.3	4
			8.5.1.4	4
			8.5.1.5	4
			8.5.1.6	4
			8.5.1.7	4
		8.5.2		4
			8.5.2.1	4
		8.5.3		4
		8.5.4		4
			8.5.4.1	4
		8.5.5		4
			8.5.5.1	4
			8.5.5.2	4
		8.5.6		4
			8.5.6.1	4
			8.5.6.1.1	4
	8.6			4
		8.6.1		4
		8.6.2		4
		8.6.3		4
		8.6.4		4
		8.6.5		4
		8.6.6		4

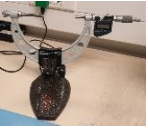
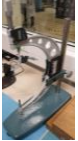
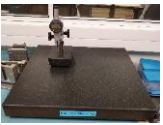
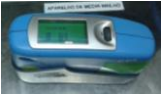
Cláusula da norma				Nível de cumprimento dos requisitos	
8	8.7	8.7.1		4	
			8.7.1.1	4	
			8.7.1.2	4	
			8.7.1.3	4	
			8.7.1.4	4	
			8.7.1.5	4	
			8.7.1.6	4	
			8.7.1.7	4	
	8.7.2		4		
9	9.1	9.1.1		4	
			9.1.1.1	4	
			9.1.1.2	4	
			9.1.1.3	4	
		9.1.2		4	
			9.1.2.1	4	
				4	
		9.1.3	9.1.3.1	4	
	9.2	9.2.1		4	
		9.2.2		4	
			9.2.2.1	4	
			9.2.2.2	4	
			9.2.2.3	4	
			9.2.2.4	4	
		9.3	9.3.1		4
				9.3.1.1	4
	9.3.2			4	
			9.3.2.1	4	
	9.3.3			4	
			9.3.3.1	4	
10	10.1			4	
	10.2	10.2.1		4	
		10.2.2		4	
		10.2.3		4	
		10.2.4		3	
		10.2.5		4	
		10.2.6		4	
	10.3			4	
		10.3.1		4	

APÊNDICE II – FICHA DE PLANEAMENTO E CONTROLO DA REALIZAÇÃO DE ESTUDOS SEGUNDO A VDA 5

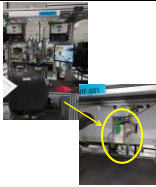
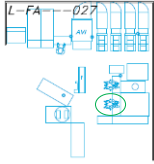
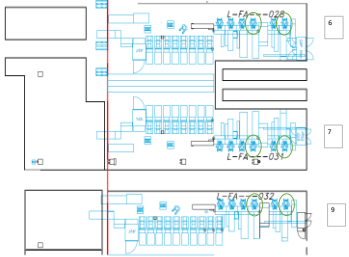
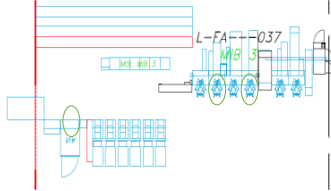
APTIV Advanced Safety & User Experience

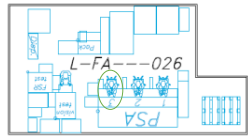
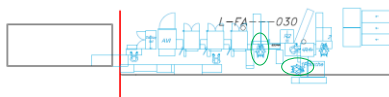
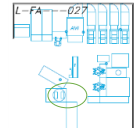
VDA 5

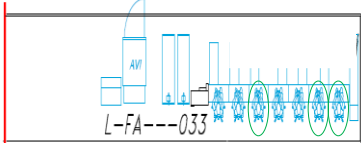
Edifício	Tipo de Equipamento	Equipamento	Tipo de estudo	Data de previsão (Semana)	Data de realização (Semana)	Relatório	Estado
2	Paquímetro 150mm		Tipo 1	15	15	 Estudo Tipo 1 Paquímetro 150 mm	Concluído
2	Paquímetro 300mm		Tipo 1	15	15	 Estudo Tipo 1 Paquímetro 300 mm	Concluído
2	Micrómetro 25mm		Tipo 1	15	15	 Estudo Tipo 1 Micrómetro 25 mm	Concluído
2	Micrómetro 150mm		Tipo 1	16	16	 Estudo Tipo 1 Micrómetro 150 mm	Concluído
2	Micrómetro 300mm		Tipo 1	16	16	 Estudo Tipo 1 Micrómetro 300 mm	Concluído
2	Relógio Comparador		Tipo 1	16	16	 Estudo Tipo 1 Relógio Comparador	Concluído
2	Microscópio		Tipo 1	17	16	 Estudo Tipo 1 Microscópio	Concluído
2	Medidor de brilho		Tipo 1	17	17	 Estudo Tipo 1 Medidor de brilho	Concluído
2	Medidor de espessura		Tipo 1	17	17	 Estudo Tipo 1 Medidor de espessura	Concluído
2	Medidor de cor		Tipo 1	18	22	 Estudo Tipo 1 Medidor de cor	Concluído

Edifício	Tipo de Equipamento	Equipamento	Tipo de estudo	Data de previsão (Semana)	Data de realização (Semana)	Relatório	Estado
2	Paquímetro 150mm		Tipo 2	19	24	 Estudo Tipo 2 Paquímetro 150 mm	Concluído
2	Paquímetro 300mm		Tipo 2	19	23	 Estudo Tipo 2 Paquímetro 300 mm	Concluído
2	Micrómetro 25mm		Tipo 2	20	25	 Estudo Tipo 2 Micrometro 25 mm	Concluído
2	Micrómetro 150mm		Tipo 2	20	19	 Estudo Tipo 2 Micrómetro 150 mm	Concluído
2	Micrómetro 300mm		Tipo 2	21	25	 Estudo Tipo 2 Micrómetro 300 mm	Concluído
2	Microscópio		Tipo 2	21	26	 Estudo Tipo 2 Microscópio	Concluído
2	Relógio Comparador		Tipo 2	22	24	 Estudo Tipo 2 Relógio comparador	Concluído
2	Medidor de brilho		Tipo 2	22	23	 Estudo Tipo 2 Medidor de brilho	Concluído
2	Medidor de espessura		Tipo 2	23	23	 Estudo Tipo 2 Medidor de espessura	Concluído
2	Medidor de cor		Tipo 2	23	22	 Estudo Tipo 2 Medidor de cor	Concluído

APÊNDICE III – MATRIZ COM O LEVANTAMENTO DOS *ERROR PROOFING*

Edifício	Área	Produto	Linha	Workplace	Sistema de visão	Verificação	Layout
1	FA	Produto A	5	1		Verificação da estrutura plástica	
1	FA	Produto B	6, 7 e 9	1		Verificação do cabo FFC	
				3		Verificação do cabo FFC e do cabo da ventoinha	
1	FA	Produto C	14	3		Verificação do cabo da ventoinha	
				5		Verificação do parafuso central	
				6		Verificação da foil e da blenda	

Edifício	Área	Produto	Linha	Workplace	Sistema de visão	Verificação	Layout
1	FA	Produto D	13	2		Verificação da conexão do cabo B2B nas duas extremidades	
1	FA	Produto E	8	1		Verificação das esponjas	
				4		Verificação dos cabos, dos botões, da presença da película e das esponjas	
1	FA	Produto F	5	1		Verificação do cabo da ventoinha	

Edifício	Área	Produto	Linha	Workplace	Sistema de visão	Verificação	Layout
1	FA	Produto G	10	1		Verificação da presença da pasta dissipativa	
				2		Verificação da presença da pasta dissipativa	
				5		Verificação do conector ca ventoinha e do percurso do cabo	
1	FA	Produto H	15	1		Verificação dos cabos do display, das esponjas, da ficha da placa e da conexão do altifalante	
				2		Verificação dos cabos	

APÊNDICE IV – INSTRUÇÃO DE TRABALHO

[illegible]

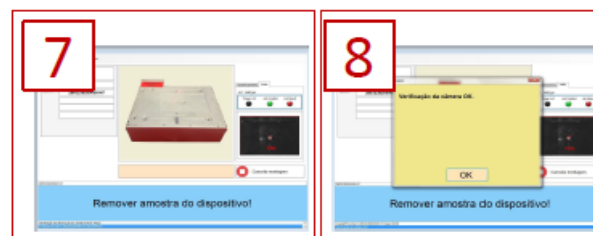
Processo / Modelo:	Verificação do Sistema de Visão
Lugar:	Linha 14 - Posto 5
Ref. Doc.:	
Sinalética de Segurança:	<Quando aplicável>

[illegible]

	Realizado por:	Verificado por:	Aprovado por:
Data:			
Função:	Customer Satisfaction		
Nome:	Sara Carpinheiro		

Notas Importantes:

Não arrancar as fitas de modo a que o dispositivo funcione corretamente.



Processo / Modelo:	Verificação do Sistema de Visão
--------------------	---------------------------------

Lugar:	Linha 14 - Posto 5
--------	--------------------

Ref. Doc.:

Sinalética de Segurança: <Quando aplicável>



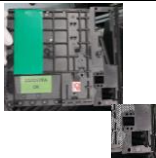
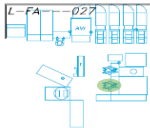
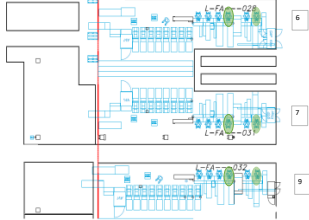
Notas Importantes:

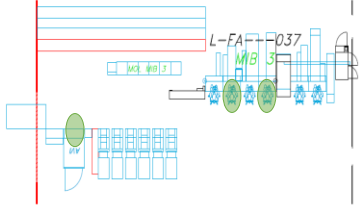
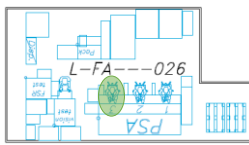
Não arrancar as fitas de modo a que o dispositivo funcione corretamente.

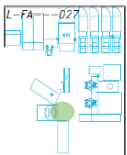
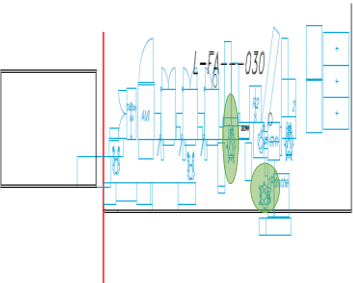
[illegible]

	Realizado por:	Verificado por:	Aprovado por:
Data:			
Função:	Customer Satisfaction		
Nome:	Sara Capinheiro		

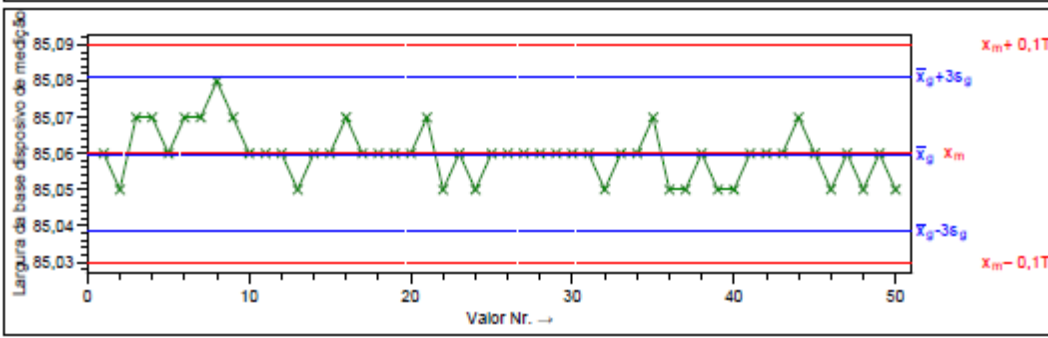
APÊNDICE V – MATRIZ COM OS MODELOS DE REFERÊNCIA

APTIV ADVANCED SAFETY & USER EXPERIENCE													
Error Proofing Matrix													
Edifício	Área	Produto	Linha	Posto de trabalho	Verificação	Sistema de visão	AVI	Instrução de trabalho do sistema de verificação	Identificação do modelo de referência	Modelo de referência OK	Modelo de referência NOK	Critérios de verificação dos modelos	Layout
1	FA	Produto A	5	1	Verificação da estrutura de plástico		AVIF-001	 BRAG WI 1140.00.585	FA.CP07.LNSBX.WP1 (NOK); FA.CP08.LNSBX.WP1(OK);			*Verificação das etiquetas dos modelos de referência (Sinais de desgaste, danos e/ou falta) *Condição das etiquetas *Verificação do estado dos componentes que o sistema de visão controla (Ver imagens dos modelos de referência OK e NOK)	
1	FA	Produto B	6	1	Inserção do cabo FFC		AVI-011	 BRAG WI 1140.00.586	FA.CP02.LN679.WP1 (OK); FA.CP03.LN679.WP1 (NOK);			*Verificação das etiquetas dos modelos de referência (Sinais de desgaste, danos e/ou falta) *Condição das etiquetas *Verificação do estado dos componentes que o sistema de visão controla (Ver imagens dos modelos de referência OK e NOK)	
			7				AVI-015		FA.CP01.LN679.WP1 (OK); FA.CP04.LN679.WP1 (NOK);				
			9				AVI-018		FA.CP05.LN679.WP1 (NOK); FA.CP06.LN679.WP1 (OK);				
		6	3	Inserção do cabo FFC e colocação correta do cabo da ventoinha		AVI-012	 ESEW_5-3_MG-BRG_01-03_PT	FA.CP12.LN679.WP3 (OK); FA.CP13.LN679.WP3 (NOK);			*Verificação das etiquetas dos modelos de referência (Sinais de desgaste, danos e/ou falta) *Condição das etiquetas *Verificação do estado dos componentes que o sistema de visão controla (Ver imagens dos modelos de referência OK e NOK)		
		7				AVI-016		FA.CP09.LN679.WP3 (NOK); FA.CP10.LN679.WP3 (OK);					
		9				AVI-017		FA.CP11.LN679.WP3 (NOK); FA.CP14.LN679.WP3 (OK);					

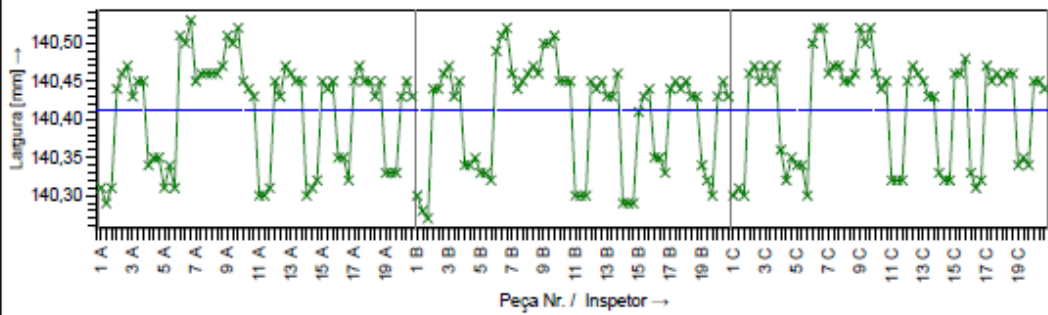
Edifício	Área	Produto	Linha	Posto de trabalho	Verificação	Sistema de visão	AVI	Instrução de trabalho do sistema de verificação	Identificação do modelo de referência	Modelo de referência OK	Modelo de referência NOK	Critérios de verificação dos modelos	Layout
1	FA	Produto C	14	3	Montagem do conector da ventoinha		AVI- 063		FA.CP15.LN14.WP3 (NOK); FA.CP16.LN14.WP3 (OK);			*Verificação das etiquetas dos modelos de referência (Sinais de desgaste, danos e/ou falta) *Condição das etiquetas *Verificação do estado dos componentes que o sistema de visão controla (Ver imagens dos modelos de referência OK e NOK)	
				5	Presença do parafuso central		AVI- 064		FA.CP17.LN14.WP5 (OK); FA.CP18.LN14.WP5 (NOK);				
				6	Presença da fol e da blenda assy check		AVI-065		FA.CP19.LN14.WP6 (OK); FA.CP20.LN14.WP6 (OK); FA.CP21.LN14.WP6 (NOK);				
1	FA	Produto D	13	2	Montagem do cabo B2B		AVI- 054 AVI-055		FA.CP22.LN13.WP2 (NOK); FA.CP23.LN13.WP2 (OK);			*Verificação das etiquetas dos modelos de referência (Sinais de desgaste, danos e/ou falta) *Condição das etiquetas *Verificação do estado dos componentes que o sistema de visão controla (Ver imagens dos modelos de referência OK e NOK)	

Edifício	Área	Produto	Linha	Posto de trabalho	Verificação	Sistema de visão	AVI	Instrução de trabalho do sistema de verificação	Identificação do modelo de referência	Modelo de referência OK	Modelo de referência NOK	Critérios de verificação dos modelos	Layout
1	FA	Produto F	5	1	Posição do cabo da ventoinha		AVI- 062	 ESEW_5-3_MG-BRG_01-08_PT	FA.CP32.LN5.WP1 (OK); FA.CP33.LN5.WP1 (NOK);			*Verificação das etiquetas dos modelos de referência (Sinais de desgaste, danos e/ou falta) *Condição das etiquetas *Verificação do estado dos componentes que o sistema de visão controla (Ver imagens dos modelos de referência OK e NOK)	
1	FA	Produto E	8	1	Presença das esponjas de proteção e das borrachas de contacto		AVI- 056	 ESEW_5-3_MG-BRG_01-09_PT	FA.CP24.LN8.WP1 (OK); FA.CP25.LN8.WP1 (NOK);			*Verificação das etiquetas dos modelos de referência (Sinais de desgaste, danos e/ou falta) *Condição das etiquetas *Verificação do estado dos componentes que o sistema de visão controla (Ver imagens dos modelos de referência OK e NOK)	
				4	Inserção das fitas, presença das esponjas e do botão		AVI - 057 AVI - 058 AVI - 059 AVI - 060 AVI - 061	 ESEW_5-3_MG-BRG_01-10_PT	FA.CP26.LN8.WP4 (OK); FA.CP27.LN8.WP4 (NOK); FA.CP28.LN8.WP4 (OK); FA.CP29.LN8.WP4 (NOK)				

APÊNDICE VI – RELATÓRIO DO ESTUDO TIPO 1 DO PAQUÍMETRO SEGUNDO A VDA5

		Análise dos Sistemas de Medição		Pagina 1 / 1																																																																																																	
Data/Hora	12/04/2019	No. do Opr.	NN	Dept./Cust./Prod.	NN																																																																																																
Meio de Medição		Padrão		Característica																																																																																																	
Nome Meio Med.		Nome do Padrão Socket wheel		Caract.Nome Largura da base dispositivo de m																																																																																																	
Nr.Meio Med.		Padrão Nr. 28321152		Carct.Nr. 1																																																																																																	
Resol.Meio Med. 0,01		Padrão Valor Rea 85,06		Medida N 85,060 LSE 85,210 Δ 0,150																																																																																																	
Motivo Insp. Validação do equipamento		Unid. mm		Unid. mm LIE 84,910 Δ -0,150																																																																																																	
Observação																																																																																																					
																																																																																																					
1	85,060	1	85,070	1	85,060																																																																																																
2	85,050	7	85,070	12	85,060																																																																																																
3	85,070	8	85,080	13	85,050																																																																																																
4	85,070	9	85,070	14	85,060																																																																																																
5	85,060	10	85,060	15	85,060																																																																																																
16	85,070	21	85,070	21	85,070																																																																																																
17	85,060	22	85,050	22	85,050																																																																																																
18	85,060	23	85,060	23	85,060																																																																																																
19	85,060	24	85,050	24	85,050																																																																																																
20	85,060	25	85,060	25	85,060																																																																																																
26	85,060	31	85,060	36	85,060																																																																																																
27	85,060	32	85,050	37	85,050																																																																																																
28	85,060	33	85,060	38	85,060																																																																																																
29	85,060	34	85,060	39	85,050																																																																																																
30	85,060	35	85,070	40	85,050																																																																																																
41	85,060	46	85,050	46	85,050																																																																																																
42	85,060	47	85,060	47	85,060																																																																																																
43	85,060	48	85,050	48	85,050																																																																																																
44	85,070	49	85,060	49	85,060																																																																																																
45	85,060	50	85,050	50	85,050																																																																																																
<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2">Valores de Desenho</th> <th colspan="2">Valores Medidos</th> <th colspan="2">Valores Estatísticos</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>$x_m + 0,1T$</td> <td>= 85,09000</td> <td>$x_{m\min g}$</td> <td>= 85,080</td> <td>$\bar{x}_g + 3s_g$</td> <td>= 85,08122</td> </tr> <tr> <td>x_m</td> <td>= 85,06000</td> <td>$x_{m\min g}$</td> <td>= 85,050</td> <td>$\bar{x}_g$</td> <td>= 85,05980</td> </tr> <tr> <td>$x_m - 0,1T$</td> <td>= 85,03000</td> <td>R_g</td> <td>= 0,030</td> <td>$\bar{x}_g - 3s_g$</td> <td>= 85,03838</td> </tr> <tr> <td>0,2T</td> <td>= 0,06000</td> <td>n_{tot}</td> <td>= 50</td> <td>$6s_g$</td> <td>= 0,04284</td> </tr> <tr> <td>T</td> <td>= 0,300</td> <td></td> <td></td> <td>s_g</td> <td>= 0,00714</td> </tr> <tr> <td>Unidade</td> <td>= mm</td> <td></td> <td></td> <td>$\bar{u}$</td> <td>= 0,00020000</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td>n_{eff}</td> <td>= 50</td> </tr> <tr> <td colspan="6"> 0,07% </td> </tr> <tr> <td colspan="6">Resultados dos Testes :</td> </tr> <tr> <td>Resolução</td> <td>%RE = 3,33%</td> <td></td> <td>$T_{\min}(\%RE)$</td> <td>=</td> <td>0,200</td> </tr> <tr> <td>%EV = $\frac{EV}{T}$</td> <td>= 14,28%</td> <td></td> <td>$T_{\min}(\%EV)$</td> <td>=</td> <td>0,286</td> </tr> <tr> <td>$C_g = \frac{0,2T}{6s_g}$</td> <td>= 1,12 $\pm$ 1,40 $\pm$ 1,68</td> <td></td> <td>$T_{\min}(C_g)$</td> <td>=</td> <td>0,285</td> </tr> <tr> <td>$C_{gk} = \frac{0,1T - \bar{x}_g - x_m }{3s_g}$</td> <td>= 1,10 $\pm$ 1,39 $\pm$ 1,68</td> <td></td> <td>$T_{\min}(C_{gk})$</td> <td>=</td> <td>0,287</td> </tr> <tr> <td colspan="6">Sistema de Medição Aceitável (%RE,min,Cg,Cgk) </td> </tr> <tr> <td colspan="6">© Q-DAS Measurement Process Qualification (06/2013): Type 1 - (Cg/Cgk study)</td> </tr> </tbody> </table>						Valores de Desenho		Valores Medidos		Valores Estatísticos		$x_m + 0,1T$	= 85,09000	$x_{m\min g}$	= 85,080	$\bar{x}_g + 3s_g$	= 85,08122	x_m	= 85,06000	$x_{m\min g}$	= 85,050	$\bar{x}_g$	= 85,05980	$x_m - 0,1T$	= 85,03000	R_g	= 0,030	$\bar{x}_g - 3s_g$	= 85,03838	0,2T	= 0,06000	n_{tot}	= 50	$6s_g$	= 0,04284	T	= 0,300			s_g	= 0,00714	Unidade	= mm			$\bar{u}$	= 0,00020000					n_{eff}	= 50	0,07%						Resultados dos Testes :						Resolução	%RE = 3,33%		$T_{\min}(\%RE)$	=	0,200	%EV = $\frac{EV}{T}$	= 14,28%		$T_{\min}(\%EV)$	=	0,286	$C_g = \frac{0,2T}{6s_g}$	= 1,12 $\pm$ 1,40 $\pm$ 1,68		$T_{\min}(C_g)$	=	0,285	$C_{gk} = \frac{0,1T - \bar{x}_g - x_m }{3s_g}$	= 1,10 $\pm$ 1,39 $\pm$ 1,68		$T_{\min}(C_{gk})$	=	0,287	Sistema de Medição Aceitável (%RE,min,Cg,Cgk) 						© Q-DAS Measurement Process Qualification (06/2013): Type 1 - (Cg/Cgk study)					
Valores de Desenho		Valores Medidos		Valores Estatísticos																																																																																																	
$x_m + 0,1T$	= 85,09000	$x_{m\min g}$	= 85,080	$\bar{x}_g + 3s_g$	= 85,08122																																																																																																
x_m	= 85,06000	$x_{m\min g}$	= 85,050	$\bar{x}_g$	= 85,05980																																																																																																
$x_m - 0,1T$	= 85,03000	R_g	= 0,030	$\bar{x}_g - 3s_g$	= 85,03838																																																																																																
0,2T	= 0,06000	n_{tot}	= 50	$6s_g$	= 0,04284																																																																																																
T	= 0,300			s_g	= 0,00714																																																																																																
Unidade	= mm			$\bar{u}$	= 0,00020000																																																																																																
				n_{eff}	= 50																																																																																																
0,07%																																																																																																					
Resultados dos Testes :																																																																																																					
Resolução	%RE = 3,33%		$T_{\min}(\%RE)$	=	0,200																																																																																																
%EV = $\frac{EV}{T}$	= 14,28%		$T_{\min}(\%EV)$	=	0,286																																																																																																
$C_g = \frac{0,2T}{6s_g}$	= 1,12 $\pm$ 1,40 $\pm$ 1,68		$T_{\min}(C_g)$	=	0,285																																																																																																
$C_{gk} = \frac{0,1T - \bar{x}_g - x_m }{3s_g}$	= 1,10 $\pm$ 1,39 $\pm$ 1,68		$T_{\min}(C_{gk})$	=	0,287																																																																																																
Sistema de Medição Aceitável (%RE,min,Cg,Cgk) 																																																																																																					
© Q-DAS Measurement Process Qualification (06/2013): Type 1 - (Cg/Cgk study)																																																																																																					
Data	Assinatura		Seção																																																																																																		
12/04/2019	11 / 181031 GC_1_me.def		Estudo tipo 1 paquímetro 150 mm.DFQ																																																																																																		

APÊNDICE VII – RELATÓRIO DO ESTUDO TIPO 2 DO RELÓGIO COMPARADOR SEGUNDO A VDA5

		Análise dos Sistemas de Medição		Pagina 1 / 3											
Data/Hora 11/06/2019		No. do Opnr. NN		Dept./Cust./Prod. NN											
Posto de Inspeção															
Meio de Medição		Padrão		Característica											
Nome Meio Med. Clock 12.7 mm		Nome do Padrão		Caract.Nome Largura											
Nr.Meio Med. 11146326		Padrão Nr.		Carct.Nr. 2											
Resol.Meio Med. 0,01		Padrão Valor Rea		Medida N 140,500 LSE 140,770 $\hat{\Delta}$ 0,270											
Motivo Insp. Avaliação do sistema de n		Unid. mm		Unid. mm LIE 140,230 $\hat{\Delta}$ -0,270											
Observação															
															
n	X _{A1}	X _{A2}	X _{A3}	X _{g1}	S _{g1}	X _{B1}	X _{B2}	X _{B3}	X _{g2}	S _{g2}	X _{C1}	X _{C2}	X _{C3}	X _{g3}	S _{g3}
1	140,310	140,290	140,310	140,303	0,0115	140,300	140,280	140,270	140,283	0,0153	140,300	140,310	140,300	140,303	0,0058
2	140,440	140,480	140,470	140,456	0,0153	140,440	140,440	140,480	140,446	0,0115	140,480	140,470	140,450	140,460	0,0100
3	140,430	140,450	140,450	140,443	0,0115	140,470	140,430	140,450	140,450	0,0200	140,470	140,450	140,470	140,463	0,0115
4	140,340	140,350	140,350	140,348	0,0058	140,340	140,340	140,350	140,343	0,0058	140,380	140,320	140,350	140,343	0,0208
5	140,310	140,340	140,310	140,320	0,0173	140,330	140,330	140,320	140,326	0,0058	140,340	140,340	140,300	140,326	0,0231
6	140,510	140,500	140,530	140,513	0,0153	140,490	140,510	140,520	140,506	0,0153	140,500	140,520	140,520	140,513	0,0115
7	140,450	140,480	140,480	140,456	0,0058	140,480	140,440	140,450	140,450	0,0100	140,480	140,470	140,470	140,486	0,0058
8	140,480	140,460	140,470	140,463	0,0058	140,480	140,470	140,480	140,463	0,0058	140,450	140,450	140,460	140,453	0,0058
9	140,510	140,500	140,520	140,510	0,0100	140,500	140,500	140,510	140,503	0,0058	140,520	140,500	140,520	140,513	0,0115
10	140,450	140,440	140,430	140,440	0,0100	140,450	140,450	140,450	140,450	0,0000	140,480	140,440	140,450	140,450	0,0100
Variância		Desvio-padrão		Nível de Confiança 1-α = 95,000%											
Repetitividade		0,00012722		0,011279		EV = 0,010015 ≤ 0,011279 ≤ 0,0121		%EV =		12,53%					
Reprodutibilidade		0,000026942		0,0051809		AV = 0,0019985 ≤ 0,0051809 ≤ 0,01		%AV =		5,76%					
Interação		0,000026491		0,0051470		IA = 0,00000 ≤ 0,0051470 ≤ 0,0081		%IA =		5,72%					
		0,00018056		0,013437		= 0,012589 ≤ 0,013437 ≤ 0,0361		%		14,93%					
Dispersão das Peças		0,0050003		0,070713		PV = 0,048602 ≤ 0,070713 ≤ 0,1081		%PV =		78,57%					
Dispersão total		0,0051809		0,071978		TV = 0,072									
Design(F,3,25000,10,0)						Medida de referência									
Número de Medições = 3						Dispersão do Processo = 0									
Número de Inspetores = 3						Tolerância = 0,540									
Quantidade de Peças = 20						Valor de Cpk prescrito =									
Resolução		%RE =		1,85%		0		5							
				= 7		0		5							
				= 14,93%		0		15		30					
				= T _{min} (%)		=		0,537							
				= T _{min} (%)		=		0,269							
Sistema de Medição Aceitável (%RE,min,%)										😊					
© Q-DAS Measurement Process Qualification (06/2013): Type 2 - ANOVA (tolerance)															

Data 11/06/2019 Assinatura 11 / 181031 GC_1_me.def Delphi Autom Syst. Portugal S. A. Seção Estudo tipo 2 Clock.DFQ

APÊNDICE VIII – FICHA DE IMPLEMENTAÇÃO E CONTROLO DOS SISTEMAS DE VERIFICAÇÃO DOS *ERROR PROOFING*

Área	Produto	Linha	Posto de trabalho	Ações	Responsável	Data (Semana)	Estado
FA	Produto A	5	1	Revisão dos modelos de referência	Sara Carpinteiro	2	Concluído
				Revisão da instrução de trabalho	Sara Carpinteiro	2	Concluído
				Revisão do programa de produção para verificar a tarefa de verificação	AM	2	Concluído
				Análise da aptidão dos operadores que realizam a ação de verificação	Sara Carpinteiro / JD	2	Concluído
				Incluir os modelos de referência no Plano de Manutenção	Sara Carpinteiro /AG	2	Concluído
				Revisão do Plano de Controle e do PFMEA do produto	JG / JA	2	Concluído
				Revisão da Matriz dos Error Proofings	Sara Carpinteiro	2	Concluído
FA	Produto B	6	1	Revisão dos modelos de referência	Sara Carpinteiro	3	Concluído
				Revisão da instrução de trabalho	Sara Carpinteiro	3	Concluído
				Revisão do programa de produção para verificar a tarefa de verificação	AM	3	Concluído
				Análise da aptidão dos operadores que realizam a ação de verificação	Sara Carpinteiro / JD	3	Concluído
				Incluir os modelos de referência no Plano de Manutenção	Sara Carpinteiro /AG	3	Concluído
				Revisão do Plano de Controle e do PFMEA do produto	JG / JA	3	Concluído
				Revisão da Matriz dos Error Proofings	Sara Carpinteiro	3	Concluído
		7		Revisão dos modelos de referência	Sara Carpinteiro	4	Concluído
				Revisão da instrução de trabalho	Sara Carpinteiro	4	Concluído
				Revisão do programa de produção para verificar a tarefa de verificação	AM	4	Concluído
				Análise da aptidão dos operadores que realizam a ação de verificação	Sara Carpinteiro / JD	4	Concluído
				Incluir os modelos de referência no Plano de Manutenção	Sara Carpinteiro /AG	4	Concluído
				Revisão do Plano de Controle e do PFMEA do produto	JG / JA	4	Concluído
				Revisão da Matriz dos Error Proofings	Sara Carpinteiro	4	Concluído
		9		Preparação dos modelos de referência	Sara Carpinteiro	5	Concluído
				Normalização do processo de verificação (Instrução de trabalho)	Sara Carpinteiro	7	Concluído
				Alteração do programa de produção para incluir a tarefa de verificação	AM	7	Concluído
				Formação aos operadores que irão realizar a ação de verificação	Sara Carpinteiro / JD	7	Concluído
				Incluir os modelos de referência no Plano de Manutenção	Sara Carpinteiro /AG	7	Concluído
				Atualização do Plano de Controle e do PFMEA do produto	JG / JA	7	Concluído
				Atualização da Matriz dos Error Proofings	Sara Carpinteiro	7	Concluído
		6	Preparação dos modelos de referência	Sara Carpinteiro	5	Concluído	
			Normalização do processo de verificação (Instrução de trabalho)	Sara Carpinteiro	10	Concluído	
			Alteração do programa de produção para incluir a tarefa de verificação	AM	10	Concluído	
			Formação aos operadores que irão realizar a ação de verificação	Sara Carpinteiro / JD	10	Concluído	
			Incluir os modelos de referência no Plano de Manutenção	Sara Carpinteiro /AG	10	Concluído	
			Atualização do Plano de Controle e do PFMEA do produto	JG / JA	11	Concluído	
			Atualização da Matriz dos Error Proofings	Sara Carpinteiro	10	Concluído	
		7	Preparação dos modelos de referência	Sara Carpinteiro	5	Concluído	
			Normalização do processo de verificação (Instrução de trabalho)	Sara Carpinteiro	10	Concluído	
			Alteração do programa de produção para incluir a tarefa de verificação	AM	11	Concluído	
			Formação aos operadores que irão realizar a ação de verificação	Sara Carpinteiro / JD	11	Concluído	
			Incluir os modelos de referência no Plano de Manutenção	Sara Carpinteiro /AG	10	Concluído	
			Atualização do Plano de Controle e do PFMEA do produto	JG / JA	11	Concluído	
			Atualização da Matriz dos Error Proofings	Sara Carpinteiro	10	Concluído	
		9	Preparação dos modelos de referência	Sara Carpinteiro	5	Concluído	
			Normalização do processo de verificação (Instrução de trabalho)	Sara Carpinteiro	10	Concluído	
			Alteração do programa de produção para incluir a tarefa de verificação	AM	11	Concluído	
			Formação aos operadores que irão realizar a ação de verificação	Sara Carpinteiro / JD	11	Concluído	
			Incluir os modelos de referência no Plano de Manutenção	Sara Carpinteiro /AG	11	Concluído	
			Atualização do Plano de Controle e do PFMEA do produto	JG / JA	11	Concluído	
Atualização da Matriz dos Error Proofings	Sara Carpinteiro		10	Concluído			

Área	Produto	Linha	Posto de trabalho	Ações	Responsável	Data (Semana)	Estado
FA	Produto C	14	3	Preparação dos modelos de referência	Sara Carpinteiro	7	Concluído
				Normalização do processo de verificação (Instrução de trabalho)	Sara Carpinteiro	13	Concluído
				Alteração do programa de produção para incluir a tarefa de verificação	AM	13	Concluído
				Formação aos operadores que irão realizar a ação de verificação	Sara Carpinteiro / JD	13	Concluído
				Incluir os modelos de referência no Plano de Manutenção	Sara Carpinteiro /AG	13	Concluído
				Atualização do Plano de Controlo e do PFMEA do produto	JG / JA	13	Concluído
				Atualização da Matriz dos Error Proofings	Sara Carpinteiro	13	Concluído
			5	Preparação dos modelos de referência	Sara Carpinteiro	7	Concluído
				Normalização do processo de verificação (Instrução de trabalho)	Sara Carpinteiro	13	Concluído
				Alteração do programa de produção para incluir a tarefa de verificação	AM	13	Concluído
				Formação aos operadores que irão realizar a ação de verificação	Sara Carpinteiro / JD	13	Concluído
				Incluir os modelos de referência no Plano de Manutenção	Sara Carpinteiro /AG	13	Concluído
				Atualização do Plano de Controlo e do PFMEA do produto	JG / JA	13	Concluído
				Atualização da Matriz dos Error Proofings	Sara Carpinteiro	13	Concluído
			6	Preparação dos modelos de referência	Sara Carpinteiro	7	Concluído
				Normalização do processo de verificação (Instrução de trabalho)	Sara Carpinteiro	13	Concluído
				Alteração do programa de produção para incluir a tarefa de verificação	AM	13	Concluído
				Formação aos operadores que irão realizar a ação de verificação	Sara Carpinteiro / JD	13	Concluído
				Incluir os modelos de referência no Plano de Manutenção	Sara Carpinteiro /AG	13	Concluído
				Atualização do Plano de Controlo e do PFMEA do produto	JG / JA	13	Concluído
				Atualização da Matriz dos Error Proofings	Sara Carpinteiro	13	Concluído
FA	Produto D	13	2	Preparação dos modelos de referência	Sara Carpinteiro	8	Concluído
				Normalização do processo de verificação (Instrução de trabalho)	Sara Carpinteiro	20	Concluído
				Alteração do programa de produção para incluir a tarefa de verificação	AM	20	Concluído
				Formação aos operadores que irão realizar a ação de verificação	Sara Carpinteiro / JD	20	Concluído
				Incluir os modelos de referência no Plano de Manutenção	Sara Carpinteiro /AG	20	Concluído
				Atualização do Plano de Controlo e do PFMEA do produto	JG / JA	22	Concluído
				Atualização da Matriz dos Error Proofings	Sara Carpinteiro	20	Concluído
FA	Produto E	8	1	Preparação dos modelos de referência	Sara Carpinteiro	15	Concluído
				Normalização do processo de verificação (Instrução de trabalho)	Sara Carpinteiro	26	Concluído
				Alteração do programa de produção para incluir a tarefa de verificação	AM	26	Concluído
				Formação aos operadores que irão realizar a ação de verificação	Sara Carpinteiro / JD	26	Concluído
				Incluir os modelos de referência no Plano de Manutenção	Sara Carpinteiro /AG	26	Concluído
				Atualização do Plano de Controlo e do PFMEA do produto	JG / JA	26	Concluído
				Atualização da Matriz dos Error Proofings	Sara Carpinteiro	26	Concluído
			3	Preparação dos modelos de referência	Sara Carpinteiro	16	Concluído
				Normalização do processo de verificação (Instrução de trabalho)	Sara Carpinteiro	26	Concluído
				Alteração do programa de produção para incluir a tarefa de verificação	AM	26	Concluído
				Formação aos operadores que irão realizar a ação de verificação	Sara Carpinteiro / JD	26	Concluído
				Incluir os modelos de referência no Plano de Manutenção	Sara Carpinteiro /AG	26	Concluído
				Atualização do Plano de Controlo e do PFMEA do produto	JG / JA	26	Concluído
				Atualização da Matriz dos Error Proofings	Sara Carpinteiro	26	Concluído

Área	Produto	Linha	Posto de trabalho	Ações	Responsável	Data (Semana)	Estado
FA	Produto F	5	1	Preparação dos modelos de referência	Sara Carpinteiro	19	Concluído
				Normalização do processo de verificação (Instrução de trabalho)	Sara Carpinteiro	20	Concluído
				Alteração do programa de produção para incluir a tarefa de verificação	AM	20	Concluído
				Formação aos operadores que irão realizar a ação de verificação	Sara Carpinteiro / JD	20	Concluído
				Incluir os modelos de referência no Plano de Manutenção	Sara Carpinteiro /AG	20	Concluído
				Atualização do Plano de Controlo e do PFMEA do produto	JG / JA	20	Concluído
				Atualização da Matriz dos Error Proofings	Sara Carpinteiro	20	Concluído
FA	Produto G	10	1	Preparação dos modelos de referência	Sara Carpinteiro	40	Planeado
				Normalização do processo de verificação (Instrução de trabalho)	Sara Carpinteiro	40	Planeado
				Alteração do programa de produção para incluir a tarefa de verificação	AM	40	Planeado
				Formação aos operadores que irão realizar a ação de verificação	Sara Carpinteiro / JD	40	Planeado
				Incluir os modelos de referência no Plano de Manutenção	Sara Carpinteiro /AG	40	Planeado
				Atualização do Plano de Controlo e do PFMEA do produto	JG / JA	40	Planeado
				Atualização da Matriz dos Error Proofings	Sara Carpinteiro	40	Planeado
			2	Preparação dos modelos de referência	Sara Carpinteiro	42	Planeado
				Normalização do processo de verificação (Instrução de trabalho)	Sara Carpinteiro	42	Planeado
				Alteração do programa de produção para incluir a tarefa de verificação	AM	42	Planeado
				Formação aos operadores que irão realizar a ação de verificação	Sara Carpinteiro / JD	42	Planeado
				Incluir os modelos de referência no Plano de Manutenção	Sara Carpinteiro /AG	42	Planeado
				Atualização do Plano de Controlo e do PFMEA do produto	JG / JA	42	Planeado
				Atualização da Matriz dos Error Proofings	Sara Carpinteiro	42	Planeado
			5	Preparação dos modelos de referência	Sara Carpinteiro	44	Planeado
				Normalização do processo de verificação (Instrução de trabalho)	Sara Carpinteiro	44	Planeado
				Alteração do programa de produção para incluir a tarefa de verificação	AM	44	Planeado
				Formação aos operadores que irão realizar a ação de verificação	Sara Carpinteiro / JD	44	Planeado
				Incluir os modelos de referência no Plano de Manutenção	Sara Carpinteiro /AG	44	Planeado
				Atualização do Plano de Controlo e do PFMEA do produto	JG / JA	44	Planeado
				Atualização da Matriz dos Error Proofings	Sara Carpinteiro	44	Planeado
FA	Produto H	15	1	Preparação dos modelos de referência	Sara Carpinteiro	46	Planeado
				Normalização do processo de verificação (Instrução de trabalho)	Sara Carpinteiro	46	Planeado
				Alteração do programa de produção para incluir a tarefa de verificação	AM	46	Planeado
				Formação aos operadores que irão realizar a ação de verificação	Sara Carpinteiro / JD	46	Planeado
				Incluir os modelos de referência no Plano de Manutenção	Sara Carpinteiro /AG	46	Planeado
				Atualização do Plano de Controlo e do PFMEA do produto	JG / JA	46	Planeado
				Atualização da Matriz dos Error Proofings	Sara Carpinteiro	46	Planeado
			2	Preparação dos modelos de referência	Sara Carpinteiro	48	Planeado
				Normalização do processo de verificação (Instrução de trabalho)	Sara Carpinteiro	48	Planeado
				Alteração do programa de produção para incluir a tarefa de verificação	AM	48	Planeado
				Formação aos operadores que irão realizar a ação de verificação	Sara Carpinteiro / JD	48	Planeado
				Incluir os modelos de referência no Plano de Manutenção	Sara Carpinteiro /AG	48	Planeado
				Atualização do Plano de Controlo e do PFMEA do produto	JG / JA	48	Planeado
				Atualização da Matriz dos Error Proofings	Sara Carpinteiro	48	Planeado

APÊNDICE IX – PLANO DE IMPLEMENTAÇÃO DE SISTEMAS DE VERIFICAÇÃO DE ERROR PROOFING PARA A ÁREA DE CBA

Área	Produto	Linha	Posto de trabalho	Ações	Responsável	Data prevista (Semana de 2020)	Estado
CBA	ALL	1	3	Preparação dos modelos de referência	Sara Carpinteiro	2	Planeado
				Normalização do processo de verificação (Instrução de trabalho)	Sara Carpinteiro	2	Planeado
				Alteração do programa de produção para incluir a tarefa de verificação	AM	2	Planeado
				Formação aos operadores que irão realizar a ação de verificação	Sara Carpinteiro / TC	2	Planeado
				Incluir os modelos de referência no Plano de Manutenção	Sara Carpinteiro /AG	2	Planeado
				Atualização do Plano de Controle e do PFMEA do produto	JG / JA	2	Planeado
				Elaboração de uma matriz de Error Proofings para a área de CBA	Sara Carpinteiro	2	Planeado
		2	3	Preparação dos modelos de referência	Sara Carpinteiro	4	Planeado
				Normalização do processo de verificação (Instrução de trabalho)	Sara Carpinteiro	4	Planeado
				Alteração do programa de produção para incluir a tarefa de verificação	AM	4	Planeado
				Formação aos operadores que irão realizar a ação de verificação	Sara Carpinteiro / TC	4	Planeado
				Incluir os modelos de referência no Plano de Manutenção	Sara Carpinteiro /AG	4	Planeado
				Atualização do Plano de Controle e do PFMEA do produto	JG / JA	4	Planeado
				Atualização da Matriz de Error Proofing de CBA	Sara Carpinteiro	4	Planeado
		3	3	Preparação dos modelos de referência	Sara Carpinteiro	6	Planeado
				Normalização do processo de verificação (Instrução de trabalho)	Sara Carpinteiro	6	Planeado
				Alteração do programa de produção para incluir a tarefa de verificação	AM	6	Planeado
				Formação aos operadores que irão realizar a ação de verificação	Sara Carpinteiro / TC	6	Planeado
				Incluir os modelos de referência no Plano de Manutenção	Sara Carpinteiro /AG	6	Planeado
				Atualização do Plano de Controle e do PFMEA do produto	JG / JA	6	Planeado
				Atualização da Matriz de Error Proofing de CBA	Sara Carpinteiro	6	Planeado
		4	3	Preparação dos modelos de referência	Sara Carpinteiro	8	Planeado
				Normalização do processo de verificação (Instrução de trabalho)	Sara Carpinteiro	8	Planeado
				Alteração do programa de produção para incluir a tarefa de verificação	AM	8	Planeado
				Formação aos operadores que irão realizar a ação de verificação	Sara Carpinteiro / TC	8	Planeado
				Incluir os modelos de referência no Plano de Manutenção	Sara Carpinteiro /AG	8	Planeado
				Atualização do Plano de Controle e do PFMEA do produto	JG / JA	8	Planeado
				Atualização da Matriz de Error Proofing de CBA	Sara Carpinteiro	8	Planeado

APÊNDICE X – CHECKLIST PARA APROVAÇÃO DE UMA LINHA DE PRODUÇÃO

APTIV Advanced Safety & User Experience

Produto						
Processo	Material	Quantidade	Responsável	Fornecedor	Estado	Data de liberação
SMT	Containers					
	Instruções de trabalho (Se aplicável)					
ICT	Base para teste					
	Instruções de trabalho (Se aplicável)					
Milling	Blisters					
	Grippers					
Linha CBA	Instruções de trabalho (Se aplicável)					
	Aparafusadora + controlador					
	Posto de trabalho Sub Assembly CBA					
	Computador + Teclado + Monitor + Colunas de som					
	JIG de montagem					
	Scanner					
	Máquina de interface					
	Cadeira					
	Sistemas de visão (Se aplicável)					
	Modelos de referência para o sistema de verificação EP (Se aplicável)					
	Suportes para os Modelos de referência do sistema de verificação EP (Se aplicável)					
	Software para produção (incluindo a tarefa de verificação EP, se aplicável)					
	Instruções de trabalho (Se aplicável)					
	Aparafusadora + controlador					
	Posto de trabalho de montagem					
Gap-Filler	Computador + Teclado + Monitor + Colunas de som					
	JIG de Sub-montagem					
	Scanner					
	Máquina de interface					
	Cadeira					
	Máquina de Gap-filler					
Linha FA	Instruções de trabalho (Se aplicável)					
	Aparafusadora + controlador					
	Posto de trabalho de montagem					
	Computador + Teclado + Monitor + Colunas de som					
	JIG de montagem					
	Scanner					
	Máquina de interface					
	Cadeira					
	Sistemas de visão (Se aplicável)					
	Modelos de referência para o sistema de verificação EP (Se aplicável)					
	Suportes para os Modelos de referência do sistema de verificação EP (Se aplicável)					
	Software para produção (incluindo a tarefa de verificação EP, se aplicável)					
Embalamento	Impressora					
	Instruções de trabalho (Se aplicável)					
	Impressora					
	Scanner					
	Posto de trabalho					
	Computador + Teclado + Monitor + Colunas de som					
	Instruções de trabalho (Se aplicável)					

ANEXO I - PLANTA DA APTIV BRAGA



ANEXO II - PROCEDIMENTO DE VERIFICAÇÃO DE ERROR PROOFING

APTIV ADVANCED SAFETY & USER EXPERIENCE

Verificação dos Error Proofings

Data de revisão: 08-03-2019

Página 1 de 3

1 OBJETIVO

Este procedimento define o processo de verificação do sistema Error Proofing (EP) e consequentemente, o processo de reação a ser tomado aquando da falha. Este documento não só aborda a falha na verificação, como também engloba a falha do EP em condições normais de operação.

2 ÂMBITO

Este documento é aplicável a toda a linha produtiva da APTIV em Braga.

3 APROVAÇÃO

Este procedimento foi aprovado pelo responsável de Operações.

4 PROCEDIMENTO

4.1 RESPONSABILIDADES

Este procedimento é da responsabilidade dos departamentos de Operações, Customer Satisfaction e Engenharia.

4.2 DEFINIÇÕES

Error Proofing – Qualquer mecanismo ou dispositivo no processo que visa a eliminação de defeitos, através da prevenção, correção ou chamada de atenção para o erro humano, assim que ocorra. Um Error Proofing não deve ser tratado como um Sistema/Equipamento de Teste.

Tipos de EP mais comuns na APTIV BRAGA:

Deteção – Identifica o erro antes do processo prosseguir, para que o operador possa corrigir o defeito atempadamente.

Prevenção – Modifica o produto ou o processo de forma a que seja impossível cometer um erro.

4.3 IDENTIFICAÇÃO



Cada amostra de referência/Challenge Part (CP) é identificada com uma etiqueta (imagem à esquerda).

FA – Final Assembly

CP01 – Challenge Part 1

LN679 – Podem ser aplicadas nas linhas 6, 7 e 9

WP1 – Work Place 1

O documento EP FA Area – Matriz de Error Proofings apresentam as amostras utilizadas no processo de verificação e a sua identificação. O controlo, verificação e calibração, quando aplicável, é feito no Holistech.

4.4 CARACTERÍSTICAS DOS DISPOSITIVOS EP

- Cada dispositivo EP deve conter uma frequência mínima de verificação (EP FA Area – Matriz de Error Proofings).
- Cada CP deve conter uma frequência mínima de verificação (Holistech)
- Cada CP deve ter um responsável.
- Os dispositivos EP estão incluídos no plano de controlo e PFMEA para cada processo.
- Para cada verificação dos dispositivos EP existe uma instrução de trabalho associada.
- Todos os resultados são guardados no FIS, no separador: OPERATIONS -> TOOL/JIGS -> ERROR PROOFING.
- Uma simulação da ação reativa será feita, aproximadamente, a cada 3 meses.
- Os sistemas de Error Proofing estão abrangidos pelo procedimento BRAG 205.02 – Manutenção e Verificação de Equipamentos de Produção.

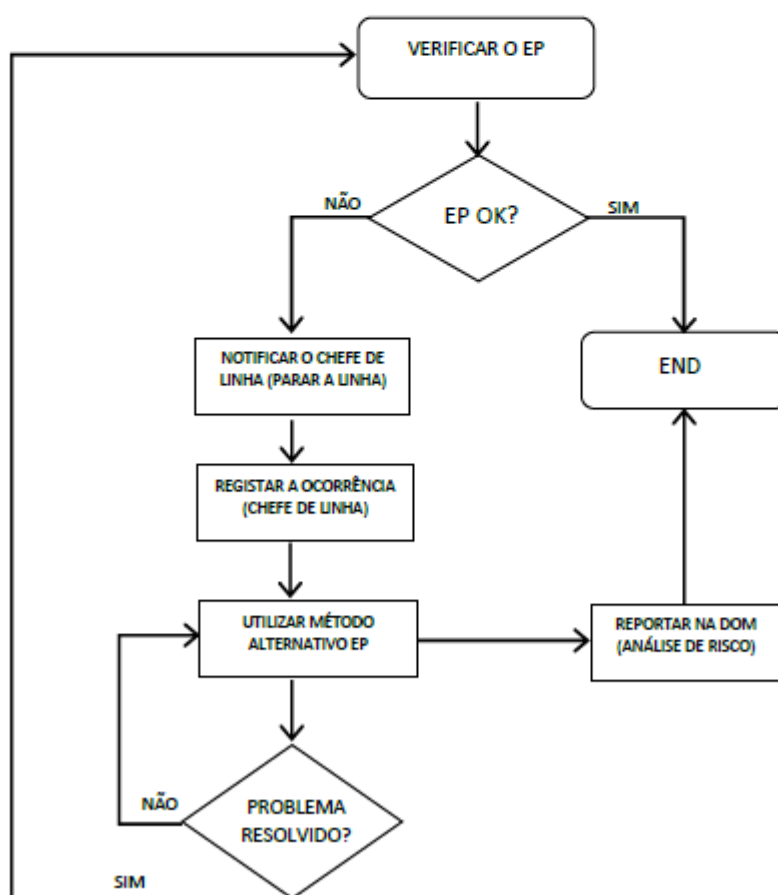
4.5 AÇÃO REATIVA EM CONDIÇÕES NORMAIS DE OPERAÇÃO

- Uma ação reativa deve ser exercida quando um evento de rejeição se torna frequente.
- Uma ação reativa deve ser exercida sempre que um defeito for detetado, em que a responsabilidade advém do sistema de error proofing.
- O método alternativo de cada Error Proofing está assinalado com o símbolo ⚠ nas respectivas instruções de trabalho.

4.6 AÇÃO REATIVA NA VERIFICAÇÃO DO EP

- Sempre que uma não conformidade é detetada, ou seja, quando o teste de verificação falha em um dos pontos: tanto na amostra boa como na má, deve ser tomada uma ação reativa.
- Sempre que o EP é reparado, deve ser feita uma nova verificação.

A ação reativa está representada no fluxograma a seguir:



5 INFORMAÇÃO ADICIONAL

ESGP_4-3_ME_23_EN – Process Error Proofing

BRAG 205.02 - Manutenção e Verificação de Equipamentos de Produção

ESEP_5-3_MG-BRG_01-A02_EN– Error Proofing Matrix Final Assembly Area

ESEP_5-3_MG-BRG_01-A01_EN – Error Proofing Matrix

ANEXO III – MATRIZ DE ERROR PROOFING FINAL ASSEMBLY

APTIV Advanced Safety & User Experience										
Error Proofing Matrix Final Assembly Area										
Final Assembly Component				Error Proofing Status	Design Error Proofing (EP) Method	Process EP				
Part #	Part Description	Risk Category	Failure Mode			Process EP Method	EP Type (Prevention/Detection)	Verification Date	EP Installed? (Yes/No)	In Quality Plan? (Yes/No)
Mfg Process	Mfg Process	Mfg Process & ME		Mfg Proc	ME	Mfg Process	Mfg Process	Mfg Process	QE	QE
Several	General Radio Assembly	3	Part # jump throughout the stages	Green	None	EP: Prior Step Verification Freq: N/A Alternative Method: N/A CP: N/A	Prevention	-	Yes	NO
		3	Offset Device + Deficient Screw Operation + Damaged Frame During Screw Assembly into Chassis	Green	None	EP: JIG (Static, Dynamic and Protective) Freq: Acc HOLISTECH Alternative Method: N/A CP: N/A	Prevention	-	Yes	NO
		3	Unseated Screw + Missing Screw + Striped Screw	Green	None	EP: Screw driver + Wstation SW Freq: Acc HOLISTECH Alternative Method: N/A CP: N/A	Prevention	-	Yes	YES
	Specific Radio Assembly	3	Wrong Part Number Assembled (Part # switched)	Green	None	EP: Barcode Reading + Software Validation Part Number Freq: N/A Alternative Method: N/A CP: N/A	Prevention	-	Yes	NO
		3	Output position bad checked (CD Mechanism + Bracket + SD Card + Main Board + Frame + Trimplate + Top Cover)	Green	None	EP: JIG and Positioning Sensor Freq: Acc HOLISTECH Alternative Method: N/A CP: N/A	Prevention	-	Yes	YES

Final Assembly Component				Error Proofing Status	Design Error Proofing (EP) Method	Process EP				
Part #	Part Description	Risk Category	Failure Mode			Process EP Method	EP Type (Prevention/ Detection)	Verification Date	EP Installed? (Yes/No)	In Quality Plan? (Yes/No)
Mfg Process	Mfg Process	Mfg Process & ME		Mfg Proc	ME	Mfg Process	Mfg Process	Mfg Process	QE	QE
Several	Specific Radio Assembly	3	Incorrect Assemble	Green	CD Mechanism	None	Prevention	-	Yes	NO
					SD Card	None	Prevention	-	Yes	NO
					Trimplate	None	Prevention	-	Yes	NO
					Upper Cover	None	Prevention	-	Yes	NO
					Main Board	None	Prevention	-	Yes	NO
					Locating pins & screw hole location - Incorrect bracket cannot be assembled	None	Prevention	-	Yes	NO
		3	Incorrect assembly of FFC cable (LIF+ZIF) (parallelism + insertion + displacement + closed + damaged components)	Green	None	EP: Automatic Vision System		03/05/2018	Yes Location: Ln 679 WP 1, 3	YES
						Freq: Daily				
						Alternative Method: Containment				
		CP: FA.CP01.LN679.WP1; FA.CP02.LN679.WP1; FA.CP03.LN679.WP1; FA.CP04.LN679.WP1; FA.CP05.LN679.WP1; FA.CP06.LN679.WP1;								

Final Assembly Component				Error Proofing Status	Design Error Proofing (EP) Method	Process EP				
Part #	Part Description	Risk Category	Failure Mode			Process EP Method	EP Type (Prevention/Detection)	Verification Date	EP Installed? (Yes/No)	In Quality Plan? (Yes/No)
Several	Specific Radio Assembly	3	Incorrect assembly of FFC cable (LIF+ZIF) (parallelism + insertion + displacement + closed + damaged components) Incorrect position of Fan cable	Green	None	EP: Automatic Vision System Freq: Daily Alternative Method: Containment FA.CP09.LN679.WP3; FA.CP10.LN679.WP3; FA.CP11.LN679.WP3; FA.CP12.LN679.WP3; FA.CP13.LN679.WP3; FA.CP14.LN679.WP3;	Detection	08/03/2019		YES
		3	Incorrect marriage between main board and plastic frame	Green	None			18/06/2018	Yes Location: Ln SBX WP 1	YES
		3	Incorrect assembly of Fan Connector (insertion + damaged components)	Green	None					
		3	Absence of central screw (below label) on the top cover	Green	None			28/03/2019	Yes Location: Ln 14 WP 3,5 and 6	YES
		3	Label absence and trimplate assy check	Green	None					
						FA.CP15.LN14.WP3; FA.CP16.LN14.WP3;				
						FA.CP17.LN14.WP5; FA.CP18.LN14.WP5;				
						FA.CP19.LN14.WP6; FA.CP20.LN14.WP6; FA.CP21.LN14.WP6.				

Final Assembly Component				Error Proofing Status	Design Error Proofing (EP) Method	Process EP				
Part #	Part Description	Risk Category	Failure Mode			Process EP Method	EP Type (Prevention/ Detection)	Verification Date	EP Installed? (Yes/No)	In Quality Plan? (Yes/No)
Several	Specific Radio Assembly	3	Incorrect assembly of B2B Connector (parallelism + insertion + displacement + closed + damaged components)	Green	None	FA.CP22.LN13.WP2; FA.CP23.LN13.WP2,	Detection	15/05/2019	Yes Location: Ln 13 WP 2	YES
		3	Incorrect position of Fan Cable	Green	None	FA.CP32.LN5.WP1; FA.CP33.LN5.WP1,		14/05/2019	Yes Location: Ln 5 WP 1	YES
		3	Incorrect position of foam and absence of keypads	Green	None	FA.CP24.LN8.WP1; FA.CP25.LN8.WP1;		28/06/2019	Yes Location: Ln 8 WP 1	YES
		3	Absence of caps and display protection foil. Incorrect assembly of FFC cables and conductive foams.	Green	None	FA.CP26.LN8.WP4; FA.CP27.LN8.WP4; FA.CP28.LN8.WP4; FA.CP29.LN8.WP4.			Yes Location: Ln 8 WP 4	YES
		3	Wrong Screw Inserted	Green	None	EP: Automatic Switch of the Screw Container Freq: Acc Holistech Alternative Method: N/A CP: N/A	Prevention	-	Yes	NO
		3	Exceed Maximum Time Between the Gap Filler and the Next Step	Green	None	EP: FIS Freq: N/A Alternative Method: N/A	Detection	-	Yes	YES
		3	Matching of Product Labelling	Green	None	CP: N/A	Prevention	-	Yes	YES