



Universidade de Aveiro
2022

**João Lucas Pedrosa
da Silva**

**MELHORIA CONTÍNUA: PILOTAGEM SHOKI RYUDO
E ELIMINAÇÃO DE DEFEITOS NA PRENSAGEM**



Universidade de Aveiro
2022

**João Lucas Pedrosa
da Silva**

MELHORIA CONTÍNUA: PILOTAGEM SHOKI RYUDO E ELIMINAÇÃO DE DEFEITOS NA PRENSAGEM

Relatório de projeto apresentado à Universidade de Aveiro para cumprimento dos requisitos necessários para a obtenção do grau de Mestre em Engenharia e Gestão Industrial, realizado sob a orientação científica da Professora Doutora Maria João Machado Pires da Rosa, Professora Auxiliar do Departamento de Economia, Gestão, Engenharia Industrial e Turismo da Universidade de Aveiro.

Dedico este trabalho à minha família e amigos.

o júri

presidente

Prof.^a Doutora Marlene Paula Castro Amorim
professora auxiliar da Universidade de Aveiro

Prof.^a Doutora Carina Maria Oliveira Pimentel
professora auxiliar da Universidade do Minho

Prof.^a Doutora Maria João Machado Pires da Rosa
professora auxiliar da Universidade de Aveiro

agradecimentos

Queria agradecer aos meus pais pelo apoio e por me terem dado oportunidades que eles não tiveram.

Queria agradecer aos meus amigos, especialmente os mais próximos e aos meus colegas estudantes pois trouxeram-me companhia e compreensão nesta fase trabalhosa.

Queria expressar uma palavra de gratidão à Renault Cacia pela oportunidade de estagiar numa grande empresa e assim poder dar conclusão ao curso, com especiais agradecimentos ao Eng.º Carlos Goulão, Eng.º José Armando e ao pessoal do CGO. Queria também agradecer aos meus colegas de estágio pois tornaram os dias mais animados e muitas vezes tinham boas ideias, criando também um ambiente de interajuda.

Queria agradecer também à minha orientadora, a Professora Maria João Rosa, pela disponibilidade e interesse ao longo deste trajeto e também pela partilha de informação e ideias que me auxiliaram bastante.

palavras-chave

Qualidade, Shoki Ryudo, Melhoria Contínua, Prensagem, Indústria Automóvel

resumo

No ambiente atual do contexto da indústria automóvel, a competição é elevadíssima e a inovação e a melhoria contínua tornam-se necessidades em qualquer fabricante.

O presente trabalho encontra-se dividido em duas partes sendo que ambas se inserem dentro da produção de uma nova tipologia de caixas de velocidade JT4, na Renault Cacia. Na primeira parte, associada a uma vertente de melhoria contínua, fala-se do Shoki Ryudo, define-se o que é esta ferramenta e refere-se a sua associação à Gestão da Qualidade Total, no que diz respeito ao alinhamento dos seus pontos fortes com os princípios desta filosofia de gestão.

Numa segunda parte foca-se um processo específico da produção das caixas de velocidade – a prensagem – que consiste na junção de peças para formar a caixa diferencial, um componente importante na caixa de velocidade. Nesta parte do projeto, o objetivo passou pela tentativa da redução de prensagens não conformes, nomeadamente através do estudo da incidência dos diferentes tipos de erro e do diagnóstico dos mesmos recorrendo a um diagrama de *Ishikawa*. Posteriormente são apresentadas soluções para esses problemas e verificada a eficácia das medidas propostas e implementadas. Com estas, foi possível registar uma descida de 72% no número de prensagens não conformes.

keywords

Quality, Shoki Ryudo, Continuous Improvement, Pressing, Automotive Industry

Abstract

In the current environment of the automotive industry, competition is very high and innovation and continual improvement become a necessity in any maker.

This work is divided in two parts, both related to the production of a new type of gearbox (JT4), in Renault Cacia. In the first part, more geared towards a continuous improvement aspect, Shoki Ryudo is talked about, the definition of this tool is given and its association with Total Quality Management is referred in the sense that its strong points are aligned with the principles of this management philosophy. In the second part a focus is given on a specific process of the gearbox production – the pressing – that consists on the junction of the parts to form the differential box, an important component in the gearbox. In this part of the project, the objective was the attempt to reduce the number of nonconforming pressings, namely through the study of the incidence of different type of errors and the diagnosis of these errors using an *Ishikawa* (fishbone) diagram. After this, solutions are presented for those problems and the efficiency of these proposed and applied measures are verified. With these, it was possible to register a decrease of 72% in the number of nonconforming pressings.

Conteúdo

1. Introdução	1
1.1 Contextualização do problema	1
1.2 Objetivos e Metodologias	2
1.3 Estrutura do documento	3
2. Contextualização Teórica	5
2.1. Total Quality Management (TQM)/Gestão pela Qualidade Total (GQT)	5
2.1.1 Os 8 Princípios da Gestão pela Qualidade Total (GQT)	5
2.2. Controlo de Qualidade	7
2.2.1. Controlo Estatístico de Processos	7
2.2.1.1 Cartas de Controlo Clássicas	7
2.2.2 KPIs (Key Performance Indicators)	8
2.3. Ciclo PDCA	8
2.4. Ferramentas da Qualidade	8
2.4.1 Diagrama de Ishikawa	9
3. Apresentação da empresa	11
3.1. Apresentação do grupo Renault	11
3.2. Apresentação da empresa de CACIA	12
3.3. Descrição do Produto	12
3.4. Descrição do Macroprocesso de Produção das Peças da Renault Cacia	13
3.5. Descrição da produção de uma Caixa de Velocidade	14
4. Caso Prático	16
4.1 SHOKI RYUDO (SR)	16
4.1.1 Definição, Contexto e Origem	16
4.1.2 Controlo de Qualidade/Recolha de dados para o SR	17
4.1.4 Apresentação de propostas de melhoria	24
4.1.5 Limitações / Considerações Finais	25
4.2. PRENSAGEM	26
4.2.1 Contextualização e Situação Inicial	26
4.2.2 Recolha de Dados e Diagnósticos	30
4.2.3 Apresentação de propostas de melhoria e resultados	35
4.2.4 Limitações / Considerações Finais	40
5. Conclusões	43
5.1. <i>Shoki Ryudo</i>	43
5.2. Prensagem	45
6. Referências Bibliográficas	49
7. Anexos	53
<i>Anexo A – Ciclo PDCA</i>	53
<i>Anexo B – Caixa de Velocidades JT4 da Renault</i>	54
<i>Anexo C – Levantamento de dados dos diferentes tipos de erro na Prensagem</i>	55
<i>Anexo D – Desenho técnico do Pistão de Centragem do conjunto da Prensa</i>	56
<i>Anexo E – Desenho técnico do Veio das molas do conjunto da Prensa</i>	57

Índice de Imagens

Imagem 1 - Localização de fábricas do grupo	11
Imagem 2 - Foto aérea da Renault Cacia	12
Imagem 3 – Vista transparente de uma caixa de velocidades	13
Imagem 4 - Macroprocesso das peças da Renault Cacia.....	14
Imagem 5 - Exemplos de Máquinas de Controlo de Qualidade	18
Imagem 6 - Carta de Valores Individuais de uma característica no software <i>Q-DAS</i>	18
Imagem 7 - Exemplo de uma ata diária Shoki Ryudo	19
Imagem 8 - Gráfico da atividade Shoki Ryudo em relação ao tempo.....	20
Imagem 9 - O Shoki Ryudo associado a um ciclo de PDCA atento e responsivo permite chegar aos alvos de qualidade, custo e encomendas	21
Imagem 10 - Criação de campo das Ocorrências Semanais.....	24
Imagem 11 - Prensagem – União/encaixe da coroa e do diferencial para formar a caixa diferencial	26
Imagem 12 - Gráfico Normal (OK).....	27
Imagem 13 - Gráfico que evidencia força a mais nos 59-60mm (Ponto de contacto inicial entre as peças) – Erro de Entrada (Restrição 2 NOK).....	27
Imagem 14 - Gráfico que evidencia força a menos nos 64.2mm (Encaixe demasiado lasso) – Erro de F- (Restrição 3 NOK)	28
Imagem 15 - Gráfico que evidencia força a mais nos 64.2mm (Demasiado arrastamento/fricção) – Erro de F+ (Restrição 1 NOK).....	28
Imagem 16 - Frequência absoluta dos erros de prensagem de 4/11/20 a 11/12/20.....	29
Imagem 17 - Computador dos PDFs e Computador da Traçabilidade respetivamente	30
Imagem 18 - Software "Agicore" no Computador da Traçabilidade	31
Imagem 19 - Diagrama de Ishikawa para apurar causas de Presagens NOK com base na tipologia 6M.....	34
Imagem 20 - Desenho técnico do Nariz	36
Imagem 21 - Vistas 3D do Nariz	37
Imagem 22 - Vista explodida do conjunto do Nariz, Pistão e Veio que formam um conjunto juntamente com molas de compressão.....	38
Imagem 23 - Nesta imagem (antiga) as pinças são visíveis. As chapas de apoio situar-se-ão anexas a esta por baixo.....	39
Imagem 24 - Nomenclatura dos ficheiros de Prensagem	40

Índice de Tabelas

Tabela 1 - Frequência relativa dos erros de prensagem em relação à totalidade dos erros	29
Tabela 2 - Permilagem dos erros (NOK) em relação à totalidade da produção	30
Tabela 3 – NOK/1000 Antes (Janeiro) VS Depois (Março).....	35
Tabela 4 – NOK/1000 Antes da proposta 2 VS Depois	39
Tabela 5 – Tabela das Avarias (Panne Machine) da Prensa entre 4/11/20 e 20/5/21	
Legenda das colunas por ordem: Data Tempo de Pausa Tipo de Pausa Máquina	
Causa de não RO - comentário.....	41

Acrónimos

TQM – *Total Quality Management* (Gestão pela Qualidade Total)

RO – Rendimento Operacional

nRO – Não Rendimento Operacional

CUET – Chefe de Unidade Elementar de Trabalho

RSF – *Report Standard de Fabrication* (Relatório Standard de Fabricação)

NOK – Não OK (defeito/erro)

KPI – *Key Performance Indicator* (Indicador Chave de Performance)

CEP – Controlo Estatístico de Processos

1. Introdução

1. Introdução

Neste capítulo faz-se uma introdução ao trabalho, contextualizando-o e referindo os seus objetivos e as metodologias utilizadas para os alcançar. É também apresentada a estrutura do presente relatório de projeto.

1.1 Contextualização do problema

Com a crescente competição na indústria em geral, o controlo da qualidade e a eliminação de desperdícios torna-se num fator de grande importância no que toca a atribuir a certas empresas alguma vantagem competitiva.

Atualmente (2022) existem mais de 1,4 bilião de carros em circulação (Hedges & Company, 2022), pelo que podemos afirmar que a indústria automóvel representa um setor enorme da produção global de produtos. Com dezenas e centenas de empresas a “batalhar” por potenciais clientes, as fasquias são altas e a margem para o erro e a má qualidade é minúscula. A indústria automóvel é uma das indústrias mais avançadas em termos de procedimentos e técnicas de controlo da qualidade, uma vez que se trata de um ramo muito exigente, pois a compra de um carro é, regra geral, uma escolha muito ponderada. E o facto de o ser assim só vem a evidenciar o facto de as empresas automóveis fazerem os possíveis para se tornarem na opção mais apetecível no momento da compra e estar a par da competição que é bastante elevada. Também não podemos ignorar o papel importante que a indústria automóvel desempenhou no avanço do campo da engenharia e gestão industrial e do controlo da qualidade. Um exemplo disto surge sobre a forma do *Toyota Production System*.

O facto é que num ambiente difícil como a indústria automóvel, as organizações precisam de ser mais inventivas, minuciosas e flexíveis para “sobreviver”. Uma forma sobre a qual as organizações podem obter uma vantagem sobre as outras é no aspeto da qualidade dos seus componentes e veículos. Por exemplo, já houve várias situações em que empresas tiveram que chamar os carros de volta (“recalls”) por problemas associados a segurança, performance ou até mesmo ambientais, como foi o caso da Volkswagen que fez

“batota” nos testes de emissões de 11 milhões de carros entre 2009 e 2015 (Economista, 2020).

Como se pode observar, até marcas grande e já estabelecidas têm problemas e algumas até já se envolveram em abordagens “menos honestas” no seu funcionamento. Isto serve para mostrar o quão desenfreada é a luta pela vantagem competitiva no mundo automóvel.

Basicamente, a qualidade é um enorme aspeto deste negócio e ao ter um bom controlo da qualidade, as organizações podem evitar “humilhações” e problemas com clientes, que além de afetarem o negócio em concreto da marca, afetam também a sua imagem e reputação, o que é algo muito importante no mundo automóvel.

O projeto descrito neste relatório diz, então, respeito ao trabalho realizado na área do Controlo de Qualidade na empresa Renault CACIA, S.A., produtora de partes mecânicas para automóveis e que tem como produto principal as caixas de velocidades. O trabalho incidiu mais especificamente no uso de atas “*Shoki Ryudo*” no Controlo de Qualidade dos processos da produção da caixa diferencial (um componente da caixa de velocidades composto por uma coroa e um diferencial), bem como no processo de prensagem da coroa com o diferencial, tendo-se identificado os seus problemas e o que se pode fazer para melhorar a alta ocorrência de prensagens não conformes no processo de fabrico. O projeto insere-se no Departamento da Qualidade e no Departamento de Projeto da fábrica da Renault Cacia e em termos de produção insere-se dentro do “*ramp-up*” de uma nova caixa de velocidades, a JT4.

1.2 Objetivos e Metodologias

Um primeiro objetivo deste trabalho centrou-se na análise do Controlo da Qualidade existente na empresa, incidindo mais nas peças em que o trabalho se foca (a caixa diferencial), e incluindo a identificação de eventuais melhorias nos processos de produção das mesmas. Para isto utilizaram-se ferramentas de análise e resolução de problemas, bem como os *standards* em vigor na empresa, apoiando-se o chefe de projeto industrial na animação *Shoki Ryudo* para a nova caixa de velocidades JT4. Este apoio traduziu-se numa

participação na animação quotidiana dos principais KPI's das linhas de maquinação, numa lógica de garantir a qualidade esperada pelo cliente e de assegurar o volume de produção pedido. Esta animação diária tem como objetivo identificar e propor ações rápidas de resolução dos problemas.

Um segundo objetivo do trabalho centrou-se na eliminação de prensagens não conformes na linha de produção da caixa diferencial. A prensagem é um processo em que se procede à união de dois componentes num só: a coroa é unida ao diferencial para formar a caixa diferencial. Para isto, foi abordado em primeiro plano o esquema geral da produção e foi feita a descrição dos processos de manufatura da caixa de velocidades; posteriormente, descreveu-se o processo de produção da caixa diferencial. Foi também feito o seguimento do processo, através da aquisição e tratamento de dados relevantes. Depois disto, e a partir da base de dados constituída, procedeu-se à sua análise, identificação de problemas existentes no processo e das suas causas, bem como da proposta de soluções para os mesmos. A implementação das soluções permitiu verificar os resultados obtidos e definir ações de melhoria futuras.

1.3 Estrutura do documento

Este trabalho encontra-se dividido em: introdução, contextualização teórica, apresentação da empresa, caso prático e conclusões.

O caso prático encontra-se dividido em dois projetos/partes diferentes: uma sobre Shoki Ryudo e outra sobre o processo de prensagem, nomeadamente a eliminação de defeitos. Na primeira parte, relativa ao Shoki Ryudo, como não se trata de uma ferramenta em que seja possível mensurar a sua eficácia diretamente no contributo para a performance da empresa, não foram apresentados resultados, mas foi feita uma análise à luz dos princípios de *"Total Quality Management"*, apresentado uma proposta de melhoria e indicando as limitações da ferramenta. No que toca à Prensagem, por se tratar de um projeto com soluções e dados mais tangíveis, há a divisão destes campos em: "Contextualização e Situação Inicial"; "Recolha de Dados e Diagnósticos"; "Apresentação de Propostas e Resultados" e por fim "Limitações e Considerações Finais".

2. Contextualização Teórica

2. Contextualização Teórica

Neste capítulo é feita uma abordagem a conceitos teóricos pertinentes que servem de apoio para a compreensão do trabalho realizado. São apresentados os seguintes temas: Gestão pela Qualidade Total (GQT) e os seus 8 princípios; Controlo de Qualidade (Controlo Estatístico de Processos - Cartas de Controlo Clássicas e KPIs); o Ciclo PDCA e Ferramentas da Qualidade (mais especificamente o Diagramas de *Ishikawa*).

2.1. Total Quality Management (TQM)/Gestão pela Qualidade Total (GQT)

A Gestão pela Qualidade Total consiste em esforços organizacionais para melhorar continuamente a capacidade de uma organização em fornecer produtos e serviços que ofereçam valor ao cliente. “Gestão” dá ênfase ao facto dos executivos necessitarem de ter uma gestão ativa através de fundos, formação, recrutamento e definição de objetivos e “Total” provém do facto de departamentos para além do da produção serem obrigados a melhorar as suas operações (Ciampa, 1992). A origem exata do termo “*Total Quality Management*” é algo incerta podendo ser atribuída ao Departamento de Comércio e Indústria do Reino Unido em 1983 ou ao Comando de Sistemas Aéreos Navais (NAVAIR), ramo da Marinha dos Estados Unidos, em 1985. De qualquer forma, a Gestão pela Qualidade Total surgiu no virar da década de 1980 num contexto industrial em que os países de ocidente começaram a sofrer economicamente com o facto do Japão conseguir produzir bens de alta qualidade a um preço competitivo. Com isto, os países da Europa Ocidental e da América do Norte começaram a estudar as técnicas de controlo de qualidade implementadas pelo Japão nos últimos 50 anos (Martínez-Lorente et al., 1998).

2.1.1 Os 8 Princípios da Gestão pela Qualidade Total (GQT)

Como com os vários métodos e ferramentas de gestão, os resultados variam de empresa para empresa. Não havendo uma opinião uniforme e única, aceite por toda a comunidade, a definição mais comum de GQT passa por incluir estes 8 princípios (Lucidchart, 2022):

Customer-focused (Foco no cliente): O cliente é quem decide o nível de qualidade. Não interessa o que uma empresa faça para promover a melhoria da qualidade – formação dos colaboradores, integrar qualidade no processo de *design* ou melhorar infraestruturas e *software* – o cliente determina se os esforços valeram a pena.

Total employee involvement (Envolvimento total dos empregados): Todos os colaboradores devem trabalhar com objetivos comuns em mente. O compromisso total dos trabalhadores só pode ser obtido depois de se valorizarem os trabalhadores e a sua opinião, nomeadamente com a criação de um ambiente favorável e a formação de equipas de trabalho autónomas.

Process-centered (Centrado no processo): Uma parte fundamental da GQT é o foco no processo. Um processo é uma série de passos que transformam “inputs” de fornecedores (internos ou externos) em “outputs” que podem ser entregues a clientes (internos ou externos). Os passos requeridos para conduzir o processo são definidos e os indicadores de performance são continuamente monitorizados de forma a detetar variações inesperadas.

Integrated system (Sistema integrado): Apesar de uma organização consistir em várias diferentes especialidades funcionais, muitas vezes organizadas em hierarquia vertical, é a horizontalidade dos processos que conectam estas funções que dizem respeito à GQT.

Strategic and systematic approach (Abordagem estratégica e sistemática): uma parte crítica da gestão da qualidade é a abordagem estratégica e sistemática para atingir a visão, missão e objetivos de uma organização. Este processo, chamado planeamento estratégico inclui a formulação de um plano estratégico que integre a qualidade como um elemento fundamental.

Continual improvement (Melhoria contínua): Um aspeto significativo da GQT é a sua ênfase na melhoria contínua dos processos. A melhoria contínua leva uma organização a ser tanto analítica como criativa no que toca a elaborar formas de resolução de problemas, aumento de competitividade e satisfação das expectativas dos clientes.

Fact-based decision making (Tomada de decisão baseada em fatos): De forma a saber bem como está a funcionar uma organização, dados sobre os indicadores de qualidade são

necessários. A GQT requer que uma organização recolha e analise dados de forma contínua para melhorar a precisão das escolhas tomadas, atingir consenso e permitir a previsão baseada em dados passados.

Communication (Comunicação): Em tempos de mudança organizacional, assim como no quotidiano operacional, a comunicação eficaz desempenha um grande papel no que toca a envolver e direcionar os trabalhadores a todos os níveis. A comunicação também envolve estratégias, métodos e horários.

2.2. Controlo de Qualidade

2.2.1. Controlo Estatístico de Processos

O Controlo Estatístico de Processos (CEP) é uma ferramenta avançada de controlo da qualidade que compreende métodos, técnicas e conceitos usados para monitorizar e controlar a performance de um processo ou produto (MacGregor et Kourti, 1995). Por outras palavras, pode-se dizer que é toda a metodologia que monitoriza um processo. Esta ferramenta tem como objetivo identificar causas especiais de variação, evidenciando a necessidade de tomada de ações corretivas, se necessário (Evans & Lindsay, 2002).

2.2.1.1 Cartas de Controlo Clássicas

As cartas de controlo clássicas são uma das 7 Ferramentas Básicas da Qualidade. Estas cartas, também conhecidas como Cartas de *Shewart*, são bastante versáteis na visualização da performance de um certo indicador (uma característica da qualidade, quantitativa ou qualitativa, de um certo processo ou produto) ao longo de um certo período de tempo ou ocorrências. Nelas figuram os limites de controlo do que está a ser medido/registado (MacGregor et Kourti, 1995). Estas cartas são uma ferramenta de base para a implementação do Controlo Estatístico de Processos, ao permitirem monitorizar e controlar a qualidade dos processos.

2.2.2 KPIs (*Key Performance Indicators*)

Falando em medição e controlo de indicadores, o conceito de KPI irá ser introduzido agora. KPI significa “*Key Performance Indicator*” (Indicador Chave de Desempenho) e pode ser qualquer indicador (Zhu et al, 2018). No caso da indústria automóvel, os KPIs podem relacionar-se a fatores como o número de peças produzidas, o RO (Rendimento Operacional), os defeitos em PPM (partes por milhão), o número de peças defeituosas, o número de medidas efetuadas das totais listadas nos planos de controlo, etc.

2.3. Ciclo PDCA

O ciclo PDCA (Anexo A) é uma metodologia de melhoria contínua. Este ciclo envolve quatro passos para a melhoria/mudança:

“*Plan*” – Reconhecer um problema ou oportunidade e planear a mudança/solução;

“*Do*” – Testar a mudança;

“*Check*” – Rever o teste, analisar os resultados e identificar o que se aprendeu;

“*Act*” – Tomar ações baseadas no que se aprendeu no passo do “*Check*”. Se a mudança/solução for bem-sucedida, incorporar as aprendizagens do teste para mudanças mais abrangentes. Se não, percorrer o ciclo outra vez com um plano diferente.

Este ciclo teve como criador *Shewart* (o mesmo *Shewart* das Cartas de Controlo Clássicas) e foi difundido por Deming no Japão, na década de 1950. Um nome alternativo que Deming usou para o PDCA era PDSA onde o S se refere a “*Study*” (Johnson, 2002).

2.4. Ferramentas da Qualidade

Ferramentas da qualidade são ferramentas que visam identificar e compreender problemas de uma forma fácil, simples e se necessário relativamente *standardizada*. Mais especificamente definem, medem, analisam e retratam possíveis soluções para problemas. Podem surgir de várias formas como, por exemplo, gráficos, procedimentos, práticas e operações (Magalhães, 2011). Com estas é possível resolver grande parte dos problemas

de desempenho numa empresa (Vergueiro, 2002). Classicamente, existem 7, mas sendo o conceito tão vago, vários processos e ideias podem ser rotuladas como ferramentas da qualidade. A seguir, apresentam-se sucintamente aquelas que foram utilizadas no âmbito do projeto reportado neste relatório.

2.4.1 Diagrama de *Ishikawa*

O Diagrama de *Ishikawa*, também conhecido como diagrama de espinha de peixe ou diagrama de causa e efeito, foi criado em 1943 por um engenheiro japonês de nome Kaoru Ishikawa, na Universidade de Tóquio. A sua utilidade passa por diagnosticar e explorar problemas específicos ou as causas possíveis de um dado problema (Magalhães, 2011).

Esta ferramenta da qualidade atua, portanto, como um guia para desvendar as possíveis causas de um dado problema identificado num determinado processo. Permite a visualização das diferentes causas para um problema e também agrupá-las por tipologia. Possíveis formas de maximizar a utilidade desta ferramenta incluem o *brainstorming*, pois o foco desta ferramenta é reunir o maior número de causas e isso envolve muitas vezes a necessidade de recorrer a pessoas com diferentes perspetivas sobre um dado problema e que ocupam diferentes posições na organização (Morgado e Gomes, 2012).

O diagrama lê-se da direita para a esquerda iniciando na cabeça (o problema) e caminhando em direção às espinhas que correspondem a diferentes áreas de foco que albergam as diferentes causas. Num contexto industrial de resolução de problemas uma metodologia típica consiste nos denominados 6Ms que basicamente dividem as possíveis causas de um problema em 6 áreas (M): "*Material, Man, Measurement, Mother Nature, Machine, Method*". Estes 6M em sentido lato podem-se traduzir para: Materiais, Mão de Obra, Medida, Meio Ambiente, Máquina e Método. No entanto, há várias maneiras e formas de dividir as diferentes causas, como os 4M ou os 5M, que têm uma natureza similar aos 6M. Por exemplo, no problema do ramo das tecnologias de informação poder-se-ia usar a seguinte divisão: Software, Hardware, Utilizadores e Ambiente (Luca, 2016)

3. Apresentação da Empresa

3. Apresentação da empresa

Neste capítulo, é feita uma breve apresentação do grupo Renault e da empresa Cacia, juntamente com uma descrição do produto sobre o qual recaiu o trabalho realizado (caixas de velocidade) e do macroprocesso de produção de peças na Renault Cacia.

3.1. Apresentação do grupo Renault

O grupo Renault conta com mais de 170 mil colaboradores em 39 países, quer seja nas fábricas (Imagem 1) ou em centros tecnológicos de “*Research and Development*” tendo um em Silicon Valley, nos Estados Unidos, por exemplo. A empresa atualmente tem uma colaboração com a Nissan (desde 1999) e a Mitsubishi (desde 2017).

O grupo é detentor de 5 marcas: a Renault, a Dacia, a LADA (previamente soviética), a Alpine (subdivisão mais desportiva) e a Mobilize (uma marca com o objetivo de ser sustentável, encaixada no compromisso do Grupo Renault se tornar neutro em carbono até 2040).



Imagem 1 - Localização de fábricas do grupo

3.2. Apresentação da empresa de CACIA

Fundada em 1981, conta com mais de 1000 colaboradores e fabrica sobretudo caixas de velocidades, que depois são expedidas para fábricas de montagem de carros da Renault.

Em 2019, produziu mais de 600 mil caixas.

CACIA é uma sigla para **Companhia Aveirense de Componentes para a Área Industrial, S.A.**

A área da fábrica de Cacia (Aveiro) corresponde a 300'000 m² (70'000 de área coberta) e encontra-se dividida sensivelmente em 4 áreas de trabalho: um departamento de fabricação de caixas de velocidade, um de componentes mecânicos, uma área de logística e uma secção de tratamentos térmicos (fornos e afins) (Imagem 2).



Imagem 2 - Foto aérea da Renault Cacia

3.3. Descrição do Produto

Como o maior foco da empresa é nas caixas de velocidade, esse também é o enfoque deste trabalho. Da marca Renault, podemos encontrar diferentes tipos de caixa: ND, JR, **DB** e **JT** (Anexo B), sendo estes dois últimos os que se encontram atualmente em produção (Imagem 3).



Imagem 3 – Vista transparente de uma caixa de velocidades

As caixas dividem a sua composição em diferentes órgãos:

- Árvores
- Carretos/Pinhões
- Diferencial
- Coroas
- Eixos
- Cárteres
- Outros componentes mecânicos

3.4. Descrição do Macroprocesso de Produção das Peças da Renault Cacia

Neste caso, está-se a entender Macroprocesso como o processo geral de fabrico das peças da Renault Cacia (Imagem 4). A FUNFRAP é uma empresa de fundição que se encontra associada à Renault Cacia e é vizinha das instalações desta (o que de um ponto de vista logístico é excelente) produzindo os “brutos” metálicos das peças. De seguida, estes são maquinados e sujeitos (grande parte) a um tratamento térmico (fornos) para melhorar as propriedades físicas/mecânicas dos materiais. Este tratamento, no entanto, pode causar algumas imperfeições na geometria das peças. Para colmatar isto, em algumas é feita uma retificação (isto é, a maquinação de certas características novamente, como é o caso, por exemplo, dos dentes das coroas – peças que se assemelham a rodas dentadas). Depois disto, as partes seguem para o processo de montagem para fazerem parte de caixas de velocidade ou outros componentes de motor que a empresa fabrica (apesar de em menor número) e estas peças finais são testadas em bancos de ensaio.

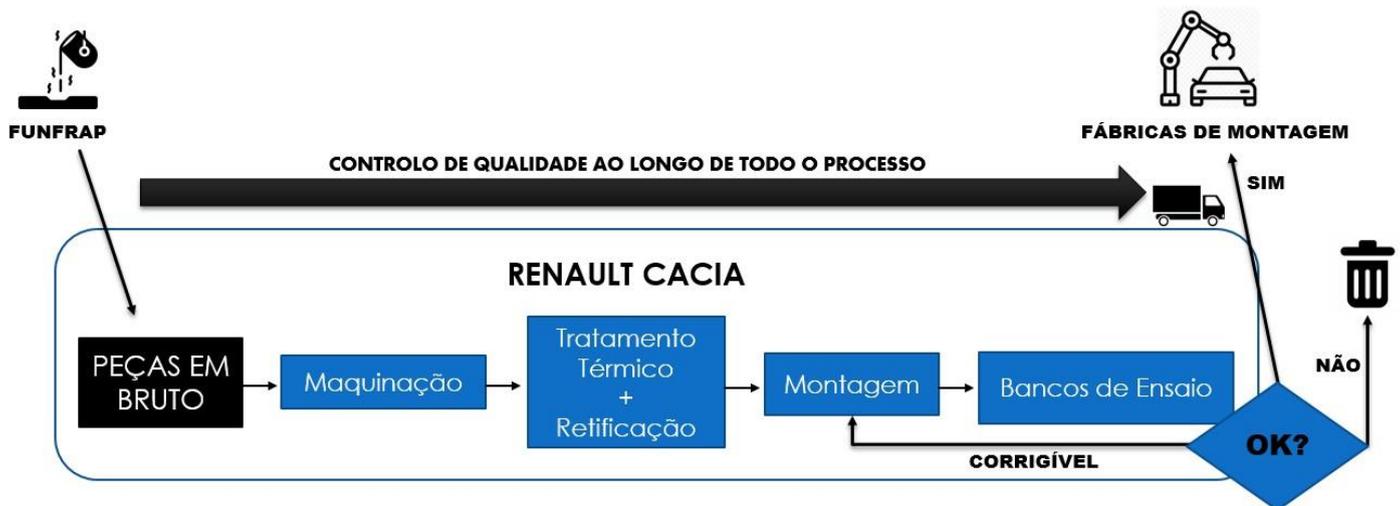


Imagem 4 - Macroprocesso das peças da Renault Cacia

3.5. Descrição da produção de uma Caixa de Velocidade

Como se verificou, uma caixa de velocidade é uma parte do motor que é constituída por vários órgãos.

A produção de uma caixa de velocidades exige a produção prévia de todos os seus componentes ou órgãos, a qual ocorre em linhas de produção/maquinação. No final de cada linha, os componentes precisam de ser “expedidos” para o seu próximo passo, que é a zona do “*picking*”. A zona do “*picking*” basicamente é uma zona para onde vão os diferentes constituintes mais pequenos da caixa de velocidades para serem “*picked*” (escolhidos) e colocados em “*kits*” (“*kitting*”). Isto quer dizer que, se uma caixa, supondo-se, requer 2 árvores, 6 carretos e 3 eixos, os empregados desta zona irão fazer *kits* com este número de peças e com as suas tipologias certas (atenção ao facto de que existe toda uma panóplia de carretos diferentes e as árvores dividem-se em diferentes tipos também). Estes *kits* partem então para a zona de montagem para serem conjugados com os outros componentes da caixa de velocidade (os cárteres – que compõem a “casca” da caixa; a caixa diferencial – coroa mais diferencial, etc.) A caixa diferencial em si é obtida através da união por prensagem de uma coroa com um diferencial num processo automatizado em que apenas é preciso colocar nos tapetes rolantes as peças respetivas (um tapete para as coroas, outro para os diferenciais).

4. Caso Prático

4. Caso Prático

Neste capítulo, encontra-se o núcleo do trabalho. São abordados os dois projetos desenvolvidos na Cacia, ambos inseridos numa temática de melhoria contínua, embora distintos: a pilotagem *Shoki Ryudo* e a eliminação de defeitos na prensagem.

Na parte relativa ao *Shoki Ryudo*, é apresentada esta ferramenta e referidas a sua origem e contexto de aplicação. É também mencionada a forma de funcionamento do controlo de qualidade na Renault Cacia e de que maneira o mesmo se alia à ferramenta do *Shoki Ryudo*. É finalmente proposta uma análise da ferramenta, em particular da forma como a mesma contribui para a implementação dos 8 princípios da Gestão pela Qualidade Total.

Na segunda parte do capítulo, relativa à prensagem, esta é contextualizada dentro do processo de fabrico das caixas de velocidade e a sua situação inicial é retratada. É também feita uma descrição de como se obtiveram os dados necessários à avaliação deste processo e é analisado o problema através de um diagrama de *Ishikawa* com base na tipologia 6M.

Em ambas as partes, são apresentadas propostas de melhorias e os seus resultados (se aplicáveis), sendo igualmente identificadas as limitações inerentes aos projetos desenvolvidos e tecidas algumas considerações finais.

4.1 SHOKI RYUDO (SR)

4.1.1 Definição, Contexto e Origem

Shoki Ryudo pode significar “*Initial Quality Assessment*” ou ainda “*Initial Variation Quality Management*” (Avaliação Inicial da Qualidade/Gestão da Qualidade da Variação Inicial) e é um sistema desenhado para definir/controlar a qualidade e as especificações de um novo produto na sua fase de arranque (quando se começa a produzir em série). Isto permite prevenir “*ramp-ups*” (aumento do volume de produção/produção em série) instáveis. Basicamente é um controlo minucioso da produção com vista a corrigir problemas que vão surgindo, que no essencial inclui o acompanhamento atento de uma lista de KPIs.

Esta ferramenta é sobretudo boa no que toca a representar a informação num plano geral e numa visão contínua. Foi introduzida na Renault Cacia em abril de 2019 e teve origem na Nissan, empresa que tem algumas parcerias com a Renault.

Na Cacia cabe ao Departamento de Projeto Industrial assegurar que esta ferramenta é executada. Este departamento tem ainda como funções:

- Assegurar a qualidade na implementação dos processos de produção de uma peça em série.
- Garantir a qualidade esperada pelo cliente e assegurar o volume de produção pedido.
- Animação quotidiana dos principais KPIs das linhas de maquinação.
- Identificar e propor ações rápidas de resolução dos problemas, que uma vez validadas e aplicadas devem ser standardizadas.

4.1.2 Controlo de Qualidade/Recolha de dados para o SR

No que se refere à produção de caixas diferenciais, o controlo da qualidade na Renault CACIA assenta no recurso a vários pontos de controlo ao longo das linhas, bem como a bancos de ensaio e centros de controlo dimensional 3D (uso de apalpadores, “rugosímetros”, sensores, etc. para controlar aspetos dimensionais – comprimentos, diâmetros, rugosidades, ângulos, etc.) (Imagem 5). Todos estes mecanismos fornecem dados das suas medições para um *software* chamado *Q-DAS* (Imagem 6). Cada peça tem a si associada um plano de controlo, o qual consiste numa listagem de todas as suas características a serem controladas e parametrizadas e a sua respetiva descrição, maneira de medir, valores parametrizados, frequência de controlo e grau de importância para a qualidade geral da peça fabricada.

Uma das ferramentas que se usa no âmbito do controlo da qualidade é, então, o “*Shoki Ryudo*”, que na Renault se traduz na criação de atas diárias *Shoki Ryudo* (uma espécie de folha de verificação) para cada tipo/conjunto de peças. Nestas atas figuram vários aspetos pertinentes a cada dia de produção (ex.: números de produção, causas de

“Não Rendimento-Operacional”, não conformidades, nº de peças com defeito – sucata, etc.)



Imagem 5 - Exemplos de Máquinas de Controlo de Qualidade

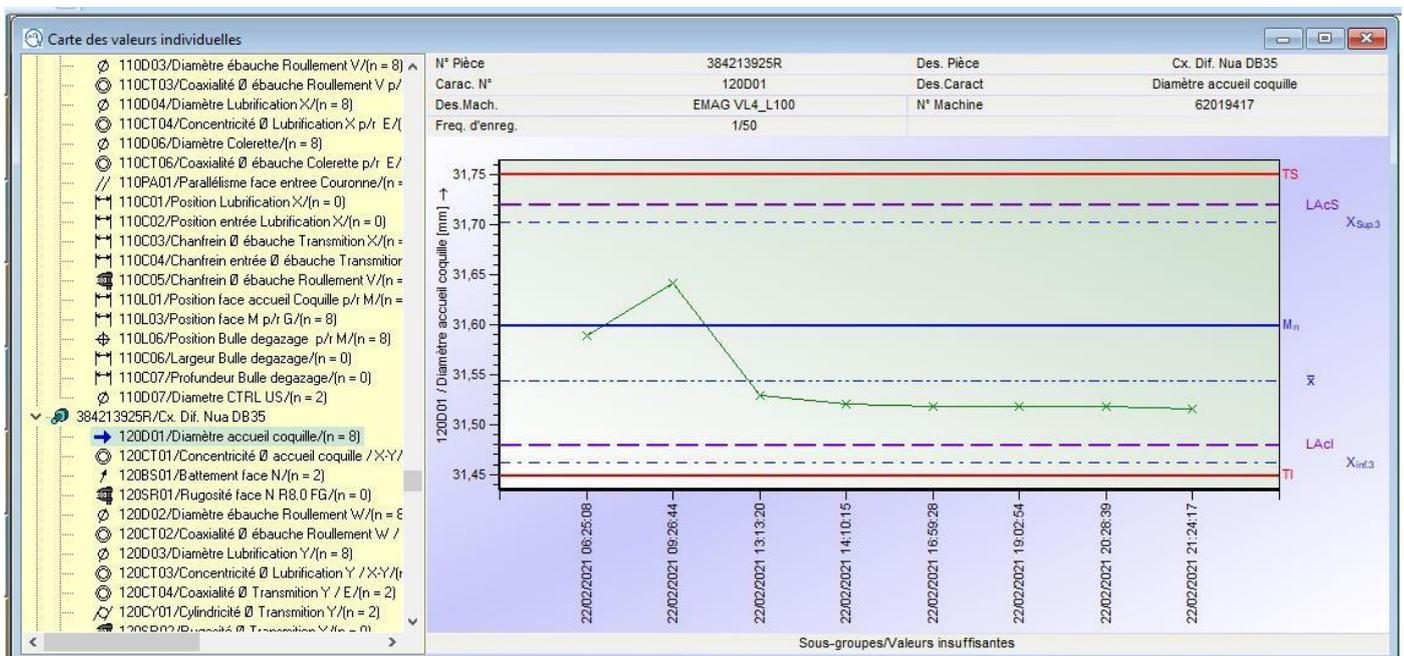


Imagem 6 - Carta de Valores Individuais de uma característica no software Q-DAS

20-nov	OGIAL	1	DIPM	ST	DPU	CDU/Outros			
Presentes									
PRODUÇÃO		LB	LC	2	BD04	TD	SOLD	RETIF	
19-nov	DB35	345	346		557	348	1290		
	JT4	671	116		1233	1533	731	534	
ATA Diária SHOKI RYUDO - Coroa/Cx Dif DB35/JT4									
HSE				TNC N3					
3				DB35	0 TNC				4
				JT4	0 TNC				
INC N1				Zero medidas (Taxa de realização)					
DB35	NC				DB35	N1	57%	N3	69%
	62019410	160DV01	% Soldadura						
	62018673	150BS01	Battement rayon s		JT4	N1	69%	N3	64%
	62018687	160DV01	% Soldadura						
				14210 ppm					
JT4	NC								
	62019119	150C02	Raio sob esfera Ø6 14x63 JT4						
	62017340	170C02	Raio sob esfera Ø6 14x63 JT4						
				8605 ppm					
Sucata				RO					
	DB35				LB				
LB				LC	9122 - 100m - Falha de pressão de refrigeração				7
LC				BD04	2561 - 140m - Ferramentas sem balfif (carregar dados a mão para todas as ferramentas)				
BD04/05/99	4	0			BD99	9374 - 140m - Intervenção eletrônica no robot			
TD				TD	8742 - 100m - Falta de peças				
SOLD				TD	9058 - 90m - Defeito no pickup				
RETIF				SOLD	2595 Rosler após Lav. - 75 - Defeito de CAM 4 x 111 casos				
MURO Q				RETIF	9137 - 480m - intervenção manutenção na garra e contraponto				
				RETIF	9138 - 180m - NPD N/C - recalibração de cotas + dressagem + calibração do programa ajuda remota				
OUTRAS AÇÕES / COMENTÁRIOS								RESP	PRAZO
LB - Constantes paragens do Robot									
SOLD - Repassagem de 600 peças; repassar 662 peças 230 JT4 14x63 432 DB35 14x59								8	

Imagem 7 - Exemplo de uma ata diária Shoki Ryudo (Legenda: 1 – Elementos dos departamentos presentes; 2 – Números de Produção; 3 - Problemas de HSE – Saúde, Segurança e Ambiente; 4 - TNC e INC – Taxa/Índice de Não Conformes; 5 - Taxa de realização; 6 - Sucata; 7 - Causas de Não “Rendimento-Operacional”; 8 - Outras Ações/Comentários)

Na Imagem 7, apresenta-se um exemplo de uma Ata Diária *Shoki Ryudo* referente ao conjunto Coroa/Caixa Diferencial separados por caixas DB35 e JT4. Através de um *template* de uma ata de uma dada peça/conjunto, todas as outras do mesmo tipo são criadas. Para cada mês de cada peça, existe um ficheiro Excel em que cada folha do documento corresponde a um dia desse mês. Esta ata inclui os seguintes campos:

1. **Departamentos presentes** na reunião de ponto de manhã da peça;
2. Números de **Produção** das várias linhas;
3. Eventuais problemas de **HSE** (Saúde, Segurança e Ambiente);
4. **TNC e INC** – Taxa/Índice de Não Conformes
5. **Taxa de realização** (percentagem das medidas que são efetuadas)
6. **Sucata** (peças defeituosas)
7. Causas de “**Não Rendimento-Operacional**”
8. **Outras Ações/Comentários**

O controlo/registo das avarias das máquinas e outras causas de “Não Rendimento-Operacional” é feito por cada chefe de turno (o “CUET”). Ele faz o registo também dos números de produção para os relatórios que vão para a rede da Renault. Estas informações são depois postas nas atas diárias *Shoki Ryudo*. As avarias das máquinas são frequentes devido à natureza intensa das operações de maquinação e ao alto volume de produção. Na Imagem 8 está representado um gráfico da atividade *Shoki Ryudo* em relação ao tempo. Na imagem 9 está representado a associação entre o *Shoki Ryudo* e um ciclo PDCA.

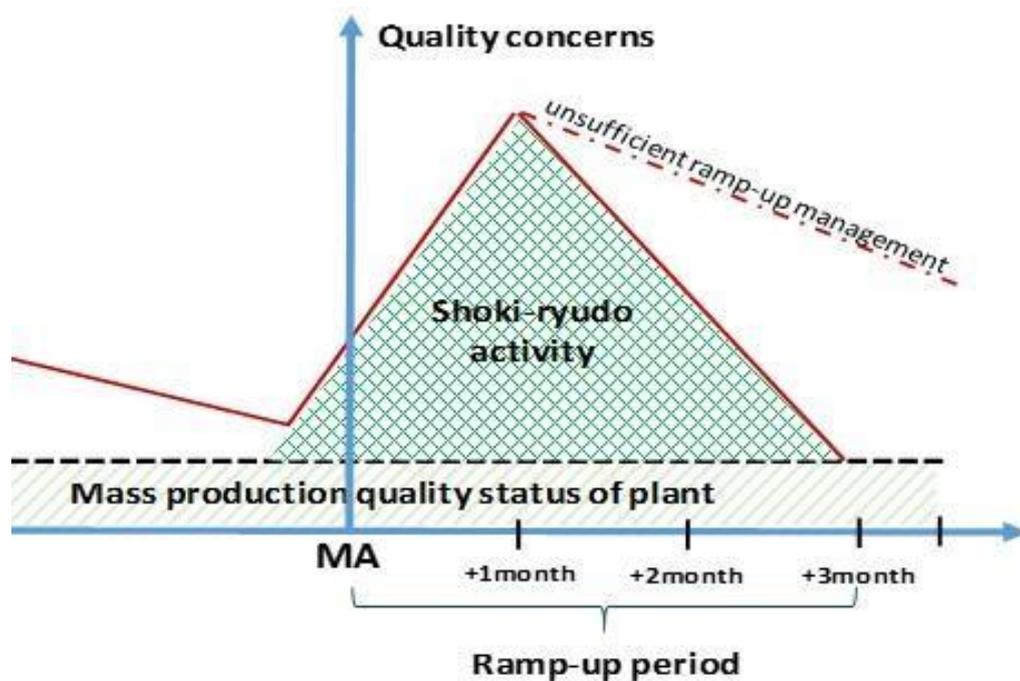


Imagem 8 - Gráfico da atividade *Shoki Ryudo* em relação ao tempo (No início da MA – *Manufacturing Activity*/Atividade de Fabricação – não há tanto concerne pela qualidade pois o que interessa é o arranque da produção em massa e não haverá a consciência de certos problemas que poderão surgir. Com o passar do tempo através da pilotagem *Shoki Ryudo* problemas recorrentes são descobertos e resolvidos diminuindo algum foco/ênfase em problemas relativos à Qualidade. Se isto não se verificar, deve-se prosseguir com a pilotagem/atividade *Shoki Ryudo*)

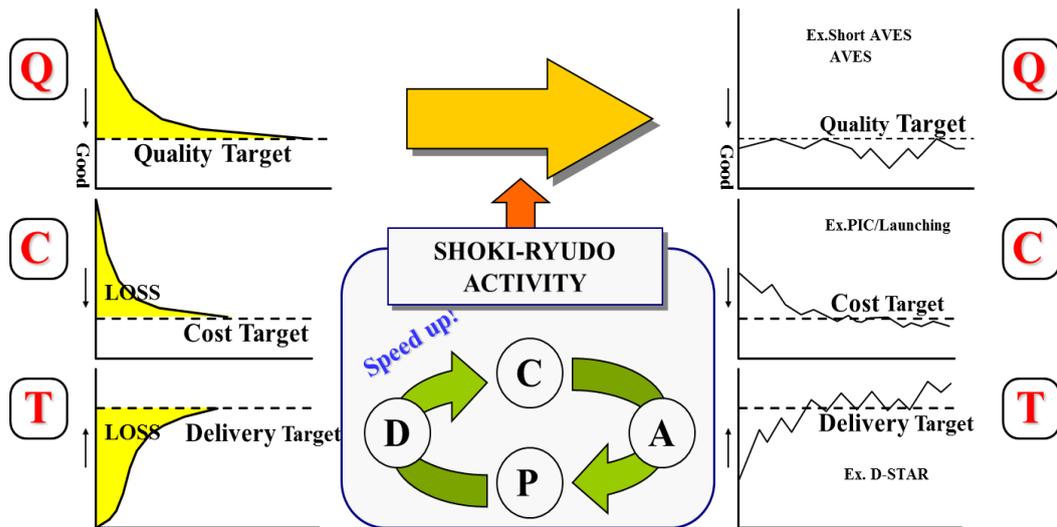


Imagem 9 - O *Shoki Ryudo* associado a um ciclo de PDCA atento e responsivo permite chegar aos alvos de qualidade, custo e encomendas

4.1.3 *Shoki Ryudo* analisado como ferramenta de *Total Quality Management*

Como foi visto na revisão de literatura, existem 8 Princípios da Gestão da Qualidade Total:

- Foco no cliente
- Envolvimento total dos empregados
- Centrado no processo
- Sistema integrado
- Abordagem estratégica e sistemática
- Melhoria contínua
- Tomada de decisão baseada em fatos
- Comunicação

A aplicação do *Shoki Ryudo* em contexto industrial, e em particular na Cacia, permite dar resposta a estes 8 princípios, contribuindo assim para gerir a qualidade na empresa. Seguidamente explica-se de que forma o SR contribui para a implementação de cada um dos 8 princípios da gestão da qualidade.

Foco no cliente – A ferramenta foca-se no cliente na medida em que permite fazer um acompanhamento diário e dar caminhos de ação para melhorar certo processo ou observar melhor pontos de falha, otimizando o processo de fabricação das peças. Se, no entanto, olharmos o *Shoki Ryudo* na sua visão de ferramenta para transmitir informação, esta informação passa a ser o “produto” e os “clientes” são quem vai visualizar estas atas. Neste sentido, pode-se dizer que é focada no cliente no sentido de ser de fácil leitura. Uma limitação, no entanto, é o facto de por exemplo não fazer automaticamente uma comparação entre os diferentes dias em que é feita a sua aplicação.

Envolvimento total dos empregados – A ata diária *Shoki Ryudo* faz questão de levantar dados das ações de melhoria e problemas, não só através do “*Report Standard de Fabrication*” (RSF) mas também dos diferentes colaboradores dos diferentes departamentos. Assim, a aplicação da ferramenta permite o envolvimento de colaboradores dos departamentos de qualidade, fabricação, engenharia, projeto, serviços técnicos e o comité de direção (se for considerado necessário).

Centrado no processo – É uma ferramenta centrada no processo na medida em que a área do foco desta ferramenta é a que quisermos. Por exemplo, na ata do conjunto de peças Coroa+Diferencial (Caixa Diferencial) a variedade de processos é contabilizada e dessa forma é feita a atribuição de cada problema ou medida corretiva ao seu processo/linha.

Abordagem estratégica e sistemática – É uma ferramenta estratégica na medida em que é apenas usada para uma fase inicial de um projeto, ou para um *ramp-up* deste. Ou seja, estas atas não são preenchidas durante toda a vida útil de produção de uma peça; antes, e tipicamente, o seu preenchimento acontece apenas durante os primeiros meses de produção. Podem, no entanto, ocorrer situações que justifiquem o uso da ferramenta já depois da fase de *ramp-up*, optando-se por definir critérios para a sua

utilização (ex.: uma semana seguida com menos de X ppm, ou com X número de peças produzidas ou até X minutos de causas de não RO).

Melhoria contínua – Como as atas são elaboradas numa base diária, pode considerar-se que o acompanhamento que é feito da produção ocorre em contínuo. Por outro lado, como o foco da ferramenta é a intervenção rápida em problemas identificados em peças/módulos de fabricação, visando a melhoria, pode considerar-se que a mesma promove a melhoria contínua.

Tomada de decisão baseada em fatos – Análise e recolha de dados são exatamente o que permite tomar decisões. Tendo uma compilação de vários KPIs numa só folha e recorrendo, por exemplo, a outras atas, é possível ter uma visualização rápida do estado geral da fabricação de uma peça (tendo em conta os KPIs). Por outro lado, o facto de as atas estarem estruturadas num “*excel*” para cada mês, permite ter acesso rápido e fácil aos problemas mais recorrentes num “*scope*” (vista/panorama/foco) mensal. Por exemplo, na fabricação da caixa diferencial verificava-se regularmente que as linhas de soldadura eram mais problemáticas do que as linhas de maquinaria das coroas. Isto permite, especialmente, numa empresa grande, não se correr o risco de afunilar demasiado numa certa área aquando da procura do peso de certos processos/linhas para dado problema.

Comunicação – No que toca à comunicação, esta ferramenta obtém informação do “*Report Standard de Fabrication*” (RSF) e dos diferentes membros das equipas dos diferentes departamentos. A comunicação entre estes para cada peça (que corresponde a uma ata) é feita numa reunião (daí o termo ata) breve diária às 9h da manhã, apenas para discutir os problemas desse dia (costuma demorar 5 a 10 minutos). Numa fase mais avançada pode, por exemplo, avançar-se para uma reunião semanal se assim for entendido. No que toca ao documento em si, este ficheiro da ata é disponibilizado, assim que a informação é compilada, numa *drive* comum a quem

estiver alocado à peça, bem como a todas as outras pessoas para as quais a informação constante da ata é relevante.

4.1.4 Apresentação de propostas de melhoria

Ao ter-se usado esta ferramenta de forma diária e para várias peças, notaram-se padrões e repetições ao longo dos dias no que toca às não conformidades apontadas pelo *software* do QDAS de dia para dia. Como a elaboração das atas *Shoki Ryudo* era diária, mas a sua análise não tanto, estas repetições de não conformidades podiam facilmente passar despercebidas aos quadros superiores. Assim, e para obter uma melhor visualização das incidências de não conformidades, foi proposta a criação de um novo campo no ficheiro, que permite fazer referência a estas repetições. Foi, assim, sugerido introduzir no SR um campo para as “Ocorrências Semanais”, onde a cada dia é apontada a frequência absoluta de uma dada não conformidade no decorrer dessa semana (Imagem 10). Isto permite uma análise mais lassa da produção das peças, bem como olhar, por exemplo, apenas para sexta e ver as não conformidades mais ocorrentes nesse dia. Claro que isto não impede que não haja uma não conformidade numa 5ª feira que se verifique muita vez e passe despercebida, mas ao existir este campo é mais fácil observar os erros mais frequentes e distingui-los de não conformidades mais pontuais. Este campo das “Ocorrências Semanais” serve basicamente para diagnosticar erros contínuos no que toca ao quadro de especificações das peças.

INC N1				
Ocorr. Sem.	DB35 NC			DB
xx	62019410	160DV01	%_Soldadura	
x	62018673	150BS01	Battement rayon s/bille p/r A-B	JT
xxx	62018687	160DV01	%_Soldadura	
				25210 ppm
Ocorr. Sem.	JT4 NC			
	62019119	150C02	Raio sob esfera Ø6 14x63 JT4	
x	62017340	170C02	Raio sob esfera Ø6 14x63 JT4	
x	1763	110BS01	Batimento face dentado lado soldadura DB35/JT4	
	62017341	150C02	Raio sob esfera Ø6 14x63 JT4	
xx	62019120	150CT01	Concentricidade dentado DB35/JT4	
	62019138	190R01	Rayon sous bille	
xxxx	62017370	140BS01	Batimento face dentado Id soldadura DB35/JT4	
				21605 ppm
Sucata				
	DB35		JT4	
LB				
	22jan	21jan	20jan	19jan
			18jan	17jan
				16jan
				15jan

Imagem 10 - Criação de campo das Ocorrências Semanais

4.1.5 Limitações / Considerações Finais

Como o SR é basicamente uma ferramenta de gestão de informação, a mesma poderá não ser muito útil em empresas de dimensões mais modestas, pois poderá não haver necessidade de compilar informação de forma tão estruturada. Este recurso também é melhor usado quando há acesso a uma *drive* comum e existem muitas empresas sem infraestrutura para tal. Talvez o recurso a *smartphones* possa ser uma solução na aplicação desta ferramenta, desde que a maior parte dos empregados apenas tenha necessidade de consulta dos documentos (Excel) e não da sua construção.

Existem outras limitações na ferramenta, as quais se encontram na mesma lógica daquela que se procurou colmatar com a criação do campo das ocorrências semanais. Trata-se sobretudo da ausência de sequencialidade entre os diferentes parâmetros da ata *Shoki Ryudo*. Por exemplo, seria importante ver, para um dado dia, se uma causa de NRO verificada é alguma que tenha sido observada com frequência. Eventualmente algumas destas limitações poderão ser ultrapassadas com programação no Excel, ou a ferramenta “Localizar” no documento. Por outro lado, como o SR se debruça sobre causas de linhas com pessoas dedicadas a estas, pode-se defender a ideia de que se alguma máquina, por exemplo, estivesse avariada há N dias não seria a pessoa responsável pela pilotagem *Shoki Ryudo* a ter de se aperceber disso, mas antes deveria ter havido alguma forma de comunicação do problema sem ser a ata.

4.2. PRENSAGEM

Nesta parte do relatório apresentam-se e discutem-se os principais resultados obtidos com a análise detalhada do processo de prensagem. A necessidade desta análise decorreu da identificação de um valor muito alto de prensagens não conforme na linha de produção da caixa diferencial.

4.2.1 Contextualização e Situação Inicial

O processo de prensagem é relativamente simples, consistindo na união da coroa ao diferencial, a qual é feita numa máquina de prensa que exerce força na coroa para ela se encaixar no diferencial (Imagem 11), sendo posteriormente soldada e tornando-se, assim, numa caixa diferencial (peça fundamental numa caixa de velocidades).

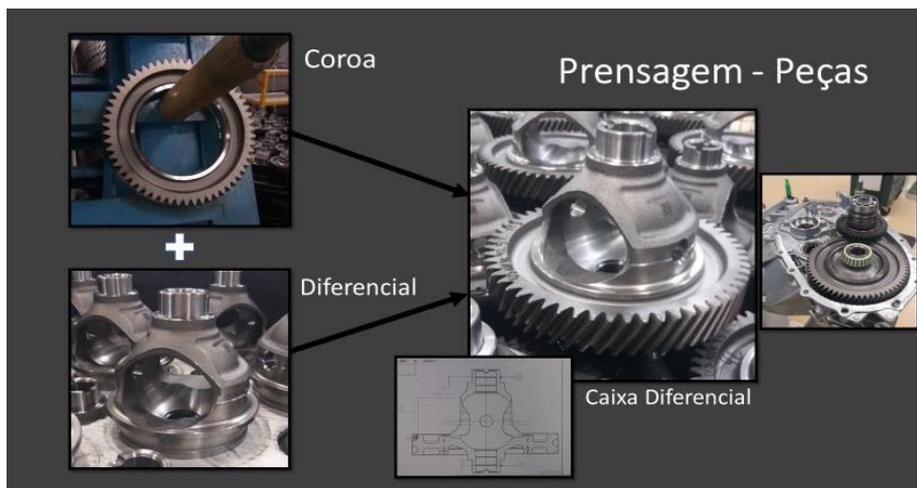


Imagem 11 - Prensagem – União/encaixe da coroa e do diferencial para formar a caixa diferencial

A máquina envia relatórios a cada prensagem com o gráfico da força que a prensa exerce em relação ao deslocamento da prensa (o encaixe da coroa no diferencial). Para assegurar que o processo ocorre com sucesso, a força ao longo do deslocamento tem de obedecer a certas janelas de valores para assegurar que a prensa não está a fazer força a mais ou a menos (o que indicaria diâmetros das peças com defeito, por exemplo) (Imagem 12). Quanto aos erros de prensagem, estes equivalem a todas as prensagens em que a força não se manteve nos parâmetros aceitáveis. Havendo três restrições no gráfico podem, então, identificar-se três tipos diferentes de prensagens não conforme (uma para cada uma) (Imagens 13, 14 e 15):

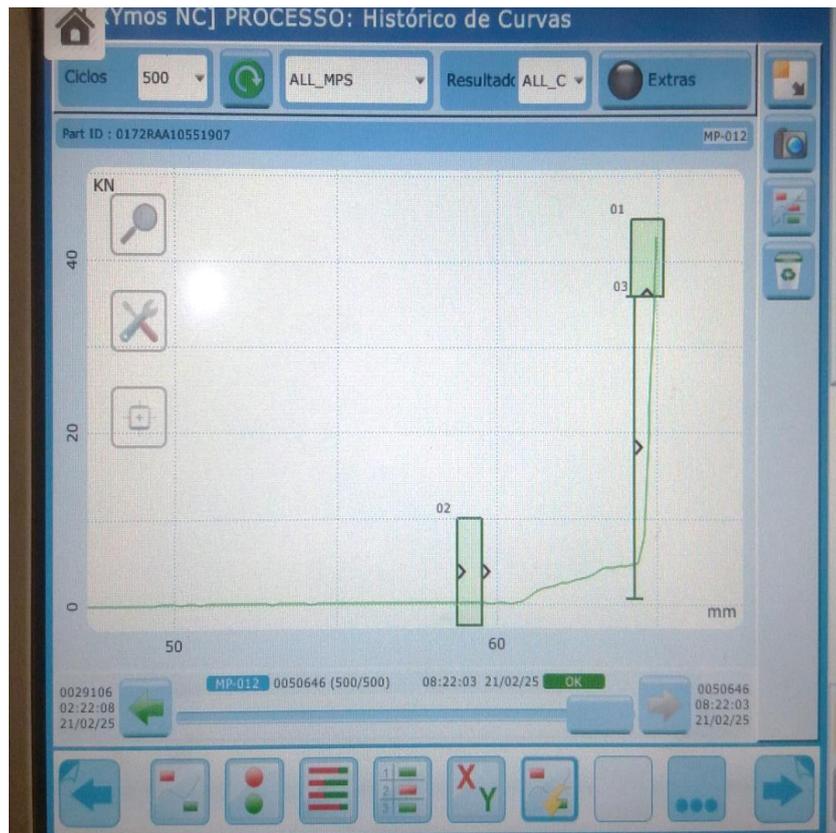


Imagem 12 - Gráfico Normal (OK)

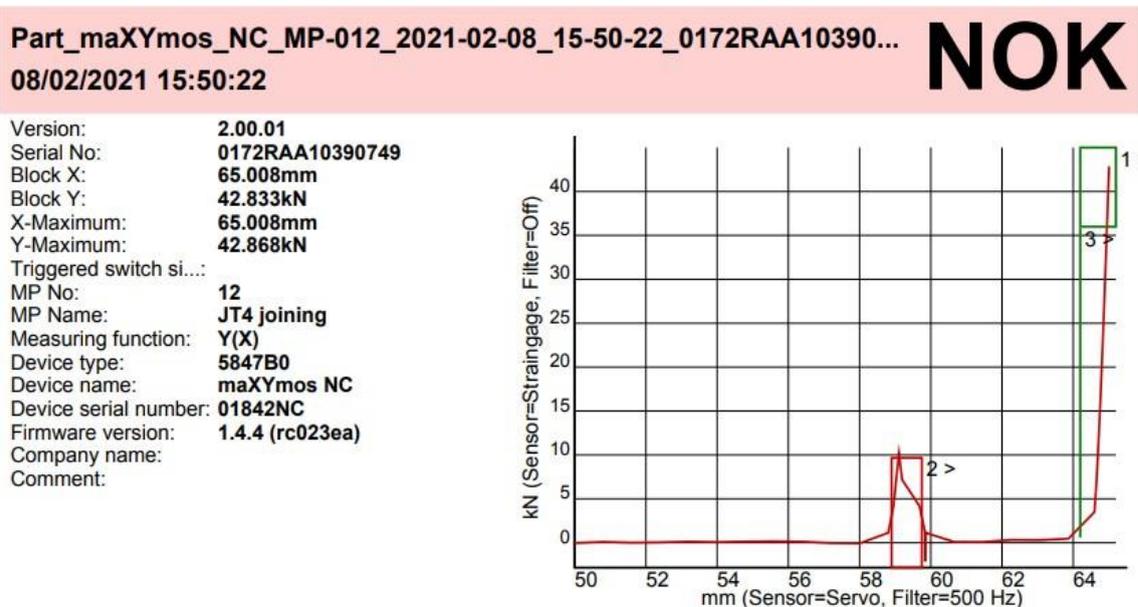


Imagem 13 - Gráfico que evidencia força a mais nos 59-60mm (Ponto de contacto inicial entre as peças) – Erro de Entrada (Restrição 2 NOK)

Part_maXYmos_NC_MP-012_2021-02-07_04-44-42_0172RAA10371...

NOK

07/02/2021 04:44:42

Version: 2.00.01
Serial No: 0172RAA10371517
Block X: 64.079mm
Block Y: 37.630kN
X-Maximum: 64.079mm
Y-Maximum: 38.033kN
Triggered switch si...:
MP No: 12
MP Name: JT4 joining
Measuring function: Y(X)
Device type: 5847B0
Device name: maXYmos NC
Device serial number: 01842NC
Firmware version: 1.4.4 (rc023ea)
Company name:
Comment:

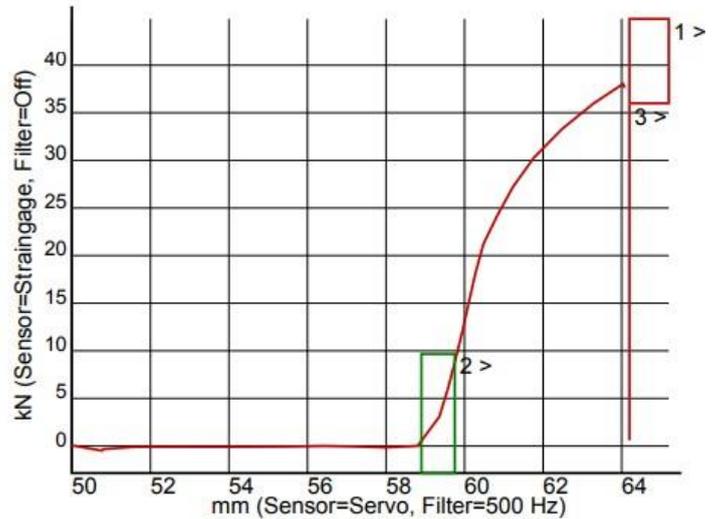


Imagem 14 - Gráfico que evidencia força a mais nos 64.2mm (Demasiado arrastamento/fricção) – Erro de F+ (Restrição 1 NOK)

Part_maXYmos_NC_MP-012_2021-02-09_22-30-35_7813RAA10401...

NOK

09/02/2021 22:30:35

Version: 2.00.01
Serial No: 7813RAA10401469
Block X: 64.952mm
Block Y: 42.463kN
X-Maximum: 64.952mm
Y-Maximum: 42.650kN
Triggered switch si...:
MP No: 12
MP Name: JT4 joining
Measuring function: Y(X)
Device type: 5847B0
Device name: maXYmos NC
Device serial number: 01842NC
Firmware version: 1.4.4 (rc023ea)
Company name:
Comment:

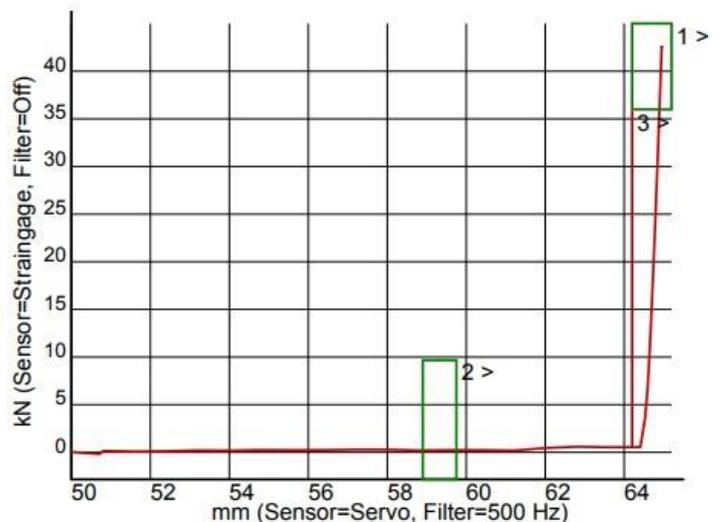


Imagem 15 - Gráfico que evidencia força a menos nos 64.2mm (Encaixe demasiado lasso) – Erro de F- (Restrição 3 NOK)

Como se pode observar pelos gráficos, podem dividir-se os defeitos em 3 tipos. Para efeitos de simplificação, esses erros serão designados como: Erros de Entrada, Erros de F+ (força a mais) e Erros de F- (força a menos). De forma a saber a diferença de incidência de uns erros sobre os outros, fez-se uma amostragem dos defeitos desde o dia 4 de novembro de 2020 até ao dia 11 de dezembro do mesmo ano (Anexo C), o que foi suficiente para observar quais os erros mais comuns. Os resultados da contagem são apresentados no gráfico da Imagem 16.

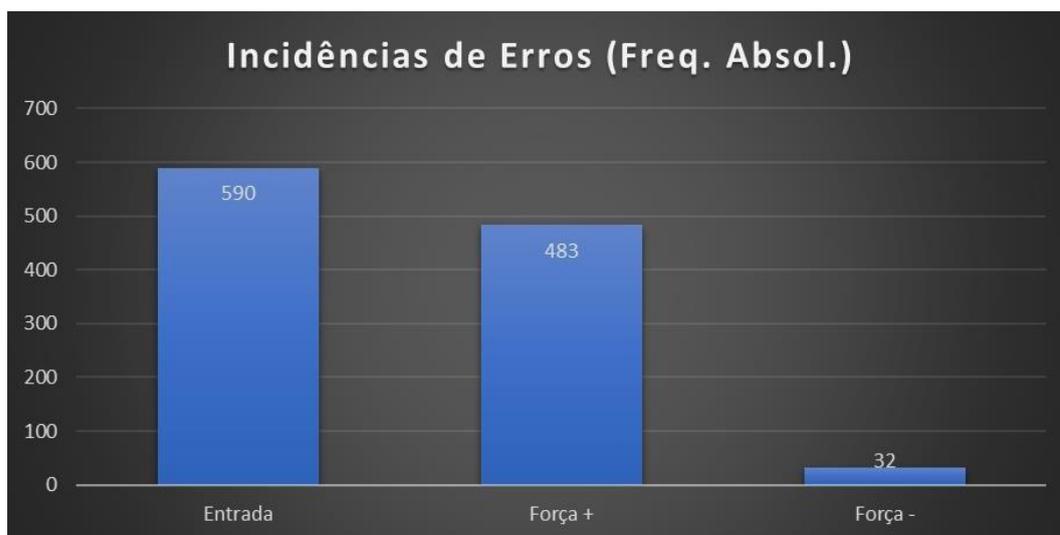


Imagem 16 - Frequência absoluta dos erros de prensagem de 4/11/20 a 11/12/20

	Entrada	Força +	Força -
Freq. Abs.	590	483	32
Freq. Rel.	53,39367	43,71041	2,895928

Tabela 1 - Frequência relativa dos erros de prensagem em relação à totalidade dos erros

Como é evidenciado no gráfico (Imagem 16), e também na Tabela 1, os Erros de Entrada (53,4%) e os de F+ (43,7%) foram os mais preponderantes, sendo, portanto, aqueles que se procurarão resolver prioritariamente. Mas o que significam estes erros no contexto geral da produção das caixas de velocidade, quais as suas possíveis origens e o que se pode fazer para eliminar estes erros que, por conseguinte, implicam automaticamente um desperdício de duas peças (coroa + diferencial)?

Em termos do contexto geral, podemos associar estes erros (cada erro corresponde a uma prensagem NOK – não OK) a uma frequência relativa no que toca à

incidência destes sem ser entre si, mas comparados aos números totais de produção de caixas diferenciais (coroa + diferencial). Fez-se, então, a contabilização total dos erros/prensagens (NOK) para o período homólogo e comparou-se a soma dos erros, indiscriminados, aos números de produção (Tabela 2).

Total NOK	Total Prod	NOK‰
1105	31578	34,99

Tabela 2 - Permilagem dos erros (NOK) em relação à totalidade da produção

Ora isto significa que, em 31578 ações de prensagem, 1105 resultaram em peças defeituosas, ou sejam tiveram um erro e foram prensagens NOK. Para melhor visualização destes números, fez-se a permilagem, que é nada mais nada menos do que um cálculo em partes por 1000, que se torna mais adequada do que a percentagem, pois a ordem de grandeza dos números assim o dita. O número de prensagens NOK em permilagem foi de aproximadamente 35‰, ou seja, a cada 1000 processos de prensagem, 35 foram defeituosos.

4.2.2 Recolha de Dados e Diagnósticos

A máquina da prensagem tem um sistema digital que a cada processo de prensagem envia um relatório PDF para um computador na linha, sendo possível visualizar cada relatório (Imagem 17 – computador dos relatórios PDF). Embora diariamente sejam produzidos centenas/milhares de PDFs, devido à forma como os dados se encontram

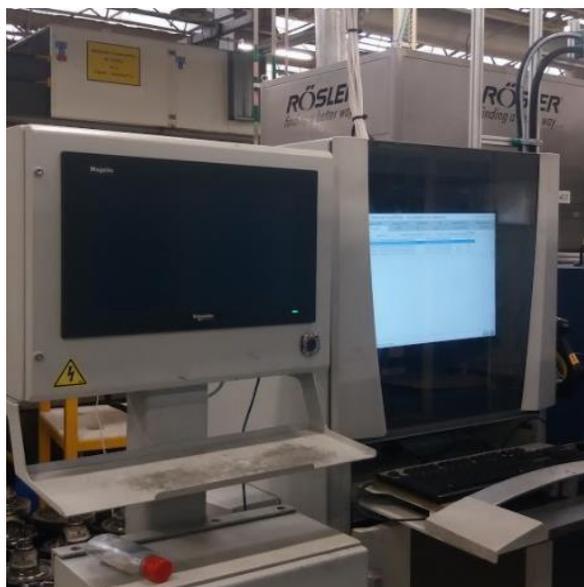


Imagem 17 - Computador dos PDFs e Computador da Traçabilidade respetivamente

organizados nos mesmos a visualização dos números de produção não é fácil. Assim, o levantamento dos dados de produção é antes feito num computador que se encontra do lado direito do que gera os PDFs, designado como computador da traçabilidade/rastreabilidade (Imagem 17 – computador da traçabilidade). Este tem um *software* chamado “Agicore” que compreende várias informações das várias etapas referentes ao fabrico das peças que compreendem a caixa diferencial (Imagem 18) – as coroas e os diferenciais. Cada peça tem um “datamatrix” (um nº de referência) associado que a identifica como uma entidade própria: neste caso as coroas têm um “QR code” e os diferenciais um outro “QR code”, cada um com um código. O programa compreende várias abas, que normalmente representam uma dada operação, e nestas encontram-se alguns parâmetros da operação, pelo menos para aquelas que estão programadas para tal. Por exemplo, na aba da Prensa existem colunas com os valores da força mínima, máxima e etc. No entanto, como estes dados estão nos relatórios PDFs, os mesmos não se encontram no *Agicore*.

Geral		Decapagem LASER		Gravação LASER	
Prensa		Registo		UltraSons	
QDAS					
Visualização					
Produto	Tipo	Datamatrix	Referência	Raport	
Caixa Diferencial	JT4	0172RAB1132001815x58 4013RA511327284	384104375R	15x58	
Caixa Diferencial	JT4	0172RAB1132001415x58 4013RA411321269	384104375R	15x58	
Caixa Diferencial	JT4	0172RAA1126064515x58 4013RA911261295	384104375R	15x58	
Caixa Diferencial	JT4	0172RAA1126071815x58 4013RA911260947	384104375R	15x58	
Caixa Diferencial	JT4	0172RAA1132171515x58 4013RA411321253	384104375R	15x58	
Caixa Diferencial	JT4	0172RAA1132149215x58 4013RA411321190	384104375R	15x58	
Caixa Diferencial	JT4	0172RAA1132148815x58 4013RA411321187	384104375R	15x58	
Caixa Diferencial	JT4	0172RAB1132048015x58 4013RA511321139	384104375R	15x58	
Caixa Diferencial	JT4	0172RAB1132048015x58 4013RA511321139	384104375R	15x58	
Caixa Diferencial	JT4	0172RAB1132048015x58 4013RA511321139	384104375R	15x58	
Caixa Diferencial	JT4	0172RAB1135125515x58 4013RA511341723	384104375R	15x58	
Caixa Diferencial	JT4	0172RAB1135126615x58 4013RA511341675	384104375R	15x58	
Caixa Diferencial	JT4	0172RAB1135127015x58 4013RA511341689	384104375R	15x58	
Caixa Diferencial	JT4	0172RAB1135125915x58 4013RA511341677	384104375R	15x58	
Caixa Diferencial	JT4	0172RAB1135126415x58 4013RA511341696	384104375R	15x58	
Caixa Diferencial	JT4	0172RAB1135126815x58 4013RA511341718	384104375R	15x58	
Caixa Diferencial	JT4	0172RAB1135128015x58 4013RA511341727	384104375R	15x58	
Caixa Diferencial	JT4	0172RAB1135127215x58 4013RA511341705	384104375R	15x58	
Caixa Diferencial	JT4	0172RAB1135128515x58 4013RA511341691	384104375R	15x58	
Caixa Diferencial	JT4	0172RAB1132003315x58 4013RA411321263	384104375R	15x58	
Caixa Diferencial	JT4	0172RAA1132145515x58 4013RA511341660	384104375R	15x58	

Imagem 18 - Software "Agicore" no Computador da Traçabilidade

Devido a esta situação da Prensa estar mal “representada” no *Agicore*, os valores para os números da produção foram retirados da aba dos Ultrassons (Imagem 18), que são a operação a seguir à Prensagem: ao retirar o número de peças que passaram nos Ultrassons, está-se também a contabilizar o número de peças que passaram nas diferentes máquinas de Prensagem, pois a cada máquina de prensagem está associada uma e uma só máquina de Ultrassons (estes processos encontram-se um imediatamente a seguir ao outro – Prensagem e de seguida Ultrassons). No entanto, verifica-se que os valores dos Ultrassons são sempre superiores aos da Prensagem, o que não faz sentido, pois uma peça que passa nos Ultrassons tem forçosamente de ter passado pela Prensagem. Ainda assim, julga-se que esta forma de recolha dos dados da produção foi a mais adequada, porque apresentavam um maior número de valores. Outra nuance deste programa é que ele apresenta a máquina da operação por onde passou a peça e a data exata até ao segundo. Ou seja, dá para fazer um levantamento diário do número de Prensagens quer seja por tipo de peça, quer seja por máquina (na Renault existem duas máquinas de Prensagem).

Análise dos defeitos com base na tipologia 6M

Após a recolha dos dados, e tendo-se verificado a existência de um número significativo de peças NOK, foi feita uma análise das causas deste problema, recorrendo à elaboração de um Diagrama de Causa-Efeito. Começou-se por definir 6 tipologias de causas: Materiais, Mão de Obra, Medida, Meio Ambiente, Máquina e Método. É de notar que uma prensagem não conforme advém normalmente de uma má concordância de dimensões das peças ou do desalinhamento destas. O que se estudou, então, foram os fatores que levam a estes problemas principais, pois eliminando estes, estar-se-ia a eliminar o núcleo das causas de uma prensagem não conforme. Fez-se uma análise, então, do papel que cada M desempenha na performance do processo em si, para depois se construir um diagrama de Ishikawa.

Materiais

Porventura, uma causa possível de falhas a este nível é a existência de impurezas nas peças (que constituem os ditos “materiais”), as quais causam um batimento/inclinação

que depois não permite uma prensagem bem-sucedida. Outra é a não concordância das dimensões da coroa com o diferencial, sendo isso um problema cuja origem vem de montante, quer seja da maquinação das peças brutas (as peças que provém da fundição antes de serem maquinadas) ou das próprias peças brutas (neste caso, a “culpa” seria da FUNFRAP, o fornecedor de peças brutas da Renault Cacia).

Mão de Obra

No processo direto em si, não há influência da mão de obra, pelo que o máximo que pode acontecer é o empregado colocar as peças nos tapetes de alimentação errados. No entanto, esta situação dificilmente ocorre, pelo que o risco associado à mesma é desprezível.

Medida

Constituem os parâmetros da máquina tais como os limites de força, a velocidade de avanço da prensa e as regras às quais o gráfico da força sobre o deslocamento tem de obedecer para ser uma prensagem OK. O departamento de engenharia com alguma regularidade verifica os parâmetros e faz ensaios, por isso, nada a apontar de sistemático ou significativo (não é algo que se tenha de controlar muito frequentemente).

Meio Ambiente/Envolvente

Nada a apontar.

Máquina

Analisou-se também o M da Máquina, isto é, de que forma é que a Máquina pode estar associada aos defeitos. Intrinsecamente, se o processo falhou pode pensar-se que a “culpa” foi unicamente da máquina. No entanto, esta assunção pode não ser a mais correta. Um dos componentes da prensa, máquina relativamente simples, é o nariz que corresponde à parte da máquina que faz o batente na coroa (é a parte de baixo que encaixa o diferencial) e onde a força é exercida. Atualmente o nariz é liso, o que corresponde a uma ausência de guiamento da peça, conduzindo a possíveis defeitos de prensagem por batimento das peças (desalinhamento).

Método

O funcionamento da máquina em si é rudimentar e não configura um problema.

Diagrama de *Ishikawa*

Feita uma análise das possíveis causas para as prensagens NOK através da tipologia 6M, pode-se proceder à elaboração de um diagrama de *Ishikawa*, como forma de resumo, com as razões dignas de apontar, ou seja, que tenham uma hipótese de acontecer minimamente considerável.

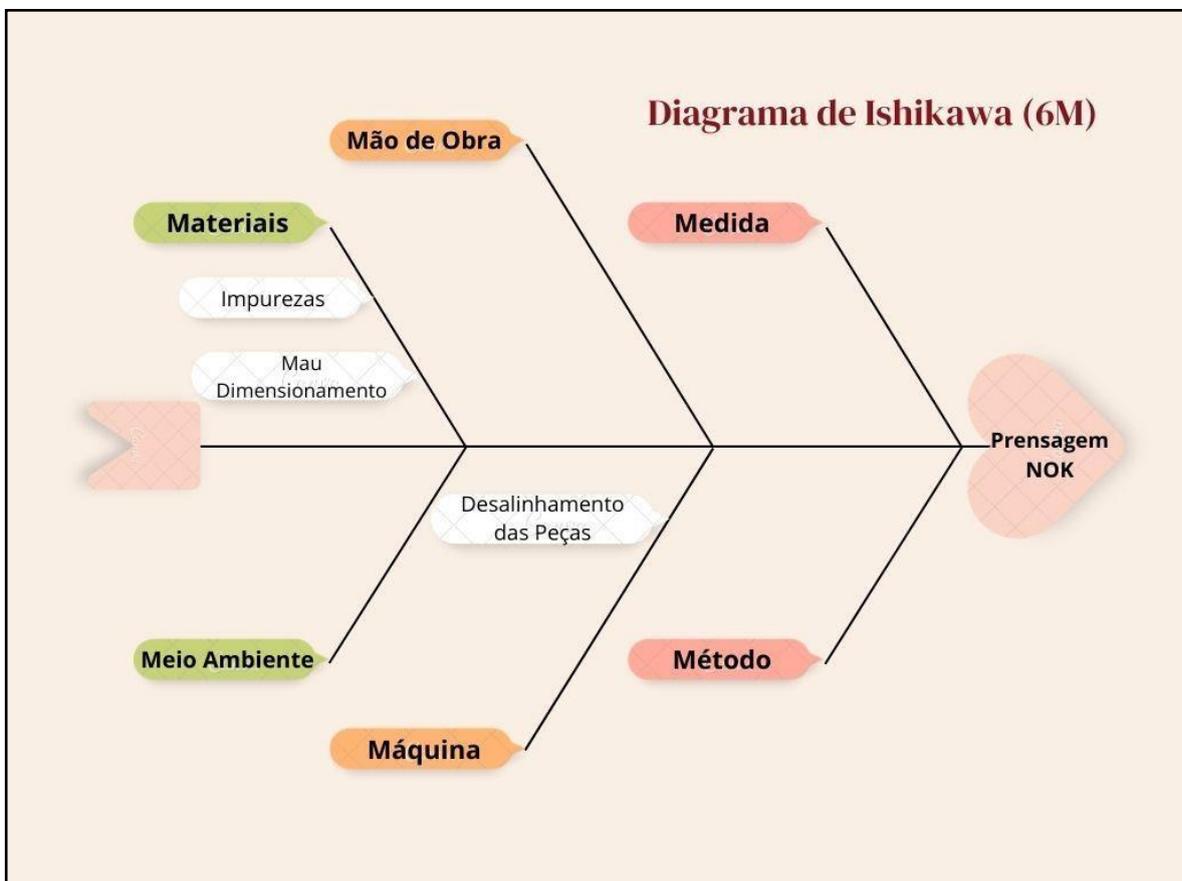


Imagem 19 - Diagrama de *Ishikawa* para apurar causas de Prensagens NOK com base na tipologia 6M

4.2.3 Apresentação de propostas de melhoria e resultados

Como foi observado, os erros de maior preponderância foram os erros de entrada e os erros de F+. Os erros de F-, por representarem uma falta de força efetuada no processo de prensagem, significam que não foi necessário exercer força para efetuar o encaixe da coroa com o diferencial. Isto não é o ideal, pois significa que **há uma folga demasiado grande entre as peças**. O processo de soldadura, como é a laser, requer uma folga entre as peças bastante pequena, pelo que a existência de uma folga grande, faz com que o feixe de luz da soldadura não consiga unir o material para formar a caixa diferencial (coroa + diferencial).

Proposta de Melhoria 1 - Chanfro

No início de fevereiro de 2021 foi introduzida na coroa a maquinação de um chanfro (corte na aresta) para o ponto de contacto entre a coroa e o diferencial ser menor e o material mais macio (absorve melhor as tensões do estágio da soldadura – período de repouso da soldadura de 10 dias para depois as peças seguirem para a montagem).

Uma boa forma de analisar o impacte desta medida foi comparar os números dos erros de janeiro com os de março de 2021 em permilagem pois em fevereiro ainda estariam em uso *stocks* de peças sem o chanfro (Tabela 3).

	NOK	Produção	‰
Janeiro	1030	32431	31,76
Março	551	37226	14,80

Tabela 3 – NOK/1000 Antes (Janeiro) VS Depois (Março)

Os nº de defeitos/erros/Prensagens NOK (cada defeito = 1 e 1 só Prensagem NOK) em relação à produção passaram de 31,8‰ para 14,8‰ entre janeiro e fevereiro. Note-se que, aquando da análise da Situação Inicial, o nível de controlo dos defeitos em permilagem foi de aproximadamente 35,0‰. No entanto, alguma variação é expetável e se estivermos a falar em termos percentuais íamos estar a falar de uma diferença de 3,18% para 3,50% de erros que se verificaram em meses diferentes, ambos de controlo. Este desfasamento é

algo notável, mas não impeditivo de estabelecer conclusões se as soluções apresentadas constituírem diminuições significativas no valor da pernilagem (nº de NOK/1000).

Neste caso, registou-se uma diminuição de 17% dos defeitos em relação à produção, o que não pode ser explicada por simples e pequenas variações inexplicáveis.

Neste caso, comparando o número de defeitos independentemente da produção, uma baixa de 31,8% para 14,8% constitui um corte de **53,5%** em termos de número de Prensagens NOK o que é numericamente igual aos Erros de Entrada (53,4% dos erros).

Proposta de Melhoria 2 – Nariz + Chapas de Apoio

Em agosto de 2021, após a interrupção para férias (1ª quinzena), foi introduzido um Nariz novo para a Prensa (Imagens 20, 21 e 22) e chapas de apoio anexas às pinças da Prensa (Imagem 23).

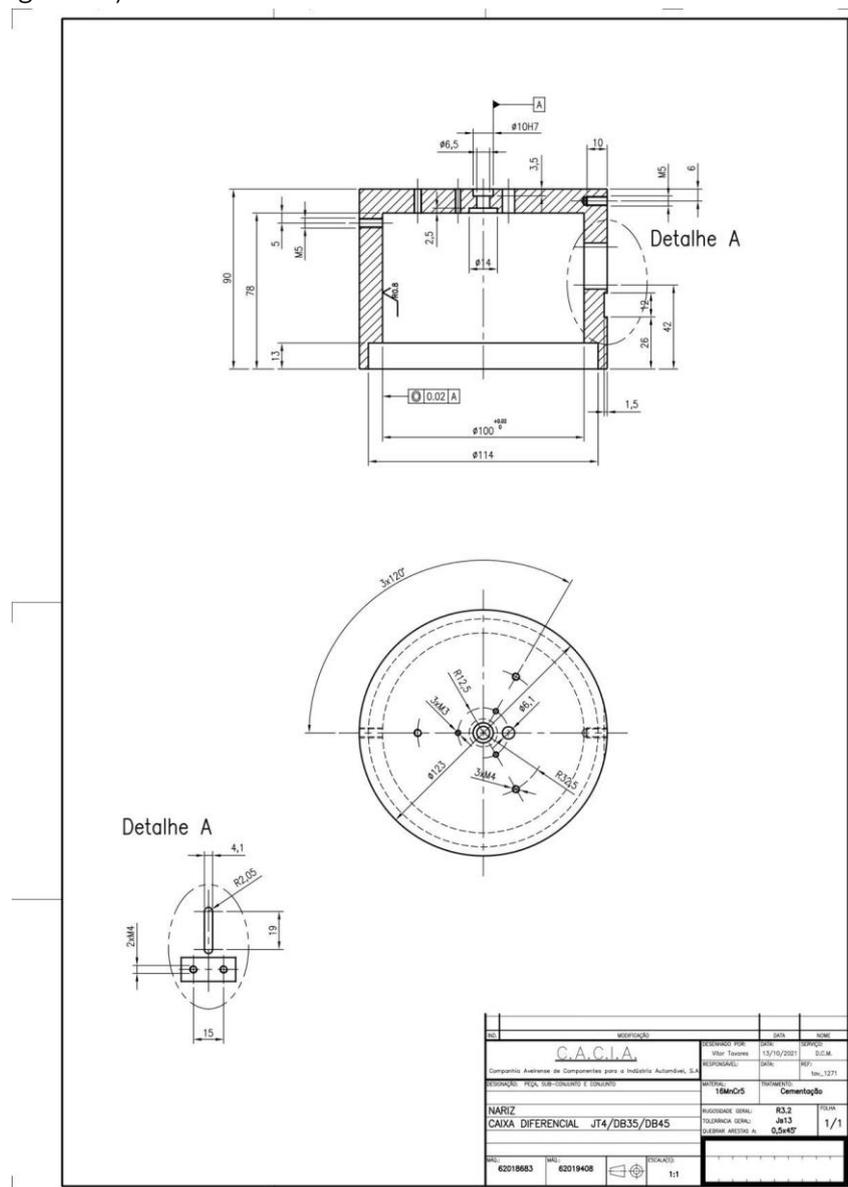


Imagem 20 – Desenho técnico do Nariz

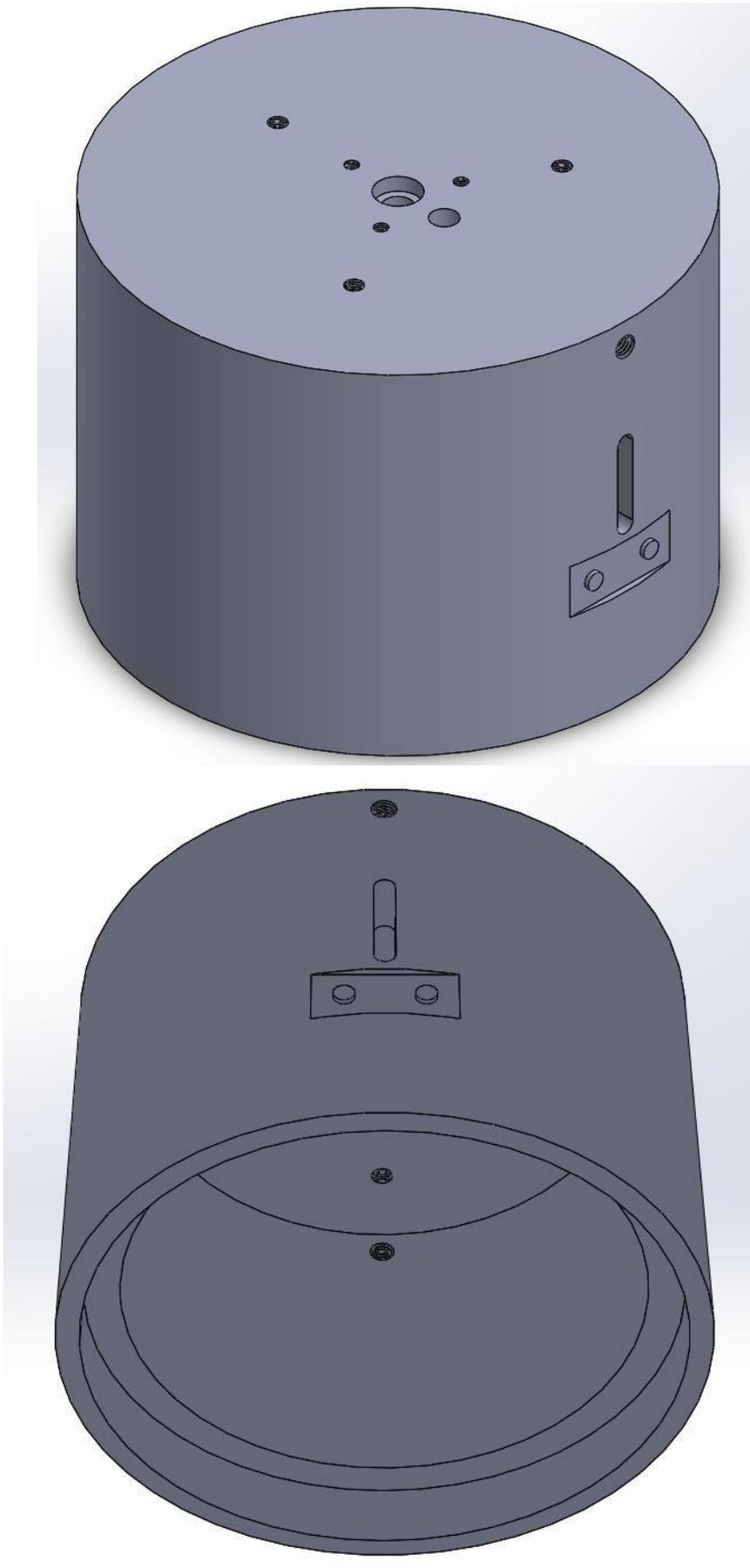


Imagem 21 - Vistas 3D do Nariz

Este nariz tem um pistão de centragem associado (Anexo D) e um veio (Anexo E) (Imagem 22) que se encaixa no conjunto que irá albergar molas de compressão que permitirão a estabilização do diferencial. Esta alteração no conjunto de prensagem aliado às chapas de apoio nas pinças (Imagem 23), que ajudam a um melhor suporte das coroas, permitem minimizar um potencial desalinhamento/batimento (peças não paralelas com o plano horizontal) e, por conseguinte, prensagens não conformes.

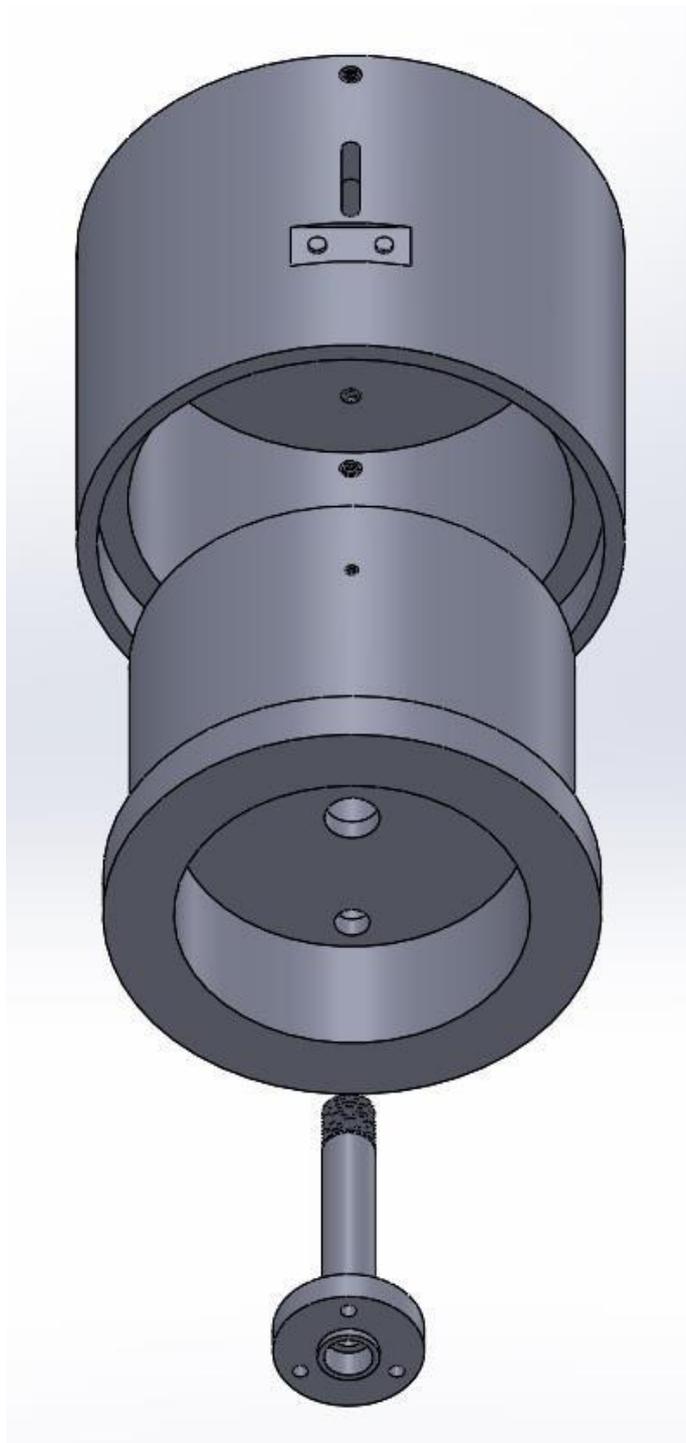


Imagem 22 - Vista explodida do conjunto do Nariz, Pistão e Veio que formam um conjunto juntamente com molas de compressão



Imagem 23 - Nesta imagem (antiga) as pinças são visíveis. As chapas de apoio situar-se-ão anexas a esta por baixo

Em relação a números, pode-se olhar para os meses após a introdução do chanfro (março, abril, maio, junho e julho) versus um período equivalente, mas já com a introdução da segunda proposta de melhoria (o conjunto de prensagem e as chapas de apoio). Como a introdução do conjunto na máquina 160.1 foi algo gradual (no início só operava alguns dias com o nariz novo) é mais correto analisar os meses mais recentes da máquina 160.1 (já a operar 100% com o novo conjunto). Para uma janela parecida em termos de números de valores selecionou-se o período de tempo entre o 15 de setembro de 2021 (prensa já tinha o nariz novo) e o 15 de março de 2022 (fim da recolha de dados) (são 6 meses, mas como houve interrupção festiva e passou-se a produzir mais caixas DB do que JT não é tempo a mais).

Eis os resultados (Tabela 4):

	NOK	Produção	%	
(1mar-1ago21)	2315	171899	13,47	Com a proposta 1
(15set-15mar22)	635	70468	9,01	Com a proposta 1+2

Tabela 4 – NOK/1000 Antes da proposta 2 VS Depois

Note-se que o valor depois da proposta 1 na tabela 3 foi de 14,8% e agora foi de 13,5%, mas como já se referiu, alguma variação é expetável e esta janela é mais indicada para comparar com os efeitos da proposta 2. A permilagem desceu 4,5% o que representa um

cutre em relação ao “Antes da proposta 2” de **33,3%**. Se estivermos a falar dos erros em geral, o corte é de **14,1%** (descida de 4,5‰ em 31,8‰).

Agora a prensagem encontra-se com 9 prensagens não conformes a cada 1000 peças feitas comparadas às 32 registadas no início de 2021, o que constitui uma **descida de 72%** no número de prensagens não conformes.

4.2.4 Limitações / Considerações Finais

Uma limitação visível que se notou foi a dificuldade para contabilizar os diferentes tipos de erro, pois os ficheiros de Prensagem apenas continham no título o resultado deles (ou seja OK ou NOK) (Imagem 24).

Ex: Part_maXYmos_NC_MP-012_2021-02-19_03-04-38_7813RAA10491992_NOK

Data (aaaa-mm-dd_hh-mm-ss) NºRef RESULTADO

Imagem 24 - Nomenclatura dos ficheiros de Prensagem

Se, para além desta informação, o nome do ficheiro também discriminasse o número do erro associado isso seria ideal para poder diagnosticar o tipo de erro de forma mais direta (o número da restrição quebrada – 1, 2 ou 3 – indicar-nos-ia o erro) sem ter a necessidade de abrir cada ficheiro individualmente, poupando tempo a quem quiser fazer uma análise.

Algo que se deveria ter feito também, que seria bastante facilitado com a sugestão acima mencionada, era uma análise *a posteriori* dos diferentes tipos de erro após as mudanças para confirmar se as proporções entre os erros iriam mudar e qual o tipo mais preponderante. Para um eventual maior escrutínio das causas de prensagens não OK poder-se-ia olhar também para as causas de não RO (não rendimento operacional/*downtime*) da prensagem para encontrar possíveis causas que tenham escapado ao diagnóstico inicial. Estas causas, no entanto, só iriam dizer respeito à vertente da máquina em si, havendo necessidade de examinar as outras áreas de possível falha (os outros “5Ms”, por exemplo). Estes problemas serão provavelmente de ordem esporádica e algo que não cause erros de forma sistemática.

De qualquer forma, fez-se uma análise também das causas de nRO. No RSF dá para fazer um levantamento das causas de nRO das máquinas. Neste caso só nos interessa as avarias da máquina (“*Panne Machine*”) e não paragens de qualidade (ensaios, etc.), por exemplo. Um bom ponto de partida seria a examinação mais em detalhe do que poderá estar a causar estas avarias, havendo uma comunicação com os técnicos de manutenção da marca da Prensa.

Os dados são de 4/11/2020 a 20/05/2021, ordenados pelo maior tempo de pausa para o menor e encontram-se na Tabela 5. É de notar que a soma de tempo parado por avaria da prensa num período de quase 7 meses (198 dias) foi de 1265 minutos (~21h), o que não é um valor demasiado elevado (até é algo baixo) considerando o *downtime* de outras máquinas verificadas na pilotagem *Shoki Ryudo* e considerando também que a Prensa trabalha ininterruptamente 7 dias por semana, 24h por dia em condições normais.

Périmètre				
Date début	04/11/2020			
Date fin	20/05/2021			
Temps d'arrêt	0			
Date	Temps d'a	Type d'ar	Machine	Cause de non RO - observation
12/01/2021	240	Panne	Mach62018683 PRENS	intervenção da engenharia nos parâmetros da prensa muitas peças rejeitadas
13/12/2020	240	Panne	Mach62018683 PRENS	colisao pinças coroa no posto prensagem em AUTO
18/12/2020	160	Panne	Mach62018683 PRENS	defeito recolher de apoio da prensa - inter. eletrónica
14/12/2020	115	Panne	Mach62018683 PRENS	Pinças pegam mal na coroa e força a mesa
20/04/2021	90	Panne	Mach62018683 PRENS	Prensa encravada
04/12/2020	45	Panne	Mach62018683 PRENS	muitas peças rejeitadas com prensa NC (JT4 14x63)
12/01/2021	40	Panne	Mach62018683 PRENS	prensa continua a dar defeito de não subir apos prensagem
09/03/2021	30	Panne	Mach62018683 PRENS	spórtico fora de origens
11/12/2020	30	Panne	Mach62018683 PRENS	muitas peças rejeitadas prensa
08/12/2020	30	Panne	Mach62018683 PRENS	defeito na mesa da prensa
11/01/2021	30	Panne	Mach62018683 PRENS	selevador da prensa não desceu
11/01/2021	25	Panne	Mach62018683 PRENS	intervenção da engenharia na prensa
08/01/2021	20	Panne	Mach62018683 PRENS	Serro na prensa: apoio da prensa não desceu
15/02/2021	20	Panne	Mach62018683 PRENS	defeito de memórias
06/04/2021	15	Panne	Mach62018683 PRENS	prensa colocou uma coroa em cima de outra
07/01/2021	15	Panne	Mach62018683 PRENS	paragem apos prensagem (3X)
07/01/2021	15	Panne	Mach62018683 PRENS	Serro de prensa
24/11/2020	15	Panne	Mach62018683 PRENS	Mesa rotativa encravada
09/01/2021	15	Panne	Mach62018683 PRENS	prensa apanhou duas coroas
19/03/2021	15	Panne	Mach62018683 PRENS	mesa fora de origens
11/01/2021	15	Panne	Mach62018683 PRENS	defeito prensa fora de origem
04/11/2020	10	Panne	Mach62018683 PRENS	defeito mesa rotativa
01/03/2021	10	Panne	Mach62018683 PRENS	memórias de peças na mesa NC
18/03/2021	10	Panne	Mach62018683 PRENS	mesa da prensa fora das origens
17/05/2021	10	Panne	Mach62018683 PRENS	defeito memoria mesa da prensa
11/05/2021	5	Panne	Mach62018683 PRENS	defeito memoria mesa da prensa

Tabela 5 – Tabela das Avarias (Panne Machine) da Prensa entre 4/11/20 e 20/5/21
 Legenda das colunas por ordem: Data | Tempo de Pausa | Tipo de Pausa | Máquina | Causa de não RO - comentário

5. Conclusões

5. Conclusões

Neste capítulo de conclusões, reflete-se sobre a importância destes dois projetos/temas diferentes – pilotagem *Shoki Ryudo* e eliminação de defeitos na prensagem – no contributo para a melhoria da qualidade na Renault Cacia. É feito sobretudo um destaque à pertinência destes projetos na ótica da melhoria, uma vez que, numa primeira análise os seus papéis e razões de uso podem aparentar ser de carácter pouco óbvio/explicito. São também referidas algumas limitações e dificuldades do trabalho realizado assim como eventuais sugestões de trabalho futuro.

5.1. *Shoki Ryudo*

A qualidade das decisões tomadas é um reflexo da qualidade da informação que temos ao nosso dispor e das conclusões e conhecimentos que conseguimos extrair através desta. Sendo assim o *Shoki Ryudo*, pelo acompanhamento consistente e holístico que permite dos diferentes processos de produção, consegue fornecer uma boa análise, não muito extensiva, mas detalhada o suficiente, para de uma forma comunicativa e simples dar uma visão global do desempenho dos processos. É uma ferramenta que representa informação de forma muito direta e é bastante fácil de replicar, pelo que é possível adaptar a pilotagem *Shoki Ryudo* para qualquer processo e janela de tempo. Uma vez que esta ferramenta tinha como objetivo a animação diária dos KPIs numa estratégia de ter um controlo de qualidade atento e global (capacitando tomadas estratégicas de decisão rápidas – como ver e avaliar as principais avarias, observar os processos que geram mais defeitos e atuar sobre eles, etc.), esta foi bastante útil numa perspetiva em que era possível fornecer às chefias (com as atas diretamente ou então com o tratamento da informação destas) informação “a pronto” e de forma resumida. Isto, claramente, é uma mais-valia e o seu uso torna-se ainda mais relevante quando se considera que para uma empresa de grandes dimensões é sempre difícil saber tudo o que se passa ao mesmo tempo e, por vezes, é preciso abordar muitas linhas e processos em reuniões e comunicações a chefias, etc. o que se torna mais simples com as atas do *Shoki Ryudo*.

Limitações/Dificuldades e Sugestões de Trabalho Futuro

Como previamente indicado, o acompanhamento dos processos através das atas *Shoki Ryudo* configura essencialmente uma ferramenta de gestão de informação e como tal, esta poderá não servir de grande auxílio numa empresa de uma dimensão reduzida, pois poderá não existir uma necessidade em compilar a informação de forma tão rígida e organizada. Quanto a limitações na ferramenta em si, pode ser apontada a tal falta de uma sensação de “continuidade” de certas falhas. Isto é, poderia haver uma forma de melhor identificar padrões de não conformidades nas peças ou causas de nRO ao longo das atas, para haver uma certa noção de uma eventual sequencialidade de aspetos negativos que se repetem ao longo dos dias ou com uma ocasionalidade frequente. Para isso, a criação do campo das ocorrências semanais é um bom ponto de partida, mas não perfeito. Eventuais ocorrências de periodicidade superior a uma semana poderiam passar despercebidas (apesar de parecer pouco provável que haja padrões de defeitos e causas de nRO com uma frequência tão dispersa, mas consistente).

Outra dificuldade também passa pela avaliação de quando é que devemos abandonar ou abrandar a atividade *Shoki Ryudo*, pois uma das definições deste conceito é “*Initial Variation Quality Management*” (Gestão da Qualidade da Variação Inicial).

Quando é que consideramos o fim do início? Aqui o desafio talvez passe por um nível de decisão mais estratégico e não tão técnico, pois o critério de paragem/abrandamento tem de ter algum fundamento. Neste caso podemos olhar para a definição de alvos de qualidade, custo e encomendas (Imagem 9) como potenciais metas a conquistar para fazer-se um desfasamento desta “*Initial Variation Quality Management*”. Quanto a estes valores em si, poderia ter havido mais alguma clarividência e assertividade, por parte dos superiores, nas metas e modo de ir aliviando a atividade *Shoki Ryudo* para melhor saber quando deixaria de fazer tanto sentido esta análise e também a afetação de pessoal a esta. Uma definição bem fundamentada dos alvos a atingir aqui seria ideal. Por exemplo, arbitrariamente, poder-se-ia impor algo como: “se durante um mês seguido houver uma taxa de não conformidades inferior a 2000 ppm (partes por milhão), passar a frequência das atas

para apenas 2 por semana”. Isto trata-se meramente de um exemplo de uma meta a atingir para depois aliviar a gestão de consciência mais tranquila.

5.2. Prensagem

É fácil cair na ilusão de que após termos uma linha de um dado produto em funcionamento e “entregue às máquinas”, o trabalho que se terá de fazer estará apenas fora desta, talvez na gestão da cadeia de abastecimento, quer a montante quer a jusante da máquina. No entanto, esta assunção é errada e, de facto, algo aparentemente fixo como partes de uma máquina, moldes ou o próprio *design* das peças estão sempre sujeitos a alterações. Existem quase sempre ocorrências e não conformidades que não são previstas na fase do planeamento, mesmo se houver uma rigorosa análise dos riscos. Quando se está a trabalhar numa escala e a aumentamos, ou quando estamos a pensar num processo específico e posteriormente o elencamos no seio da produção, podem muitas vezes ocorrer discrepâncias em relação ao esperado, quer seja pela inclusão do fator humano quer seja, por exemplo, pela inclusão de variáveis no sistema de que não estávamos à espera. Desta forma, processos simples e aparentemente previsíveis, podem de forma repentina ser causadores de situações inesperadas e de problemas de produtividade e/ou de qualidade.

Tendo isto em consideração, é fácil de ver a importância da melhoria contínua e, por exemplo, do ciclo PDCA (*Plan, Do, Check, Act*). É de lembrar que, na segunda parte do projeto, encontrava-se sobre análise o processo da prensagem – consiste no encaixe de duas peças através duma prensa – que de relance não parece algo passivo de muito estudo. Contudo, a análise deste processo (apresentando uma taxa defeituosa de 35 prensagens não conformes em 1000) revelou a sua complexidade e à medida que se foi aprofundando o seu estudo identificaram-se mais detalhes, padrões, áreas de potencial mudança, etc. Este desenrolar de informação e desvendamento de causas (e suas incidências relativas) e potenciais soluções foi auxiliada pela aplicação do diagrama de *Ishikawa*. A utilização desta ferramenta, aliada ao *software* da máquina, permitiu construir toda uma narrativa para perceber melhor as origens e os focos das prensagens não conformes.

Toda esta análise resultou, então, num diagnóstico compreensivo dos diferentes tipos de erro e das suas causas e depois culminou na identificação e implementação de duas propostas de melhoria. Uma a nível do próprio *design* de uma peça (a aplicação de um chanfro numa aresta de contacto desta) e outra a nível dos componentes usados na própria máquina (a alteração do nariz da prensa e a aplicação de chapas de apoio). Isto serve exatamente de argumento para demonstrar que mesmo aspetos que à primeira vista podem aparentar não precisar de alteração (neste caso, o *design* do produto/peças e a máquina de prensagem), são sempre passíveis de análise. E transportando esta ilação para outras situações alheias a este projeto em específico, talvez sejam nestas áreas, as menos óbvias, que muitas vezes se encontre um motor para a mudança e o necessário para fornecer a uma empresa uma margem de diferença competitiva em relação ao resto do mercado.

Limitações/Dificuldades e Sugestões de Trabalho Futuro

Como referido no capítulo do caso prático, uma dificuldade que se notou no projeto de eliminação de defeitos na prensagem foi o diagnóstico inicial dos diferentes tipos de erro (genericamente pondo: erro de entrada, erro de força a mais e erro de força a menos), uma vez que a nomenclatura dos ficheiros PDFs, criados a cada prensagem, de facto discriminavam entre OK e NOK, mas não especificavam o tipo de erro/número da restrição quebrada. Isto dificultou bastante a análise pois era necessário abrir cada ficheiro individualmente e registar numa base de dados à parte o tipo de erro. Como tal, este processo tornava-se moroso e pouco eficiente e fez com que o processo de amostragem se tornasse trabalhoso, especialmente em dias em que havia dezenas de PDFs NOK. Dessa maneira, para ter uma melhor noção da frequência relativa dos diferentes tipos de erros, o tamanho da amostra poderia ter sido mais amplo e poderia ter sido feita também uma análise, após as melhorias implementadas, da prevalência de certos erros sobre outros, o que não sucedeu. Teria sido interessante, após ter verificado que o número de defeitos na prensagem/prensagens defeituosas, de facto, desceu, observar novamente a incidência dos diferentes tipo de erro discriminados e comparar com a situação inicial. Para colmatar

isto, a colocação do número da restrição quebrada no nome do ficheiro seria o suficiente para tornar o processo de diagnóstico muito mais simplificado.

6. Referências Bibliográficas

6. Referências Bibliográficas

- Bunkley, Nick (2008). "Joseph Juran, 103, Pioneer in Quality Control, Dies." *The New York Times*, ISSN 0362-4331
- Ciampa, Dan. (1992). *Total quality: a user's guide for implementation* / Dan Ciampa. SERBIULA (sistema Librum 2.0).
- Evans, J. R., and W. M. Lindsay (2002). *The Management and Control of Quality Cincinnati*, OH: Thomson Learning
- Gupta, S., & Jain, S. K. (2013). "A literature review of lean manufacturing." *International Journal of Management Science and Engineering Management*, 8(4), 241–249. doi:10.1080/17509653.2013.825074
- Johnson, C.N.. (2002). "The benefits of PDCA". *Quality Progress*, 35(5), 120
- Li, Jin-Hai & Anderson, Alistair & Harrison, Richard. (2003). "Total quality management principles and practices in China." *International Journal of Quality & Reliability Management*. 20. 1026-1050. 10.1108/02656710310500833.
- Luca, Liliana (2016), "A new model of Ishikawa diagram for quality assessment", *IOP Conf. Ser.: Mater. Sci. Eng.* 161 012099
- MacGregor, J.F. & Kourti, T.. (1995). "Statistical Process-Control of Multivariate Processes." *Control Engineering Practice*. 3. 403-414. 10.1016/0967-0661(95)00014-L.
- Magalhães, M. J. (2015). "As 7 Ferramentas da Qualidade - Modelos de Gestão: Qualidade e Produtividade"
- Martínez-Lorente, Angel R.; Dewhurst, Frank; Dale, Barrie G. (1998), "Total Quality Management: Origins and Evolution of the Term", *The TQM Magazine*, Bingley, United Kingdom: MCB University Publishers Ltd, vol. 10 no. 5, pp. 378–386,
- Morgado, A. & Gomes, E. (2012). *Compêndio de Administração*, Elsevier Editora Ltda.
- Silva, L. e Flores, D. (2011). "Gestão da Qualidade em Arquivos: Ferramenta". *Programas e Métodos – III" SBA – Simpósio Baiano de Arquivologia*.
- "Understanding total quality management." (1993). *Total Quality Management*, 4(4), 9–18. doi:10.1080/09544129300000049
- Vergueiro, W. (2002). *Qualidade em serviços de informação*, Editora Arte e Ciência.

Wilkinson, L. (2006). "Revising the Pareto Chart". *The American Statistician*. 60 (4): 332–334. doi:10.1198/000313006x152243. S2CID 97936

Zhu, Li & Johnsson, Charlotta & Varisco, Martina & Schiraldi, Massimiliano. (2018). "Key performance indicators for manufacturing operations management – gap analysis between process industrial needs and ISO 22400 standard." *Procedia Manufacturing*. 25. 82-88. 10.1016/j.promfg.2018.06.060.

Webgrafia:

Quem é Tim Woods? - Formação e Consultoria Lean Six Sigma | CLT Services - Lean Thinking. Pesquisado a 10 de janeiro, 2022 de <https://www.cltservices.net/artigos-e-noticias/quem-e-tim-woods>

Consultoria Lean Six Sigma Management - CLT Services. Pesquisado a 10 de janeiro, 2022 de <https://www.cltservices.net/consultoria/consultoria-lean-six-sigma-management>

The Definitions of "Upstream" and "Downstream" in the Production Process. Pesquisado a 6 de outubro, 2021 de <https://smallbusiness.chron.com/definitions-upstream-downstream-production-process-30971.html>

Total Quality Management (TQM): What is TQM? | ASQ. Pesquisado a 6 de outubro, 2021, de <https://asq.org/quality-resources/total-quality-management>

Our plants, labs, design and engineering center - Renault Group. Pesquisado a 14 de junho, 2021 de <https://www.renaultgroup.com/en/our-company/locations/>

8 Total Quality Management principles to improve processes. Pesquisado a 6 de outubro, 2021 de <https://www.lucidchart.com/blog/8-total-quality-management-principles>

HOW MANY CARS ARE THERE IN THE WORLD IN 2022? Pesquisado a 7 de agosto, 2022 de <https://hedgescompany.com/blog/2021/06/how-many-cars-are-there-in-the-world/>

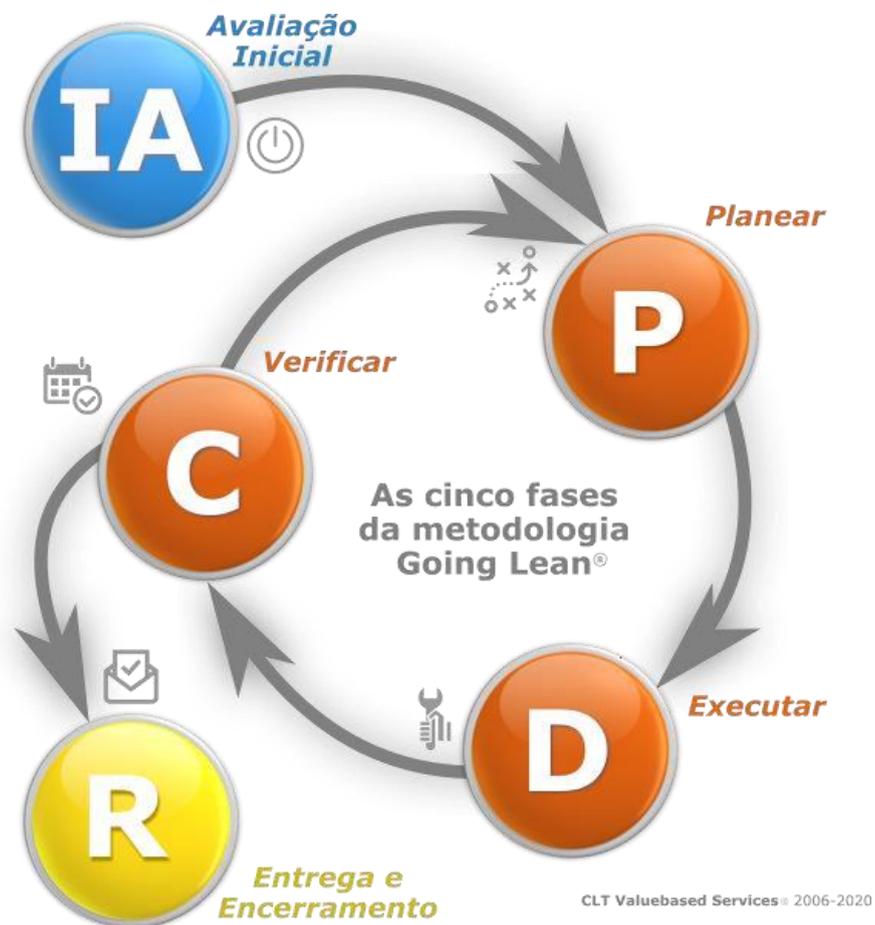
Dieselgate: qual o ponto de situação? Pesquisado a 15 de abril, 2021 de <https://www.e-konomista.pt/dieselgate/>

Management Sciences for Health Pareto Analysis Pesquisado a 7 de outubro, 2021 de <https://web.archive.org/web/20120208180732/http://erc.msh.org/quality/pstools/pspareto.cfm>

7. Anexos

7. Anexos

Anexo A – Ciclo PDCA



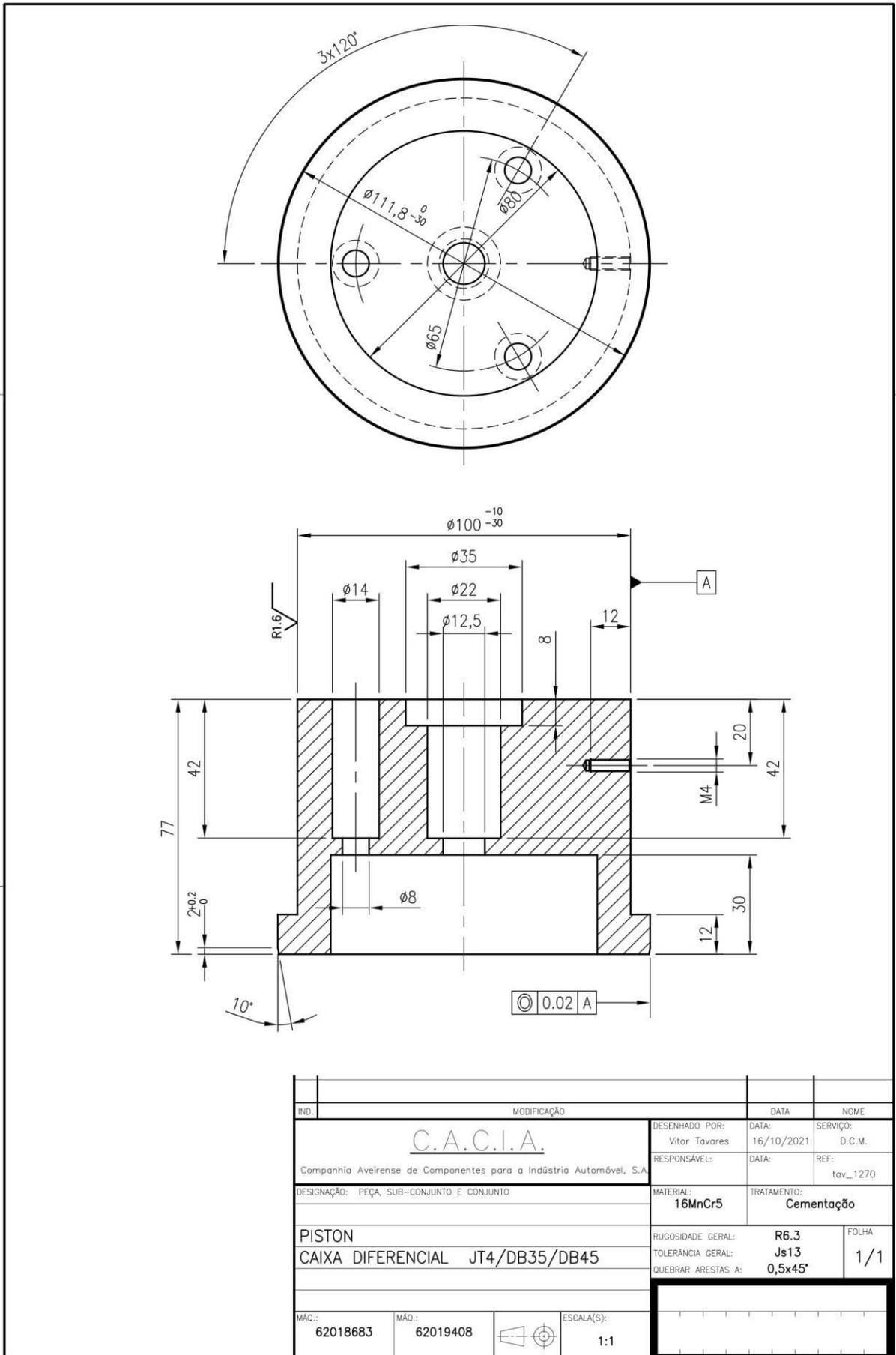
Anexo B – Caixa de Velocidades JT4 da Renault



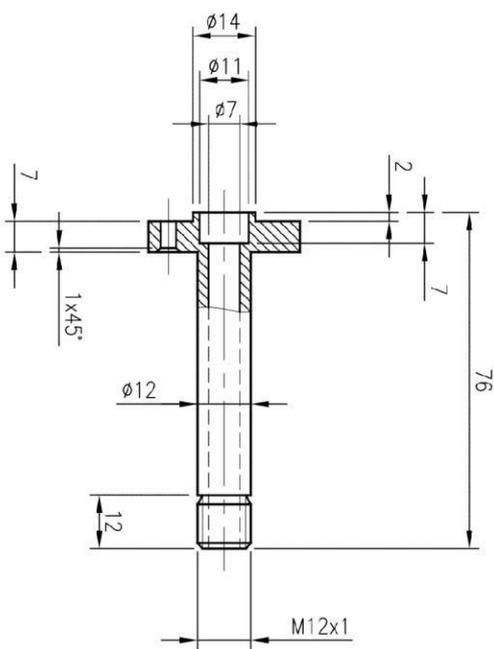
Anexo C – Levantamento de dados dos diferentes tipos de erro na Prensagem (4 de novembro a 11 de dezembro de 2020)

Defeitos na Prensagem				
JT4				
Kistler 1	Força +	Força -	Entrada	J1Prod.
04-nov	1		6	1024
05-nov	4		6	1074
06-nov	9		3	854
07-nov	2			679
08-nov				
09-nov	8	6	25	1283
10-nov	1		5	482
11-nov		1	1	387
12-nov			1	545
13-nov	4	1	27	974
14-nov		2	15	633
15-nov	2	5	24	554
16-nov			3	580
17-nov				466
18-nov			9	828
19-nov	17		14	499
20-nov	8		9	1044
21-nov				419
22-nov	14		8	517
23-nov	3		3	720
24-nov	29		18	826
25-nov	26		20	913
26-nov	25		19	1011
27-nov	15		43	934
28-nov	60		38	874
29-nov	13	2	16	692
30-nov	22		28	899
01-dez	53	4	14	884
02-dez	60		69	1185
03-dez	11		7	1078
04-dez	3	1	1	1358
05-dez	19	5	46	1036
06-dez				826
07-dez	24	2	32	1426
08-dez	22		18	1089
09-dez	16	3	42	1132
10-dez	1		1	861
11-dez	11		19	992

Anexo D – Desenho técnico do Pistão de Centragem do conjunto da Prensa



Anexo E – Desenho técnico do Veio das molas do conjunto da Prensa



NOTA: Para trabalhar em conjunto com Mola de Compressão com o código mdbec D770701036

IDENTIFICAÇÃO		DATA	NOME
C.A.C.I.A. Companhia Avulsa de Componentes para a Indústria Automóvel, S.A. DESIGNAÇÃO: PEÇA SUB-CONJUNTO E CONJUNTO		DATA: 13/10/2021	SENHA: D.C.M.
VEIO CAIXA DIFERENCIAL JT4/DB35/DB45		RESPONSÁVEL: UFPA	REF: lov_1272
MATERIAL: 16MnCr5		TRATAMENTO: Cementação	
RIGIDEZ GERAL: R1,6		FOLHA: 1/1	
TOLERÂNCIA GERAL: QUERER ARESISTAS A 0,5x45°			
MAC: 62018683	VAO: 62019408	ESCALA(S): 1:1	AUTOCAD - formato A3