



UNIVERSIDADE D
COIMBRA

Mariana Lopes Martins

**ESTUDO DA IMPLEMENTAÇÃO DO PROCESSO
DE APROVAÇÃO DE PEÇAS PARA PRODUÇÃO**

Dissertação no âmbito do Mestrado Integrado em Engenharia Mecânica na área de Produção e Projeto orientada pelo Doutor André Filipe Gomes Pereira e pela Engenheira Eugénia Maria Abrantes Martins Carvalho e apresentada ao Departamento de Engenharia Mecânica da Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade de Coimbra.

Junho de 2021

1 2



9 0

FACULDADE DE
CIÊNCIAS E TECNOLOGIA
UNIVERSIDADE DE
COIMBRA

Estudo da Implementação do Processo de Aprovação de Peças para Produção

Dissertação apresentada para a obtenção do grau de Mestre em Engenharia
Mecânica na Especialidade de Produção e Projeto

Study on the Implementation of Production Parts Approval Process

Autor

Mariana Lopes Martins

Orientadores

André Filipe Gomes Pereira

Eugénia Maria Abrantes Martins Carvalho

Júri

Presidente	Professora Doutora Marta Cristina Cardoso de Oliveira Professora Associada da Universidade de Coimbra
Orientador	Engenheira Eugénia Maria Abrantes Martins Carvalho SRAMPORT - Transmissões Mecânicas, Lda
Vogais	Professor Doutor Cristóvão Silva Professor Associado da Universidade de Coimbra

Colaboração Institucional

SRAM

SRAMPORT - Transmissões Mecânicas, Lda.

Coimbra, junho, 2021

“Coming together is a beginning; keeping together is progress; working together is success.”

Henry Ford

Agradecimentos

Quero prestar o meu reconhecimento a todos os que de alguma forma contribuíram para a realização do trabalho aqui apresentado, em especial:

À minha orientadora, Engenheira Eugénia Martins por todo o conhecimento e experiência que partilhou comigo e pelo apoio e motivação que me transmitiu.

Ao Doutor André Pereira, orientador, pela disponibilidade que sempre demonstrou em auxiliar-me.

À SRAMPORT pela oportunidade e a todos os colaboradores que partilharam comigo os seus conhecimentos.

À minha família por todo o apoio e por acreditarem em mim. Ao Luís pela força e confiança que sempre me transmitiu. E por último aos amigos e companheiros que me acompanharam nesta jornada.

A orientação desta dissertação foi realizada com apoio dos projetos EZ-SHEET (PTDC/EME-EME/31216/2017), cofinanciados pelo Fundo Europeu de Desenvolvimento Regional (FEDER), através do programa Portugal-2020 (PT2020) e pela Fundação para a Ciência e Tecnologia; também foi patrocinada com fundos FEDER através do programa COMPETE e com fundos nacionais através da FCT, com apoio do projeto UIDB/00285/2020.

Cofinanciado por:



Resumo

O conceito de qualidade está cada vez mais presente nas organizações e intrínseco nos seus processos. Como ferramenta da qualidade, o Processo de Aprovação de Peças para Produção (PPAP) estabelece os requisitos para aprovação de uma peça antes de se dar início à sua produção, assegurando desta forma o cumprimento das especificações definidas para o produto.

De uma forma geral, esta dissertação focou-se no estudo aprofundado do PPAP, na interpretação dos seus requisitos, conhecimento dos recursos que os mesmos exigem e na análise da sua aplicabilidade nos processos da SRAMPORT. O principal objetivo consiste na identificação das lacunas existentes entre os requisitos do PPAP e as práticas atuais da empresa, tarefa que foi cumprida através da elaboração de uma análise *Gap*. Foi ainda possível estabelecer um plano de implementação deste processo, através das ações gerais que resultaram da interpretação dos resultados da análise *Gap*.

Deste modo, identificaram-se os requisitos menos implementados na SRAMPORT e aqueles cuja implementação será mais difícil, com o intuito de reconhecer os pontos críticos onde o processo de implementação se deve focar. Para os requisitos que não se encontravam completamente implementados foram estabelecidas ações que quando executadas, permitirão o cumprimento total dos requisitos do PPAP. De modo a agilizar o processo de implementação do PPAP, foi elaborado um plano de implementação.

Com as conclusões retiradas deste trabalho, obteve-se um panorama global da situação da SRAMPORT e dos seus fornecedores, no que diz respeito ao cumprimento dos requisitos do PPAP.

Palavras-chave: Qualidade, Requisitos do PPAP, Análise *Gap*, Implementação do PPAP.

Abstract

The quality concept is increasingly present in organizations and intrinsic to their processes. As a quality tool, Production Part Approval Process (PPAP) establishes the requirements for part approval before production starts, ensuring in this way that the product's specifications are met.

In general, this dissertation focused on an in-depth study of PPAP, on the interpretation of its requirements, the knowledge of the resources that they require and on the analysis of its applicability in the SRAMPORT's processes. The main objective consists in the identification of the gaps between the PPAP requirements and the company's current practices. A task that was accomplished through the elaboration of a Gap Analysis. Additionally, it was possible to establish an implementation plan of this process, through the general actions that resulted from the interpretation of the Gap analysis.

In this way, the requirements less implemented in SRAMPORT and those whose implementation will be more difficult were identified, in order to recognize the critical points where the implementation process should focus. For the requirements that were not fully implemented, actions were established that, when executed will allow full compliance with the PPAP requirements. In order to facilitate the PPAP implementation process, an implementation plan has been prepared.

With the conclusions of this work, a global overview of SRAMPORT and their supplier's situation was obtained, regarding the compliance with the PPAP requirements.

Keywords Quality, PPAP Requirements, Gap Analysis, PPAP Implementation.

Índice

Índice de Figuras	ix
Índice de Tabelas	xi
Siglas	xiii
1. INTRODUÇÃO.....	1
2. ENQUADRAMENTO TEÓRICO	3
2.1. Qualidade	3
2.2. Planeamento Avançado da Qualidade do Produto.....	5
2.3. Ferramentas da Qualidade.....	10
2.3.1. Análise Modal de Falhas e Efeitos	10
2.3.2. Análise do Sistema de Medição.....	12
2.3.3. Controlo Estatístico do Processo	14
2.4. Processo de Aprovação de Peças para Produção	17
3. CASO DE ESTUDO	25
3.1. A SRAMPORT	25
3.1.1. O Processo Produtivo	27
3.1.2. O Sistema de Gestão da Qualidade.....	27
3.2. O Processo Atual de Aprovação de Produtos	29
3.3. O Processo de Aprovação de Peças para Produção na SRAM	31
4. PROCESSO DE APROVAÇÃO DE PEÇAS PARA PRODUÇÃO NA SRAMPORT 37	
4.1. Análise <i>Gap</i>	37
4.1.1. Evidências.....	39
4.2. Plano de Implementação	43
4.3. Proposta de Ações.....	44
5. CONCLUSÃO.....	47
5.1. Conclusões e Propostas de Melhorias Futuras.....	47
5.2. Considerações Finais	49
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	51
ANEXO A – Lista de Verificação do PPAP	53
ANEXO B – Nível de Submissão do PPAP	55
APÊNDICE I – Manual do PPAP da SRAMPORT	57
APÊNDICE II – Análise <i>Gap</i> SRAMPORT	59
APÊNDICE III – Análise <i>Gap</i> Fornecedores.....	65
APÊNDICE IV – Plano de Implementação.....	69

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 2.1. Funções de um SGQ (adaptado de NP/EN ISO 9000, 2015).....	4
Figura 2.2. Diagrama temporal do Planeamento da Qualidade do Produto (AIAG, 2008a).	7
Figura 2.3. Ciclo PDCA aplicado ao APQP (adaptado de AIAG, 2008a).	9
Figura 2.4. Contributo do APQP para a satisfação do cliente (adaptado de Pop and Țițu, 2020).....	9
Figura 2.5. Fatores de risco usados na FMEA (AIAG, 2008b).	11
Figura 2.6. Elementos de um sistema de medição (AIAG, 2010).	13
Figura 2.7. Diferentes abordagens do controlo da qualidade (AIAG, 2005).....	14
Figura 2.8. Representação gráfica do controlo do processo e da capacidade do processo (AIAG, 2005).	15
Figura 2.9. Índices de capacidade ((NP 4463, 2009) e (AIAG, 2005).	16
Figura 2.10. Índices de desempenho (AIAG, 2005).	16
Figura 2.11. Requisitos gerais de um pacote do PPAP.	21
Figura 3.1. Localizações da SRAM no mundo (SRAM, 2020).....	25
Figura 3.2. Exemplos de produtos da SRAMPORT: (a) correntes; (b) roda e cubo (SRAMPORT, 2018).....	26
Figura 3.3. Ilustração do processo de fabrico de correntes (OCM, 2019).....	27
Figura 3.4. Rede de processos da SRAMPORT (SRAMPORT, 2018).....	28
Figura 3.5. Organização hierárquica da gestão documental (SRAMPORT, 2018).....	29
Figura 3.6. Rede de processos da vida de um produto e tarefas para a sua qualificação. ...	29
Figura 3.7. Requisitos do modelo do PPAP da SRAM.	31
Figura 3.8. Requisitos específicos da SRAM.	32
Figura 3.9. Excerto do ficheiro de verificação do cumprimento dos requisitos do PPAP (fonte: Plataforma <i>SRAMDocs</i>).	33
Figura 3.10. Excerto do ficheiro de auxílio à seleção do nível de submissão do PPAP (fonte: Plataforma <i>SRAMDocs</i>).	34
Figura 3.11. Excerto do manual do PPAP da SRAMPORT (adaptado da Plataforma <i>SRAMDocs</i>).	35
Figura 3.12. Excerto do ficheiro de avaliação de um pacote PPAP submetido (fonte: Plataforma <i>SRAMDocs</i>).	35
Figura 4.1. Nível atual de implementação, nível de dificuldade de implementação e nível de execução.	38

Figura 4.2. Exemplo de documento usado num PFMEA na SRAMPORT.	40
Figura 4.3. Exemplo de documento usado numa Gama de Controlo na SRAMPORT.	41
Figura 4.4. Exemplo de documento usado num estudo <i>Gage R&R</i> na SRAMPORT.	41
Figura 4.5. Exemplo de um estudo <i>Gage R&R</i> realizado com recurso ao <i>Minitab</i>	42
Figura 4.6. Exemplo de resultados de um estudo <i>Gage R&R</i> realizado com recurso ao <i>Minitab</i>	42
Figura 4.7. Exemplo de documento usado na inspeção de <i>design</i> na SRAMPORT.	43
Figura A.1. Ficheiro de verificação do cumprimento dos requisitos do PPAP (fonte: Plataforma <i>SRAMDocs</i>).	53
Figura B.1. Ficheiro de auxílio à seleção do nível de submissão do PPAP (fonte: Plataforma <i>SRAMDocs</i>).	55
Figura I.1. Excerto do Manual do PPAP da SRAMPORT (parte 1 de 4).	57
Figura I.2. Excerto do Manual do PPAP da SRAMPORT (parte 2 de 4).	57
Figura I.3. Excerto do Manual do PPAP da SRAMPORT (parte 3 de 4).	57
Figura I.4. Excerto do Manual do PPAP da SRAMPORT (parte 4 de 4).	57
Figura II.1. Análise <i>Gap</i> da Implementação do PPAP na SRAMPORT (parte 1 de 6).	59
Figura II.2. Análise <i>Gap</i> da Implementação do PPAP na SRAMPORT (parte 2 de 6).	60
Figura II.3. Análise <i>Gap</i> da Implementação do PPAP na SRAMPORT (parte 3 de 6).	61
Figura II.4. Análise <i>Gap</i> da Implementação do PPAP na SRAMPORT (parte 4 de 6).	62
Figura II.5. Análise <i>Gap</i> da Implementação do PPAP na SRAMPORT (parte 5 de 6).	63
Figura II.6. Análise <i>Gap</i> da Implementação do PPAP na SRAMPORT (parte 6 de 6).	64
Figura III.1. Análise <i>Gap</i> da Implementação do PPAP nos Fornecedores da SRAMPORT (parte 1 de 4).	65
Figura III.2. Análise <i>Gap</i> da Implementação do PPAP nos Fornecedores da SRAMPORT (parte 2 de 4).	66
Figura III.3. Análise <i>Gap</i> da Implementação do PPAP nos Fornecedores da SRAMPORT (parte 3 de 4).	67
Figura III.4. Análise <i>Gap</i> da Implementação do PPAP nos Fornecedores da SRAMPORT (parte 4 de 4).	68
Figura IV.1. Plano de implementação do PPAP na SRAMPORT (Diagrama de <i>Gantt</i>)....	69

ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 2.1. Alterações planeadas que exigem notificação por parte do fornecedor (adaptado de AIAG, 2006).	19
Tabela 2.2. Situações que exigem a submissão do PPAP (adaptado de AIAG, 2006).....	20
Tabela 2.3. Itens a submeter em cada nível de submissão do PPAP (adaptado de AIAG, 2006).....	22
Tabela 4.1. Proposta de ações para a implementação do PPAP na SRAMPORT.....	44

SIGLAS

AIAG – *Automotive Industry Action Group*
APCER – *Associação Portuguesa de Certificação*
AQP – *Advanced Quality Planning*
APQP – *Advanced Product Quality Planning*
CMM – *Coordinate-Measuring Machine*
DFMEA – *Design Failure Mode and Effects Analysis*
EN – *European Norm*
EVR – *Environmental Verification of Requirements*
FMEA - *Failure Mode and Effects Analysis*
ISO – *International Organization for Standardization*
LSL – *Lower Specification Limit*
MQA – *Manual da Qualidade e Ambiente*
MSA – *Measurement Systems Analysis*
NP – *Norma Portuguesa*
PDCA – *Plan-Do-Check-Act*
PFMEA – *Process Failure Mode and Effects Analysis*
PPAP – *Production Part Approval Process*
PQ – *Production Qualification*
RPN – *Risk Priority Number*
SGQ – *Sistema de Gestão da Qualidade*
SGQA – *Sistema de Gestão da Qualidade e Ambiente*
SPC – *Statistical Process Control*
USL – *Upper Specification Limit*
VOC – *Voice of the Customer*

1. INTRODUÇÃO

Ao longo dos últimos anos, o setor da indústria de bicicletas tem sofrido um crescimento notório. Em particular, nas últimas duas décadas, o volume de negócios anual passou de 5 mil milhões de euros para 14 mil milhões em 2019 (Scherer, 2021). O aumento da competitividade no setor industrial é cada vez mais uma realidade por isso, torna-se imperativo que uma empresa reúna condições que lhe permitam garantir a qualidade dos seus produtos. De facto, uma organização que se encontre associada a produtos de qualidade, que satisfazem consistentemente as exigências dos seus clientes, terá destaque nos mercados globais da atualidade.

Neste sentido, um Sistema de Gestão da Qualidade (SGQ) eficiente e robusto, assegura que um produto atinge os requisitos definidos pelo cliente de forma regular. Da mesma forma, uma ferramenta como o Processo de Aprovação de Peças para Produção (PPAP – *Production Part Approval Process*) auxilia no processo de qualificação de produtos novos, estabelecendo confiança nos mesmos e nos seus processos de fabrico.

Este trabalho foi desenvolvido no âmbito da dissertação do Mestrado Integrado em Engenharia Mecânica da Universidade de Coimbra e foi baseado no estágio curricular realizado na empresa SRAMPORT – Transmissões Mecânicas, Lda., cuja atividade principal é o desenvolvimento e produção de componentes de bicicletas.

O trabalho enquadrou-se no projeto da SRAMPORT que consiste em implementar, a médio longo prazo, o PPAP na organização. Nesse sentido, o trabalho foi elaborado com o objetivo de identificar as lacunas existentes entre os requisitos do PPAP e as práticas atuais da SRAMPORT, evidenciando os requisitos que a empresa já cumpre atualmente e os que ainda terão de ser implementados. Este diagnóstico teve como fundamentos a compreensão e conhecimento aprofundado do processo PPAP, a interpretação de cada um dos requisitos e o estudo da sua aplicabilidade nos processos internos da SRAMPORT. Estas informações foram obtidas por meio de uma análise *Gap*. Adicionalmente, foram propostas ações que possibilitam a implementação do PPAP, bem como um plano para este processo e ainda uma compilação de informação e documentos essenciais à sua realização.

O presente trabalho encontra-se estruturado em 5 capítulos, sendo a introdução o primeiro e aquele onde se faz um enquadramento do trabalho e se apresentam os objetivos do mesmo. No segundo capítulo realiza-se um enquadramento teórico que se foca no conceito de qualidade e nas cinco ferramentas da qualidade, com destaque para o PPAP. O terceiro capítulo aborda o processo atual de aprovação de produtos da SRAMPORT, bem como o PPAP no Grupo SRAM. O quarto capítulo refere-se às análises *Gap* realizadas, realça as conclusões e define a proposta de ações que daí resultam. Por fim, no capítulo 5 evidenciam-se as conclusões do trabalho, complementadas com algumas propostas de melhorias futuras e com as considerações finais.

2. ENQUADRAMENTO TEÓRICO

O objetivo deste capítulo passa por introduzir os conceitos teóricos e ferramentas chave que serão abordados ao longo do documento. Os temas abordados estão relacionados com o Processo de Aprovação de Peças para Produção (PPAP – *Production Part Approval Process*), o seu enquadramento no âmbito da Qualidade e outras metodologias essenciais à sua implementação. A informação exposta de seguida teve origem numa pesquisa bibliográfica diversificada e fornece os conhecimentos base, essenciais à interpretação e tratamento eficaz do projeto desenvolvido na empresa SRAMPORT.

2.1. Qualidade

Num mundo cada vez mais global, caracterizado por uma maior competitividade entre empresas e por consumidores mais exigentes, a qualidade é um dos principais fatores diferenciadores e começa a estar inerente ao crescimento das organizações. Dada a sua importância, é necessário compreender melhor o conceito de qualidade.

Segundo a Norma “ISO 9000:2015 Sistema de Gestão da Qualidade – Fundamentos e Vocabulário”, a qualidade caracteriza-se pelo grau de satisfação de requisitos dado por um conjunto de características intrínsecas, e é determinada pela aptidão para satisfazer os clientes e pelo impacto sobre outras partes interessadas relevantes.

A qualidade é caracterizada como “fácil de reconhecer, mas difícil de definir” e normalmente afeta as pessoas de forma positiva (Gomes, 2004). Apesar de parecer simples, este é um conceito subjetivo e cuja definição não é unânime e por isso, defini-lo é considerado um grande desafio.

De acordo com Reeves e Bednar, o conceito de qualidade surge inicialmente pelas palavras de alguns dos mais conceituados filósofos gregos, quando ainda estava muito ligado a termos como “bom”, “excelente” ou “o melhor”. Já nesta época a definição podia variar com o contexto, uma vez que este era aplicado a diversos fenómenos.

Foi no decorrer da Segunda Guerra Mundial, com a necessidade de garantir a qualidade do material de guerra, que houve mais avanços neste tema. Estudiosos de diversas áreas dedicaram-se a analisar as diferentes dimensões da qualidade, sendo que as maiores

evoluções foram registadas nos Estados Unidos e no Japão, no período do pós-guerra. Desde essa época que o conceito foi estudado nas mais diversas vertentes, e foram-lhe atribuídos diferentes significados relacionados com o preço, a isenção de defeitos, a conformidade com as especificações definidas, a satisfação do cliente e a capacidade de atender às suas necessidades e critérios.

As diferentes definições de qualidade propostas ao longo da história, em resposta à evolução e constante mudança dos mercados e das relações comerciais, não foram substituindo as anteriores, mas sim completando-as (Reeves & Bednar, 1994). Deste modo, existem definições que se mostram mais adequadas que outras, dependendo do nicho de aplicação e do contexto.

Tal como refere Paulo Gomes, mais importante que ter uma definição, é compreender o conceito de qualidade nas suas diferentes dimensões e decidir quais as que são prioritárias para uma organização.

Uma empresa que pretenda ser bem-sucedida e crescer, deve atender e superar a expectativa de qualidade dos seus clientes de forma regular. Com o objetivo de melhorar o seu desempenho global, as organizações estão cada vez mais empenhadas em adotar sistemas de gestão da qualidade robustos e eficazes.

Um SGQ destina-se a assegurar que cada produto vai de encontro às expectativas e exigências dos clientes. Isto é possível pois o SGQ documenta a estrutura, os procedimentos e as responsabilidades essenciais para alcançar o nível desejado de satisfação dos clientes (Siebels, 2004). As funções de um SGQ encontram-se descritas na Figura 2.1.

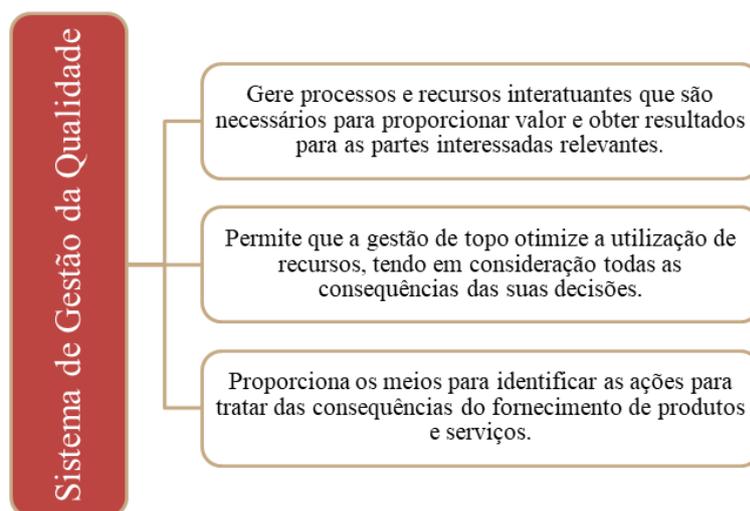


Figura 2.1. Funções de um SGQ (adaptado de NP/EN ISO 9000, 2015).

A certificação desses sistemas valida as boas práticas e garante que os processos, produtos e serviços transmitem confiança e qualidade desde a sua origem até à sua entrega ao consumidor/cliente. Para além disso é uma forma de reconhecer o esforço de uma organização em fazer mais e melhor pelo seu desempenho.

Uma vez que envolve todos os níveis de uma organização, o SGQ permite extrapolar conhecimentos adquiridos numa unidade ou processo para outras áreas distintas dentro da mesma organização.

A mais recente norma que trata os requisitos e procedimentos para a adoção de um SGQ (Norma ISO 9001:2015) refere uma abordagem por processos, que permite que uma empresa faça o planeamento de todos os processos e que as operações sejam totalmente compreendidas. Esta adota um pensamento baseado no risco, que permite identificar situações anómalas nos processos e no SGQ, e o ciclo PDCA (*Plan-Do-Check-Act*) que assegura que são alocados a cada processo os recursos necessários, e que são detetadas e implementadas todas as oportunidades de melhoria (NP/EN ISO 9001, 2015).

A qualidade de um produto não está relacionada apenas com o processo de fabrico, mas com todas as atividades desde o desenvolvimento do conceito, do produto e do processo, à elaboração de documentação, tarefas de inspeção e controlo, até à expedição. Ferramentas como o PPAP pretendem garantir que toda esta cadeia se encontra apta para a produção de produtos de qualidade.

Para além disso, a qualidade do produto não depende exclusivamente do fabricante, mas também da qualidade dos componentes que lhe são fornecidos. Tal facto destaca a importância do uso de ferramentas da qualidade e de uma gestão da qualidade eficazes por parte dos fornecedores de componentes, na medida em que se garante que os produtos fornecidos respeitam as exigências impostas pelos clientes.

2.2. Planeamento Avançado da Qualidade do Produto

As empresas que têm capacidade de entregar produtos de qualidade aos seus clientes, tornam-se organizações mais competitivas a nível global e em condições de acompanhar a evolução dos mercados atuais. Através de ferramentas e técnicas de engenharia e gestão da qualidade, aplicadas de forma correta e eficaz, as empresas conseguem garantir que a *Voice of the Customer* (VOC) é tida em conta no processo de desenvolvimento e fabrico de um produto novo.

O Planeamento Avançado da Qualidade do Produto, conhecido como APQP (*Advanced Product Quality Planning*), é um processo estruturado que pretende garantir a satisfação do cliente, no que diz respeito a produtos ou processos novos. Esta ferramenta define as etapas necessárias para que uma empresa projete e entregue produtos que vão de encontro às expectativas e critérios dos seus clientes.

A Ford Motor Company foi considerada a grande impulsionadora do Planeamento Avançado da Qualidade (AQP – *Advanced Quality Planning*), e por volta de 1980 publicou o primeiro livro sobre o tema. Este interesse surgiu graças ao grande desenvolvimento de ferramentas de eficiência produtiva e de desenvolvimento da qualidade, na indústria automóvel do extremo Oriente. Perante este cenário, em 1994, as três maiores indústrias americanas do ramo automóvel (DaimlerChrysler Corporation, Ford Motor Company e General Motors Corporation) juntaram-se para criar o AIAG (*Automotive Industry Action Group*). O APQP foi desenvolvido por este grupo com o intuito de estabelecer uma metodologia eficaz para eliminar perdas e melhorar os produtos e serviços disponibilizados aos clientes do ramo automóvel (Pop & Tîtu, 2020).

O APQP foi criado para a indústria automóvel, no entanto este processo é aplicável a todos os diferentes tipos de indústria. Segundo Laurence Thisse, o principal objetivo deste método é agilizar a comunicação entre todas as partes envolvidas, de modo a assegurar que são cumpridas todas as etapas necessárias de forma correta e na altura desejada.

A aplicação do APQP proporciona inúmeros benefícios às empresas e aos seus clientes, uma vez que permite a identificação precoce de problemas e de possíveis ações, evita alterações tardias e sem planeamento, direciona os recursos em prol da satisfação dos clientes e contribui para que se fabriquem produtos de qualidade, atempadamente e com um custo inferior (AIAG, 2008a).

O APQP é composto por 5 fases (ilustradas na Figura 2.2), todas elas interligadas entre si e cada uma delas dependente da anterior, uma vez que os dados de saída de uma fase tornam-se os dados de entrada da fase seguinte. Em cada fase é feita uma análise de risco, com o intuito de identificar os possíveis riscos o mais cedo possível, evitando deste modo a descoberta tardia de falhas. Por vezes existe uma fase de pré-planeamento, anterior às cinco fases principais, onde são apresentados conceitos e conhecimentos adquiridos noutras situações.

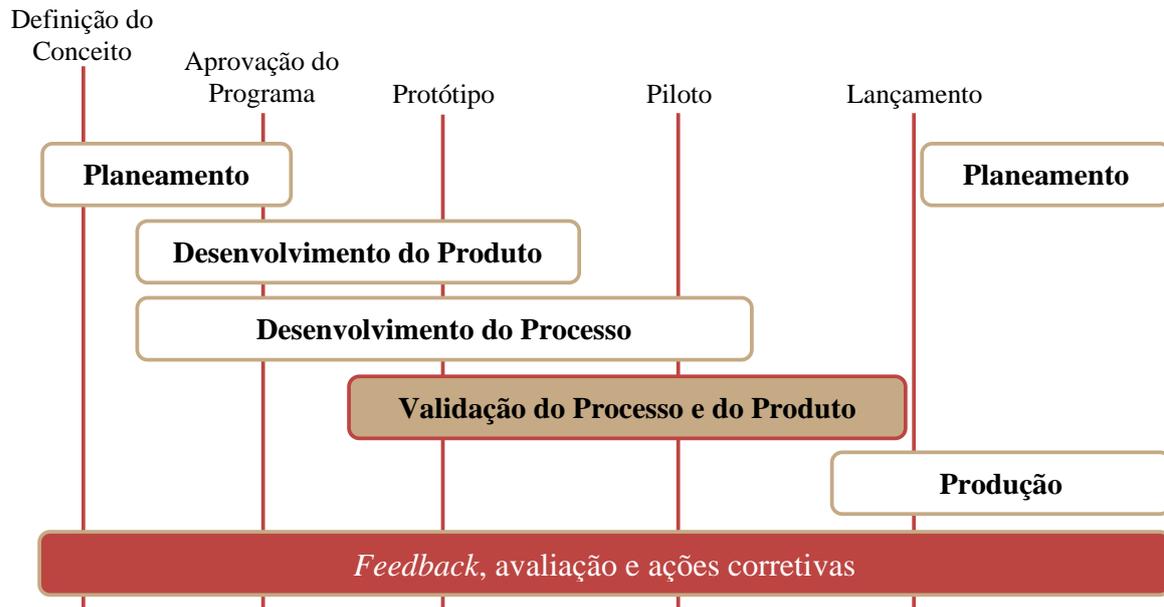


Figura 2.2. Diagrama temporal do Planeamento da Qualidade do Produto (AIAG, 2008a).

De seguida é feita uma breve descrição de cada uma das fases referidas anteriormente (AIAG, 2008a).

Fase 1 – Planeamento

Esta secção descreve como se devem relacionar as necessidades e expectativas dos clientes, com o planeamento e definição de um programa de qualidade, através do desenvolvimento de um conceito. É essencial que nesta fase se assegure a interpretação correta das exigências do cliente, para que se estabeleçam características e metas a atingir.

Fase 2 – Conceção e Desenvolvimento do Produto

Nesta fase são estabelecidas as características, geometria, tolerâncias, ferramentas e detalhes do *design* do produto, num formato semelhante ao final. Este *design* deve garantir a satisfação dos volumes e agendamentos de produção, bem como atender aos requisitos de engenharia, qualidade, entre outros. Deve ainda incluir a construção de um protótipo e testagem, o que permite confirmar que está a ser respeitada a VOC. Para além disso, são elaborados desenhos e definidas especificações do produto, atividade que é suportada por metodologias como a Análise Modal de Falhas e Efeitos do Projeto (DFMEA - *Design Failure Mode and Effects Analysis*).

Fase 3 – Conceção e Desenvolvimento do Processo

Esta secção consiste no desenvolvimento de um processo de fabrico e dos respetivos planos de controlo, que permitam obter produtos de qualidade. O objetivo é criar um processo que seja capaz de produzir o produto desenvolvido na fase anterior. Nesta fase o fornecedor deve estar confiante de que o que irá produzir representa valor para os seus clientes. Como resultados surgem elementos importantes tais como a Análise Modal de Falhas e Efeitos do Processo (PFMEA - *Process Failure Mode and Effects Analysis*), o fluxograma do processo e um plano de controlo (não definitivo).

Fase 4 – Validação do Produto e do Processo

Esta secção trata da aprovação da qualidade e capacidade do processo de fabrico, num ciclo de produção significativo, através de ferramentas como o Controlo Estatístico do Processo (SPC - *Statistical Process Control*), a Análise do Sistema de Medição (MSA - *Measurement Systems Analysis*) e os Estudos da Capacidade do Processo (*Process Capability Studies*). Neste momento as atividades de planeamento da qualidade culminam no Processo de Aprovação de Peças para Produção (PPAP - *Production Part Approval Process*), que está pronto para ser submetido para aprovação. Qualquer problema ou preocupação que surja deve ser resolvida nesta fase, antes de se dar início à produção efetiva.

Fase 5 – Feedback, Avaliação e Ações Corretivas

A última fase explora o processo produtivo e todas as suas variáveis, aborda as aprendizagens recolhidas com o processo de fabrico em curso e evidencia os resultados das ações de melhoria contínua da empresa. Desta forma será possível avaliar a eficácia do planeamento da qualidade do produto, a possível redução de riscos e as ações corretivas. Permite ainda reter conhecimentos úteis para o futuro.

A prova da realização de todo o processo do APQP é o pacote completo do PPAP. O sucesso do planeamento da qualidade depende da eficácia da formação dada aos intervenientes, bem como do envolvimento da gestão de topo e das equipas multidisciplinares em todo o processo, situação que ajuda a promover a comunicação eficaz ao longo de todo o processo (Thisse, 1998).

Após ser iniciado, o APQP transforma-se num processo sem fim com um comportamento representado por um ciclo PDCA tal como ilustrado na Figura 2.3.

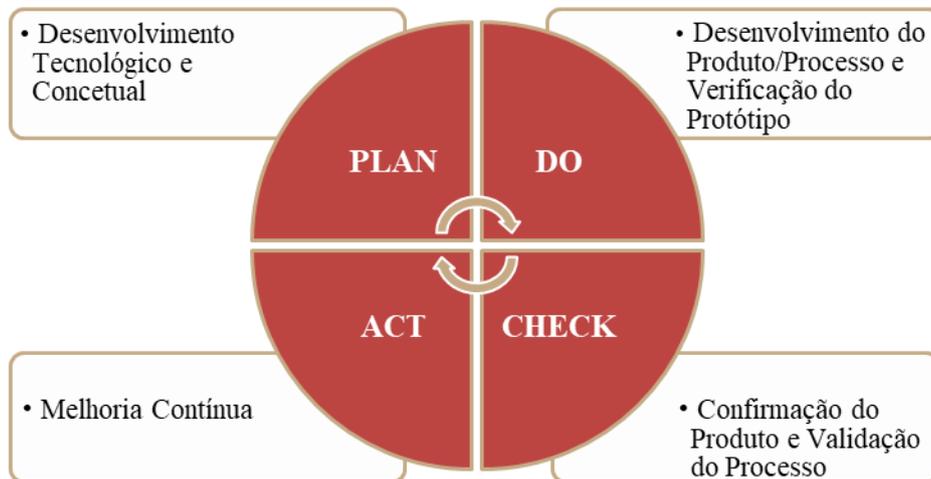


Figura 2.3. Ciclo PDCA aplicado ao APQP (adaptado de AIAG, 2008a).

Uma empresa que realize estas tarefas de forma correta e eficiente estará bem preparada para responder aos requisitos dos seus clientes, incluindo alguns de carácter específico. Neste caso, a organização terá capacidade para oferecer produtos de melhor qualidade (eliminando defeitos e reduzindo variações no processo) e reduzir os tempos de produção (diminuído o desperdício, o retrabalho e melhorando a gestão da capacidade) o que permite uma redução de custos (Figura 2.4) (Pop & Țîțu, 2020).

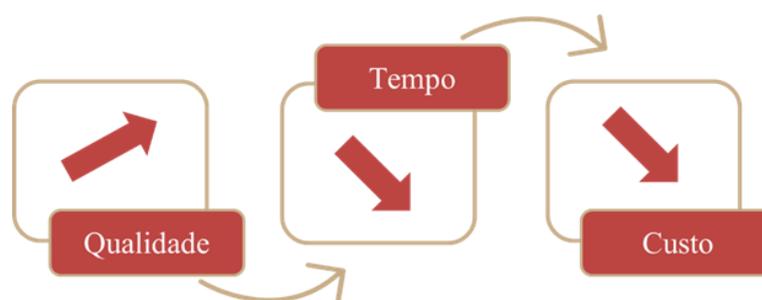


Figura 2.4. Contributo do APQP para a satisfação do cliente (adaptado de Pop and Țîțu, 2020).

Este processo não é novo para as empresas, uma vez que todas já realizam algumas atividades de qualidade e planeamento, mesmo que estas não sejam reconhecidas como tal por serem realizadas de forma informal. As tarefas de planeamento avançado da

qualidade não devem ser interpretadas como uma sobrecarga para a empresa. O ideal é que estas sejam integradas em todas as atividades da empresa e não sejam vistas como uma atividade independente (Thisse, 1998).

2.3. Ferramentas da Qualidade

As ferramentas da qualidade são métodos e técnicas que, quando aplicadas corretamente, permitem que uma empresa atinja diferentes objetivos em simultâneo. Também conhecidas como Ferramentas Básicas de Qualidade Automóvel, incluem o **APQP**, a **MSA**, o **SPC**, a Análise Modal de Falhas e Efeitos (**FMEA - Failure Mode and Effects Analysis**) e o **PPAP**. Tal como destaca a AIAG, estas ferramentas são uma mais-valia para a melhoria dos sistemas produtivos, mas também um suporte essencial à construção de um SGQ eficaz. Como se mostraram tão vantajosas quando aplicadas na indústria automóvel, o seu uso acabou por se estender a diversos setores industriais.

O APQP já foi abordado no subcapítulo anterior, devido à sua importância como ferramenta de melhoria da qualidade e devido à sua relação direta com o PPAP. Ainda que diferentes, as restantes ferramentas mostram-se bastante úteis no desenvolvimento de produtos. Para a elaboração de um pacote do PPAP, que reflete a realização completa do APQP, é necessário elaborar diversos elementos, alguns deles referentes ao uso da FMEA, MSA e SPC. Deste modo, é importante abordar estas três ferramentas antes de fazer uma exposição mais aprofundada sobre o PPAP.

2.3.1. Análise Modal de Falhas e Efeitos

De uma forma geral, a FMEA é uma abordagem analítica que assegura que, ao longo do processo de desenvolvimento de um produto e/ou processo, foram identificados os potenciais modos de falha de um sistema, as suas causas e efeitos. Trata-se de uma ferramenta eficiente de gestão de riscos e apoio à melhoria contínua, que permite examinar os possíveis modos de falha e eliminar as potenciais falhas. Estabelece ainda as medidas necessárias para que se proceda à implementação de ações corretivas (AIAG, 2008b).

Para ser bem-sucedida, a FMEA deve ser realizada antes da implementação do produto ou do processo no qual pode existir o modo de falha. Doshi e Desai (2016a) salientam que o processo deve ser abordado por uma equipa multidisciplinar, de modo a permitir a colaboração de todas as áreas funcionais em causa.

Tal como refere o manual oficial da AIAG, a FMEA é um documento vivo que deve ser atualizado com as informações e as ações corretivas mais recentes, mesmo que tenham surgido após o início da produção.

Para além da identificação dos potenciais modos de falha, das suas causas e efeitos e dos controlos relacionados com os mesmos, outro passo crucial na FMEA é a análise de risco. Esta é realizada com base em três fatores, gravidade/severidade (S), ocorrência (O) e deteção (D), que são classificados numa escala de 1 a 10 e se encontram descritos na Figura 2.5.

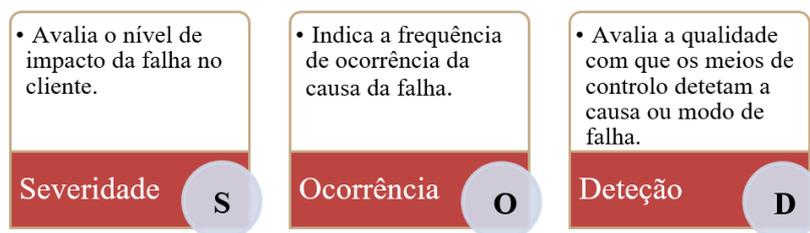


Figura 2.5. Fatores de risco usados na FMEA (AIAG, 2008b).

Após a classificação dos três fatores de risco, com base em grelhas de avaliação de referência, a equipa deve decidir quais os esforços e ações necessários para reduzir os riscos. Para ajudar nesta tarefa surge o RPN (*Risk Priority Number*), que resulta da multiplicação dos três fatores de risco referidos anteriormente.

De acordo com o procedimento descrito no manual da AIAG, os modos de falha associados a um RPN mais elevado poderão ter maior prioridade, no entanto esta não é uma decisão linear. A equipa deve considerar toda a informação disponibilizada, interpretá-la e tomar uma decisão com base não só no maior valor do RPN, mas também nos valores mais elevados do fator de classificação de gravidade. O objetivo principal é que sejam executadas ações de melhoria com o intuito de reduzir a classificação destes fatores.

A grande vantagem da implementação da metodologia FMEA é a deteção precoce de falhas. Quanto mais cedo esta acontecer, menor será o impacto da falha e menores serão os custos que lhe estão associados. Desta forma serão fabricados produtos com melhor qualidade, menos desperdício e com maior satisfação dos requisitos do cliente. Apesar disto, a FMEA pode tornar-se um processo moroso e dispendioso, principalmente para empresas

de menor dimensão. O seu uso pode ser ainda mais benéfico quando conjugado com outras ferramentas.

Quando aplicada em diferentes fases do desenvolvimento de um produto novo, a FMEA subdivide-se em duas etapas de análise distintas. A DFMEA que se foca no *design* do produto que será entregue ao consumidor final e a PFMEA que apoia o desenvolvimento do processo de fabrico.

Com o intuito de evitar grandes alterações em fases mais avançadas dos projetos, a análise DFMEA deve ser realizada nas etapas iniciais do projeto e a PFMEA antes que sejam desenvolvidos ou adquiridos ferramentas e equipamentos de produção.

2.3.2. Análise do Sistema de Medição

De acordo com o manual oficial da AIAG sobre o MSA, um sistema de medição é o conjunto de instrumentos e acessórios, *standards*, pessoas e o ambiente em que estão inseridos, métodos e operações que são necessários para quantificar uma determinada característica.

Por outro lado, o MSA é um método que permite determinar a quantidade de variação que existe num processo de medição, através de experiências e análises realizadas de modo a avaliar a capacidade, o desempenho e a quantidade de incerteza de um sistema de medição. Monitorizar e controlar um sistema de medição são tarefas importantes para uma indústria que se foque em obter produtos de qualidade, uma vez que um sistema de medição ineficiente pode permitir que se aceitem peças não conformes e rejeitem peças conformes. Para além disso, ter um sistema de medição eficiente evita que, ao longo de todo o processo produtivo, se desperdice tempo, se realizem tarefas de recuperação e que produtos acabem como sucata.

Os seis elementos essenciais de um sistema de medição são representados pela sigla SWIPE (Figura 2.6), e é neles que vários fatores podem atuar criando variações no sistema. Todas as possíveis variações devem ser consideradas durante a análise de um sistema de medição, e os seus efeitos devem ser avaliados a curto e longo prazo. Os objetivos desta análise passam por compreender o processo de medição, assegurar que o método de aquisição de dados é apropriado ao processo produtivo, que os dados recolhidos são precisos, e ainda analisar a variação dos dados e determinar a origem da mesma.

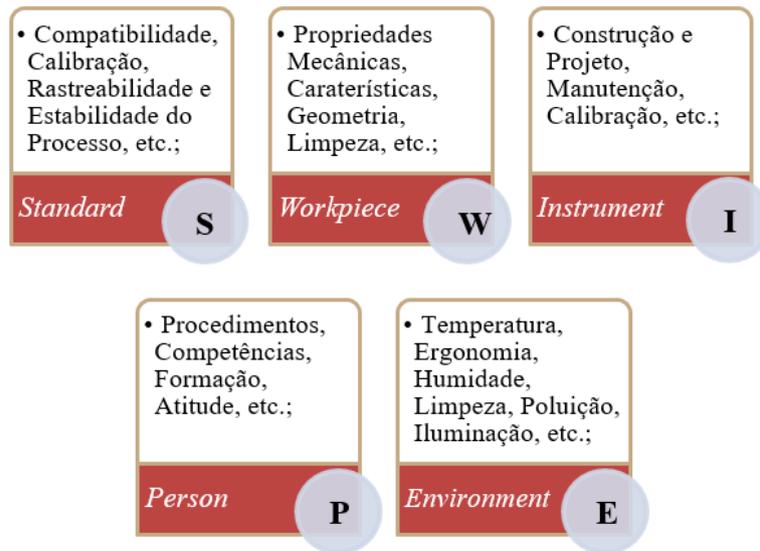


Figura 2.6. Elementos de um sistema de medição (AIAG, 2010).

Os principais índices de avaliação do sistema de medição incluem a **tendência**, **estabilidade**, **linearidade**, **repetibilidade** e **reprodutibilidade**. Um dos estudos que mais se destaca é o *Gage Repeatability & Reproducibility*, que é uma estimativa da variação conjugada da repetibilidade e reprodutibilidade de um sistema de medição. A repetibilidade está relacionada com a variação entre um valor, medido por um ou mais inspetores/operadores que realizam uma medição repetidamente, das mesmas peças e com os mesmos instrumentos (Doshi & Desai, 2016a). Por outro lado, a reprodutibilidade trata da variação entre valores de um parâmetro, obtidos através da medição repetida por diferentes inspetores/operadores das mesmas peças e com os mesmos instrumentos (Doshi & Desai, 2016a).

A aplicação do MSA deve ser complementada com a utilização de ferramentas gráficas, para que a validação do sistema de medição não dependa apenas de um conjunto de índices. A análise gráfica demonstra ser bastante útil neste caso, uma vez que possibilita uma visualização mais rápida dos resultados e permite estabelecer limites de controlo. Quando se seleciona a ferramenta gráfica a usar, é necessário ter em conta o método de aquisição de dados escolhido anteriormente (AIAG, 2010).

2.3.3. Controlo Estatístico do Processo

Através da monitorização e controlo de um processo, é possível garantir que este está a operar ao seu potencial máximo e a produzir produtos conformes. É no controlo dos seus processos que uma empresa se deve focar, para conseguir obter os melhores resultados com o menor desperdício possível. Neste sentido, o SPC surge como um método de medição e controlo da qualidade através da monitorização do processo produtivo, recorrendo a diversos métodos estatísticos.

De uma forma geral, o SPC é usado para monitorizar a variação natural de um processo e para minimizar o desvio em relação a um valor pré-definido. Para além disso, facilita a monitorização do desempenho de um processo produtivo, através da recolha de diversas medições e leituras de processos/produtos e posterior avaliação dos mesmos. O seu principal objetivo, segundo Doshi e Desai (2016a), é prever a ocorrência de desvios significativos que poderiam afetar a qualidade dos produtos e dar origem à rejeição dos mesmos.

Uma das alterações visíveis numa empresa onde se implemente a metodologia SPC é a passagem de uma abordagem do controlo da qualidade baseada na deteção, para uma abordagem baseada na prevenção. Estas abordagens encontram-se definidas na Figura 2.7.

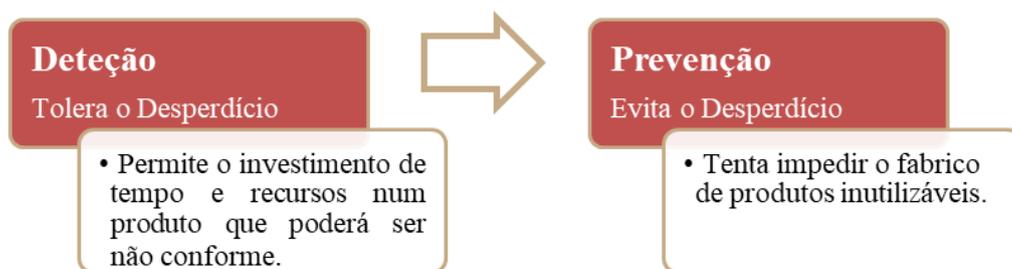


Figura 2.7. Diferentes abordagens do controlo da qualidade (AIAG, 2005).

A maioria das empresas não tem recursos para atuar em todas as áreas que necessitam de melhorias, deste modo é essencial que antes de implementar o SPC se faça uma análise das áreas mais críticas e com maior desperdício para que os recursos disponíveis lhes sejam alocados.

Segundo a AIAG (2005), as variações num processo podem ocorrer devido a **causas comuns** como é o exemplo de pequenas variações nas propriedades do material,

mudanças ambientais causadas pela sazonalidade, desgaste normal da máquina/ferramenta, entre outras. Neste caso o resultado do processo é previsível. A origem das variações de um processo pode também estar nas **causas especiais** como alterações no processo ou no sistema de medição, mau funcionamento de uma máquina, ferramenta com defeito e ainda erro por parte do operador ou controlador. Desta forma o processo será instável e imprevisível.

Quando se eliminam as causas especiais e apenas existem causas comuns a afetar o processo, pode afirmar-se que este está sob controlo. No entanto, isto não é suficiente, pois a variação devido a causas comuns pode ser excessiva. Por isso, devem diminuir-se ao máximo as causas comuns, para que o processo seja capaz de atender às especificações exigidas. Através da Figura 2.8 é possível perceber melhor a influência das alterações referidas anteriormente, nos gráficos que descrevem os processos.

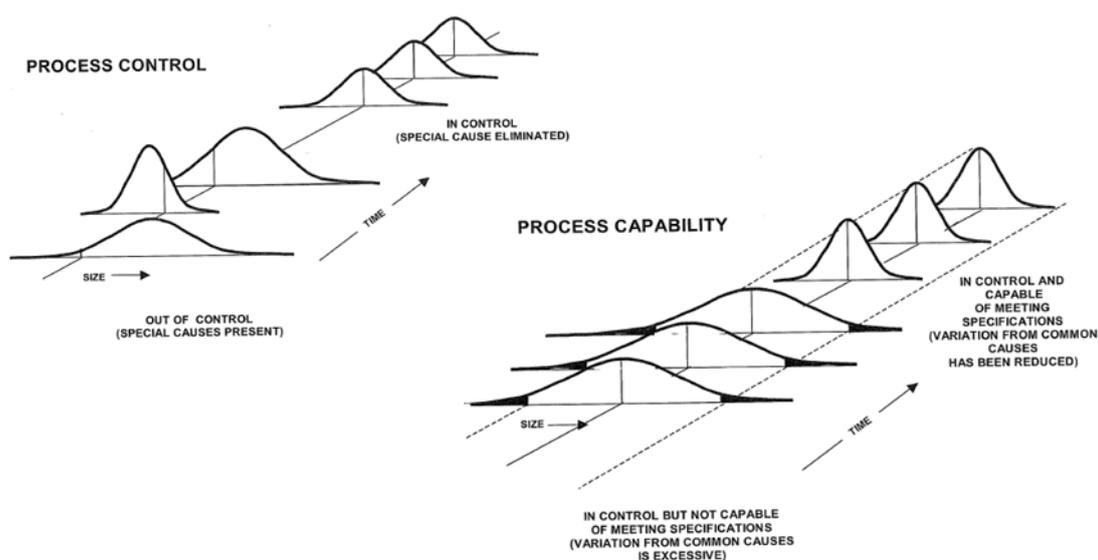


Figura 2.8. Representação gráfica do controlo do processo e da capacidade do processo (AIAG, 2005).

Os gráficos de controlo são ferramentas chave para o tratamento dos dados obtidos através da monitorização. Estes devem ser registados e seguidos em gráficos que sejam úteis e acrescentem valor à análise. O tipo de gráfico deve ser escolhido dependendo da aplicação e do método usado na recolha de dados.

Os resultados de um processo estável podem ser descritos por uma distribuição estatística. Normalmente, assume-se que os valores das medições realizadas num determinado processo descrevem uma distribuição aproximadamente normal. Para que o estudo seja útil, é necessário que o processo se encontre sob controlo estatístico. Se assim

for, é possível determinar a capacidade e desempenho do processo. Para expressar estas características, são usados quatro índices distintos (definidos na Figura 2.9 e na Figura 2.10).

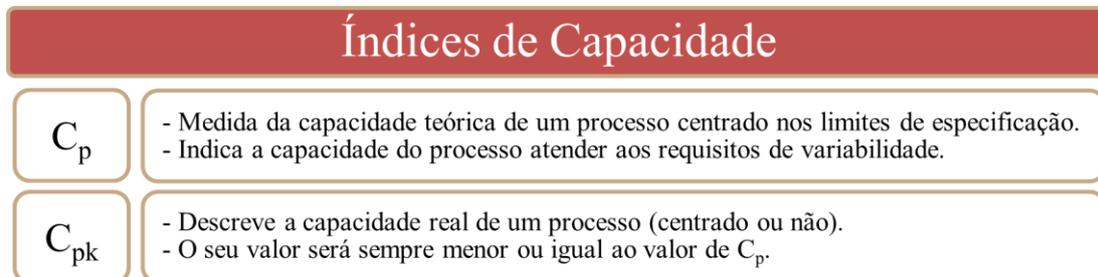


Figura 2.9. Índices de capacidade ((NP 4463, 2009) e (AIAG, 2005).

Se o processo estiver centrado, o valor de C_{pk} será igual ao de C_p . É aconselhável que a análise destes índices seja realizada de forma conjunta.

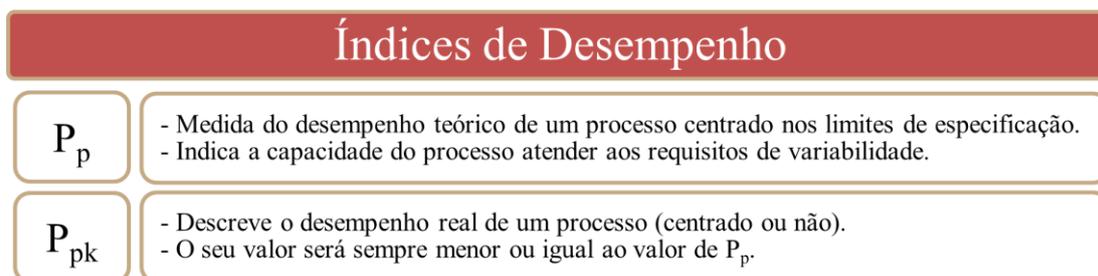


Figura 2.10. Índices de desempenho (AIAG, 2005).

Os índices C_p e P_p referem-se apenas à variação do processo, relativamente a uma característica específica. Por outro lado, o C_{pk} e o P_{pk} combinam a variação do processo e a sua centralização, relativamente a uma característica específica. Estes são os índices mais comuns utilizados no método SPC.

O cálculo destes quatro índices utiliza os valores do desvio-padrão, média, Limite Superior de Especificação (USL - *Upper Specification Limit*) e Limite Inferior de Especificação (LSL - *Lower Specification Limit*). Quando um processo está controlado, isto é, os valores da característica avaliada estão entre o USL e o LSL, o processo tem capacidade de responder aos requisitos estipulados. Por outro lado, quando o processo se caracteriza como estando centrado, a variação do processo é pequena.

Em comparação com outras ferramentas da qualidade, o SPC mostra-se mais vantajoso uma vez que o seu foco está na deteção precoce e prevenção de problemas. Para além de contribuir para a produção consistente de produtos que respeitam os requisitos dos clientes, ainda evita o desperdício de tempo e recursos e promove a melhoria contínua do processo.

Enquanto a FMEA, a MSA e o SPC são ferramentas que providenciam as formas de melhoria da qualidade e indicam onde atuar, o APQP define as ações iniciais de melhoria. Por outro lado, o PPAP é um processo importante de aprovação de peças, que por estar diretamente relacionado com a VOC, permite realizar melhorias no produto de forma a respeitá-la (Doshi & Desai, 2016a).

O compromisso e envolvimento por parte da gestão de topo e de todos os trabalhadores em geral é muito importante para o sucesso da implementação de qualquer uma das ferramentas referidas. O conhecimento e formação dos intervenientes é essencial durante todo o processo. No caso de empresas de menor dimensão, onde os recursos e possibilidades de investimento são por vezes limitados, é importante que se selecionem as ferramentas de melhoria da qualidade que permitam obter melhores resultados, ao invés de se tentarem aplicar todas as metodologias possíveis.

2.4. Processo de Aprovação de Peças para Produção

O desenvolvimento de novos produtos é um processo que visa garantir que as características do produto vão de encontro aos requisitos impostos para o mesmo, permitindo assegurar a sua qualidade e desempenho (Hermans & Liu, 2013). Esta atividade envolve um elevado nível de incertezas, mas pode proporcionar bastantes benefícios a uma organização. O sucesso das empresas que desenvolvem e produzem produtos novos está diretamente relacionado com a adoção de um processo organizado e bem planeado. Após o desenvolvimento de um produto, mas antes de se dar início à sua produção efetiva, deve existir um processo que o qualifique de modo a garantir que este respeita todos os requisitos e especificações que lhe foram impostas.

O Processo de Aprovação de Peças para Produção, tal como o nome indica, consiste num método que define os requisitos genéricos para a aprovação de peças para produção. O seu principal objetivo é garantir que toda a documentação de engenharia do cliente e os todos os requisitos referentes às especificações do projeto são devidamente

compreendidos pelo fabricante (AIAG, 2006). Adicionalmente, o PPAP assegura que os processos de uma empresa são eficazes e têm capacidade para produzir produtos cujos níveis de qualidade vão de encontro às expectativas dos clientes, de uma forma contínua e consistente.

O PPAP, desenvolvido pelos membros da AIAG, foi idealizado com o intuito de os fornecedores de peças aplicarem esta metodologia nas suas empresas e entregarem o PPAP ao cliente, antes de iniciar a produção de uma peça nova. Deste modo, os clientes conseguiam garantir a qualidade das peças que lhes eram fornecidas. A implementação desta metodologia possibilita um incremento da confiança do cliente numa empresa e nos produtos que esta lhe fornece, aumentando também a sua satisfação. Mais do que isto, ao introduzir o PPAP no processo de qualificação de produtos, o fabricante consegue melhorar e “standardizar” o processo de fabrico, reduzir a quantidade de produtos rejeitados ou retrabalhados e ainda fabricar produtos de elevada qualidade. Estes são aspetos que contribuem grandemente para a melhoria contínua da qualidade, o que consequentemente torna a empresa mais competitiva (Doshi & Desai, 2016b).

Pequenas alterações no processo de fabrico de uma peça, na composição do seu material ou até na localização e condições de fabrico, podem ter repercussões graves na qualidade dos produtos que incorporam esses componentes. Quando um cliente não é informado deste tipo de alterações, acaba por ter conhecimento das mesmas quando começam a surgir problemas durante o seu processo ou com o produto final. Com a implementação do PPAP, sempre que o fabricante de um produto pretenda realizar qualquer tipo de alteração, deve obrigatoriamente notificar o seu cliente. As alterações abrangidas por esta exigência encontram-se descritas na Tabela 2.1. Após a notificação por parte do fabricante e aprovação por parte do cliente da alteração proposta, deve-se iniciar o processo de elaboração do PPAP referente ao produto alterado.

Tabela 2.1. Alterações planeadas que exigem notificação por parte do fornecedor (adaptado de AIAG, 2006).

EXEMPLOS DE ALTERAÇÕES QUE EXIGEM NOTIFICAÇÃO	ESCLARECIMENTOS
1. Utilização de um método de construção ou material diferente do usado na peça/produto previamente aprovado.	É documentado outro método de construção como um desvio (permissão) ou incluído como uma nota no registo de projeto e não são cobertas por uma alteração de engenharia, conforme descrito na Tabela 2.2 (#3).
2. A produção é feita através de ferramentas novas/modificadas (exceto percíveis), matrizes, padrões de moldes, etc., incluindo ferramentas adicionais ou de substituição.	Este requisito apenas se aplica a ferramentas que, devido à sua forma ou função única, possam influenciar a integridade do produto final. Não é necessário descrever ferramentas <i>standard</i> (novas ou reparadas).
3. A produção sofre um <i>upgrade</i> ou reorganização de ferramentas ou equipamentos existentes.	<u>Upgrade</u> (atualização) significa a reconstrução e/ou modificação de uma ferramenta ou máquina para aumentar a capacidade, desempenho ou alterar a sua função. Não deve ser confundido com a manutenção normal, reparação ou substituição de peças, para as quais não se esperam alterações no desempenho e foram estabelecidos métodos de verificação pós-reparação. <u>Reorganização</u> é definida como uma atividade que muda a sequência de fluxo do produto/processo, em comparação com o que foi descrito no fluxograma do processo.
4. A produção é feita com ferramentas e equipamentos cuja localização foi alterada.	Ferramentas e/ou equipamentos do processo de produção transferidos entre edifícios e instalações.
5. Alteração no fornecedor de peças, materiais ou serviços (exemplo: tratamento térmico ou galvanização) não equivalentes.	A organização é responsável por aprovar os materiais e serviços fornecidos.
6. Produtos produzidos após as ferramentas estarem inativas durante doze meses ou mais, para produção em volume.	Para produtos produzidos depois da ferramenta estar inativa durante 12 meses ou mais: - É exigida notificação quando a peça não sofreu alterações no pedido de compra ativo e a ferramenta esteve inativa da produção de volume durante 12 meses ou mais. A única exceção é quando a peça tem um volume pequeno (exemplo: veículos de serviço ou especiais). Nesse caso, o cliente pode especificar certos requisitos do PPAP para peças de serviço.
7. Alterações no produto e no processo, relacionadas com componentes do produto fabricado internamente ou por um fornecedor.	Quaisquer mudanças, incluindo mudança de fornecedores, que afetem os requisitos do cliente, tais como tamanho, forma, função, desempenho ou durabilidade.
8. Alteração no método de testagem/inspeção – técnica nova (sem efeito nos critérios de aceitação).	Para alterações no método de testagem, a empresa deve provar que o novo método tem uma capacidade de medição equivalente ao método anterior.
Além disso, para materiais a granel: 9. Nova fonte de matéria-prima. 10. Alteração na aparência do produto.	É expectável que estas alterações tenham efeito no desempenho do produto.

De uma forma geral, o pacote do PPAP deve ser elaborado sempre que o cliente o exigir, normalmente quando se trata de um produto novo ou modificado, ou peças produzidas com materiais ou por processos diferentes. Na Tabela 2.2 estão descritas todas as situações em que é imperativo elaborar e submeter um pacote PPAP.

Tabela 2.2. Situações que exigem a submissão do PPAP (adaptado de AIAG, 2006).

EXEMPLOS DE ALTERAÇÕES QUE EXIGEM SUBMISSÃO	ESCLARECIMENTOS
<p>1. Uma peça ou produto novos (uma peça específica, material, ou uma cor que nunca foi fornecida ao cliente).</p>	<p>A submissão é necessária para um produto novo (lançamento inicial) ou para um produto previamente aprovado ao qual foi atribuído um <i>part number</i> novo ou revisto (exemplo: sufixo). Uma peça/produto ou material novos adicionados a uma família, devem usar documentação do PPAP apropriada (de uma peça anteriormente aprovada) dentro da mesma família de produtos.</p>
<p>2. Correção de uma discrepância numa peça anteriormente submetida.</p>	<p>A submissão é necessária para corrigir qualquer discrepância numa peça anteriormente submetida. Essa discrepância pode estar relacionada com:</p> <ul style="list-style-type: none"> - O desempenho do produto em relação aos requisitos do cliente; - Questões dimensionais ou de capacidade; - Questões relacionadas com o cliente; - Aprovação de uma peça em substituição de uma aprovação provisória; - Questões de testagem, incluído material, desempenho ou validação de engenharia;
<p>3. Alteração de engenharia nos registos de projeto, nas especificações ou nos materiais dos produtos/<i>part number(s)</i> produzidos.</p> <p>Além disso, para materiais a granel:</p> <p>4. A tecnologia do processo é nova para a empresa, não tendo sido usada para este produto.</p>	<p>A submissão é necessária em todas as mudanças de engenharia realizadas nos registos de projeto de produto/peça de produção, nas especificações ou nos materiais.</p>

Antes de iniciar a produção e fornecimento de um produto novo ou modificado, o fabricante deve demonstrar que o seu processo tem capacidade de entregar um produto com qualidade, que atenda às especificações do cliente ao nível de aparência, de características dimensionais, condições de fornecimento (datas de entrega, embalagem, etc.), material, testagem, entre outros. Para isso devem completar o pacote de dezoito elementos gerais (Figura 2.11) que constituem o PPAP.

- Elemento 1 – Registo de Projeto**
 - Deve incluir documentos, desenhos e qualquer outro documento de engenharia que esteja relacionado com a peça, as suas dimensões, material e outras características.
- Elemento 2 – Documentos da Alteração de Engenharia Autorizada**
 - Refere-se a documentação que descreve detalhadamente a alteração realizada e previamente aprovada.
- Elemento 3 – Aprovação de Engenharia pelo Cliente**
 - Prova da aprovação do projeto por parte do cliente.
- Elemento 4 – Análise Modal de Falhas e Efeitos do Projeto (DFMEA)**
 - Deve conter uma **DFMEA** completa em conformidade com os requisitos específicos do cliente, realizada pelo fabricante quando o desenvolvimento é da sua responsabilidade.
- Elemento 5 – Fluxograma do Processo**
 - Consiste num diagrama que deve representar de forma clara todo o processo de produção do produto.
- Elemento 6 – Análise Modal de Falhas e Efeitos do Processo (PFMEA)**
 - Deve conter uma **PFMEA** completa em conformidade com os requisitos específicos do cliente.
- Elemento 7 – Plano de Controlo**
 - Define todos os controlos realizados ao longo da produção e métodos usados para os executar.
- Elemento 8 – Estudos da Análise do Sistema de Medição**
 - Demonstra a aplicação da ferramenta **MSA** no sistema de medição do fabricante.
- Elemento 9 – Resultados Dimensionais**
 - Evidencia a realização de verificação dimensional de acordo com o registo do projeto e o plano de controlo.
- Elemento 10 – Registos dos Resultados de Testes do Material e de Desempenho**
 - Contém os resultados de testes de desempenho e testes ao material realizados.
- Elemento 11 – Estudos Iniciais do Processo**
 - Demonstra o nível de capacidade e desempenho iniciais do processo, com recurso ao **SPC**.
- Elemento 12 – Documentação de Laboratório Qualificado**
 - Contém a documentação que demonstra a certificação e qualificação dos laboratórios que realizam inspeção e testagem para o PPAP.
- Elemento 13 – Relatório de Aprovação do Aspeto**
 - Comprova o cumprimento de requisitos relacionados com o aspeto do produto, quando aplicável.
- Elemento 14 – Amostra de Peças da Produção**
 - Fornece ao cliente peças para amostra.
- Elemento 15 – Amostra Padrão**
 - Consiste na amostra principal, guardada pelo fabricante.
- Elemento 16 – Auxiliares de Controlo**
 - Certifica que todas as características dos auxiliares de controlo (ferramentas criadas exclusivamente para o produto) respeitam os requisitos dimensionais do produto.
- Elemento 17 – Requisitos Específicos do Cliente**
 - Contém registos que comprovam o cumprimento dos requisitos específicos do cliente.
- Elemento 18 – Garantia da Submissão de Peças**
 - Consiste num documento que deve ser preenchido após a realização de todos os elementos do PPAP.

Figura 2.11. Requisitos gerais de um pacote do PPAP.

Estes elementos podem não ser aplicáveis a todo o tipo de produtos, dependendo das condições ou características da peça. Deste modo, os responsáveis do projeto podem sugerir algumas adaptações, para que o pacote inclua todos os pontos cruciais e não contenha pontos desnecessários (AIAG, 2006). Para além disso, existem vários níveis de submissão para o PPAP (descritos na Tabela 2.3). Estes definem os documentos que devem ser entregues ao cliente ou apenas retidos pelo fabricante. Por defeito, deve ser escolhido o nível três, no entanto esta é uma decisão do responsável de desenvolvimento e da qualidade, considerando o fornecedor em causa.

Tabela 2.3. Itens a submeter em cada nível de submissão do PPAP (adaptado de AIAG, 2006).

Nível 1	Garantia e Relatório de Aprovação de Aspeto (para peças com requisitos de aparência), a submeter ao cliente.
Nível 2	Garantia, Amostras e alguns dados de suporte, a submeter ao cliente.
Nível 3	Garantia, Amostras e todos os dados de suporte, a submeter ao cliente.
Nível 4	Garantia e outros requisitos definidos pelo cliente.
Nível 5	Garantia, Amostras e todos os dados de suporte revistos no local de produção.

Os dados incluídos em cada elemento do PPAP devem ser provenientes de um ciclo de produção real e significativo. Ou seja, todas as características e requisitos devem ser avaliados a partir de um ciclo de produção conduzido no local de produção estabelecido, a taxas de produção definidas e usando as ferramentas, a calibração, o processo, os materiais e os operadores da produção. Segundo a AIAG (2006), o objetivo é que os dados reflitam o processo de produção real que será usado ao longo de todo o processo de produção da peça em questão. Após a submissão de um pacote do PPAP por parte de um fabricante, este será avaliado pelo cliente, através de uma equipa multidisciplinar alocada ao projeto. Posteriormente à análise e verificação do cumprimento dos requisitos estabelecidos inicialmente, a equipa deverá decidir a aprovação, rejeição ou aprovação provisória do PPAP.

De acordo com Hermans e Liu, esta ferramenta deve ser vista como um auxílio na gestão da qualidade, que incentiva a cooperação com fornecedores, permite a criação de

uma base documental sólida e cria um canal de comunicação claro e objetivo entre fornecedor e cliente. Quando existem falhas na comunicação e documentação insuficiente, problemas de resolução rápida podem tomar proporções maiores. Os autores afirmam ainda que o PPAP assegura que a informação, proveniente de ambas as partes, se encontra documentada e que é devidamente compreendida. Para além de permitir que as equipas de desenvolvimento do novo produto compreendam melhor os clientes, também permite que estes demonstrem apoio e compromisso para com os seus fornecedores. Através do conhecimento dos processos, rotinas, controlos e trabalhos diários que dão origem aos produtos que lhes são fornecidos, os clientes sentem uma maior confiança nos seus fornecedores. Por outro lado, contribui para que os fabricantes conheçam melhor os seus próprios processos, os avaliem e percebam quais as melhorias necessárias (Hermans & Liu, 2013).

Desde o momento em que existe o protótipo de um produto, pode dar-se início à elaboração do PPAP, processo que reflete todos os aspetos importantes do desenvolvimento, projeto, fabrico e controlo de qualidade de um novo produto e que tem em conta todos os aspetos que possam influenciar a qualidade final do mesmo.

Para que a aprovação do PPAP seja concedida e se inicie a produção do produto dentro do limite temporal estipulado, todo o processo de recolha e tratamento de dados deve ser planeado, controlado, avaliado e, sempre que necessário, melhorado.

3. CASO DE ESTUDO

3.1. A SRAMPORT

A SRAMPORT é uma empresa fundada em 1968 e que desde 1997 faz parte do grupo internacional SRAM. Com fábricas, armazéns e escritórios em mais de 20 localizações distintas (como é visível na Figura 3.1), o grupo SRAM está distribuído por 9 países e dedica-se ao desenvolvimento, fabrico e comercialização de componentes para bicicletas, sendo considerado um dos líderes mundiais desse setor. Do grupo SRAM faz ainda parte uma organização de cariz social, a *SRAM Cycling Fund* que promove e desenvolve infraestruturas nos países onde opera. Para além disso, a SRAM destaca-se como parceira principal da *World Bicycle Relief*, organização que promove a mobilidade e acesso a cuidados de saúde e educação em países subdesenvolvidos.



Figura 3.1. Localizações da SRAM no mundo (SRAM, 2020).

Localizada em Coimbra, a SRAMPORT tem como atividade principal a produção de correntes de transmissão, sendo que atualmente realiza também montagem de rodas e cubos (Figura 3.2). Com 173 colaboradores, é a única unidade fabril do grupo localizada na Europa e também a única que se dedica à produção de correntes.

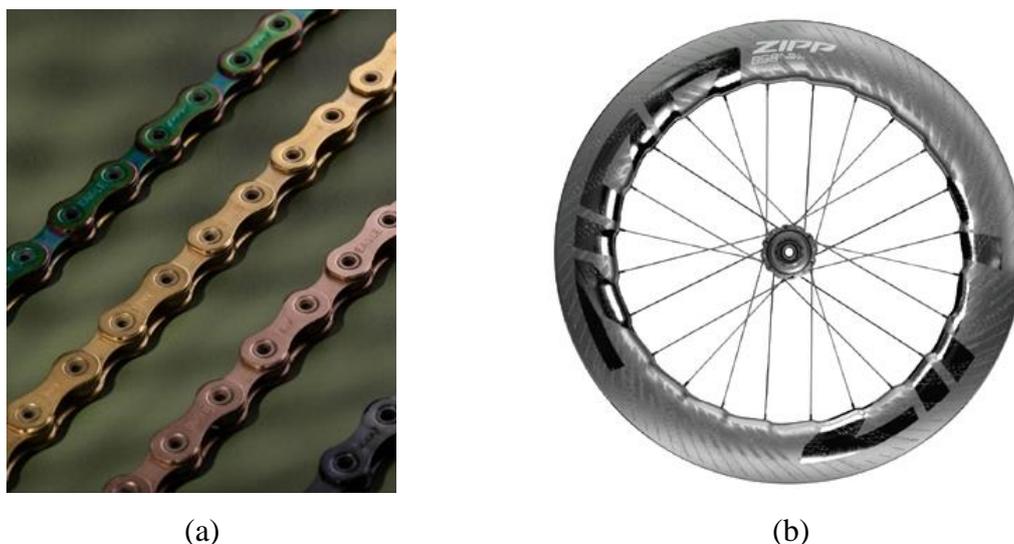


Figura 3.2. Exemplos de produtos da SRAMPORT: (a) correntes; (b) roda e cubo (SRAMPORT, 2018).

Na última década, a empresa tem registado um aumento no volume de negócios bem como um aumento da capacidade de produção, apenas conseguidos graças ao constante investimento em melhorias produtivas, ao nível das instalações e equipamentos, mas também em formação. O desenvolvimento do mercado no setor deve-se em parte ao crescente interesse por modalidades como o BTT, e mais recentemente devido ao aumento da prática de desportos ao ar livre e uso da bicicleta nas deslocações para o trabalho por conta da pandemia de Covid-19.

Este crescimento acompanha a recente evolução do mercado de produção de bicicletas e seus componentes por toda a Europa, incluindo em Portugal. O crescimento da indústria do setor das bicicletas não começou apenas com a pandemia de Covid-19, sendo já uma tendência dos últimos anos. Entre 2006 e 2019, o número de vendas na União Europeia aumentou grandemente: passou de 98.000 para 3.332.000 unidades (Scherer, 2021).

A qualidade é o principal atributo pelo qual os produtos do grupo SRAM são globalmente reconhecidos. Deste modo, foi importante que o grupo tenha crescido de forma sustentável e equilibrada, crescimento esse que se deveu em parte à sucessiva diversificação de produtos e mercados. Da mesma forma, na SRAMPORT, o crescimento ocorreu também à conta dos novos produtos, como a produção de rodas e de novos modelos de corrente.

3.1.1. O Processo Produtivo

Para produzir correntes, a SRAMPORT utiliza diferentes processos e técnicas tais como corte e estampagem, tratamentos térmicos como têmpera, cementação e cromoduro por difusão, polimento e niquelagem. O processo termina com a montagem automática, acompanhada de controlo automático por visão eletrónica, pré-tensionamento e lubrificação, seguindo-se o corte, embalagem e expedição. De uma forma simplificada, a produção de correntes pode ser ilustrada como na Figura 3.3. O processo produtivo é acompanhado por tarefas de inspeção autónoma por parte de cada operador, através de análise visual, dispositivos *Poka Yoke* e Recursos de Monitorização e Medição. Também existem procedimentos de controlo à receção e controlo em fases críticas da produção, realizados em laboratório próprio da empresa, que são essenciais para o bom funcionamento do processo produtivo e para assegurar a qualidade do produto final.

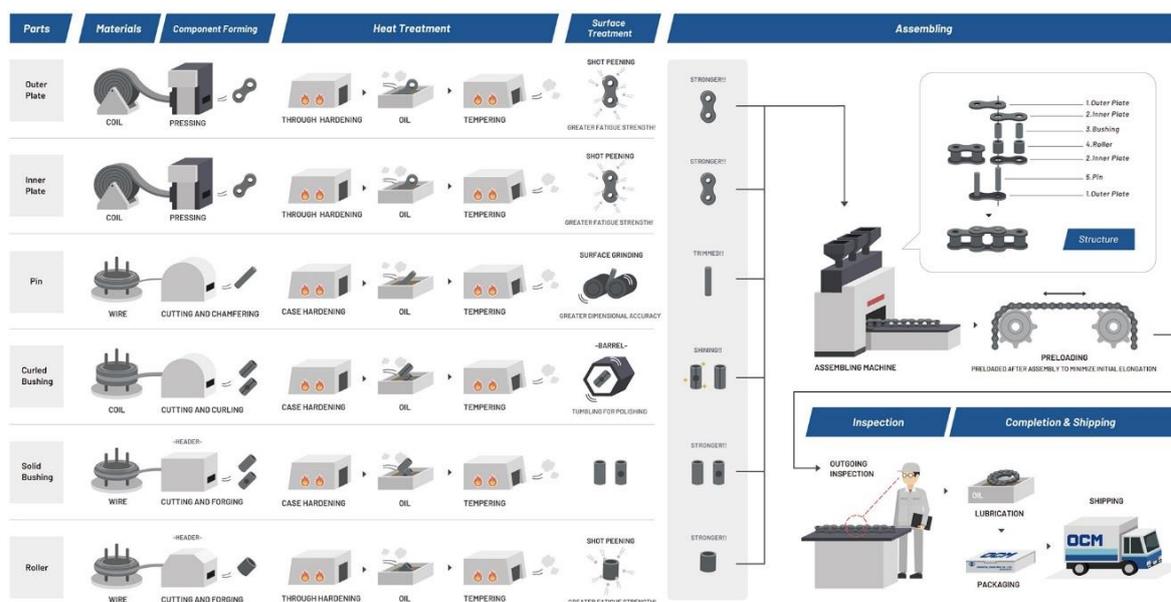


Figura 3.3. Ilustração do processo de fabrico de correntes (OCM, 2019).

3.1.2. O Sistema de Gestão da Qualidade

A SRAMPORT, à semelhança de muitas outras indústrias, detém um Sistema de Gestão da Qualidade e Ambiente (SGQA) bem estruturado. O sistema da qualidade está certificado pela APCER desde 1995, integrando-se com o sistema ambiental desde 2011. As normas de certificação utilizadas são as ISO 9001 e ISO 14001. O SGQA é usado pela empresa como uma ferramenta estratégica de gestão, de melhoria e de sustentabilidade.

Trata-se de um sistema para a gestão da qualidade de produtos e processos, cujo objetivo é documentar a estrutura, procedimentos, responsabilidades e os processos necessários para uma gestão da qualidade eficaz. Com base na ISO 9001:2015, a SRAMPORT aprovou a sua rede de processos ilustrada na Figura 3.4.

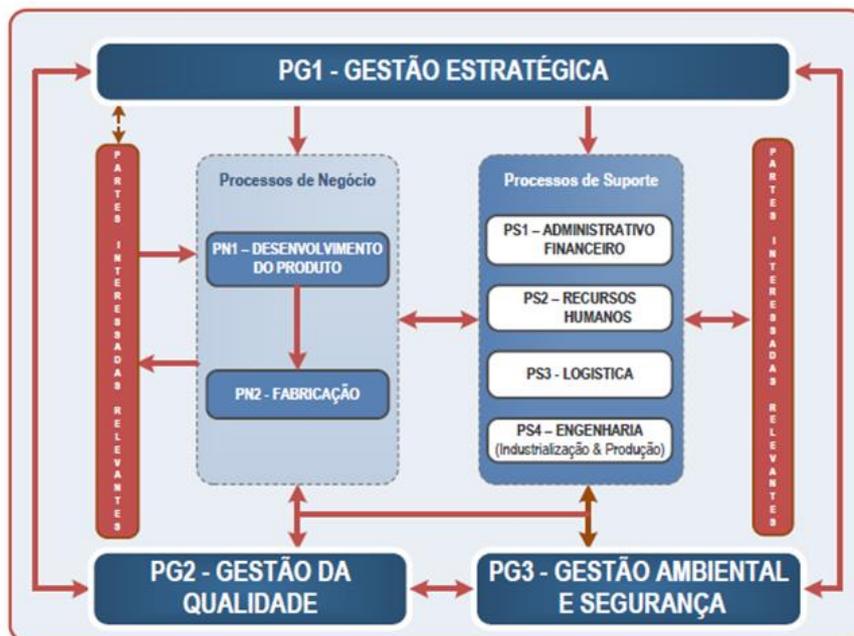


Figura 3.4. Rede de processos da SRAMPORT (SRAMPORT, 2018).

O SGQA encontra-se descrito no Manual da Qualidade e Ambiente (MQA) do qual faz parte a Gestão da Informação Documentada, que se organiza numa estrutura definida e hierarquicamente estruturada, conforme ilustrado na Figura 3.5. O objetivo da informação documentada é assegurar o cumprimento dos requisitos normativos e ainda demonstrar a eficácia do SGQA.

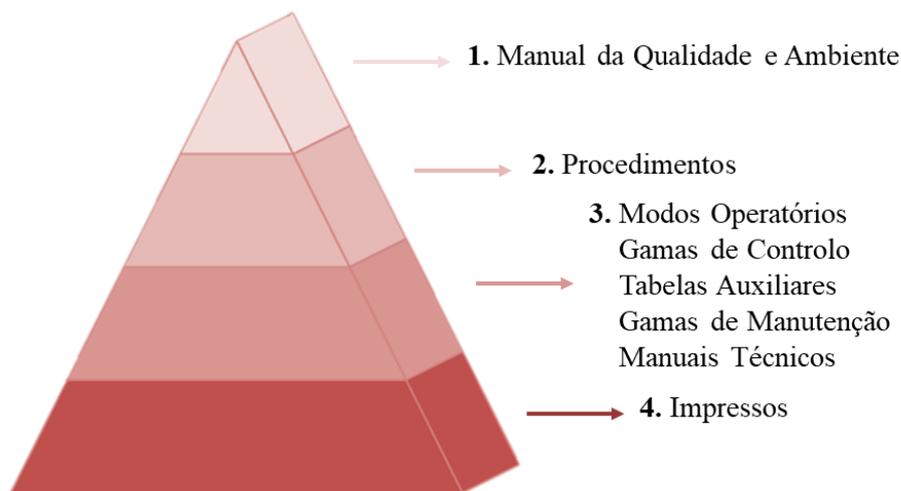


Figura 3.5. Organização hierárquica da gestão documental (SRAMPOR, 2018).

3.2. O Processo Atual de Aprovação de Produtos

Na SRAM, o processo de desenvolvimento de produtos novos ou modificados desencadeia-se no programa *PDMLink*, um programa para a gestão do ciclo de vida dos produtos. Após uma fase de planeamento, seguida do desenvolvimento de um conceito, segue-se a fase de execução dos respetivos desenhos e documentos de análise, inicialmente numa versão provisória que deve depois passar a definitiva. Antes de iniciar a produção da peça projetada, é necessário qualificá-la com recurso a protótipos. Esta tarefa é essencial para garantir que são cumpridos os requisitos e especificações determinadas para o produto final.

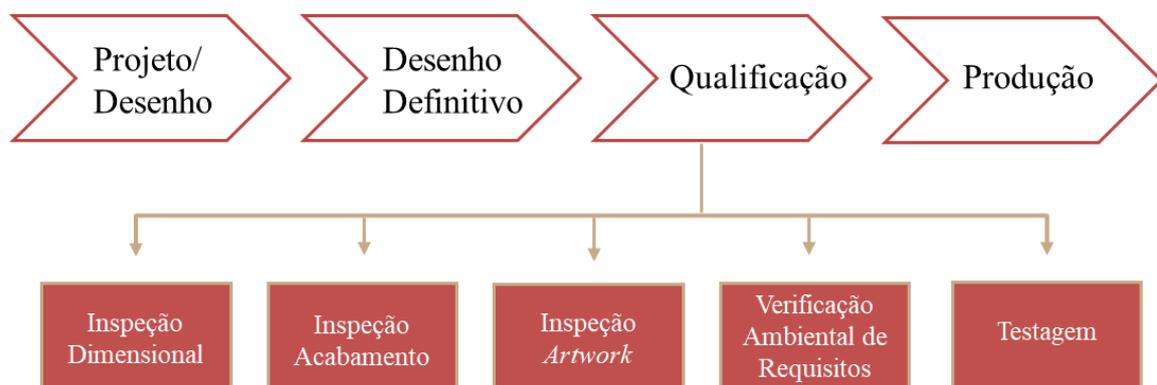


Figura 3.6. Rede de processos da vida de um produto e tarefas para a sua qualificação.

Para a qualificação de peças, a SRAM utiliza neste momento o processo **PQ** (*Production Qualification*), que futuramente será substituído pelo PPAP. O PQ obriga à realização de diversas tarefas (parte inferior da Figura 3.6). A obrigatoriedade ou não de executar cada uma das tarefas depende das especificações e requisitos de cada peça, que são definidos pelo Engenheiro de Desenvolvimento.

O processo de qualificação inicia-se pelas tarefas de inspeção, que devem ser realizadas ao nível dimensional, de acabamento superficial ou de *artwork*. A **inspeção dimensional** visa a verificação de que todas as dimensões e características geométricas da peça estão de acordo com os valores estipulados nos desenhos. Esta verificação deve cumprir as normas de toleranciamento dimensional e geométrico, e pode ser realizada com recurso a instrumentos de medida como o micrómetro, comparador, paquímetro, vídeo projetor, ou instrumentos mais complexos como uma máquina de medição por coordenadas (CMM - *Coordinate-Measuring Machine*). A **inspeção do acabamento superficial** realiza-se maioritariamente pela análise visual ou com recurso a microscópio e rugosímetro. Em peças que tenham autocolantes ou algumas gravações a *laser* é necessário confirmar a sua visibilidade, localização e disposição dos mesmos na peça, realizando a **inspeção de artwork**.

O compromisso a nível ambiental a que a SRAM se propõe, foca-se não só em respeitar os requisitos legais durante o processo produtivo e em todas as atividades complementares a este, como também nos materiais que estão incorporados nos seus produtos. Neste sentido, os produtos fabricados na SRAMPORT não podem ter na sua composição nenhuma das substâncias presentes na “Lista de Substâncias Restritas”. Para confirmar este requisito é necessário desencadear, no *PDMLink*, a tarefa de **Verificação de Requisitos Ambientais** (EVR - *Environmental Verification of Requirements*).

Simultaneamente são realizados os **testes** necessários para comprovar que as características do produto lhe concedem propriedades que permitam alcançar o desempenho, confiança e vida útil inicialmente estabelecidos.

Estas tarefas são comuns ao PPAP e por isso continuarão a ser executadas após a sua implementação.

3.3. O Processo de Aprovação de Peças para Produção na SRAM

Os benefícios reconhecidos da implementação do PPAP, principalmente no que diz respeito ao incremento da qualidade dos produtos, fizeram com que a SRAM demonstrasse interesse na implementação do PPAP nas suas fábricas e nas dos seus fornecedores. Seguindo o modelo criado pela AIAG, a SRAM Global definiu o seu modelo do PPAP. Após o estudo e comparação de ambos os modelos, o da AIAG e o desenvolvido pela SRAM, foi possível concluir que estes são bastante semelhantes e têm os mesmos objetivos. Na Figura 3.7 encontram-se listados os elementos que constituem o pacote do PPAP da SRAM.

Elementos do PPAP da SRAM	E ₁ - Registos de Projeto	
	E ₂ - Documentos da Alteração de Engenharia Aprovada	
	E ₃ - Aprovação de Engenharia pelo Cliente	
	E ₄ - Análise Modal de Falhas e Efeitos do Projeto	
	E ₅ - Fluxograma de Processo	
	E ₆ - Análise Modal de Falhas e Efeitos do Processo	
	E ₇ - Plano de Controlo	
	E ₈ - Estudos de Análise do Sistema de Medição	
	E ₉ - Resultados Dimensionais	
	E ₁₀ - Resultados de Teste de Material e Desempenho	
	E ₁₁ - Estudos Iniciais da Capacidade do Processo	
	E ₁₂ - Documentação de Laboratório Qualificado	
	E ₁₃ - Relatório de Aprovação do Aspeto	
	E ₁₄ - Amostra	
	E ₁₅ - Amostra Padrão	
	E ₁₆ - Auxiliares de Controlo	
	E ₁₇ - Garantia de Submissão de Peças	
	E ₁₈ - Requisitos Específicos da SRAM	→
		E _{18b} - Desenho de Controlo de Produção
		E _{18c} - Plano de Inspeção do Fornecedor
		E _{18d} - Verificação de Requisitos Ambientais
		E _{18e} - Qualificação de Ferramentas
		E _{18f} - Lista de Verificação do PPAP

Figura 3.7. Requisitos do modelo do PPAP da SRAM.

Os 18 elementos base do PPAP da SRAM são iguais aos definidos originalmente pela AIAG, no entanto foram criados seis elementos extra que se enquadram nos Requisitos Específicos do Cliente (elemento 17 do PPAP da AIAG equivalente ao 18 do PPAP da SRAM). Estes requisitos específicos encontram-se descritos na Figura 3.8.

Elemento 18a – Embalagem

- Deve documentar a forma como o produto será entregue, ao nível da embalagem.

Elemento 18b – Desenho de Controlo de Produção

- Regista informação importante sobre todas as ferramentas do cliente, usadas no processo produtivo do fornecedor.

Elemento 18c – Plano de Inspeção do Fornecedor

- Inclui todas as medições realizadas pelo fornecedor, antes do envio do produto.

Elemento 18d – Verificação de Requisitos Ambientais

- Deve demonstrar que a peça cumpre as regulamentações ambientais.

Elemento 18e – Qualificação de Ferramentas

- Prova que as ferramentas usadas na produção foram qualificadas e validadas.

Elemento 18f – Lista de Verificação do PPAP

- Permite confirmar a inclusão de todos os elementos no pacote.

Figura 3.8. Requisitos específicos da SRAM.

Com o intuito de garantir a qualidade superior dos seus produtos, a SRAMPORT implementará o PPAP no processo de qualificação de novos produtos fabricados internamente. Quando esse processo estiver totalmente operacional, a empresa pretende iniciar a implementação do mesmo nos seus fornecedores. Ou seja, será solicitado aos fornecedores a elaboração e entrega do pacote PPAP, antes do início do fornecimento de um produto novo. Por uma questão estratégica de uniformidade do Grupo SRAM, o modelo adotado em ambas as situações pela SRAMPORT, será o desenvolvido pela SRAM.

Além das vantagens já referidas, a adoção deste processo representa outras mais-valias para a SRAMPORT na medida em que após a implementação interna do PPAP, a empresa será detentora de conhecimentos mais aprofundados acerca deste tema, o que lhe permitirá auxiliar os seus fornecedores no processo de implementação nas suas organizações. De referir que o cumprimento do PPAP por parte dos fornecedores é uma garantia de que os produtos por eles fornecidos cumprem de forma consistente os requisitos impostos pela SRAMPORT, o que por sua vez contribui grandemente para a qualidade dos produtos acabados da empresa.

A partir do momento em que se decide a necessidade de elaboração de um PPAP para determinado produto, inicia-se uma sucessão de tarefas importantes e que serão mencionadas de seguida.

Tal como já foi referido na secção 2.4, a submissão de um pacote PPAP pode respeitar 5 níveis distintos. No documento representado na Figura 3.9 (na íntegra no ANEXO

A), e que serve como *checklist* final do pacote PPAP (elemento 18f), estão discriminados quais os elementos que exigem a submissão (S) ou retenção (R) de documentos por parte do fornecedor, consoante o nível escolhido pela equipa de desenvolvimento e qualidade da SRAMPORT.

Element	Level 1	Level 2	Level 3	Level 4	Level 5	Requirement	Required Detail	INCLUDED IN PPAP PACKAGE			APPROVED
	R	S	S	*	R			YES	NO	N/A	
1	R	S	S	*	R	Design Record	Latest detailed print and/or material spec reflecting part-number and rev level.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2	R	S	S	*	R	Engineering Change Documents	The package of all engineering change documents, what describe the change that generated the given PPAP process (e.g. approved engineering change notifications, customer requests, supplier process change notices, etc.).	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3	R	R	S	*	R	Customer Engineering Approval	If supplier is design responsible, the SRAM approved drawing created from supplier drawing is provided in Element 1. If SRAM is design responsible, N/A	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4	R	R	S	*	R	Design FMEA	If supplier is design responsible, a DFMEA will be required.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
5	R	R	S	*	R	Process Flow Diagrams	Process map of the manufacturing process from receiving raw/sub- components to shipping finished product. (formerly called MFP)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Figura 3.9. Excerto do ficheiro de verificação do cumprimento dos requisitos do PPAP (fonte: Plataforma *SRAMDocs*).

Uma vez que os produtos da SRAMPORT são maioritariamente *standard* (sem especificações requeridas pelos clientes), não é espectável que seja pedida à empresa a submissão do PPAP dos seus produtos. Neste caso, a seleção do nível de submissão para os pacotes PPAP dos produtos da SRAMPORT é irrelevante, uma vez que se pretende que todos os 23 elementos sejam documentados e associados ao processo de qualificação na plataforma *PDMLink*.

Para auxiliar as equipas na seleção do nível de submissão do PPAP dos fornecedores, foi criada uma matriz (Figura 3.10 e na íntegra no ANEXO B) que tem em conta diversos fatores como o tipo de produto a que se refere a submissão e a razão da mesma, e a partir da qual é possível definir o nível mais adequado.

Part Prefix	Part type	3	3	2	PPAP Level
00	Finished goods	3	3	2	2
11	Spare parts	2	2	2	2
14	Service tool	2	2	2	2
20	Machined parts	3	2	2	2
25	Steer tubes-Forks	3	3	2	2
28	Upper tubes-Forks	3	3	2	2
30	Forgings	3	3	2	2
32	Casting/MIM/PM	3	3	2	2
33	Stamping	3	3	2	2

Figura 3.10. Excerto do ficheiro de auxílio à seleção do nível de submissão do PPAP (fonte: Plataforma SRAMDocs).

Com o objetivo de facilitar a interpretação dos requisitos impostos pela SRAM para a realização de um pacote PPAP, foi realizada uma adaptação do manual do PPAP da SRAM (APÊNDICE I). Para além da descrição pormenorizada de cada um dos elementos (Figura 3.11), da indicação de quais os documentos válidos para submissão e quais os pontos a ter em atenção durante o processo de revisão do pacote, este manual também esclarece o objetivo do PPAP, quando é necessário realizá-lo ou informar os clientes de alterações e ainda determina as condições em que deve ser realizado. Este documento define todos os pontos críticos da elaboração de um PPAP e por isso mostra-se bastante útil para o processo de implementação interno da SRAMPORT. Também será uma fonte importante de informação a ceder aos fornecedores quando estes iniciarem o processo de implementação do PPAP nas suas organizações.

Instruções para completar a submissão do PPAP

Todas as submissões do PPAP devem ser feitas antes da data-limite definida.

Elemento 1 - Registo de Projeto/Design Records

Neste elemento devem ser fornecidos documentos, desenhos e qualquer outro documento adicional de engenharia que esteja relacionado com a peça. É composto por registos do projeto e por *Ballooned Drawings*, e o seu objetivo é documentar e fornecer uma cópia do desenho formal da peça e de quaisquer outros registos de engenharia.

Documentos válidos que devem ser entregues...

- Folha de Capa (oficial da SRAM) do pacote da estrutura do produto. O pacote deve conter o número da peça, versão, acabamento e outras especificações de engenharia que sejam relevantes.

Level	Type	Number	Name	QTY	Default Unit	Rate/FF	Version	State	Content
0	OP	28-4058-064-000	OP 28-551 M33 S80 R ROLL FLAT FB		each		C.4	Production	
1	OP	28-4058-064-000	OP 28-551 M33 S80 R ROLL FLAT FB				C.4	Production	
1	OP	28-4058-064-000	OP 28-551 M33 S80 R ROLL FLAT FB				C.2	Released	28-4058-064-000_C2_RELEASED.dwg

Figura 3.11. Excerto do manual do PPAP da SRAMPORT (adaptado da Plataforma *SRAMDocs*).

Quando a SRAMPORT receber um pacote PPAP elaborado por um fornecedor terá de analisar cada um dos seus elementos, verificar se foram entregues segundo as condições exigidas e ainda garantir que os resultados demonstrados na documentação entregue estão de acordo com as especificações exigidas aos fornecedores. Com o objetivo de facilitar a revisão e validação do pacote do PPAP, existe uma tabela (Figura 3.12) onde estão indicados todos os pontos a ter em atenção em cada um dos elementos.

Documentation Evaluation Criteria					
Part Number:	_____		Part Description:	_____	
Vendor Code:	_____		Supplier:	_____	
Drawing Number:	_____		Revision:	_____	
Tool/Cavity #	_____		PPAP Level:	_____	
Date Reviewed:	_____	Reviewed By:	_____		
SECTION 1 - DESIGN RECORDS - BALLOONED DRAWING					
Acceptable	Not Acceptable	Not Required	Responsible	DOCUMENTATION EVALUATION CRITERIA	COMMENTS
			SDE	1.1 A SRAM released drawing is included in the package. All dimensions, characteristics, and notes are ballooned for use with the inspection reports.	
SECTION 2 - ENGINEERING CHANGE DOCUMENTS					
Acceptable	Not Acceptable	Not Required	Responsible	DOCUMENTATION EVALUATION CRITERIA	COMMENTS
			SDE	2.1 A copy of the approved ECNs should be included in the submission.	
			SDE	2.2 A copy of Supplier Process Change Notification form if applicable	
			ONE	2.3 A copy of MIP process if applicable	

Figura 3.12. Excerto do ficheiro de avaliação de um pacote PPAP submetido (fonte: Plataforma *SRAMDocs*).

Com base na análise realizada, a equipa da SRAMPORT deverá decidir a aprovação, aprovação temporária ou rejeição do pacote PPAP. Apenas com a aprovação do mesmo é que o fornecedor pode dar início ao processo produtivo, de acordo com o descrito e estipulado no PPAP entregue, sem qualquer restrição.

4. PROCESSO DE APROVAÇÃO DE PEÇAS PARA PRODUÇÃO NA SRAMPORT

4.1. Análise *Gap*

Para que a transição entre o processo PQ e o PPAP seja o mais eficaz possível, realizou-se uma análise *Gap* com a finalidade de identificar, de entre os requisitos de cada um dos elementos do pacote do PPAP, quais os que já estão ou não implementados na empresa. A análise permite avaliar o estado atual (processo PQ), o estado desejado (processo PPAP), identificar as lacunas entre ambos os processos e determinar ações para as combater. Posteriormente, foi elaborada outra análise *Gap* com foco na implementação do PPAP por parte dos fornecedores, com o objetivo de perceber, no panorama geral, quais os elementos que, atualmente, já são entregues à SRAMPORT antes do início do fornecimento de um produto novo. Ambas as análises foram baseadas no modelo do PPAP da SRAM e realizadas para cada um dos 23 elementos.

Nos APÊNDICE II e APÊNDICE III encontram-se as matrizes com toda a informação das análises *Gap* da SRAMPORT e dos fornecedores, respetivamente. Nestes documentos são descritos cada um dos elementos do pacote PPAP, os recursos que estes exigem, a classificação e descrição do estado atual de implementação, bem como a exposição do que falta implementar e ações para o conseguir. Esta informação foi obtida com o estudo aprofundado de cada um dos elementos do PPAP, com a observação de tarefas e rotinas da SRAMPORT, bem como consulta e interpretação da documentação interna e ainda através de diálogo com diversos membros da empresa.

Para promover uma visualização rápida dos resultados das análises, foram elaboradas escalas representadas nas grelhas de avaliação da Figura 4.1. Para o nível atual de implementação foi criada uma escala de 1 (“Totalmente Implementado”) a 4 (“Não Implementado”); para o nível de dificuldade de implementação adotou-se a mesma escala em que 1 equivale a “Sem Dificuldade” e 4 a “Muito Dificil”. Quando o processo de implementação for iniciado será usada uma escala de execução entre 0% (“Não Implementado/A Aguardar Início do Processo”) e 100% (“Totalmente Implementado”), que

classificará o nível de cumprimento das ações de implementação associadas a cada elemento do PPAP.

Nível Atual de Implementação	
Nível	Descrição
1	Totalmente Implementado
2	Parcialmente Implementado
3	Pouco Implementado
4	Não Implementado
N/A	Não Aplicável

Nível de Dificuldade de Implementação	
Nível	Descrição
1	Sem Dificuldade
2	Dificuldade Moderada
3	Difícil
4	Muito Difícil
N/A	Não Aplicável

Nível de Execução	
Nível	Descrição
0%	Não Implementado / A Aguardar Início do Processo
25%	Nível de Implementação Reduzido
50%	Nível de Implementação Mediano
75%	Nível de Implementação Elevado
100%	Totalmente Implementado
N/A	Não Aplicável

Figura 4.1. Nível atual de implementação, nível de dificuldade de implementação e nível de execução.

A realização da análise do estado de implementação do PPAP na SRAMPORT permitiu aferir que os requisitos que se encontram menos implementados na empresa são:

- **Elemento 8** – Análise do Sistema de Medição.
- **Elementos 14/15** – Amostras.
- **Elemento 17** – Garantia de Submissão de Peças.
- **Elemento 18f** – *Checklist* do PPAP.

Desta lista, deve destacar-se o facto de os elementos 17 e 18f serem os únicos que não têm qualquer percentagem de implementação nos processos da empresa. Isto verifica-se porque a SRAMPORT ainda não utiliza o PPAP e estes são requisitos totalmente relacionados com a sua submissão. Por outro lado, as ações para cumprir estes requisitos foram classificadas com o nível mais baixo de dificuldade de implementação (1). Já os elementos 8, 14 e 15 têm um nível de dificuldade de implementação moderado. Estes resultados permitem concluir que apesar destes 5 elementos terem o menor nível de implementação, a dificuldade para que sejam totalmente cumpridos no processo de qualificação de produtos é baixa.

É também de salientar que o elemento 16, referente aos auxiliares de controlo, encontra-se parcialmente implementado (segundo nível mais alto de implementação), no entanto as ações que visam o cumprimento total dos seus requisitos foram classificadas como difíceis de implementar.

Apesar de ainda não ter iniciado o processo de implementação do PPAP, atualmente a SRAMPORT cumpre uma parte considerável dos requisitos do mesmo. Tal facto demonstrar-se-á bastante vantajoso quando se desencadear o processo de implementação deste método, uma vez que o tornará menos complexo.

A análise *Gap* realizada para a implementação do PPAP nos fornecedores, permitiu obter uma visão global acerca do cumprimento dos requisitos por parte dos mesmos. No entanto, a execução das tarefas impostas pelo PPAP nas empresas fornecedoras não é uniforme. Existem fornecedores da SRAMPORT que se encontram, atualmente, em condições de entregar o pacote PPAP quando pretendem iniciar a produção e fornecimento de um produto novo. Por outro lado, é sabido que existem fornecedores que não realizam todas as tarefas necessárias à submissão de um PPAP, sendo que alguns não têm, atualmente, capacidade e recursos para o fazer.

Idealmente, quando a SRAMPORT decidir iniciar este processo, deverá preencher-se uma análise *Gap*, igual à utilizada neste trabalho, para cada um dos fornecedores em causa. Esta tarefa permitirá obter informação mais concreta sobre o estado de implementação do PPAP em cada fornecedor, o que por sua vez levará à definição de ações específicas e personalizadas consoante as conclusões retiradas do documento.

4.1.1. Evidências

Para que os resultados apresentados na análise *Gap* refletissem, da forma mais correta e completa possível, o panorama atual da empresa em relação ao PPAP, foi necessário consultar e analisar a documentação utilizada nos processos internos que se enquadrava nos requisitos do PPAP. A SRAMPORT não tem o processo implementado, muito embora já cumpra uma parte considerável dos requisitos tal como foi possível constatar na secção anterior. Assim sendo, foi necessário confirmar a compatibilidade dos documentos usados em relação às exigências requeridas pelo PPAP.

Apresentam-se de seguida alguns dos documentos usados em tarefas internas que correspondem a requisitos do PPAP.

Tal como é possível ver na análise *Gap*, a metodologia FMEA está atualmente implementada na SRAMPORT, apesar do seu uso não ser generalizado para os processos de qualificação de todas as peças e a sua obrigatoriedade não estar bem definida. Por outro lado,

os documentos usados para esse fim (exemplo na Figura 4.2) respeitam as exigências do PPAP, contendo toda a informação e detalhe necessário.

3. Develop PFMEA

Process: 1. Chain Riveting
 Process Function/Requirement: 1. To deform the pin from initial length to final length 5,25 +/- 0,03mm with a coaxial movement with the pin axle with CPK-1,33

Potential Failure Modes	Potential Effect(s) of Failure	Sev	Potential Cause / Mechanism of Failure	Occur	Current Process Controls (Prevention)	Current Design Controls (Detection)	Detecc	R.P. N.	Recommended Action(s)	Responsibility	Target Date	Effective Date	Action Taken	After Actions taken			% Reduction
														Sev	Occur	Detecc	
1. No deformation on the pin	Chain Open	10	Wrong Machine Height set up	3	Define height control windows	Manual control measurement by worker Artificial Vision control machine Pin Push Power Test	2	60									
				3	non existent	Force window on the machine Artificial Vision control machine Manual control measurement by worker Visual control inspection by worker Pin Push Power Test	1	30									
			1	step engine with defined stop position limits for each step. Riveting tool insert with extra length to absorb misalignments	Artificial Vision control machine Visual control inspection by worker Pin Push Power Test	2	20										
			10	Bad positioning by the worker during the tool set up. Marking with red ink the outer plates at both tool ends Riveting tool insert with extra length to absorb misalignments	Artificial Vision control machine Visual control inspection by worker	2	200	1. Marcas de referência para orientação da corrente 2. Contrador manual	Operario Operario	31-10-2015 31-10-2015					10	3	2
2. Pin Length above 5,28 mm	Chain Open	10	Wrong Machine Height set up	5	Define height control windows Force window on the machine Manual control measurement by worker Pin Push Power Test Visual control inspection by worker	Artificial Vision control machine Manual control measurement by worker Traction Test	2	100	3. Setup guidelines / process flow		31-12-2015						
				10	Bad positioning by the worker during the tool set up. Marking with red ink the outer plates at both tool ends	Artificial Vision control machine Manual control	2	200	1. Marcas de referência para orientação da corrente	Operario	31-10-2015						

Figura 4.2. Exemplo de documento usado num PFMEA na SRAMPOR.

Outro elemento que, tal como a FMEA, se encontra parcialmente implementado é o plano de controlo. Neste caso a SRAMPOR dispõe de documentos com toda a informação acerca do modo e regularidade de controlo das peças (Figura 4.3). Porém a informação está organizada por processos e não por produto, ou seja, não se encontra compilada num só documento, para cada uma das peças existentes.

SRAM		GAMA DE CONTROLO	PORTUGAL
GC.DPE.9		Corte de placas interiores EAGLE	DATA: 12-02-2021
REVISÃO 3			PÁGINA: 1/3

PARÂMETROS A CONTROLAR	AMOSTRAS E FREQUÊNCIA	MEIOS DE CONTROLO	ESPECIFICAÇÕES	REGISTO
21 ASPECTO	1 peça de cada posição	- Visual	- Visibilidade do nº - Ausência de: *Gripagem na zona, *Gripagem nos furos, *Placa dobrada, *Placa riscada, *Placa com marca, *Deformação provocada por punção ou matriz, *Cúpula fungo, *Deformação provocada pelo punção "marcar".	Cartão Kanban
22 ESPESSURA PLACA	1 peça de cada posição (idem 1º Parâmetro)	- Micrometro digital MO.QUA.22	- Medir a espessura na zona assinalada a vermelho conforme Fig. 6	SAP
23 BILINDAGEM CABEÇA DA PLACA	1 peça de cada posição	- Binocular Graduada MO.QUA.25 - Consultar tabela TB.QUA.5 Binocular BIN003	- Espessura restante	Cartão Kanban
24 BILINDAGEM PARTE CENTRAL DA PLACA	1 peça de cada posição	- Binocular Graduada MO.QUA.25 - Consultar tabela TB.QUA.5 Binocular BIN003	- Espessura restante	Cartão Kanban

SRAM		GAMA DE CONTROLO	PORTUGAL
GC.DPE.9		Corte de placas interiores EAGLE	DATA: 12-02-2021
REVISÃO 3			PÁGINA: 2/3

PARÂMETROS A CONTROLAR	AMOSTRAS E FREQUÊNCIA	MEIOS DE CONTROLO	ESPECIFICAÇÕES	REGISTO
25 ALTURA DO REBAIXO	1 peça de cada posição (idem 1º Parâmetro)	- Comparador analógico de prog. 0.001 mm MO.QUA.22	- Colocar a placa com a marca para BAIXO e colocar o comparador a zero na borda do rebaixo, conforme Fig. 1, tendo atenção para não apertar o deslize! - Medir na base superior, conforme Fig. 2, colocando a ponteira junto ao rebaixo - Medir dos dois lados da placa	SAP
26 ALTURA DOS CANHÕES	1 peça de cada posição 8 medições (idem 1º Parâmetro)	- Comparador digital de prog. 0.001 mm MO.QUA.22	- Colocar a placa com os canhões para CIMA e medir a altura dos canhões conforme Fig. 3	SAP
27 PLANICIDADE	1 peça de cada posição (idem 1º Parâmetro)	- Comparador digital de prog. 0.001 mm MO.QUA.22	- Planicidade - Colocar a placa com os canhões para BAIXO e colocar o comparador a zero, conforme Fig. 4 - Medir nas duas pontas e registar o maior valor, conforme Fig. 5	SAP
28 DIÂMETRO FUROS	1 peça de cada posição (idem 1º Parâmetro)	- Tampo duplo passa / não passa MO.QUA.21	- Diâmetro furos	Cartão Kanban

Figura 4.3. Exemplo de documento usado numa Gama de Controlo na SRAMPORT.

O MSA, por sua vez, é um requisito que se encontra pouco implementado na SRAMPORT. Apesar disso, nos casos em que foi realizado, a documentação usada (Figura 4.4) respeita totalmente os *standards* definidos pela AIAG e pela SRAM para este tipo de análise.

Gauge R&R Data Form Variable Data Results											
Supplier's documentation may be substituted if it has the same functionality.											
Part Number	Gage Name	Appraiser: A									
Part Name	Gage Number	Appraiser: B									
Characteristic	Specification	Gage Type	Appraiser: C								
Characteristic Classification	Trials	Parts	Appraiser: D								
	3	10	3								
	Date Performed										
APPRAISER	PART									AVERAGE	
TRIAL #	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
1 A	1	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
2	2	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
3	3	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
4	AVE	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
5	Range	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
6 B	1	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
7	2	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
8	3	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
9	AVE	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
10	Range	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
11 C	1	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
12	2	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
13	3	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
14	AVE	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
15	Range	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
16 PART	AVE (AVE)										
17	$(\bar{R}_1 + \bar{R}_2 + \bar{R}_3) / \# \text{ OF APPRAISERS} =$										
18	$(\bar{R}_1 + \bar{R}_2 + \bar{R}_3) =$										
19	$R = D_4 \bar{R} =$										
20	$R = D_3 \bar{R} =$										

GAGE REPEATABILITY AND REPRODUCIBILITY DATA SHEET VARIABLE DATA RESULTS										
Part Number	Gage Name	Appraiser A João Reis								
Part Name	Gage Number	Appraiser B Fernando Reisinho								
Characteristic	Specification	Gage Type	Appraiser C Isabel Silva							
Characteristic Classification	Trials	Parts	Appraiser D							
	3	10	3							
	Date Performed									
Measurement Unit Analysis					% GRR to Tolerance (Tot)					
Repeatability - Equipment Variation (EV)	$EV = \bar{R} \times K_1$	Trials	K1		Repeatability to Tolerance Index	$\% EV = 100 [EV^* 0.001]$				
	$= 0.0000 \times 0.5908$	2	0.8882			$= 100(0.000^* 0.0.000)$				
		3	0.5908			$= 84.59$				
Reproducibility - Appraiser Variation (AV)	$AV = \sqrt{(\bar{X}_{DIFF} \times K_2)^2 - (EV^* 1.108)}$	Appraisers			2	3		Reproducibility to Tolerance Index		
	$= \sqrt{(0.000 \times 0.5231)^2 - (0.000^* 1.108)}$				0.7071	0.5231		$\% AV = 100 [AV^* 0.001]$		
									$= 100(0.000^* 0.0.000)$	
									$= 22.56$	
n = number of parts	K ₂		K ₁		Precision to Tolerance Index (P/T Ratio)					
r = number of trials	2		3		$\% GRR = 100 [GRR^* 0.001]$					
Repeatability & Reproducibility (GRR)	$GRR = \sqrt{EV^2 + AV^2}$	Parts			K ₂		Part Variation to Tolerance Index			
	$= \sqrt{(0.0000^2 + 0.0000^2)}$	2			0.7071		$\% PV = 100 [PV^* 0.001]$			
		3			0.5231		$= 100(0.000^* 0.0.000)$			
Part Variation (PV)	$PV = \bar{R} \times K_2$	4			0.4837		$= 100(0.000^* 0.0.000)$			
	$= 0.0000 \times 0.3148$	5			0.4103		$= 100(0.000^* 0.0.000)$			
		6			0.3742		$= 100(0.000^* 0.0.000)$			
		7			0.3534		$= 100(0.000^* 0.0.000)$			
		8			0.3376					
Total Variation (TV)	$TV = \sqrt{GRR^2 + PV^2}$	9			0.3249		% GRR to Process Total Variation (TV)			
	$= \sqrt{(0.0000^2 + 0.0000^2)}$	10			0.3148		$\% GRR = 100 [GRR^* 1]$			
							$= 100(0.000^* 0.000)$			
Tolerance Tol	$= (\text{Upper} - \text{Lower})$									

Figura 4.4. Exemplo de documento usado num estudo *Gage R&R* na SRAMPORT.

Atualmente, é mais comum recorrer ao *software Minitab* para a realização de estudos estatísticos na SRAMPOR. Dependendo do estudo a realizar (*Gage R&R* no caso da Figura 4.5), o programa executa o tratamento dos dados exibindo-os em gráficos, que se mostram bastante úteis para a visualização e interpretação dos resultados. Para além disso, apresenta um relatório final com as principais conclusões do mesmo (Figura 4.6).

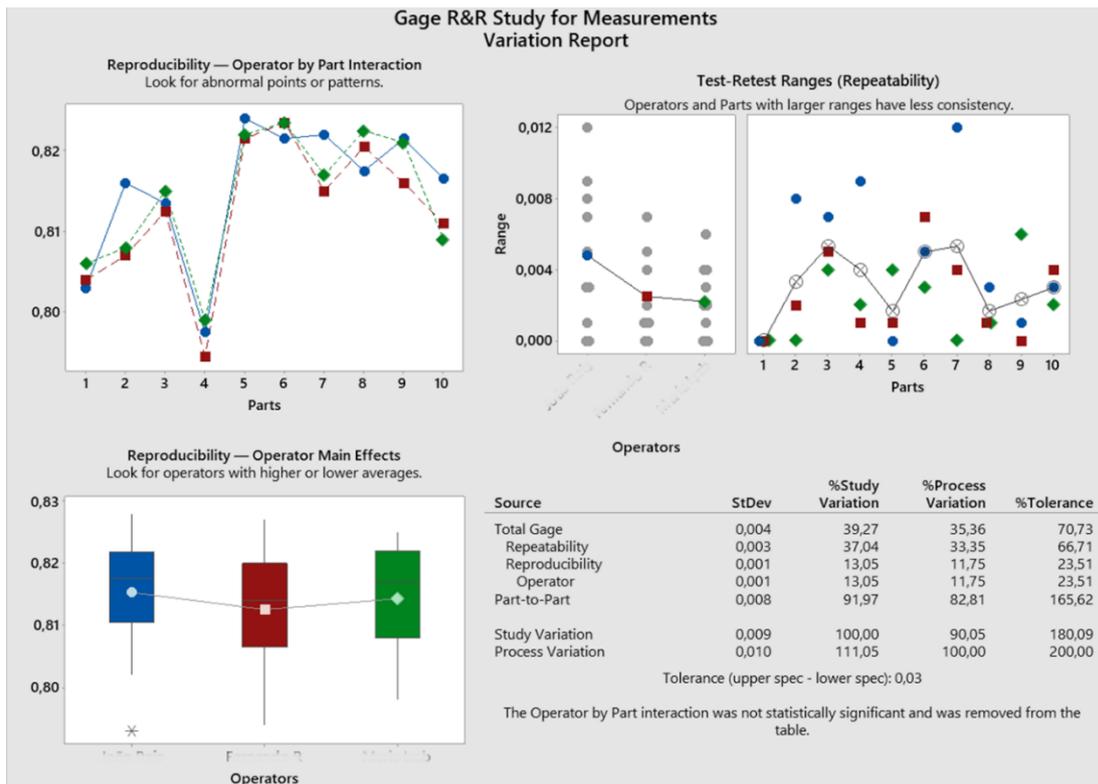


Figura 4.5. Exemplo de um estudo *Gage R&R* realizado com recurso ao *Minitab*.

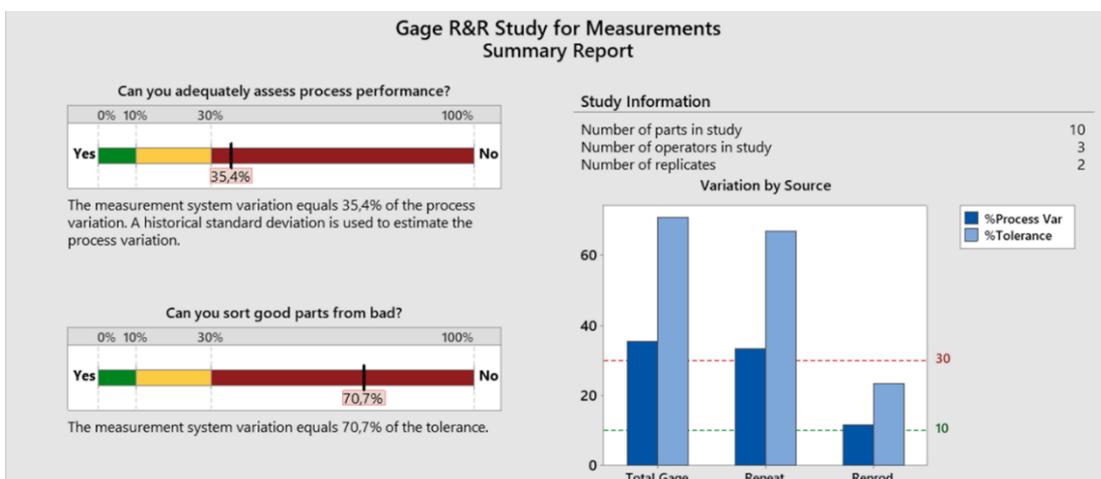


Figura 4.6. Exemplo de resultados de um estudo *Gage R&R* realizado com recurso ao *Minitab*.

Por fim, na Figura 4.7 mostra-se o modelo usado para registo dos dados resultantes de tarefas de inspeção, quer seja dimensional, de acabamento superficial ou de *artwork*. Estes são procedimentos que atualmente estão incluídos no processo PQ e cujos documentos continuarão a ser utilizados após a implementação do PPAP.

SRAM	RELATÓRIO DE CONTROLO (CONTROL REPORT)															
Código Material SAP (SAP #) 33.2518.020.000 Descrição Produto (Product description) 800 37 Placa Interior Desenho número versão (Drawing number, version) 30-2518-020-XXX; A.22 SRAM's supplier Part (SSP) 33.2518.020.000 (SRAM COIMBRA); A.7 Inspection number (IN# xxxxxxxxxxx) NS.0000165510 Sub-categoria Inspeção (Sub-category inspection) Design										Data (Date) 13/02/2018 Nº Lote (Batch number) P1 - Ensaio 2018_15 Cliente (Customer) Encomenda (Order)						
Característica (Characteristic)	Diâmetro tiro 1	Diâmetro tiro 2	Comprimento	Espessura	Planicidade	Relevo	Altura do canhão 1	Altura do canhão 2	Bisulco na cabeça	Bisulco ao centro	Passo	Altura ao centro	Diâmetro do canhão 1	Diâmetro do canhão 2	Raio	
Posição (Position)	D3	D6	B6	A4	E2	F5	E5	E3	E6	D1	D9	A4	BC	E4	E6	
Método de controlo (Measuring device)																
Limite superior (Upper Limit)																
Cota nominal (nominal)																
Limite inferior (Lower Limit)																
1	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
3	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
4	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
5	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
6	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
7	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
8	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
9	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

Figura 4.7. Exemplo de documento usado na inspeção de *design* na SRAMPORT.

Muitas vezes, as aprendizagens retiradas de estudos como FMEA e MSA, realizados para uma determinada peça, são aplicados noutras peças com as mesmas características. Esta é uma das razões pela qual não se realizam estas análises para todas as peças novas. Após a implementação do PPAP, este será um procedimento que continuará a cumprir-se sempre que se trate de peças com características comuns.

4.2. Plano de Implementação

No caso de um processo complexo como é o caso da implementação do PPAP, o planeamento é uma ferramenta crucial que permite que o processo seja eficaz e conte com o envolvimento de todos os profissionais necessários.

As constatações retiradas a partir da análise *Gap* permitiram elaborar um plano para a implementação do PPAP na SRAMPORT, onde constam as principais ações e atividades, a data prevista para a sua execução e os recursos necessários. Deste modo, com os pontos críticos já definidos, projetou-se o plano representado por meio de um diagrama

de *Gantt* no (APÊNDICE IV). Este plano inclui etapas de avaliação do processo e identificação de alterações e melhorias a realizar, sendo estruturado com base num ciclo PDCA.

De acordo com a calendarização feita no plano, e havendo o compromisso da gestão de topo e de todas as partes interessadas, será possível realizar o processo de implementação do PPAP na SRAMPORT num período de cerca de 1 ano e meio.

4.3. Proposta de Ações

A análise *Gap* da implementação interna do PPAP permitiu formular as ações descritas na Tabela 4.1. Estas devem ser executadas com o intuito de que sejam cumpridos todos os requisitos e que o processo de aprovação de produtos esteja a funcionar em pleno e de acordo com o estipulado pelo PPAP.

Tabela 4.1. Proposta de ações para a implementação do PPAP na SRAMPORT.

REQUISITOS	PROPOSTA DE AÇÕES
4 – DFMEA	<ul style="list-style-type: none"> · Reunir com Responsáveis de Desenvolvimento, Qualidade e Engenharia para uniformizar processo. · Comunicar internamente a decisão. · Formar todos os intervenientes. · Aplicar processo de definição de características chave (KC). (O processo está definido, mas não é aplicado)
6 – PFMEA	<ul style="list-style-type: none"> · Reunir com Responsáveis de Desenvolvimento, Qualidade e Engenharia para uniformizar processo. · Comunicar internamente a decisão. · Formar todos os intervenientes. · Definir como obsoletos, os ficheiros antigos da SRAMPORT referentes à PFMEA.
7 – Plano de Controlo	<ul style="list-style-type: none"> · Escolher o <i>template</i> a utilizar. · Definir as regras de utilização deste documento (exemplo: necessidade de aprovação, intervenientes, etc.).
8 – MSA	<ul style="list-style-type: none"> · Definir os critérios para estabelecimento de parâmetros do estudo (quantidade de peças, nº de operadores, etc.). · Aplicação do estudo no processo de qualificação dos produtos. · Garantir que o processo de identificação das KC (DFMEA) está a ser cumprido.

Tabela 4.1. (Continuação)

Requisitos	Proposta de Ações
12 – Documentação do Laboratório Qualificado	<ul style="list-style-type: none"> · Avaliar a necessidade de usar o documento proposto pela SRAM. · Aprovar lista de polivalência para os colaboradores do laboratório da qualidade.
14/15 – Amostras	<ul style="list-style-type: none"> · Definir procedimento de retenção de amostras.
16 – Auxiliares de Controlo	<ul style="list-style-type: none"> · Uniformizar a documentação para cada auxiliar (desenho detalhado com dimensões).
17 – PSW	<ul style="list-style-type: none"> · Adotar o preenchimento do PSW no fim da elaboração de um pacote PPAP.
18_e – Qualificação de Ferramentas	<ul style="list-style-type: none"> · Avaliar a necessidade de usar um documento (existente na SRAM, diferente para cada tipo de ferramenta) para a qualificação de ferramentas.
18_f – Lista de Verificação do PPAP	<ul style="list-style-type: none"> · Adotar o preenchimento da <i>checklist</i> no fim da elaboração de cada pacote PPAP.

Estas ações foram definidas para todos os elementos que, atualmente, não se encontram totalmente implementados na SRAMPORT e cujo cumprimento terá de se verificar para que haja uma transição completa para o processo de qualificação através do PPAP. Para além das ações específicas referentes a cada um dos elementos, existem ações gerais que devem acontecer nomeadamente ao nível da formação e sensibilização de todos os intervenientes.

5. CONCLUSÃO

O presente trabalho incidiu no estudo da implementação futura do PPAP na SRAMPORT e através do mesmo foi possível estruturar algumas conclusões que serão expostas de seguida. Para além disso, é de frisar que este trabalho incorporou uma complexa tarefa de pesquisa e tratamento de informação relacionada com o PPAP, a sua origem e enquadramento na Qualidade, mas também a exploração das ferramentas da qualidade essenciais à sua aplicação nas organizações.

5.1. Conclusões e Propostas de Melhorias Futuras

A qualidade constitui um importante pilar para uma organização, atuando como elemento diferenciador nos mercados, nos quais a concorrência é cada vez maior. Uma vez que a SRAMPORT já tem uma cultura focada nos princípios da qualidade e na melhoria contínua, a implementação de uma metodologia como o PPAP enquadra-se completamente na sua estratégia. A implementação completa e eficaz de uma metodologia como o PPAP conduz a diversos benefícios para as organizações, não só no que à qualidade dos produtos diz respeito, mas também noutras áreas. São reconhecidas as vantagens na criação de um canal de comunicação claro e objetivo entre clientes e fornecedores, bem como o incentivo ao trabalho em equipa envolvendo colaboradores de diferentes áreas.

O PPAP demonstra ser uma ferramenta de aplicação transversal a diversos tipos de indústria, que permite avaliar todos os fatores que possam influenciar a qualidade final do produto e que garante a consideração das exigências dos clientes ao longo de todo o processo. A sua implementação na SRAMPORT contribuirá para a melhoria da qualidade dos seus produtos, o que por sua vez aumentará a confiança dos seus clientes nesses mesmos produtos. Por outro lado, a entrega do PPAP de produtos novos por parte dos fornecedores contribuirá para o aumento da confiança da SRAMPORT nos produtos que lhe são fornecidos, mas também num melhor conhecimento, por parte dos fornecedores, dos seus próprios processos e das suas capacidades.

Considerando as ilações retiradas a partir da análise *Gap* do estado de implementação atual dos requisitos do PPAP na SRAMPORT, foi possível verificar que a

empresa se encontra num nível avançado no que diz respeito ao cumprimento das tarefas exigidas pelo PPAP. O levantamento prévio desta informação, pode revelar-se uma mais-valia decisiva no sucesso do processo de implementação, pois permitirá que os recursos sejam alocados aos elementos mais críticos para a SRAMPORT. Ademais, o facto de a SRAMPORT já ter um processo interno de qualificação de produtos, ainda que mais simples que o PPAP, e atualmente cumprir uma parte considerável dos requisitos do PPAP, tornará menos complexo o processo de implementação e transição para o novo processo. Este fator, juntamente com a longa experiência da organização no planeamento e implementação de processos novos levam a crer que o impacto do processo de implementação do PPAP na SRAMPORT será reduzido. Ainda assim, o sucesso deste processo dependerá grandemente do envolvimento e colaboração de todos, bem como do compromisso da gestão de topo. Tendo em consideração que o PPAP é um processo no qual a participação de todos os colaboradores da empresa é crucial, sugere-se uma ação de melhoria que consiste na distribuição e afixação de um placar alusivo ao PPAP durante o processo de implementação do mesmo na SRAMPORT. O objetivo seria sensibilizar as pessoas e dar-lhes a conhecer a nova prática da empresa.

A análise *Gap* que reflete o panorama de cumprimento dos requisitos por parte dos fornecedores, permitiu averiguar que existe alguma discrepância no que toca à capacidade de os fornecedores entregarem o PPAP antes do início da produção de produtos novos para a SRAMPORT. Sugere-se à empresa que efetue uma pré-seleção de fornecedores, com o auxílio do Departamento de Logística. Seria importante selecionar aqueles em que seria mais simples implementar esta metodologia, mas também aqueles em que a implementação deste processo traria mais benefícios e segurança à SRAMPORT. Considerando as diferenças detetadas entre fornecedores, no que diz respeito à facilidade e capacidade de cumprimento do PPAP, propõe-se a realização do preenchimento de uma análise *Gap* para cada fornecedor, com o intuito de identificar as dificuldades e falhas de cada um e para que a partir daí se tomem as ações necessárias, específicas para cada caso. Para auxiliar na implementação do PPAP nos fornecedores, a SRAMPORT deverá desencadear um processo de formação geral sobre o tema e proceder ao acompanhamento presencial de cada fornecedor nas suas instalações, avaliando a necessidade de acordo com as conclusões retiradas de cada análise *Gap*.

5.2. Considerações Finais

De uma forma global, os objetivos definidos para este trabalho foram alcançados com sucesso, tanto na perspetiva da empresa como do autor. Ao longo da realização deste projeto foi notória a aquisição de conhecimentos novos e experiência por parte do autor. As tarefas realizadas na empresa proporcionaram-lhe um contacto direto com os desafios de um ambiente profissional, facto que se mostrará útil no futuro. Por outro lado, a empresa tem agora a perceção real do nível em que se encontra, no que à implementação do PPAP diz respeito. Deste modo, é possível afirmar que o balanço geral deste trabalho é bastante positivo.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AIAG. (2005). *Statistical Process Control (SPC)* (AIAG (ed.); 2nd ed.).
- AIAG. (2006). *Production Part Approval Process (PPAP)* (AIAG (ed.); 4th ed.).
- AIAG. (2008a). *Advanced Product Quality Planning (APQP) and Control Plan* (AIAG (ed.); 2nd ed.).
- AIAG. (2008b). *Potential Failure Mode and Effects Analysis (FMEA)* (AIAG (ed.); 4th ed.).
- AIAG. (2010). *Measurement Systems Analysis* (AIAG (ed.); 4th ed.).
- Doshi, J. A., & Desai, D. (2016a). Overview of Automotive Core Tools: Applications and Benefits. In *Journal of The Institution of Engineers (India): Series C* (Vol. 98, Issue 4).
- Doshi, J. A., & Desai, D. A. (2016b). Role of production part approval process in continuous quality improvement and customer satisfaction. *International Journal of Engineering Research in Africa*, 22, 174–183.
- Gomes, P. J. P. (2004). A evolução do conceito de qualidade: dos bens manufaturados aos serviços de informação. *Cadernos BAD*, 2.
- Hermans, J. E., & Liu, Y. (2013). Quality management in the new product development: A PPAP approach. *Quality Innovation Prosperity*, 17(2).
- NP/EN ISO 9000. (2015). *Fundamentos e vocabulário para os Sistemas de Gestão da Qualidade*. Instituto Português da Qualidade.
- NP/EN ISO 9001. (2015). *Requisitos para os Sistemas de Gestão da Qualidade*. Instituto Português da Qualidade.
- NP 4463. (2009). *Linhas de Orientação sobre Técnicas Estatísticas para a ISO 9001:2000 (ISO/TR 10017:2003)*. Instituto Português da Qualidade.
- OCM. (2019). *OCM ROLLER CHAIN MANUFACTURING PROCESS*. Acedido a 28 de maio de 2021, em:
https://www.ocm.co.jp/en/ct_products/ocm-roller-chain-manufacturing-process/

- Pop, A. B., & Țîțu, A. M. (2020). Implementation of advanced product quality planning in the aerospace industry - A way to improve the quality management. *Quality - Access to Success*, 21(177).
- Reeves, C. A., & Bednar, D. A. (1994). Defining Quality: Alternatives and Implications. *Academy of Management Review*, 19(3), 419–445.
- Scherer, A.-L. (2021). Bicycle Industry, Growing at Speed. *European Mobility Atlas - Facts and Figures about Transport and Mobility in Europe 2021*, 26–27.
- Siebels, D. L. (2004). The Quality Improvement Glossary. In *Choice Reviews Online* (Vol. 42, Issue 06). ASQ (American Society for Quality). <https://doi.org/10.5860/choice.42-3183>
- SRAM. (2020). *MY21 Corporate Plan Summary*. Documento interno.
- SRAMPORT. (2018). *Manual da Qualidade e Ambiente*. Documento interno.
- Thisse, L. C. (1998). Advanced quality planning: A guide for any organization. *Quality Progress*, 31(2).

ANEXO A – Lista de Verificação do PPAP

Element	Level 1	Level 2	Level 3	Level 4	Level 5	Requirement	Required Detail	INCLUDED IN PPAP PACKAGE			APPROVED
								YES	NO	N/A	
1	R	S	S	*	R	Design Record	Latest detailed print and/or material spec reflecting part-number and rev level.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2	R	S	S	*	R	Engineering Change Documents	The package of all engineering change documents, what describe the change that generated the given PPAP process (e.g. approved engineering change notifications, customer requests, supplier process change notices, etc.).	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3	R	R	S	*	R	Customer Engineering Approval	If supplier is design responsible, the SRAM approved drawing created from supplier drawing is provided in Element 1. If SRAM is design responsible, N/A	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4	R	R	S	*	R	Design FMEA	If supplier is design responsible, a DFMEA will be required.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
5	R	R	S	*	R	Process Flow Diagrams	Process map of the manufacturing process from receiving raw /sub-components to shipping finished product. (formerly called MFP)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
6	R	R	S	*	R	Process FMEA	Process FMEA identifying all critical process Failure Modes as well as key characteristics. Format expected is per AIAG-FMEA.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
7	R	R	S	*	R	Control Plan	Process Control Plan identifying all critical process controls per pFMEA as well as key characteristics.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
8	R	R	S	*	R	Measurement System Analysis Studies	MSA studies (at a minimum Gage R&R) for all gages which generate continuous data and all assistant gages (indirect measurement system) with measuring key characteristics or supplier identified critical characteristics	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
9	R	S	S	*	R	Dimensional Results	Full lay-out of the component to be PPAP'd relative to all print dimensions on a minimum of 2 samples (per tool or cavity). (Formerly called INS-D)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
10	R	S	S	*	R	Material, Performance Test Results	Data submitted needs to prove that component/material meets all material, performance and test requirements identified by SRAM.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
11	R	R	S	*	R	Initial Process Capability Studies	At a minimum all key characteristics will have to demonstrate a process capability with a Ppk ≥ 1.33 based on a stable process. (formally called PCV)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
12	R	S	S	*	R	Qualified Laboratory Documentation	Inspection and testing lab for material and/or performance test results have been performed by a qualified lab or if not by a qualified lab, the lab's personale training and calibration documentation has been provided	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
13	S	S	S	*	R	Appearance Approval Report	Requirement met as defined by surface finish specifications and Artwork Placement Specifications, including artwork properties and placement (formerly called INS-F/A)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
14	R	S	S	*	R	Sample Product	Product samples to be submitted with the PPAP are the same samples used for part layout (element 9). Parts will have to be identified so that the data reported in element 9 can be verified (default 2 parts).	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
15	R	R	R	*	R	Master Sample	Supplier to keep a PPAP Master sample.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
16	R	R	R	*	R	Checking Aids	Document what the checking aids used to verify product exist and show that they have been properly validates	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
17	S	S	S	S	R	Part Submission Warrant (PSW)	A completed SRAM warranting the product/material meeting all applicable specifications and standards. No product and/or process changes are allowed unless SRAM has given approval to do so	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Customer Specific Requirements - specified by SRAM											
18	R	S	S	*	R	Packaging	Include the details about the packaging standards to be used.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
19	R	S	S	*	R	Manufacturing Control Drawing (MCD)	Tooling and fixture drawings that will be used during the component manufacturing process	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
20	S	S	S	S	R	Supplier Inspection Plan (SIP)	Provide SIP which includes all key and critical dimensions that will be measured/documented prior to shipment	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
21	S	S	S	S	R	Environmental Verification of Requirements- EVR	Data submitted needs to prove that component/material meets all environmental requirements identified by SRAMs Restricted Substance List.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
22	R	R	R	*	R	Tooling Qualification	Completed tooling qualification checklist	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
23	S	S	S	S	S	PPAP Checklist	Completed PPAP checklist	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Figura A.1. Ficheiro de verificação do cumprimento dos requisitos do PPAP (fonte: Plataforma SRAMDocs).

ANEXO B – Nível de Submissão do PPAP

		PPAP Matrix Guidelines						
		New Part or Product (Initial Submission)	New Supplier or Manufacture	Supplier Site Location Change	New or Modified Tooling	Change in Material	Engineering Change (Dimensional)	Change in Process
Level 1 - PSW only. (1-2 Business Days)								
Level 2 - PSW with samples and limited supporting data. (10-15 Business Days from initial production run)								
Level 3 - PSW with samples and complete supporting documentation. (10-15 Business Days from initial production run unless engineering test are required, timing depending on tests)								
Level 4 - PSW and other requirements as defined by SDE. (10-15 Business Days from initial production run unless engineering test are required, timing depending on tests)								
Level 5 - PPAP Level 3 with on site review								
<p>Supplier Development Engineer (SDE) has the responsibility of defining PPAP Level. Always contact SDE for PPAP requirements. Supplier Quality Development has overall coordination responsibility for the PSW signoff. SDE has responsibility on PPAP Package review and readiness sign off for distribution to Quality and Engineering for sign off. (R1) Quality has sign off responsibility for manufacturing (R2) Engineering has sign off responsibility for technical evaluation as required. (R3)</p>								
Part Prefix	Part type	PPAP Level						
00	Finished goods	3	3	2	2	2	2	2
11	Spare parts	2	2	2	2	2	2	2
14	Service tool	2	2	2	2	2	2	2
20	Machined parts	3	2	2	2	2	2	2
25	Steer tubes-Forks	3	3	2	2	2	2	2
28	Upper tubes-Forks	3	3	2	2	2	2	2
30	Forgings	3	3	2	2	2	2	2
32	Castings/MIM/PM	3	3	2	2	2	2	2
33	Stamping	3	3	2	2	2	2	2
42	Bushings	3	2	2	2	2	2	2
43	Molded	3	3	2	2	2	2	2
44	Carbon	3	3	2	2	2	2	2
51	Springs	3	2	2	2	2	2	2
60	Boxes/Bags/Packing	1	1	1	1	1	1	1
62	Hardware (fasteners)	2	2	2	2	2	2	2
63	O-ring/Seals	2	2	2	2	2	2	2
66	Decals/Artwork	1	1	1	1	1	1	1
73	Oils/Lubes/Chemicals	1	1	1	1	1	1	1
77	Extrusions	3	3	2	2	2	2	2
80	Accessories	2	2	2	2	2	2	2
91	Assemblies	3	3	2	2	2	2	2
95	Manuals	1	1	1	1	1	1	1

Figura B.1. Ficheiro de auxílio à seleção do nível de submissão do PPAP (fonte: Plataforma SRAMDocs).

APÊNDICE I – Manual do PPAP da SRAMPORT

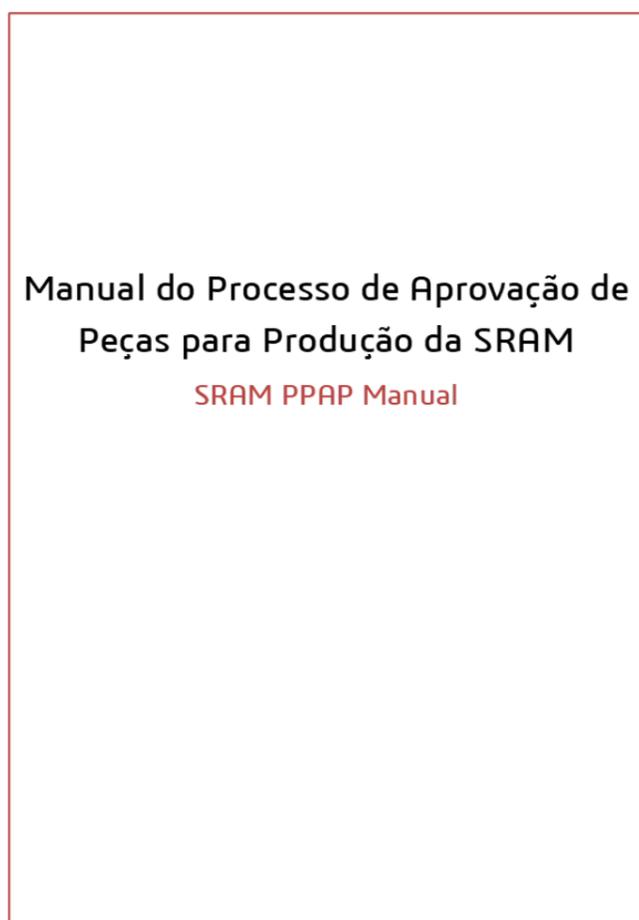


Figura I.1. Excerto do Manual do PPAP da SRAMPORT (parte 1 de 4).

Índice

- Introdução.....4
- Objetivo.....4
- Quando é necessária a submissão do PPAP?.....4
- Instruções para aviso de alteração de processo do fornecedor (SPCN)5
- Requisitos para submissão do PPAP.....8
- Níveis de Submissão8
- Lista de verificação do PPAP para o fornecedor9
- Produção Significativa10
- Estado da submissão.....10
- PPAP de família (Family PPAP).....10
- Métodos de submissão11
- Requisitos em curso (ongoing).....11
- Lista de Verificação do Revisor11
- Instruções para completar a submissão do PPAP12
- Elemento 1 - Registo de Projeto/Design Records12
- Elemento 2 – Documentos de Alteração de Engenharia/ Engineering Change Documents.....13
- Elemento 3 – Aprovação de Engenharia do Cliente/ Customer Engineering Approval.....14
- Elemento 4 – Análise Modal de Falhas e Efeitos do Projeto / Design FMEA14
- Elemento 5 – Fluxograma do Processo / Process Flow Diagrams15
- Elemento 6 – Análise Modal de Falhas e Efeitos do Processo / Process FMEA.....15
- Elemento 7 – Plano de Controlo / Control Plan.....16
- Elemento 8 – Estudos de Análise do Sistema de Medição / Measurement System Analysis Studies18
- Elemento 9 – Resultados Dimensionais / Dimensional Results19
- Elemento 10 – Resultados de Teste do Material e do Desempenho / Material, Performance Test Results...20
- Elemento 11 – Estudos Iniciais da Capacidade do Processo / Initial Process Capability Studies.....22
- Elemento 12 – Documentação de Laboratório Qualificado / Qualified Laboratory Documentation.....23
- Elemento 13 – Relatório de Aprovação da Aparência / Appearance Approval Report (AAR).....24
- Elemento 14 – Amostras / Sample Parts25
- Elemento 15 – Amostra Principal / Master Sample.....26
- Elemento 16 – Auxiliares de Verificação / Checking Aids.....26
- Elemento 17 – Garantia de Submissão de Peças / Part Submission Warrant (PSW)27
- Elemento 18 – Requisitos Específicos da SRAM / SRAM Specific Requirements.....28
- Elemento 18a – Embalagem / Packaging28
- Elemento 18b - Desenho de Controlo de Fabrico / Manufacturing Control Drawing (MCD).....29
- Elemento 18c - Plano de Inspeção do Fornecedor / Supplier Inspection Plan (SIP).....29

Figura I.2. Excerto do Manual do PPAP da SRAMPORT (parte 2 de 4).

Produção Significativa

Os dados do PPAP devem ser submetidos a partir de um ciclo de produção significativa. Uma produção significativa deve ser conduzida no local de produção, usando as ferramentas, calibragem, processo, materiais e operadores de produção, a taxas de produção definidas.

Caso não seja acordado nada em contrário entre a SRAM e o fornecedor, a amostragem deve ser de pelo menos 100 peças, provenientes de uma produção de 1 a 8 horas.

O objetivo é que todos os dados reflitam o processo de produção real que será usado durante a produção. É necessário registar a data, o tempo e a taxa real de produção, na garantia de entrega de peças (PSW).

Estado da submissão

O processo de revisão e aprovação será responsabilidade da SRAM. Posteriormente, a submissão do PPAP será analisada e classificada com um dos seguintes estados de submissão:

Aprovado: reflete a aceitação formal da submissão do PPAP dentro dos critérios definidos pela SRAM;

Rejeitado: o documento não é aceite e será necessária uma nova submissão para aprovação;

Provisório: reflete uma aprovação provisória que pode ocorrer através de um acordo com o gestor da qualidade da fábrica;

PPAP de família (Family PPAP)

Este método permite que seja feita uma única submissão do PPAP para vários *part numbers*, reduzindo a necessidade de criar e arquivar vários pacotes. O Engenheiro de Desenvolvimento da SRAM define um *part number* principal, juntamente com os *part numbers* e documentos relacionados, na Lista de Verificação PPAP.

As peças com *design e/ou* processo de fabrico semelhantes podem ser agrupadas e submetidas via *Family PPAP*. Algumas situações que se enquadram nestas condições são:

- Peças fabricadas por um processo comum ou de um mesmo material;
- Decalques e rótulos;
- DFMEA, PFD, PFMEA e planos de controlo em comum;
- Mudanças mínimas entre peças;

O representante da SRAM deve criar uma lista de verificação do PPAP para o *part number* principal. Na lista de verificação do PPAP, os *part numbers* relacionados devem ser anotados juntamente com a revisão, a diferença do *part number* principal e os dados a serem enviados devido à diferença.

O fornecedor pode usar apenas uma garantia (PSW) para um *Family PPAP*, desde que inclua nesse documento uma lista com cada *part number*. A submissão do PPAP deve conter um conjunto de documentos comuns, mas também os documentos que são diferentes entre cada *part number*.

Figura I.3. Excerto do Manual do PPAP da SRAMPORT (parte 3 de 4).

Elemento 8 – Estudos de Análise do Sistema de Medição / Measurement System Analysis Studies

A **Análise do Sistema de Medição** (MSA – Measurement System Analysis) é um método matemático que permite determinar a quantidade de variação do processo de medição que contribui para a variabilidade global do processo. É usado para assegurar a utilização de um sistema de medição correto para o funcionamento da produção, reduzindo a possibilidade de deixar passar uma peça não conforme e rejeitar uma conforme. Os detalhes sobre a MSA encontram-se no manual da AIAG que define diretrizes para estabilidade, tendência, linearidade, repetibilidade e reprodutibilidade.

Através da Análise do Sistema de Medida, é possível perceber qual a percentagem dos resultados de medição que contribui para a variação do processo, com o objetivo de estabelecer confiança no sistema de medida. Se o fornecedor não souber se está a usar a ferramenta de medição ou o método de medição corretos, então deve realizar a MSA para estabelecer alguma confiança nesses processos.

A SRAM exige uma MSA (no mínimo com um estudo Gage R&R) que deve ser implementado nas seguintes situações:

- Ferramentas incluídas no estudo da capacidade do processo;
- Processo que gere dados contínuos;
- Acessório que possa introduzir variações na medição;

Nota: Os requisitos do estudo GR&R serão entregues pelo engenheiro MDG da SRAM, na mesma altura em que for enviado o *template* do Relatório Dimensional.

Um estudo “Gage Repeatability and Reproducibility (GR&R)” é usado para assegurar que as medições realizadas no processo de fabrico são razoavelmente consistentes, independentemente de quantas vezes ou por quem são feitas. Podem ser úteis para os fornecedores, uma vez que lhes permitem identificar equipamentos que precisam de manutenção ou operadores que necessitem de formação adicional naquele equipamento.

Documentos válidos que devem ser entregues...

Neste caso, pode ser usado o formulário de MSA do PPAP da SRAM ou do próprio fornecedor.

Lista de Verificação do Revisor

1. A MSA e o GRR estão em conformidade com o formato da AIAG ou equivalente.
2. O nome e as características do instrumento de medição estão devidamente identificados.
3. Os estudos realizados respeitam o método da AIAG.
4. Todos os resultados vão de encontro às diretrizes da AIAG (ou do *template* de MSA da SRAM).

Elemento 9 – Resultados Dimensionais / Dimensional Results

Os resultados dimensionais são registados na “Folha de Dados Dimensionais”. As medidas neste formulário devem corresponder às do *Ballooned Drawing* do elemento 1.

O objetivo é mostrar conformidade com o desenho da peça da SRAM nas dimensões e todos os outros requisitos do desenho. Os requisitos não dimensionais devem ser tratados na seção do Material

Figura I.4. Excerto do Manual do PPAP da SRAMPORT (parte 4 de 4).

APÊNDICE II – Análise *Gap* SRAMPOR

Elemento	Descrição do Elemento	Requisitos (Estado que se pretende alcançar)	Recursos/Documents Necessários	Nível de Implementação Atual	O que já está Implementado (Estado Atual)	O que falta Implementar	Nível de Dificuldade de Implementação	Ações a Implementar	Nível de Execução
E ₁	Design Record (Registo de Projeto)	Documentos, desenhos e qualquer outro documento de engenharia que esteja relacionado com a peça. Deve estar identificado o <i>part number</i> e o nível de revisão.	<ul style="list-style-type: none"> Folha de Rosto (oficial da SRAM) do pacote da estrutura do produto. <i>Ballooned Drawing</i>. 	1 - Totalmente Implementado	<ul style="list-style-type: none"> A folha de rosto já é usada atualmente. Os <i>Ballooned Drawings</i> já são utilizados atualmente, e respeitam os requisitos. 	N/A	N/A	N/A	100%
E ₂	Approved Engineering Change Documents (Documentos da Alteração de Engenharia Aprovada)	Documentos que descrevam a mudança que gerou o processo PPAP: <ul style="list-style-type: none"> Quando a alteração parte da SRAM - ECN 	<ul style="list-style-type: none"> ECN's (<i>Engineering Change Notice</i>). 	1 - Totalmente Implementado	<ul style="list-style-type: none"> A tarefa de ECN é iniciada e aprovada no <i>PDMLink</i>, antes de ser realizada qualquer alteração no processo/produto. 	N/A	N/A	N/A	100%
E ₃	Customer Engineering Approval (Aprovação de Engenharia do Cliente)	Para demonstrar pré-aprovação de um projeto por parte do cliente (SRAM): <ul style="list-style-type: none"> - Se a peça for projetada pelo fornecedor, são necessários documentos de pré-aprovação da SRAM. (N/A no caso do PPAP na SRAMPOR) - Se as peças forem projetadas pela SRAM, os documentos de pré-aprovação não são aplicáveis - selecionar N/A. 	<ul style="list-style-type: none"> Elemento 1 OU Documentos de Pré-Aprovação da SRAM (apenas quando a peça é desenhada por um fornecedor). 	N/A	<ul style="list-style-type: none"> Uma vez que a SRAMPOR desenvolve os seus próprios produtos, não é necessária a aprovação de outra entidade. 	N/A	N/A	N/A	N/A
E ₄	Design FMEA (Análise Modal de Falhas e Efeitos do Projeto)	A submissão deve incluir uma DFMEA que deve estar em conformidade com os requisitos da AIAG.	<ul style="list-style-type: none"> Formato de DFMEA da AIAG OU formato de DFMEA da SRAM. http://swiki/mediawiki/index.php?title=Design_Failure_Modes_and_Effects_Analysis&oldid=7479 	2 - Parcialmente Implementado	<ul style="list-style-type: none"> Existem Grelhas de Avaliação Qualitativa para o PFMEA (com classificação de Gravidade, Detecção, Ocorrência), bem como um Modo Operatório, os Impressos 81, 82 e 83 (Folha de Síntese da FMEA, Folha de Suporte da FMEA e a Folha de registo de Ações corretivas da FMEA). Estes documentos já são antigos. Existem também documentos mais atuais, que estão de acordo com os da SRAM. Esta análise realiza-se em praticamente todos os processos de desenvolvimento de produtos novos. 	<ul style="list-style-type: none"> Definição clara de quais os documentos a utilizar, classificando os mais antigos como obsoletos; Uniformização do processo para que se realize sempre que é desenvolvido um produto novo; 	1 - Sem Dificuldade	<ul style="list-style-type: none"> Reunir com Resp. de desenvolvimento, qualidade e engenharia para uniformizar processo; Comunicação interna da decisão; Formação dos intervenientes; Aplicar processo de definição de características chave (KC). O processo está definido mas não é aplicado; 	

Figura II.1. Análise *Gap* da Implementação do PPAP na SRAMPOR (parte 1 de 6).

Estudo da Implementação do Processo de Aprovação de Peças para Produção

Elemento	Descrição do Elemento	Requisitos (Estado que se pretende alcançar)	Recursos/Documents Necessários	Nível de Implementação Atual	O que já está Implementado (Estado Atual)	O que falta Implementar	Nível de Dificuldade de Implementação	Ações a Implementar	Nível de Execução
E ₅	Process Flow Diagrams (Fluxograma de Processo)	Mapa do processo de fabrico que deve incluir todo o processo de fabrico, desde a receção até ao envio, incluindo operações <i>online</i> e <i>offline</i> , manuseamento de materiais, sucata, <i>rework</i> , entre outros.	· Fluxograma do Processo (em qualquer formato).	1 - Totalmente Implementado	· Existe uma sucessão de processos e tarefas associadas ao fabrico de cada produto no SAP. · Existe um documentos Excel (Imp. 185 - Gama Corrente) onde se encontra descrito o processo (Routing, BOM, descrição de tarefas, tempos).	· Passar toda a informação existente para o formato de fluxograma de processo. NOTA: Tendo em conta que toda informação está presente nos documentos que existem, não se justifica a passagem para outro modelo.	N/A	N/A	100%
E ₆	Process FMEA (Análise Modal de Falhas e Efeitos do Processo)	PFMEA	· Formato da PFMEA da SRAM ou da AIAG. · Lista de Verificação da PFMEA da SRAM (inhouse). http://swiki/mediawiki/index.php?title=Process_Failure_Modes_and_Effects_Analysis&oldid=6777	2 - Parcialmente Implementado	· Existem Grelhas de Avaliação Qualitativa para o PFMEA (com classificação de Gravidade, Detecção, Ocorrência), bem como um Modo Operatório, os Impressos 81, 82 e 83 (Folha de Síntese da FMEA, Folha de Suporte da FMEA e a Folha de registo de Ações corretivas da FMEA). Estes documentos já são antigos. · Existem também documentos mais atuais, que estão de acordo com os da SRAM. · Esta análise nem sempre é realizada.	· Definição clara de quais os documentos a utilizar, classificando os mais antigos como obsoletos; · Uniformização do processo para que se realize sempre que é desenvolvido um produto novo;	1 - Sem Dificuldade	· Reunir com Resp. de desenvolvimento, qualidade e engenharia para uniformizar processo; · Comunicação interna da decisão; · Formação dos intervenientes; · Definir como obsoletos, os ficheiros antigos da SRAMPORT referentes à PFMEA;	
E ₇	Control Plan (Plano de Controlo)	Identificar todos os controlos do processo críticos (PFMEA) bem como as características: - Métodos de produção; - Identificação dos controlos das características chave; - Operações secundárias ou subcontratadas; - Materiais e as suas características físicas e químicas; - Tipo de equipamento de processo em cada operação; - Tipos de equipamento de teste usado para medir cada característica; OK - Especificações, estratégia de amostragem e métodos de controlo e reação usados; OK - Testagem de conformidade periódica e verificação do produto; OK	· Formato do Plano de Controlo da SRAM ou da AIAG.	2 - Parcialmente Implementado	· Existem "Gamas de Controlo" e tabelas para cada etapa do processo de fabrico de um produto. Falta um documento que uniformize/centralize toda esta informação, à semelhança do que faz o Plano de Controlo. (ver os OK na secção "Requisitos") NOTA: GC organizadas por processos e não por produtos. · As Gamas de Controlo remetem ao Procedimento "Gestão de Produtos Não Conformes" (P-8.3.QA), onde é indicado o Plano de Reação a determinado Controlo.	· Falta um documento que uniformize/centralize toda a informação de controlo, por produto.	2 - Dificuldade Moderada	· Escolha de template a utilizar; · Definição de regras de utilização deste documento (ex: necessidade de aprovação, intervenientes, etc.);	

Figura II.2. Análise Gap da Implementação do PPAP na SRAMPORT (parte 2 de 6).

Elemento	Descrição do Elemento	Requisitos (Estado que se pretende alcançar)	Recursos/Documents Necessários	Nível de Implementação Atual	O que já está Implementado (Estado Atual)	O que falta Implementar	Nível de Dificuldade de Implementação	Ações a Implementar	Nível de Execução
E ₈	Measurement System Analysis Studies (Estudos de Análise do Sistema de Medição)	Estudo Gage R&R (no mínimo) para: - Ferramentas incluídas de estudo da capacidade inicial; - Método que gere dados contínuos; - Acessório que possa introduzir variações na medição;	· Formulário de MSA da SRAM ou da AIAG. http://swiki/mediawiki/index.php?title=Measurement_System_Analysis&oldid=7575	3 - Pouco Implementado	· Existe informação sobre o assunto, e formação dada em 2020. · Programa Minitab que permite a realização destes estudos, apenas com a introdução de dados gerais do ensaio.	· Começar a executar, no mínimo, um <i>Gage R&R</i> das ferramentas usadas para as características chave, para cada produto novo. · Processo de implementação das características chave (DFMEA).	2 - Dificuldade Moderada	· Definição de critérios para definição de parâmetros do estudo (quantidade de peças, nº de operadores, etc.). · Aplicação do estudo no processo de qualificação dos produtos. · Garantir que o processo de identificação das KC (DFMEA) está a ser cumprido.	
E ₉	Dimensional Results (Resultados Dimensionais)	Relatório Dimensional deve conter: - Todas as dimensões; - Todas as notas aplicáveis que têm dimensões variáveis (exemplo: teste de tração); - Quaisquer dimensões contidas nos desenhos de referência; - Tolerâncias que incluam pontos extra para o esclarecimento do dimensionamento e tolerâncias geométricas (GD&T);	· Relatório Dimensional da SRAM. · <i>Ballooned Drawing</i> . http://swiki/mediawiki/index.php?title=Qualification_-_Inspection&oldid=5053	1 - Totalmente Implementado	· Ambos os documentos pedidos já são utilizados atualmente e <u>respeitam os requisitos</u> . NOTA: Para placas, e los ou rolos não é usado o template pedido (igual ao usado nos cubos p.ex.) mas um template próprio que possibilita a inserção de dados de 30 amostras.	N/A	N/A	N/A	100%
E ₁₀	Material, Performance Test Results (Resultados de Testes de Material e Desempenho)	Os dados submetidos devem comprovar que o componente respeita todos os requisitos relativos a material, desempenho e requisitos de testagem. <u>Os Resultados do teste do material</u> devem ser fornecidos em forma de relatório de certificação do material, idealmente de um laboratório acreditado que confirme a sua composição; <u>Os resultados do teste de desempenho</u> devem incluir a confirmação de dados de qualquer especificação referida no relatório de projeto ou testes específicos exigidos pela SRAM;	· Documentos com os resultados do testes. http://swiki/mediawiki/index.php?title=Qualification_-_Test&oldid=5215	1 - Totalmente Implementado	<u>Os Resultados do teste do material</u> · A SRAMPORTEM tem acesso aos documentos de certificação de toda a matéria prima rececionada. <u>Os Resultados do teste de desempenho</u> · Os resultados de testes não são colocados no Relatório Dimensional mas sim num ficheiro próprio para esse fim.	N/A	N/A	N/A	100%
E ₁₁	Initial Process Studies (Estudos Iniciais do Processo)	Submissão do estudo inicial do processo: deve ser referido o número Ppk que resulta de um estudo de peças de produção. Todas as características principais devem demonstrar uma capacidade de processo com um Ppk≥1,33, com base num processo estável.	· Formato original do relatório CV	1 - Totalmente Implementado	· Os estudos são realizados de acordo com as KC (por vezes as KC não são definidas e por isso não se realiza o estudo da capacidade do processo).	N/A	N/A	N/A	100%

Figura II.3. Análise Gap da Implementação do PPAP na SRAMPORTEM (parte 3 de 6).

Estudo da Implementação do Processo de Aprovação de Peças para Produção

Elemento	Descrição do Elemento	Requisitos (Estado que se pretende alcançar)	Recursos/Documents Necessários	Nível de Implementação Atual	O que já está Implementado (Estado Atual)	O que falta Implementar	Nível de Dificuldade de Implementação	Ações a Implementar	Nível de Execução
E ₁₂	Qualified Laboratory Documentation (Documentação do Laboratório Qualificado)	<p>Laboratórios internos:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Registro que identifique o teste a realizar contendo: <ul style="list-style-type: none"> - Lista das competências e formação das pessoas que realizam o teste; - Lista de todos os equipamentos de teste usados no processo e offline; - Lista de métodos e <i>standards</i> utilizados para calibrar os equipamentos; <p>Laboratórios externos:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Fornecer uma cópia da acreditação do laboratório. • Os resultados devem estar em papel timbrado da empresa e devem incluir: Nome do laboratório; Data de testagem; Identificar os <i>standards</i> usados nos testes; 	<ul style="list-style-type: none"> • Formulário fornecido pela SRAM e outros documentos relevantes (credenciais, lista de pessoal, lista de instrumentos usados, etc.) a anexar. <p>(Documento Excel com checklist e folhas para anexar o resto dos ficheiros pedidos)</p> <p><i>COLOCAR LINK SWIKI</i></p>	2 - Parcialmente Implementado	<p>Laboratório de Testes</p> <ul style="list-style-type: none"> - Existe uma plataforma de testes global da SRAM, onde é possível saber todas as informações sobre os testes realizados (quem realizou, quando, qual o teste, máquina e ferramentas usadas no mesmo, <i>standards</i>, etc.). É possível exportar todos os dados do teste (usada para pós-processamento de dados). - A calibração é assegurada internamente pelo setor da metrologia (Imp.23.1 Etiqueta Calibração_Verificação e MO.QUA.3 Gestão dos Equipamentos Monitorização e Medição). Quando é realizada por um laboratório externo, é entregue um relatório onde constam as creditações do laboratório. - Existe uma lista das competências de cada um dos técnicos para a realização dos diferentes testes (Technician's Training Matrix). <p>Laboratório da Qualidade</p> <ul style="list-style-type: none"> - A calibração é assegurada internamente pelo setor da metrologia (Imp.23.1 Etiqueta Calibração_Verificação e MO.QUA.3 Gestão dos Equipamentos Monitorização e Medição). - Não existe uma lista das competências de cada um dos técnicos, mas existem registos na plataforma dos RH para cada colaborador. - Existe uma lista de todos os equipamentos de teste usados no processo. 	<ul style="list-style-type: none"> - Apesar de não se preencher o documento Excel da <i>checklist</i> da SRAM, as informações pedidas no mesmo estão quase todas documentadas. <p>Laboratório de Testes</p> <ul style="list-style-type: none"> • A SRAMPORTE encontra-se em condições de submeter todos os ficheiros pedidos, sem necessidade de estar a usar o <i>template</i> da SRAM. Caso seja necessário pode preencher a <i>checklist</i> e anexar o resto dos documentos à parte. • Toda a informação consta da plataforma e nos documentos exportados a partir da mesma, no entanto não estão em formato de lista todos os instrumentos ou todos os <i>standards</i>. Caso se confirme a necessidade, será preciso criar estas listas. (toda a documentação de testagem é uniforme ao nível dos laboratórios de teste da SRAM, portanto não parece que seja necessário criá-las.) <p>Laboratório da Qualidade</p> <ul style="list-style-type: none"> • Listagem de competências do laboratório. 		<ul style="list-style-type: none"> • Avaliar a necessidade de usar o documento proposto pela SRAM. • Aprovar lista de polivalência para os colaboradores do laboratório da qualidade. 	
E ₁₃	Appearance Approval Report (Relatório de Aprovação de Aparência)	Mostrar que as especificações de acabamento superficial e de artwork foram respeitadas, através do ARR (INS-F e ou/INS-A).	<ul style="list-style-type: none"> • INS-F (finish) • INS-A (artwork) 	1 - Totalmente Implementado	<ul style="list-style-type: none"> • Sempre que é definido pelo <i>Design Engineer</i>, as tarefas de verificação do acabamento superficial e <i>artwork</i> são geradas e aprovadas no PDMlink. São preenchidos os documentos INS-F e INS-A. 	N/A	N/A	N/A	100%
E ₁₄	Sample Product (Amostra)	No mínimo 2 amostras (consultar critérios) devem ser submetidas juntamente com o pacote do PPAP. Estas amostras devem ser as mesmas usadas no E9 (Resultados Dimensionais).	<ul style="list-style-type: none"> • Amostras devidamente etiquetadas e com caixa igualmente identificada. 	3 - Pouco Implementado	<ul style="list-style-type: none"> • Às vezes são guardadas algumas amostras por tempo não definido e sem local específico para esse fim. • Não existe um formulário ou método que defina a retenção de amostras por parte da SRAMPORTE. 	<ul style="list-style-type: none"> • Definir um procedimento para retenção de amostras, quando se qualifica um produto novo. 	2 - Dificuldade Moderada	<ul style="list-style-type: none"> • Definir procedimento de retenção de amostras. 	

Figura II.4. Análise Gap da Implementação do PPAP na SRAMPORTE (parte 4 de 6).

Elemento	Descrição do Elemento	Requisitos (Estado que se pretende alcançar)	Recursos/Documents Necessários	Nível de Implementação Atual	O que já está Implementado (Estado Atual)	O que falta Implementar	Nível de Dificuldade de Implementação	Ações a Implementar	Nível de Execução
E ₁₅	Master Sample (Amostra Principal)	Peça que amostra as condições de fabrico na altura de aprovação do PPAP. Deve ser guardada e pode ser usada para controlos de produção.	· Deve ser guardada pelo menos uma amostra.	3 - Pouco Implementado	· Às vezes são guardadas algumas amostras por tempo não definido e sem local específico para esse fim. · Não existe um formulário ou método que defina a retenção de amostras por parte da SRAMPOR.	· Definir um procedimento para retenção de amostras, quando se qualifica um produto novo.	2 - Dificuldade Moderada	· Definir procedimento de retenção de amostras.	
E ₁₆	Checking Aids (Auxiliares de Controlo)	Para cada auxiliar de controlo, deve ser guardado: - Um desenho detalhado do auxiliar de controlo; - Um layout dimensional para cada auxiliar de controlo (incluindo vários do mesmo projeto); - Prova de inclusão no sistema de calibração; - Análise do Sistema de Medição por cada auxiliar de controlo incluído no Elem. 8;	· Informação em como foram calibrados vai para o Relatório Dimensional - elemento 9.	2 - Parcialmente Implementado	· Existem desenhos as dimensões de alguns auxiliares de controlo. · Prova de inclusão no sistema de calibração: TB.QUA.8 - Critérios de Aceitação dos EMM; IMP.24.1 - Plano Calibração_verificação. NOTA: Alguns calibres são <i>standard</i> e portanto não são feitos desenhos dos mesmos, pois apenas são selecionados pela dimensão característica.	· Uniformizar a realização de desenhos completos para todos instrumentos. · Análise do Sistema de Medição por cada auxiliar de controlo. Incluir estes instrumentos nas ações do MSA (E08) a implementar na SRAMPOR. OBS: Para os calibres realizar um estudo de atributos (<i>Attribute Gage R&R Study</i>).	3 - Difícil	· Uniformizar a documentação para cada auxiliar (desenho detalhado com dimensões).	
E ₁₇	Part Submission Warrant (Garantia de Submissão de Peças)	Documentar a submissão e a aprovação/rejeição de peças compradas, antes da sua produção. O formulário deve ser submetido no formato fornecido com o número da peça, revisão e nível de submissão corretos.	· PSW.	4 - Não Implementado	· Não existe nenhum documento que realize esta função, uma vez que o PPAP não está implementado. NOTA: O <i>template</i> da SRAM não indica o peso tal como é pedido no manual da AIAG.	· Preencher o PSW sempre que se terminar a realização de um pacote PPAP.	1 - Sem Dificuldade	· Adotar o preenchimento do PSW no fim da elaboração de um pacote PPAP.	
E ₁₈	SRAM Specific Requirements (Requisitos Específicos da SRAM)								
E _{18a}	Packaging (Embalagem)	Deve incluir um formulário de embalagem completo e aprovado para aprovar o método e o material de embalagem: - Aprovação e documentação do material de embalagem pretendido. - Peso e dimensões da embalagem da peça acabada. - Fotografias da peça, contentor/recipiente da peça, do material da embalagem e do material que protege a carga. - A carga final do produto embalado entregue à SRAM. - Rotulagem da embalagem.	· Formulário de Embalagem.	1 - Totalmente Implementado	· Existe um Manual Técnico de Embalagem onde está especificado o procedimento de embalagem para cada tipo de produto fabricado na empresa. · A BOM de cada produto também contém informação respetiva à embalagem.	· Preencher um formulário de embalagem (<i>template</i> SRAM) para cada produto qualificado. NOTA: Uma vez que toda a informação pedida está presente nos documentos existentes na SRAMPOR, não se justifica a realização de um novo documento por produto.	N/A	N/A	100%

Figura II.5. Análise Gap da Implementação do PPAP na SRAMPOR (parte 5 de 6).

Estudo da Implementação do Processo de Aprovação de Peças para Produção

Elemento	Descrição do Elemento	Requisitos (Estado que se pretende alcançar)	Recursos/Documents Necessários	Nível de Implementação Atual	O que já está Implementado (Estado Atual)	O que falta Implementar	Nível de Dificuldade de Implementação	Ações a Implementar	Nível de Execução
E18b	Manufacturing Control Drawing (Desenho de Controlo de Produção)	O formulário da informação das ferramentas documenta a informação crítica, incluindo: - Desenhos das ferramentas e acessórios; - Desenhos de componentes de substituição de ferramentas e acessórios; - Desenhos de controlo de produção (MCD);	· Manufacturing Control Drawing (MCD).	N/A	· Uma vez que a SRAMPOR não produz peças customizadas ou com características especificadas pelos clientes (escolha de produtos a partir de "catálogo"), não existem ferramentas na produção que sejam propriedade dos clientes e portanto este elemento não se aplica à realização do PPAP na SRAMPOR.	N/A	N/A	N/A	N/A
E18c	Supplier Inspection Plan (Plano de Inspeção do Fornecedor)	Um SIP que inclui todas as dimensões chave e críticas que serão medidas/documentadas antes do envio. O seu cabeçalho deve incluir: part number, informação do fornecedor, quantidade da entrega, "Número de ordem de compra criado por:", "Revisto por:".	· Supplier Inspection Plan (SIP).	1 - Totalmente Implementado	· O SIP é preenchido sempre que é pedido, normalmente quando se trata de venda de peças e não de produtos acabados (Ex: elos Taiwan).	N/A	N/A	N/A	100%
E18d	Environmental Verification of Requirements (EVR) (Verificação de Requisitos Ambientais)	Declaração de conformidade que atenda todos os requisitos estabelecidos na RSL da SRAM. Apresentação de testes de laboratório certificado (pode ser pedido como prova de conformidade).	· Declaração de conformidade (em relação à RSL da SRAM). http://swiki/mediawiki/index.php?title=Qualification_-_Environmental&oldid=4130	1 - Totalmente Implementado	· Tendo em conta a RSL da SRAM, os fornecedores assinam uma declaração de conformidade e internamente é também gerada a Declaração de Conformidade Ambiental.	N/A	N/A	N/A	100%
E18e	Tooling Qualification (Qualificação de Ferramentas)	Garantir que as ferramentas são qualificadas, validadas e estão prontas para a produção (validação na máquina que será utilizada na produção).	· Tooling Qualification (<u>existe um template para cada tipo de ferramenta, exemplo:</u> ferramenta de fundição, ferramenta de injeção).	2 - Parcialmente Implementado	· Existem cadernos de encargos onde são definidas as características das ferramentas. · É feita uma qualificação inicial (para teste) e uma qualificação antes de iniciar a produção definitiva (alguns lotes) - ensaios e aceitações. · Não é preenchido um documento que concentre toda a informação do ato da qualificação da ferramenta na máquina e das suas características.	· Elaborar documento que uniformize e detalhe toda a informação acerca da qualificação de ferramentas. NOTA: Uma vez que toda a informação pedida está presente nos documentos existentes na SRAMPOR, É POSSÍVEL que não se justifica a realização de um novo documento.	1 - Sem Dificuldade	· Avaliar a necessidade de usar um documento (existente na SRAM, diferente para cada tipo de ferramenta) para a qualificação de ferramentas.	
E18f	PPAP Checklist		· Lista de Verificação do PPAP.	4 - Não Implementado	· Não existe nenhum documento que realize esta função, uma vez que não está implementado o processo PPAP.	· Preencher a <i>checklist</i> antes de encerrar o pacote PPAP.	1 - Sem Dificuldade	· Adotar o preenchimento da <i>checklist</i> no fim da elaboração de cada pacote PPAP.	

Figura II.6. Análise Gap da Implementação do PPAP na SRAMPOR (parte 6 de 6).

APÊNDICE III – Análise *Gap* Fornecedores

Elemento	Descrição do Elemento	Requisitos (Estado que se pretende alcançar)	Recursos/Documents necessários	Nível de Implementação Atual (1 a 4)	O que já está implementado (Estado atual)
E ₁	Design Record (Registo de Projeto)	Documentos, desenhos e qualquer outro documento de engenharia que esteja relacionado com a peça. Deve estar identificado o <i>part number</i> e o nível de revisão.	· Folha de Capa (oficial da SRAM) do pacote da estrutura do produto. · <i>Ballooned Drawing</i> (é suficiente incluí-los no elemento 9, quando são feitos pela SRAM).	2 - Parcialmente Implementado	· A folha de capa do pacote PPAP não é usada, uma vez que o processo PPAP não está implementado. · Normalmente as peças são desenvolvidas pela SRAMPOR, e portanto os desenhos também são elaborados pela empresa.
E ₂	Engineering Change Documents (Documentos da Alteração de Engenharia)	Documentos que descrevam a mudança que gerou o processo PPAP, tais como: · Quando a alteração parte da SRAM - ECN · Quando a alteração parte do fornecedor - SPCN	· ECN's (<i>Engineering Change Notice</i>). · Supplier Process Change Notice.	3 - Pouco Implementado	· A SRAM realiza e aprova a tarefa de ECN no <i>PDMLink</i> e comunica as alterações aos fornecedores. · Alguns fornecedores consultam a SRAM antes de realizar alguma alteração, no entanto, a maioria realiza alterações nos processos/produtos sem informar a SRAM e sem o seu consentimento.
E ₃	Customer Engineering Approval (Aprovação de Engenharia do Cliente)	Pré-aprovação de um projeto. Se o desenho é responsabilidade do fornecedor, o desenho aprovado da SRAM criado a partir do desenho do fornecedor é colocado no elemento 1. Se o desenho é realizado pela SRAM → N/A	· Elemento 1 OU Documentos de Pré-Aprovação da SRAM (apenas quando a peça é desenhada por um fornecedor)	1 - Totalmente Implementado	· Normalmente os projetos de produtos fornecidos é da responsabilidade da SRAMPOR, e por isso, não é necessário este elemento. · No entanto, em casos em que possa acontecer, os desenhos do fornecedor são aprovados e por vezes transportados para os formatos usados na SRAMPOR.
E ₄	Design FMEA (Análise Modal de Falhas e Efeitos do Projeto)	Se o fornecedor é o responsável pelo projeto, a submissão deve incluir uma DFMEA que deve estar em conformidade com os requisitos da AIAG, escalas de classificação.	· Formato de DFMEA da AIAG OU Formato de DFMEA da SRAM.	N/A	N/A
E ₅	Process Flow Diagrams (Fluxograma do Processo)	Mapa do processo de fabrico que deve incluir todo o processo de fabrico, desde a receção até ao envio, incluindo operações online e offline, manuseamento de materiais, sucata, rework, entre outros.	· Fluxograma do Processo (em qualquer formato).	3 - Pouco Implementado	· Apesar de não ser prática comum, alguns fornecedores (principalmente sub-contratados) fornecem informação sobre o seu processo.
E ₆	Process FMEA (Análise Modal de Falhas e Efeitos do Processo)	PFMEA	· Formato da PFMEA da SRAM ou da AIAG. · Lista de Verificação da PFMEA da SRAM (<i>inhouse</i>).	4 - Não Implementado	· A entrega de documentos referentes a este procedimento não está definida nem acordada com os fornecedores, logo não há informação acerca de quais os que realizam estas análises.

Figura III.1. Análise *Gap* da Implementação do PPAP nos Fornecedores da SRAMPOR (parte 1 de 4).

Estudo da Implementação do Processo de Aprovação de Peças para Produção

Elemento	Descrição do Elemento	Requisitos (Estado que se pretende alcançar)	Recursos/Documents necessários	Nível de Implementação Atual (1 a 4)	O que já está implementado (Estado atual)
E ₇	Control Plan (Plano de Controlo)	Identificar todos os controlos do processo críticos (PFMEA) bem como as características: <ul style="list-style-type: none"> • Métodos de produção; • Identificação dos controlos das características chave; • Operações secundárias ou subcontratadas; • Materiais e as suas características físicas e químicas; • Tipo de equipamento de processo em cada operação; • Tipos de equipamento de teste usado para medir cada característica; • Especificações, estratégia de amostragem e métodos de controlo e reação usados; • Testagem de conformidade periódica e verificação do produto; 	• Formato do Plano de Controlo da SRAM ou da AIAG.	2 - Parcialmente Implementado	• Todos os fornecedores têm planos de controlo para a produção dos componentes. Uma vez que não são pedidos com frequência, os fornecedores não enviam a documentação.
E ₈	Measurement System Analysis Studies (Estudos de Análise do Sistema de Medição)	Estudo Gage R&R (no mínimo) para: <ul style="list-style-type: none"> • Ferramentas incluídas de estudo da capacidade inicial; • Método que gere dados contínuos; • Acessório que possa introduzir variações na medição; 	• Formulário de MSA da SRAM ou da AIAG.	3 - Pouco Implementado	• Alguns fornecedores realizam estudos e enviam. No entanto, não são pedidos aos fornecedores documentos que provem a realização dos mesmos.
E ₉	Dimensional Results (Resultados Dimensionais)	Relatório Dimensional deve conter: <ul style="list-style-type: none"> • Todas as dimensões; • Todas as notas aplicáveis que têm dimensões variáveis (exemplo: teste de tração); • Quaisquer dimensões contidas nos desenhos de referência; • Tolerâncias que incluam pontos extra para o esclarecimento do dimensionamento e tolerâncias geométricas (GD&T); 	• Relatório Dimensional da SRAM. • <i>Ballooned Drawing</i> .	2 - Parcialmente Implementado	• A grande maioria dos fornecedores entrega estes documentos no processo de qualificação.
E ₁₀	Material, Performance Test Results (Resultados de Testes de Material e Desempenho)	Os dados submetidos devem comprovar que o componente respeita todos os requisitos relativos a material, desempenho e requisitos de testagem. <u>Os Resultados do teste do material</u> devem ser fornecidos em forma de relatório de certificação do material, idealmente de um laboratório acreditado que confirme a composição do material; <u>Os resultados do teste de desempenho</u> devem incluir a confirmação de dados de qualquer especificação referida no relatório de projeto ou testes específicos exigidos pela SRAM;	• Documentos com os resultados dos testes.	2 - Parcialmente Implementado	• A grande maioria dos fornecedores entregam comprovativo da composição da matéria-prima do seu produto, no processo de qualificação. É um procedimento que não está formalizado, e nem sempre é definido num manual técnico ou caderno de encargos. • Normalmente os fornecedores não entregam comprovativos de testes de desempenho, nem incluem em relatório dimensional (porque também não o entregam).
E ₁₁	Initial Process Studies (Estudos Iniciais do Processo)	Submissão do estudo inicial do processo: deve ser referido é o número Ppk que resulta de um estudo de peças de produção. Todas as características principais devem demonstrar uma capacidade de processo com um $Ppk \geq 1,33$, com base num processo estável (PCV).	• Original CV report format.	3 - Pouco Implementado	• Alguns fornecedores realizam estudos mas não enviam. No entanto, não são pedidos aos fornecedores documentos que provem a realização dos mesmos.

Figura III.2. Análise Gap da Implementação do PPAP nos Fornecedores da SRAMPORT (parte 2 de 4).

Elemento	Descrição do Elemento	Requisitos (Estado que se pretende alcançar)	Recursos/Documents necessários	Nível de Implementação Atual (1 a 4)	O que já está implementado (Estado atual)
E ₁₂	Qualified Laboratory Documentation (Documentação de Laboratório Qualificado)	<p>Laboratórios internos:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Registo que identifique o teste a realizar contendo: <ul style="list-style-type: none"> - Lista das competências e formação das pessoas que realizam o teste; - Lista de todos os equipamentos de teste usados no processo e offline; - Lista de métodos e standards utilizados para calibrar os equipamentos; <p>Laboratórios externos:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Fornecer uma cópia da acreditação do laboratório. • Os resultados devem estar em papel timbrado da empresa e devem incluir: Nome do laboratório; Data de testagem; Identificar os standards usados nos testes; 	<ul style="list-style-type: none"> • Formulário fornecido pela SRAM e outros documentos (credenciais, etc.). 	3 - Pouco Implementado	<ul style="list-style-type: none"> • Alguns fornecedores evidenciam quando solicitado.
E ₁₃	Appearance Approval Report - AAR (Relatório de Aprovação de Aparência)	Mostrar que as especificações de acabamento superficial e de artwork foram respeitadas, através do ARR (INS-F e ou/ INS-A).	<ul style="list-style-type: none"> • INS-F (finish). • INS-A (artwork). • 2 peças (para análise específica da aparência), no caso do PPAP dos fornecedores. 	3 - Pouco Implementado	<ul style="list-style-type: none"> • Poucos fornecedores apresentam evidências destas análises.
E ₁₄	Sample Product (Amostra)	No mínimo 2 amostras (consultar critérios) devem ser submetidas juntamente com o pacote do PPAP. Estas amostras devem ser as mesmas usadas no E9 (Resultados Dimensionais).	<ul style="list-style-type: none"> • Amostras devidamente etiquetadas e com caixa igualmente identificada. 	2 - Parcialmente Implementado	<ul style="list-style-type: none"> • A maioria dos fornecedores enviam amostras à SRAMPORT, para que sejam aprovadas e o fornecedor possa iniciar a produção das mesmas. • Este procedimento não está definido nem acordado com os fornecedores, nem a nível de obrigatoriedade nem de quantidade.
E ₁₅	Master Sample (Amostra Principal)	Peça que amostra as condições de fabrico na altura de aprovação do PPAP. Deve ser guardada pelo fornecedor (quando aplicável) e pode ser usada para controlos de produção.	<ul style="list-style-type: none"> • Uma amostra deve ser mantida pelo fabricante. 	4 - Não Implementado	<ul style="list-style-type: none"> • Este procedimento não está definido nem acordado com os fornecedores, logo não há informação acerca de quais os fornecedores que retêm amostras ou não.
E ₁₆	Checking Aids (Auxiliares de Controlo)	Para cada auxiliar de controlo, o fornecedor deve guardar: <ul style="list-style-type: none"> - Um desenho detalhado do auxiliar de controlo; - Um layout dimensional para cada auxiliar de controlo (incluindo vários do mesmo projeto); - Prova de inclusão no sistema de calibração do fornecedor; - Análise do Sistema de Medição por cada auxiliar de controlo incluído no elemento 8; 	<ul style="list-style-type: none"> • Informação em como foram calibrados vai para o Relatório Dimensional - elemento 9. 	4 - Não Implementado	<ul style="list-style-type: none"> • Este procedimento não está definido nem acordado com os fornecedores, logo não há informação acerca de quais que têm estas informações documentadas.
E ₁₇	Part Submission Warrant - PSW (Garantia de Envio de Peças)	Documentar a submissão e a aprovação/rejeição de peças compradas, antes da sua produção. O formulário deve ser submetido no formato fornecido com o número da peça, revisão e nível de submissão corretos.	<ul style="list-style-type: none"> • PSW 	4 - Não Implementado	<ul style="list-style-type: none"> • Não existe nenhum documento que realize esta função, uma vez que não está implementado o processo PPAP. • NOTA: O <i>template</i> da SRAM não indica o peso tal como é pedido no manual da AIAG.

Figura III.3. Análise Gap da Implementação do PPAP nos Fornecedores da SRAMPORT (parte 3 de 4).

Estudo da Implementação do Processo de Aprovação de Peças para Produção

Elemento	Descrição do Elemento	Requisitos (Estado que se pretende alcançar)	Recursos/Documents necessários	Nível de Implementação Atual (1 a 4)	O que já está implementado (Estado atual)
E ₁₈	SRAM Specific Requirements (Requisitos Específicos da SRAM)				
E _{18a}	Packaging (Embalagem)	<p>Deve incluir um Formulário de embalagem completo e aprovado para aprovar o método e o material de embalagem:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Aprovação e documentação do material de embalagem pretendido. - Peso e dimensões da embalagem da peça acabada. - Fotografias da peça, contentor/recipiente da peça, do material da embalagem e do material que protege a carga. - A carga final do produto embalado entregue à SRAM. - Rotulagem da embalagem. 	· Formulário de Embalagem.	2 - Parcialmente Implementado	<ul style="list-style-type: none"> · Existe um Manual Técnico de Embalagem geral (MT.29 Prescrições Gerais e Condições de Fornecimento dos Componentes) e alguns específicos para alguns fornecedores (MT.45 Manual de Embalagem de Componentes de Cubos). · Por outro lado, os fornecedores não entregam nenhum documento de cumprimento desses requisitos ou a informar como vão entregar os produtos, tal como pedido neste elemento.
E _{18b}	Manufacturing Control Drawing - MCD (Desenho de Controlo de Produção)	<p>O formulário da informação das ferramentas documenta a informação crítica, incluindo:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Desenhos das ferramentas e acessórios; - Desenhos de componentes de substituição de ferramentas e acessórios; - Desenhos de controlo de produção (MCD); 	· <i>Manufacturing Control Drawing</i> .	4 - Não Implementado	<ul style="list-style-type: none"> · Existem ferramentas usadas no processo produtivo dos fornecedores e que são propriedade da SRAMPORT (ex: Ratchet, etc.). · A SRAMPORT não tem qualquer informação ou documentação acerca das mesmas.
E _{18c}	Supplier Inspection Plan - SIP (Plano de Inspeção do Fornecedor)	Um SIP que inclui todas as dimensões chave e críticas que serão medidas/documentadas antes do envio. O seu cabeçalho deve incluir: part number, informação do fornecedor, quantidade da entrega, "Número de ordem de compra criado por:", "Revisto por:".	· <i>Supplier Inspection Plan</i> .	2 - Parcialmente Implementado	· Apenas alguns fornecedores entregam este tipo de documentos, e os que o fazem usam template próprio (Ex: Codex).
E _{18d}	Environmental Verification of Requirements - EVR (Verificação de Requisitos Ambientais)	Declaração de conformidade que atenda todos os requisitos estabelecidos na RSL da SRAM. Apresentação de testes de laboratório certificado (pode ser pedido como prova de conformidade)	· Declaração de conformidade (em relação à RSL da SRAM).	1 - Totalmente Implementado	· Tendo em conta a RSL da SRAM, os fornecedores assinam uma declaração de conformidade e internamente é também gerada a Declaração de Conformidade Ambiental.
E _{18e}	Tooling Qualification (Qualificação de Ferramentas)	Garantir que as ferramentas são qualificadas, validadas e estão prontas para a produção (validação na máquina que será utilizada na produção).	· Tooling Qualification (existe um template para cada tipo de ferramenta, exemplo: ferramenta de fundição, ferramenta de injeção).	4 - Não Implementado	· Não é pedido aos fornecedores qualquer informação acerca do seu processo de qualificação de ferramentas.
E _{18f}	PPAP Checklist		· Lista de Verificação do PPAP.	4 - Não Implementado	· Não existe nenhum documento que realize esta função, uma vez que não está implementado o processo PPAP.

Figura III.4. Análise Gap da Implementação do PPAP nos Fornecedores da SRAMPORT (parte 4 de 4).

APÊNDICE IV – Plano de Implementação

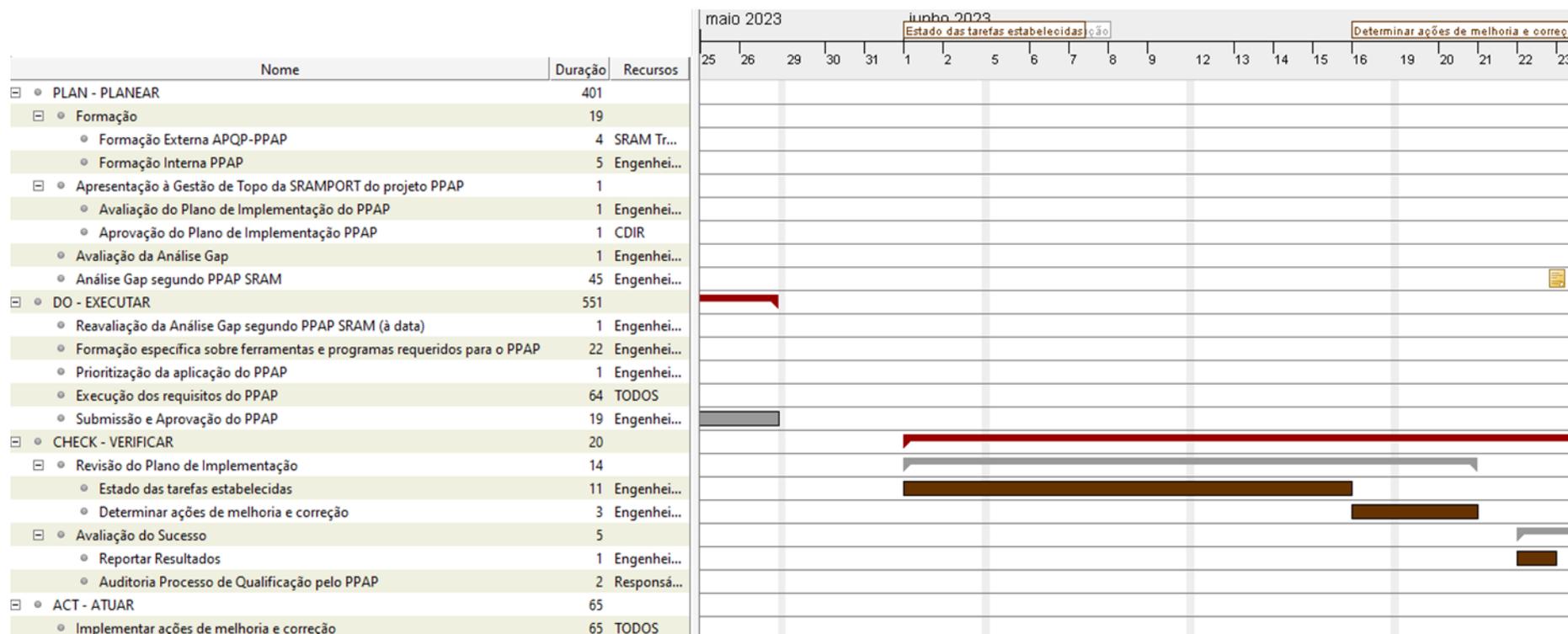


Figura IV.1. Plano de implementação do PPAP na SRAMPORT (Diagrama de Gantt).