



Implementação do Processo PPAP na Indústria Aeronáutica

Alexandre Miguel Ancede Ferreira Sénica Moita

Dissertação para obtenção do Grau de Mestre em

Engenharia Aeroespacial

Orientadores: Prof. Filipe Szolnoky Ramos Pinto Cunha
Prof. Luís Filipe Galvão dos Reis

Júri

Presidente: Prof. Fernando José Parracho Lau
Vogal: Prof. Luís Filipe Galvão dos Reis
Vogal: Prof. Ana Isabel Cerqueira de Sousa Gouveia Carvalho

Dezembro 2018

Resumo

O departamento de Gestão de Projetos de Industrialização da OGMA é a unidade responsável pelo processo de industrialização de produtos de fabricação aeronáutica. Foi recentemente estabelecido pelo que alguns dos seus processos ainda não se encontravam completamente desenvolvidos.

Aquando o arranque oficial do processo de industrialização, o contrato interno deve ser assinado de modo a garantir o alinhamento entre as várias áreas intervenientes no projeto. Tendo em conta a ausência de informação relevante no contrato, um dos objetivos consistiu na atualização deste documento.

Subsequentemente, procedeu-se à revisão das ferramentas de monitorização, nomeadamente a *checklist* de industrialização, os indicadores chave de desempenho, a metodologia de análise de risco e o procedimento operacional das reuniões *Obeya*, assim como, à oficialização da documentação subjacente.

Devido à crescente necessidade de implementar medidas de verificação de processos produtivos na indústria aeronáutica, definiu-se como objetivo estruturar os vários entregáveis para constituir o *PPAP* OGMA e definir a respetiva metodologia de elaboração.

No âmbito do conceito de melhoria contínua, e dada a importância que as lições aprendidas apresentam numa organização, nomeadamente na disseminação de boas práticas e ações preventivas, pretendia-se definir metodologia de registo de lições aprendidas.

O trabalho desenvolvido culminou com a revisão completa do normativo interno do processo de industrialização, de modo a garantir a conformidade com as práticas atuais, bem como, registar num documento oficial as atividades principais, responsabilidades, ferramentas de monitorização e os entregáveis do projeto de industrialização, incluindo assim, referências a todas as tarefas desenvolvidas.

Palavras-chave: Gestão de Projetos, Processo de Industrialização, Contrato de Industrialização, Monitorização, Lições Aprendidas, PPAP

Abstract

OGMA Industrialization Project Management division is a dedicated unit responsible for the industrialization process of aeronautical manufacturing products. It was recently established, therefore, some processes were not thoroughly developed.

By the time of the official presentation to begin working, area leaders should sign the industrialization contract to ensure that everyone understand and agree with the information presented. Thus, it is recommended that the industrialization contract includes all the information gathered at that point. Along these lines an update was needed.

Monitoring tools, such as, the industrialization checklist, key performance indicators, risk analysis methodology and the Obeya meetings operational procedure, required an update. Afterwards it was possible to make official the underlying documentation on OGMA internal website.

Due to increasing demand of production process verification activities in the aerospace industry, one of the objectives was to establish the set of deliverables that must, when applicable, be part of OGMA PPAP (Production Part Approval Process). Furthermore, basic methodology of PPAP elaboration was required.

In line with the concept of continuous improvement, associated with the lessons learned significance in the organization context, namely in spreading good practices and preventive actions, it was necessary to define lessons learned record methodology.

The developed work led to the industrialization process internal norm full revision, ensuring conformity with the current practices and an official record of the main activities, responsibilities, monitoring tools and industrialization project deliverables, comprising, thus, all the activities developed.

Keywords: Project Management, Industrialization Process, Industrialization Contract, Monitoring, Lessons Learned, PPAP

Conteúdo

Resumo	iii
Abstract	v
Lista de Tabelas	xi
Lista de Figuras	xiii
Lista de Símbolos	xv
Glossário	xvi
1 Introdução	1
1.1 OGMA	1
1.2 Gestão de Projetos de Industrialização	2
1.3 Objetivos	3
1.4 Estrutura do Documento	3
2 Gestão de Projetos	5
2.1 Gestão de Integração do Projeto	7
2.2 Gestão do Âmbito do Projeto	8
2.3 Gestão de Tempo do Projeto	8
2.4 Gestão de Custos do Projeto	9
2.5 Gestão de Qualidade do Projeto	9
2.6 Gestão de Recursos Humanos do Projeto	10
2.7 Gestão de Comunicações do Projeto	10
2.8 Gestão de Riscos do Projeto	11
2.9 Gestão de Aquisições do Projeto	11
2.10 Gestão de Partes Interessadas do Projeto	12
3 Processo de Industrialização de Produtos de Fabricação Aeronáutica	13
3.1 Alinhamento Pré <i>Kick-Off</i>	14
3.2 <i>Kick-Off</i>	14
3.3 Gestão de Documentação Técnica	16
3.4 Definição da Estrutura do Produto	16
3.5 Definição de Processos Produtivos	17
3.5.1 Certificação de Processos e Materiais	17

3.5.2	Fabricação ou Subcontratação de Ferramentas/Estaleiros	18
3.5.3	Projeto e Fabrico Interno de Ferramentas/Estaleiros	20
3.5.4	Projeto e Fabrico Externo de Ferramentas/Estaleiros	20
3.5.5	Ferramentas/Estaleiros de Cliente	21
3.5.6	Definição dos Processos de Fabrico e/ou de Montagem	22
3.6	Gestão da Cadeia de Fornecimento	22
3.6.1	Prospecção e Seleção de Fornecedores	22
3.6.2	Certificação de Fornecedores	23
3.6.3	Seguimento de Fornecedores	24
3.7	Gestão Logística	25
3.7.1	Logística Externa de Compra/Subcontratação	25
3.7.2	Manuseamento e Transporte Interno	25
3.7.3	Manuseamento, Embalagens e Expedição de Produto Acabado	28
3.8	Gestão de Configuração	28
3.9	Manufatura e Qualificação de Processo/Produto	28
3.10	<i>Handover</i> à Produção – Passagem à Vida Série	29
4	Responsabilidades	30
4.1	Gestão de Projetos de Industrialização	30
4.2	Engenharia de Aeroestruturas	31
4.3	Qualidade de Aeroestruturas	32
4.4	Compras	33
4.5	Logística	33
4.6	Áreas Produtivas	34
4.7	Planeamento	34
4.8	Comercial	35
4.9	Finanças e Controlo	35
4.10	Jurídico	35
5	Monitorização	36
5.1	<i>Checklist</i> de Industrialização	36
5.2	Indicadores Chave de Desempenho	37
5.2.1	<i>KPI's</i> Padrão	37
5.2.2	<i>KPI's</i> Adicionais	39
5.3	Auditorias e Pontos de Controlo	40
5.4	Gestão de Risco	41
5.4.1	Identificação do Perigo	42
5.4.2	Classificação do Risco	42
5.4.3	Mitigação do Risco	44
5.5	Obeya de Industrialização	45

6	Entregáveis	47
6.1	<i>Kick-Off</i>	47
6.1.1	Contrato de Industrialização	48
6.2	CP 01 - Revisão de Estrutura de Produto	52
6.3	CP 02 - Revisão para Meios Produtivos	53
6.4	CP 03 – Revisão de Início de Manufatura/ Montagem	53
6.5	CP 04 – Revisão de Manufatura <i>FAI</i>	54
6.6	<i>Handover</i> para Produção	55
6.6.1	Lições Aprendidas	55
7	PPAP	58
7.1	Entregáveis fundamentais - norma AS9145	59
7.1.1	<i>DFMEA</i> e <i>PFMEA</i>	60
7.1.2	Fluxograma do Processo	62
7.1.3	Plano de Controlo	63
7.1.4	Análise dos Sistemas de Medição	63
7.1.5	Estudos de Capacidade do Processo	65
7.1.6	Plano Logístico	67
7.1.7	<i>FAIR</i> – Relatório de Inspeção do Primeiro Artigo	68
7.1.8	Formulário de Aprovação <i>PPAP</i>	69
7.2	Entregáveis Adicionais	69
7.2.1	Relatório de Peso	70
7.2.2	Projeto de Ferramentas e/ou Estaleiros	70
7.2.3	Inspeção Dimensional	71
7.2.4	<i>FPQ - First Part Qualification</i>	71
7.2.5	Gestão de Subcontratação	71
7.2.6	Estrutura de produto	71
7.2.7	Processos Especiais	72
7.2.8	<i>Tooling, Checking Aids and Fixture Approval</i>	72
7.2.9	Plano de Qualificação do Pessoal	72
7.2.10	Pessoal Qualificado	72
7.2.11	<i>Layout</i>	72
7.3	<i>PPAP</i> OGMA	73
8	Conclusão	74

Lista de Tabelas

3.1	Classificação do Desempenho de Fornecedores [16].	25
5.1	Classificação da probabilidade do risco	43
5.2	Severidade do risco	43
5.3	Matriz de classificação do risco	44
7.1	Motivos para realização de <i>FAI</i> total ou parcial.	69
1	Classificação da Severidade dos Efeitos no Produto [26]	78
2	Classificação da Severidade dos Efeitos no Processo [26]	79
3	Classificação da Probabilidade de Ocorrência [26].	80
4	Classificação da Probabilidade de Detecção [26].	81

Lista de Figuras

1.1	Organograma parcial da OGMA.	2
1.2	Objetivos dos projetos de industrialização.	2
2.1	Impacto de modificações ao longo do projeto [5].	6
3.1	Estrutura de um projeto em <i>SIGMA</i> [6].	14
3.2	Exemplo de carro de configuração e <i>shadow box</i> [18].	27
5.1	Secção exemplificativa da <i>Cheklis</i> t de Industrialização.	36
5.2	Monitorização do número de tarefas realizadas, e por realizar.	37
5.3	Desvio RC Horas.	38
5.4	<i>Buffer</i>	40
5.5	Pontos de controlo para auditorias ao processo de industrialização.	41
5.6	Matriz de Risco.	42
5.7	Exemplo de uma sala <i>Obeya</i>	45
5.8	Plano de ação.	45
5.9	Layout da sala <i>obeya</i>	45
6.1	Custos recorrentes previstos.	49
6.2	Curva de aprendizagem.	50
6.3	Plano de auditorias internas ao processo de industrialização.	51
6.4	Repositório de Lições aprendidas.	56
6.5	Ficheiro excel de <i>output</i> das lições aprendidas.	57
7.1	Relação entre as diferentes fases do <i>APQP</i> e o processo de desenvolvimento do produto [24].	59
7.2	Template de PFMEA.	61
7.3	Template de DFMEA.	61
7.4	Fluxo de processo genérico dos produtos de fabricação aeronáutica	62
7.5	Template de plano de controlo.	63
7.6	Repetibilidade e reprodutibilidade [28].	65
7.7	Efeitos a considerar nos estudos de capacidade do processo [29].	66
7.8	Classificação dos processos [29].	66

7.9	Processo não aceitável nem controlado [29].	67
7.10	Exemplo de embalagem de transporte [18].	67
7.11	Impresso para relatório de peso.	70
7.12	Impresso para relatório de inspeção dimensional.	71
7.13	Exemplo de identificação de área produtiva.	72

Glossário

APQP - *Advanced Product Quality Planning*

AS - *Aerospace Standards*

BAFO - *Best And Final Offer*

BOM - *Bill Of Material*

CAD - *Computer-Aided Design*

CDR - *Critical Design Review*

CNC - *Controlo Numérico Computarizado*

CP - *Control Point*

DFMEA - *Design Failure Mode and Effects Analysis*

EIS - *Entry Into Service*

EMP - *Equipamento de Medida e Precisão*

EN - *European Norm*

ETS - *Especificação Técnica de Subcontratação*

FAI - *First Article Inspection*

FAIR - *First Article Inspection Report*

FMEA - *Failure Mode and Effects Analysis*

FPQ - *First Part Qualification*

ISO - *International Organization for Standardization*

KPI - *Key Performance Indicator*

MOQ - *Minimum Order Quantity*

MRO - *Maintenance Repair and Overhaul*

MRP - *Material Requirement Planning*

NDA - *Non-Disclosure Agreement*

NRC - *Non-Recurring Costs*

OEM - *Original Equipment Manufacturer*

ONS - *OGMA Normative System*

OTD - *On Time Delivery*

OF - *Ordem de Fabrico*

PDR - *Preliminary Design Review*

PFMEA - *Process Failure Mode and Effects Analysis*

PMBOK - *Project Management Body Of Knowledge*

P/N - *Part Number*

PO - *Purchase Order*

PPAP - *Production Part Approval Process*

RAC - *Relatório de Anomalias e Correções*

RC - *Recurring Costs*

RFI - *Request For Information*

RFP - *Request For Proposal*

RFQ - *Request For Quotation*

RPN - *Risk Priority Number*

SIGMA - *Sistema de Informação e Gestão da OGMA*

TIM - *Template Implementação de Modificação*

Capítulo 1

Introdução

1.1 OGMA

A OGMA – Indústria Aeronáutica de Portugal, S.A., sediada em Alverca, é uma empresa portuguesa que fornece serviços aeronáuticos, nomeadamente, de *MRO* e de fabricação de aeroestruturas. A Embraer detém atualmente 65% do seu capital, sendo os restantes 35% detidos pelo governo português [1].

Nasce a 29 de Junho de 1918 com a designação de Parque de Material Aeronáutico e quatro anos depois inicia a construção sob licença da aeronave Caudron G-3. Em 1928 a empresa adota a designação de Oficinas Gerais de Material Aeronáutico (OGMA). A produção da aeronave Avro 626 DHC-82, em 1938, constitui também um marco importante na sua história. Aquando da criação da Força Aérea Portuguesa, em 1952, surge uma associação entre ambas as instituições, levando a OGMA a fabricar 66 Chipmunk's. Três anos depois é assinado o primeiro contrato de manutenção com a marinha dos Estados Unidos da América. Em 1970 a empresa recebe contratos de manutenção de aeronaves como o C-130, o P-3 Orion e helicópteros Pumas, iniciando assim a sua internacionalização. No ano de 1993, a empresa torna-se um centro de manutenção autorizado de motores Rolls Royce e, cinco anos mais tarde, adquire a certificação para manutenção de aeronaves da empresa Embraer. Pouco depois recebe também a certificação para aeronaves Airbus. Já em 2012, a OGMA é um dos principais parceiros do programa de fabrico do KC-390, fabricando a fuselagem central, a carenagem para os trens de aterragem e os lemes de profundidade [2].

Atualmente com mais de 1750 funcionários, a OGMA é o maior empregador do concelho de Vila Franca de Xira com um volume de negócios de aproximadamente duzentos milhões de euros. O negócio de manutenção corresponde a cerca de 70% do volume total de negócios, sendo que os restantes 30% são gerados através do negócio de aeroestruturas. Relativamente a mercados, cerca de 96,5% dos negócios da OGMA tiveram como destino o mercado externo [3].

Os serviços de *MRO* compreendem aviação de defesa, comercial e executiva, motores, engenharia e componentes. Destaca-se a manutenção das aeronaves militares Lockheed Martin C-130, Lockheed Martin P3, EADS CASA C-295, Lockheed Martin F-16, Embraer EMB-312/314, Embraer ISR, AugustaWestland EH-101 e Eurocopter SA330, destaca-se a manutenção das aeronaves comerciais Embraer

ERJ145 e E-Jets e Airbus A320 e das aeronaves executivas Embraer Legacy 600/650 e Lineage 1000, Airbus Corporate Jetliner e Dassault Falcon 50. Relativamente a motores destacam-se os Rolls-Royce T56/501D e as séries AE 2100 e AE3007 [1].

No mercado de aeroestruturas a OGMA está capacitada para fornecer conjuntos e subconjuntos de estruturas aeronáuticas, abrangendo um largo espetro de produtos, como estruturas em material metálico, peças em compósito, estruturas de aviónicos com integração de cablagens e peças maquinadas e em chapa. Fornece os seguintes *OEM's* (Fabricantes Originais do Equipamento): Boeing, Embraer, Dassault, Airbus Military, Lockheed Martin, Pilatus Aircraft, AgustaWestland e Eurocopter [1].

1.2 Gestão de Projetos de Industrialização

O presente documento insere-se no departamento de Gestão de Projetos de Industrialização da OGMA, figura 1.1. Esta é uma unidade dedicada responsável pelo processo de industrialização.

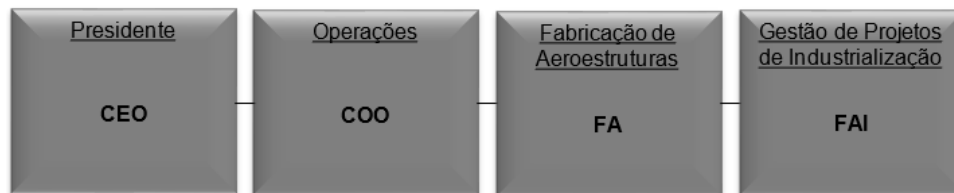


Figura 1.1: Organograma parcial da OGMA.

O processo de industrialização consiste na definição dos meios necessários de modo a fabricar o produto pretendido de uma forma consistente e padronizada. Tipicamente, o objetivo primordial de todos os projetos de industrialização é garantir a satisfação do cliente, enquanto que o produto é entregue nas datas acordadas, dentro do orçamento e com os níveis de qualidade exigidos, figura 1.2.



Figura 1.2: Objetivos dos projetos de industrialização.

Os principais passos do processo de industrialização são os seguintes: identificação do gestor de projeto e respetiva equipa operacional; definição da matriz de comunicação entre a OGMA e o cliente; recolha de informação técnica e económica relacionada com o projeto; definição detalhada das atividades necessárias e respetivos responsáveis; monitorização do avanço do projeto; entrega do primeiro produto ao cliente; e passagem à vida série.

1.3 Objetivos

O objetivo do presente documento compreende uma revisão do processo de industrialização, assim como, o melhoramento de certas atividades. Este objetivo pode ser dividido nas seguintes tarefas:

- familiarização com práticas e temáticas no âmbito de gestão de projetos;
- familiarização com a empresa e processos - adquirir conhecimento das instalações, do organograma, do departamento de Gestão de Projetos de Industrialização e de documentação normativa interna;
- revisão do processo de industrialização - análise do normativo do processo de industrialização [4], da *checklist*, *milestones* e entregáveis dos projetos de industrialização; acompanhamento no terreno dos vários projetos de industrialização a decorrer;
- análise de risco - análise de documentação normativa interna; definição de metodologia de análise de risco dos projetos de industrialização;
- indicadores chave de desempenho - estabelecimento de *KPI's* obrigatórios nos diversos projetos de industrialização;
- oficialização de toda a documentação - revisão da *checklist* de industrialização, do *standard* operacional *Obeya* e do contrato de *industrialização* e posterior oficialização da documentação;
- definição do *PPAP* OGMA - análise de documentação normativa inerente ao processo de elaboração de *PPAP* (AS9145); estruturação dos vários entregáveis para constituir o *PPAP* OGMA; definição de metodologia *standard* de elaboração *PPAP*;
- lições aprendidas - definição de metodologia de registo de lições aprendidas; desenvolvimento de repositório de lições aprendidas;
- revisão completa do normativo do processo de industrialização [4];

1.4 Estrutura do Documento

No capítulo 2 realiza-se uma revisão das práticas e temáticas mais comuns no âmbito de gestão de projetos com o intuito de estabelecer o contexto do presente documento. Abordam-se conteúdos relacionados com: gestão de integração do projeto; gestão de âmbito do projeto; gestão de tempo do projeto; gestão de custos do projeto; gestão de qualidade do projeto; gestão de recursos humanos do projeto; gestão de comunicações do projeto; gestão de riscos do projeto; gestão de aquisições do projeto; e gestão de partes interessadas do projeto.

No capítulo 3 realiza-se uma descrição do processo de industrialização, de produtos de fabricação aeronáutica, da OGMA. Esta descrição atinge-se mediante a exploração dos seguintes conjuntos de atividades: alinhamento pré *kick-off*; *kick-off*; gestão de documentação técnica; definição da estrutura do

produto; definição de processos produtivos; gestão da cadeia de fornecimento; gestão logística; gestão de configuração; manufatura e qualificação de processo/produto; *handover* à produção (passagem à vida série).

No capítulo 4 identificam-se as várias responsabilidades das diferentes áreas envolvidas nos projetos de industrialização, nomeadamente: gestão de projetos de industrialização; engenharia de aeroestruturas; qualidade de aeroestruturas; compras; logística; áreas produtivas; planeamento; comercial; finanças e controlo; e área jurídica.

No capítulo 5 identificam-se as várias ferramentas de monitorização do projeto de industrialização, nomeadamente: a *checklist* de industrialização; os indicadores chave de desempenho; auditorias e pontos de controlo; metodologia de gestão de risco; e as reuniões *Obeya* de industrialização.

No capítulo 6 define-se as várias fases do processo de industrialização: *kick-off*; *CP 01*; *CP 02*; *CP 03*; *CP 04*; *handover* para produção; e identificam-se os entregáveis de cada fase. Adicionalmente, exploram-se os desenvolvimentos ao nível do contrato de industrialização e da metodologia de registo de lições aprendidas.

No capítulo 7 define-se a estrutura do *PPAP* OGMA e explora-se a respetiva metodologia *standard* de elaboração.

No capítulo 8 apresentam-se as conclusões do presente documento.

Capítulo 2

Gestão de Projetos

De acordo com [5], um projeto é a aplicação temporária de recursos de modo a gerar um produto, serviço ou resultado único. Os projetos são temporários uma vez que apresentam um início e fim definidos. O fim atinge-se quando uma das seguintes situações se verifica: cumprimentos dos objetivos inicialmente propostos; impossibilidade de alcançar os objetivos propostos; a necessidade de realizar o projeto deixa de existir; o cliente deseja terminar o projeto.

Gestão de projetos é a aplicação de conhecimentos, competências, ferramentas e técnicas de planificação de atividades que visam o cumprimento dos requisitos do projeto. As atividades inserem-se em cinco grupos de processos:

- início - conjunto de processos que permite definir um novo projeto;
- planeamento - conjunto de processos que permite definir o âmbito do projeto, refinar os objetivos e planear as ações necessárias para atingir os objetivos propostos;
- execução - conjunto de processos que visam a realização do trabalho definido no plano do projeto de modo a satisfazer as especificações do mesmo;
- monitorização e controlo - conjunto de processos necessários para monitorizar, analisar e regular o progresso do projeto;
- fim - conjunto de processos realizados de modo a terminar todas as atividades de todos os grupos de processos e, conseqüentemente, o projeto na sua globalidade.

Gerir um projeto tipicamente exige equilibrar os vários constrangimentos do projeto, que incluem, por exemplo: o âmbito; a qualidade; o cronograma; o orçamento; os recursos; e os riscos. A relação entre estes vários fatores é tal que, caso exista uma variação num determinado fator, é provável que pelo menos um dos restantes fatores seja afetado. Por exemplo, se o prazo de conclusão do projeto sofrer uma redução, frequentemente torna-se necessário aumentar o orçamento de modo a reunir recursos adicionais para que a mesma quantidade de trabalho seja realizada em menos tempo. Caso não seja possível aumentar o orçamento, o âmbito ou a qualidade do projeto podem sofrer uma diminuição para que o resultado final seja alcançado em menos tempo e com o mesmo orçamento.

O gestor de projeto é a pessoa encarregue de liderar a equipa responsável por atingir os objetivos do projeto. De um modo geral, os gestores de projeto têm a responsabilidade de satisfazer necessidades: necessidades de trabalho; necessidades de equipa; e necessidades individuais. Visto que a gestão de projetos é uma disciplina estratégica essencial, o gestor de projeto assume uma posição de ligação entre a estratégia e a equipa. Uma gestão de projetos eficaz requer que o gestor de projeto possua as seguintes competências:

- conhecimento - o que o gestor de projeto compreende sobre gestão de projetos;
- desempenho - o que o gestor de projeto é capaz de realizar tendo em conta os conhecimentos que possui;
- pessoal - a forma como o gestor de projeto se comporta enquanto desempenha as suas funções (inclui atitudes, personalidade e capacidade de liderança, que fornece a destreza para guiar a equipa em simultâneo com o cumprimento dos objetivos do projeto e o equilíbrio dos respetivos constrangimentos).

Para que o gestor de projeto seja eficiente é necessário que exista um equilíbrio de competências éticas, interpessoais e conceptuais que auxiliam na análise de diversas situações, das quais se salientam: liderança; construção de equipas; motivação; comunicação; influência; tomada de decisões; sensibilização política e cultural; negociação; gerar confiança; gestão de conflitos; e formação.

A equipa do projeto inclui o gestor de projeto e o grupo de indivíduos que leva a cabo as diversas tarefas necessárias para atingir os objetivos do projeto. A equipa é composta por indivíduos de diferentes áreas com capacidades específicas para realizar um determinado trabalho.

O ciclo de vida do projeto consiste na série de fases pelas quais o projeto passa desde o seu início até ao seu fim. As fases são tipicamente divididas em termos de objetivos funcionais ou parciais, resultados intermédios ou entregáveis, *milestones* (pontos de controlo) específicos, ou disponibilidade financeira. Geralmente as fases são limitadas por intervalos temporais com um início e fim ou um ponto de controlo. O ciclo de vida do projeto estabelece a estrutura básica para se efetivar a sua gestão.

A figura 2.1, ilustra como duas características do ciclo de vida do projeto (risco e incerteza e custo de modificações) variam ao longo do mesmo.

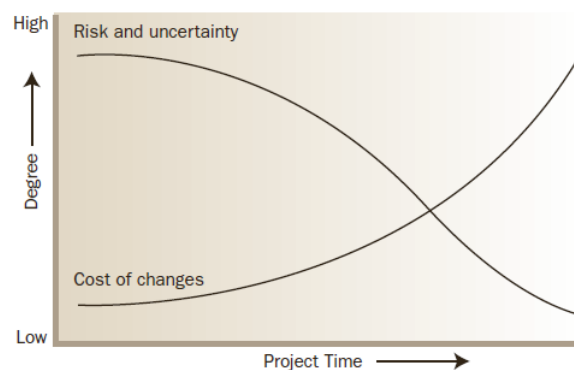


Figura 2.1: Impacto de modificações ao longo do projeto [5].

O risco e a incerteza apresentam o seu valor mais elevado no início do projeto. Estes fatores diminuem ao longo do ciclo de vida do projeto à medida que decisões são tomadas e entregáveis são aceites.

A capacidade de influenciar as características finais do produto, sem afetar significativamente o preço do mesmo, é mais elevada no início e diminui à medida que a conclusão do projeto se aproxima.

A gestão de projetos atua num meio mais abrangente que o do próprio projeto. Compreender este contexto mais alargado ajuda a garantir que o projeto se desenvolve em conformidade com os objetivos da organização e de acordo com as práticas vigentes. Quando o projeto inclui entidades externas, mediante acordos de colaboração, mais do que uma organização influencia o projeto.

Como os projetos possuem uma natureza de carácter temporário, o sucesso dos mesmos deve ser avaliado em termos de terminar o projeto cumprindo os constrangimentos de tempo, orçamento, qualidade, recursos e risco.

O Guia PMBOK reconhece 47 processos que recaem em 10 áreas de conhecimento que são típicas em quase todas as áreas de projetos.

2.1 Gestão de Integração do Projeto

De acordo com [5], a gestão de integração do projeto inclui as atividades para identificar, definir, combinar, unificar e coordenar os vários processos incluídos no grupo de processos de gestão do projeto. No contexto de gestão de projetos, integração engloba características de centralização, consolidação, comunicação e ações de integração fundamentais para o desenvolvimento controlado do projeto até ao seu término, de modo a gerir com sucesso todas as partes interessadas em conformidade com os requisitos aplicáveis.

A gestão de integração do projeto inclui o processo de tomada de decisões de alocação de recursos, equilíbrio entre objetivos concorrentes e gestão das várias dependências entre as diversas áreas de gestão de projetos.

Tipicamente, apresentam-se os processos de gestão de projetos como sendo independentes e com fronteiras bem definidas, no entanto, na prática, existe sobreposição e interação entre os vários processos.

Os principais processos da presente área são:

- desenvolver o termo de abertura do projeto - processo de desenvolver um documento que formaliza a existência de um projeto e estabelece a autoridade do gestor de projeto no âmbito do mesmo;
- desenvolver o plano de gestão do projeto - processo de definir, preparar e coordenar todos os planos secundários de modo a integrá-los num plano geral;
- orientar e gerir o projeto - processo de liderar e executar o trabalho definido no plano de gestão do projeto;

- monitorizar e controlar o projeto - processo de monitorizar, rever e reportar o progresso do projeto em relação aos objetivos estabelecidos;
- realizar o controlo integrado de modificações - processo de rever os pedidos de modificações, de modo a proceder à sua análise e gestão;
- terminar o projeto ou a fase - processo de finalizar todas as atividades de todos os grupos de processos de modo a completar formalmente a fase ou o projeto.

2.2 Gestão do Âmbito do Projeto

De acordo com [5], a gestão do âmbito do projeto inclui os processos necessários para assegurar que o projeto engloba as tarefas indispensáveis, e apenas estas, para concluir com sucesso o projeto. Gerir o âmbito do projeto é, essencialmente, fazer a distinção entre o que é necessário para o projeto e o que não é.

Os principais processos da presente área são:

- planear e gerir o âmbito - processo de criar um plano de gestão do âmbito do projeto que documenta a forma como o âmbito do projeto será definido, validado e controlado;
- reunir requisitos - processo de determinar, documentar e gerir as necessidades e requisitos das partes interessadas para alcançar os objetivos definidos;
- definir o âmbito - processo de desenvolver uma descrição detalhada do produto e do projeto;
- criar o *work breakdown structure* - processo de decompor as tarefas e entregáveis do projeto em componentes menores e mais facilmente controlados;
- validar o âmbito - processo de aceitação formal dos entregáveis completos do projeto;
- controlar o âmbito - processo de monitorizar o estado do projeto e âmbito do produto.

2.3 Gestão de Tempo do Projeto

De acordo com [5], a gestão de tempo do projeto inclui os processos necessários para gerir a duração do projeto.

Os principais processos da presente área são:

- planear e gerir o cronograma - processo de estabelecer políticas, procedimentos e documentação para planear, desenvolver, gerir, executar e controlar o cronograma do projeto;
- definir atividades - processo de identificar e documentar as ações específicas a executar de modo a gerar os entregáveis do projeto;
- sequenciar atividades - processo de identificar e documentar as relações existentes entre as várias atividades do projeto;

- estimar recursos das atividades - processo de estimar o tipo e quantidade de material, recursos humanos, equipamento e inventário, necessários para realizar cada uma das atividades;
- estimar a duração das atividades - processo de estimar o número de horas de trabalho necessárias para realizar cada uma das atividades com os recursos previamente estimados;
- desenvolver o cronograma - processo de analisar a sequência, duração, recursos necessários e constrangimentos de tempo de modo a gerar o cronograma do projeto;
- controlar o cronograma - processo de monitorizar o estado das atividades do projeto de modo a atualizar o progresso do mesmo e, se necessário, gerir alterações no plano original.

2.4 Gestão de Custos do Projeto

De acordo com [5], a gestão de custos do projeto inclui os processos relacionados com planos, estimativas, orçamentos, financiamentos, fundos, gestão e controlo de custos de modo a que a conclusão do projeto ocorra dentro dos valores orçamentados.

Os principais processos da presente área são:

- planear e gerir custos - processo que estabelece as políticas, procedimentos e documentação para planear, gerir e controlar os custos do projeto;
- estimar custos - processo de calcular aproximadamente os recursos monetários necessários para completar as atividades do projeto;
- determinar o orçamento - processo de agregar os custos estimados de cada atividade individualmente de modo a delinear o custo base autorizado;
- controlar custos - processo de monitorizar o estado do projeto de modo a atualizar os custos do mesmo e, se necessário, gerir desvios relativos ao custo base.

2.5 Gestão de Qualidade do Projeto

De acordo com [5], a gestão de qualidade do projeto inclui os processos e atividades realizadas a fim de determinar as políticas, os objetivos e responsabilidades de qualidade, de modo a assegurar que o projeto cumpre os requisitos de qualidade exigidos. A gestão de qualidade do projeto recorre a políticas e procedimentos para implementar, no contexto do projeto, o sistema de gestão de qualidade da organização e suportar atividades de melhoria contínua. No fundo, visa o cumprimento e validação dos requisitos do projeto.

A gestão de qualidade aplica-se a todos os projetos, independentemente da natureza dos seus entregáveis, no entanto, as medidas e procedimentos de qualidade são específicos para o tipo de entregáveis do projeto.

Os principais processos da presente área são:

- planear e gerir a qualidade - processo de identificar requisitos de qualidade e/ou normas relativas ao projeto e documentar a forma como é evidenciada a conformidade do mesmo;
- garantias de qualidade - processo de auditar os requisitos de qualidade e os resultados obtidos das medições de controlo, de modo a assegurar que as normas de qualidade são seguidas;
- controlo de qualidade - processo de monitorizar e registar os resultados de verificações de qualidade de modo a avaliar o desempenho do projeto;

2.6 Gestão de Recursos Humanos do Projeto

De acordo com [5], a gestão de recursos humanos do projeto inclui os processos de organização, gestão e liderança da equipa do projeto. Apesar de cada membro da equipa ter um papel específico no contexto do projeto, o envolvimento de todos os membros no planeamento do projeto e nas tomadas de decisão revela-se benéfico. A participação da equipa durante o planeamento acrescenta conhecimentos adicionais e fortalece o empenho dos mesmos no projeto.

Os principais processos da presente área são:

- planear e gerir recursos humanos - processo de identificar e documentar funções do projeto, responsabilidades, competências necessárias e criar um plano de gestão de pessoal;
- mobilizar a equipa - processo de confirmar a disponibilidade de recursos humanos e obter a equipa necessária para completar as atividades do projeto;
- desenvolver a equipa - processo de melhoria de competências, interação entre os vários membros e o meio da equipa, de modo a aumentar o desempenho do projeto;
- gerir a equipa - processo de monitorizar o desempenho da equipa, fornecer *feedback*, resolver problemas e gerir alterações para otimizar o desempenho do projeto.

2.7 Gestão de Comunicações do Projeto

De acordo com [5], a gestão de comunicações do projeto inclui os processos que são necessários para assegurar que as informações são planeadas, registadas, criadas, distribuídas, armazenadas, recuperadas, geridas, controladas, monitorizadas e dispostas de uma forma oportuna e apropriada.

Os principais processos da presente área são:

- planear e gerir as comunicações - processo de desenvolver uma abordagem adequada e planeada para as comunicações do projeto, com base nas necessidades e requisitos de todas as partes interessadas;
- gerir comunicações - processo de criar, registar, distribuir, armazenar, recuperar e dispor a informação em conformidade com o plano de gestão de comunicações;

- controlar comunicações - processo de monitorizar e controlar comunicações ao longo do ciclo de vida do projeto de modo a assegurar que os requisitos de todas as partes interessadas são alcançados.

2.8 Gestão de Riscos do Projeto

De acordo com [5], a gestão de riscos do projeto inclui os processos de planeamento, identificação, análise e controlo de riscos do projeto. A gestão de riscos tem como objetivo aumentar a probabilidade e o impacto de eventos positivos e diminuir a probabilidade e o impacto de eventos negativos.

Os principais processos da presente área são:

- planear e gerir riscos - processo de definir o procedimento de atividades de gestão de risco;
- identificar riscos - processo de determinar quais os riscos que podem afetar o projeto e documentar as suas características;
- análise qualitativa de riscos - processo de identificar os riscos mais significativos, com base no seu impacto e na probabilidade de ocorrência;
- análise quantitativa de riscos - processo de analisar numericamente o efeito, dos riscos identificados, nos objetivos do projeto;
- plano de ação - processo de estabelecer ações a fim de aumentar oportunidades e reduzir ameaças aos objetivos do projeto;
- controlar riscos - processo de implementar planos de ação, monitorizar riscos identificados, identificar novos riscos e avaliar a eficácia dos processos de gestão de riscos ao longo do projeto.

2.9 Gestão de Aquisições do Projeto

De acordo com [5], a gestão de aquisições do projeto inclui os processos necessários de modo a adquirir, ou comprar, produtos, serviços ou resultados externos à equipa do projeto. A organização pode em simultâneo comprar e vender produtos, serviços ou resultados de um determinado projeto.

A gestão de aquisições engloba os processos de gestão de contratos e controlo de alterações necessárias para desenvolver e administrar contratos, ou ordens de compra, emitidos por membros autorizados da equipa. Adicionalmente, inclui o controlo de contratos emitidos por organizações externas (consumidor), com o intuito de adquirir entregáveis da organização (fornecedor), e administrar obrigações contratuais impostas aos membros da equipa do projeto.

Os principais processos da presente área são:

- planear e gerir aquisições - processo de documentar decisões de aquisições, especificando a abordagem e identificando potenciais fornecedores;

- coordenar aquisições - processo de obter respostas por parte dos fornecedores e consequente seleção e celebração de contratos;
- controlar aquisições - processo de gerir relações de aquisição, monitorizar contratos e gerir alterações, se necessário.
- encerrar aquisições - processo de completar cada uma das aquisições do projeto.

2.10 Gestão de Partes Interessadas do Projeto

De acordo com [5], a gestão de partes interessadas do projeto inclui os processos necessários para identificar pessoas, grupos ou organizações que podem gerar impacto no projeto, analisar as expectativas das partes interessadas e desenvolver estratégias adequadas para, de forma eficiente, envolver as partes interessadas nos processos de decisão.

Adicionalmente, a gestão de partes interessadas prende-se com a comunicação contínua, de modo a compreender as suas expectativas e necessidades, e gerir prontamente eventuais conflitos, a fim de manter elevados os níveis de satisfação das partes interessadas.

Os principais processos da presente área são:

- identificar as partes interessadas - processo de identificar pessoas, grupos ou organizações que sentem os efeitos de decisões, atividades e resultados do projeto;
- planear e gerir as partes interessadas - processo de desenvolver estratégias adequadas para envolver as partes interessadas ao longo do ciclo de vida do projeto, baseado na análise das suas necessidades, interesses e no impacto no sucesso do projeto;
- gerir o envolvimento das partes interessadas - processo de comunicar e cooperar com as partes interessadas de modo a suprimir as suas necessidades;
- controlar o envolvimento das partes interessadas - processo de monitorizar a relação das partes interessadas no âmbito do projeto e ajuste de estratégias e planos.

Capítulo 3

Processo de Industrialização de Produtos de Fabricação Aeronáutica

No presente capítulo pretende-se explorar a metodologia a seguir no processo de industrialização de produtos de fabricação aeronáutica. A industrialização de um produto de fabricação aeronáutica corresponde ao conjunto de atividades que tem como objetivo definir os meios necessários à realização dos produtos de uma forma padronizada e consistente com as especificações aplicáveis.

Trata-se de um processo desenvolvido por uma equipa operacional, composta por elementos de todas as áreas intervenientes no projeto (exemplo: engenharia, qualidade, compras, logística, produção, planeamento e comercial), que tem como finalidade implementar todas as ações necessárias e suficientes para a realização de um novo projeto de industrialização. Esta equipa multidisciplinar reporta funcionalmente ao gestor de projeto em causa. O gestor de projeto é o líder da equipa operacional que tem uma visão integrada de todo o processo durante a industrialização.

Fundamentalmente, o objetivo dos projetos de industrialização passa por assegurar a realização do produto ao mais baixo preço, nos prazos contratualizados, cumprindo os requisitos de qualidade exigidos e garantindo sempre a sua reprodutibilidade.

É necessário proceder a uma industrialização sempre que:

- seja realizado um novo produto;
- seja realizada uma modificação, num produto já existente, que exigiu 500 ou mais horas de engenharia;

O processo de industrialização tem início após um contrato ganho, resultante da *RFQ* do cliente (documento enviado a potenciais fornecedores onde é expresso o interesse em receber uma proposta para o fornecimento de um dado produto ou serviço), e respetiva transferência para a gestão de projetos. A fase que compreende os procedimentos de análise de oportunidades de negócio, elaboração de orçamentos e que culmina com a proposta comercial para o pacote de trabalho negociado com o cliente, não é referenciada no presente documento uma vez que se trata de procedimentos externos ao processo de industrialização.

O processo de industrialização é composto por um conjunto de atividades que se encontram a seguir detalhadas.

3.1 Alinhamento Pré *Kick-Off*

É nesta fase que se reúne informação preliminar, proveniente de várias fontes, relevante no âmbito do projeto, nomeadamente: descrição do produto; previsão de entregas e respetivas datas; necessidade de compra de matéria-prima e/ou ferramentas; necessidade de certificações e/ou formações.

Com recurso ao *SIGMA*, para fins contabilísticos, cria-se um Centro de Resultados no qual são contabilizados os gastos e os rendimentos do projeto. Os rendimentos são os valores de venda negociados com o cliente enquanto que os gastos são os custos do projeto (materiais, recursos, subcontratados, missões e outros custos) incorridos desde a sua abertura até ao seu encerramento [6]. Desta forma, torna-se possível, posteriormente, calcular desvios relativamente aos valores orçamentados e implementar ações corretivas, se necessário.

De acordo com [6], é atribuído a cada projeto no *SIGMA* um código único para a sua correta identificação ao longo do período de execução. Um projeto, figura 3.1, divide-se em tarefas que permitem a imputação de gastos. As tarefas podem, de acordo com as necessidades existentes, desdobrar-se em sub-tarefas que conseqüentemente podem agregar um trabalho. Um trabalho é definido através das ordens de fabrico e permite também a imputação de gastos.

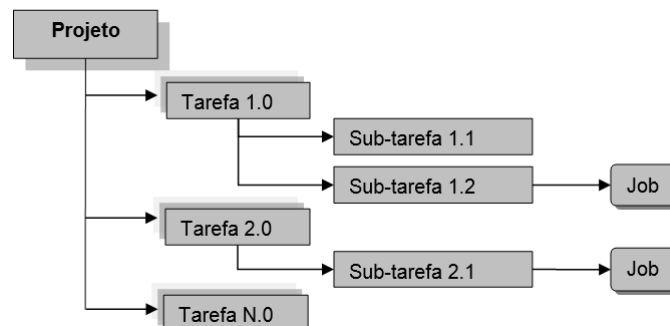


Figura 3.1: Estrutura de um projeto em *SIGMA* [6].

Esta etapa termina com uma reunião de alinhamento entre o gestor do projeto, a direção e chefes de secção de forma a apresentar a descrição do produto, o âmbito do projeto e identificar a necessidade de equipa operacional.

3.2 *Kick-Off*

Na fase de *kick-off* elabora-se o cronograma do projeto e realiza-se a análise de risco a nível operacional, de modo a auxiliar na identificação de tarefas críticas.

Realiza-se uma revisão técnica e económica pós orçamentação de forma a confirmar *P/N*'s de fabrico, desenhos, *BOM*'s, processos, tecnologias; bem como aferir o número de horas-homem por

tecnologia, ou processo, e reavaliar a decisão de compra ou fabricação.

O orçamento é o documento que especifica os custos associados a um dado pacote de trabalho, onde deve constar os Custos Não Recorrentes (*NRC*), os Custos Recorrentes (*RC*), o tempo de execução dos trabalhos e os pressupostos de orçamentação.

Os custos não recorrentes são os custos de preparação e desenvolvimento do projeto. No fundo, compreendem todos os gastos em que apenas se incorre uma vez ao longo do projeto. Tipicamente são expressos em horas-homem e/ou horas-máquina e com a taxa de cada centro de trabalho torna-se possível converter para um valor monetário. Devem incluir, a título de exemplo [7]:

- análise da especificação técnica do cliente;
- preparação de manuais e documentação técnica de suporte ao programa;
- planeamento de alocação de recursos;
- projeto e fabrico de estaleiros e ferramentas;
- preparação dos processos de fabrico, incluindo processos especiais;
- elaboração do plano de qualidade;
- acompanhamento da certificação de processos conforme necessário.

Os custos recorrentes são os custos que incidem no produto, sendo que, são os gastos onde se incorre repetidamente sempre que se produz um determinado artigo, ou se efetua um dado serviço. São também tipicamente expressos em horas-homem e/ou horas máquina. Devem incluir, a título de exemplo [7]:

- mão-de-obra direta e subcontratados;
- custos de matéria-prima, produtos consumíveis e quinquilharias;
- certificações e qualificações necessárias.

Para a fase de proposta comercial, os custos devem ser apurados da forma mais detalhada possível, de modo a obter dados concretos e factíveis que permitem obter uma boa estimativa do preço final do produto, garantindo assim margens positivas.

Adicionalmente, definem-se os entregáveis constituintes do *PPAP*, quer a nível interno como de subcontratação, e os entregáveis críticos por ponto de controlo. Define-se também metodologia de seguimento da industrialização, nomeadamente, reuniões *Obeya* e o respetivo mapa de reuniões.

Elabora-se o contrato de industrialização. Este é o contrato interno do projeto e nele deve constar as informações mais relevantes do mesmo, nomeadamente: o enunciado do projeto; a revisão técnica e orçamental; o diagrama de *Gantt* (gráfico que representa o cronograma do projeto); os entregáveis e respetivos pontos de controlo; entres outros elementos.

Esta fase termina com a realização da reunião de *kick-off* onde se apresenta a equipa operacional, a sala *Obeya*, o cronograma e a reavaliação técnica e económica do projeto. No fim o contrato de

industrialização deve ser assinado de forma a garantir o alinhamento entre as várias áreas, dando-se assim a apresentação oficial para o arranque dos trabalhos.

3.3 Gestão de Documentação Técnica

A documentação técnica de suporte ao processo de realização de produtos de fabricação aeronáutica é constituída por toda a informação, em qualquer formato, que inclua conteúdo relacionado com a atividade de fabricação aeronáutica, compreendida num dos seguintes grupos [8]:

- normas e especificações técnicas de clientes conforme os requisitos contratualizados;
- lista de peças e desenhos (Modelos 3D e 2D) fornecidos pelo cliente;
- fichas técnicas e outras documentações de apoio direto ao processo de fabricação.

A documentação técnica proveniente do cliente é disponibilizada num repositório, e mantida durante a vigência do programa, possibilitando a sua consulta em qualquer momento através da base de dados centralizada do *SIGMA*.

Sempre que existam atualizações e/ou novas versões é necessário analisar o impacto das mesmas e posteriormente notificar as áreas envolvidas no processo.

A restante documentação adquirida pela OGMA, nomeadamente normas internacionais (AS, ISO, ASTM, etc.), é adquirida mediante o pedido por parte das várias áreas intervenientes no programa, por serem necessárias às suas atividades.

Essencialmente, nesta fase pretende-se que seja avaliada a disponibilidade de toda a documentação técnica, conforme aplicável, para se dar início à definição da estrutura do produto.

3.4 Definição da Estrutura do Produto

Após a receção da documentação técnica proveniente do cliente iniciam-se as atividade que visam definir a estrutura do produto.

A configuração de um produto é estabelecida através das características físicas e funcionais do mesmo, conforme delineado pelo cliente. A sua definição consta de uma lista de materiais, desenhos, modelos e especificações aplicáveis ao produto.

A nomenclatura, ou Lista de Material (*BoM*), é a designação usada para definir o conjunto de componentes (matérias-primas, produtos consumíveis, quinquilharias, peças elementares e subconjuntos) e respetiva quantidade, que entram na constituição do produto [9]. A nomenclatura deve estar definida no *SIGMA* mediante a criação dos artigos que fazem parte da sua constituição.

Define-se de forma preliminar a estrutura do produto, vulgarmente conhecida por “cascata”, com indicação dos *P/N's*, o coeficiente de aplicação, os materiais envolvidos e respetivas quantidade (*BoM*), desenhos e respetivos índices, listagem de ferramentas aplicáveis e lista de processos especiais envolvidos.

A partir da definição da estrutura do produto é possível: emitir uma listagem para iniciar a prospecção de matéria-prima, produtos consumíveis e quinquilharias; identificar *P/N's* de venda; definir a filosofia das ferramentas a desenvolver (se aplicável); identificar todas as limitações processuais, bem como efetivar o controlo de configuração do produto.

Por último, analisa-se o *DFMEA*, quando enviado pelo cliente, de modo a identificar as falhas que podem ocorrer ao nível do produto dentro das especificações do projeto. Deve-se ter em consideração as interações que o produto tem com outros componentes e o papel que representa na arquitetura do sistema. Com recurso à identificação das características críticas do produto afere-se a factibilidade do mesmo.

3.5 Definição de Processos Produtivos

Nesta fase são desencadeadas ações que visam garantir os meios de suporte à produção, nomeadamente: certificação de materiais e processos; obtenção de ferramentas e estaleiros; definição dos processos de fabrico e/ou de montagem.

3.5.1 Certificação de Processos e Materiais

Sempre que requerido, pode existir a necessidade de certificar os processos de fabrico, previamente à realização do processo *FAI*, de acordo com as especificações do cliente. Por sua vez, todos os processos considerados especiais têm de ser devidamente certificados.

Um processo designa-se especial quando é susceptível de alterar as propriedades físicas, químicas ou metalúrgicas do produto, não sendo estas detetadas na sequência normal do processo. Deste modo, devido à sua complexidade, exigem métodos de implementação e controlo mais rigorosos que os característicos do normal processo produtivo [10].

De modo a qualificar os processos especiais é necessário definir os requisitos que estes têm de cumprir, nomeadamente [10]:

- condições ambientais (humidade, temperatura, vibrações, ou outras) adequadas para a realização do processo;
- testes a realizar, para comprovar a eficácia do processo, mediante a utilização de um número representativo de provetes, ensaios ou análises;
- capacidade técnica requerida ao nível das instalações e equipamentos;
- competências do pessoal responsável pela realização do processo.

A certificação dos processos especiais tem por base a verificação, e documentação, do cumprimento dos requisitos. A elaboração do processo documental deve ser realizada em impressos específicos, que devem conter o registo de todas as análises requeridas nas especificações aplicáveis.

Pode existir a necessidade de certificar novamente um processo especial quando [10]:

- as instalações ou equipamentos sofrem modificações que afetam os parâmetros do processo;
- ocorra uma avaria ou paragem na realização do processo de período superior a um ano;
- nas auditorias de controlo se registam falhas recorrentes;
- os parâmetros estabelecidos na certificação se alteram devido a uma modificação nas especificações do processo;
- existe uma alteração no pessoal responsável pela realização do processo;
- o período de validade da certificação termina.

Relativamente à receção de artigos adquiridos pela OGMA existe um conjunto de regras e condições que devem ser asseguradas de forma a garantir o cumprimento das especificações técnicas aplicáveis e os requisitos de qualidade.

O processo de descarga realiza-se consoante a natureza do artigo e de modo a garantir a sua integridade. Aquando da chegada é necessário conferir a entrega mediante a informação de compra disponível no SIGMA e registam-se posteriormente os dados de entrada [11].

A documentação de suporte é sujeita a uma inspeção detalhada para confirmar a conformidade com a informação inscrita na *PO*, nomeadamente *P/N's* e quantidades. Adicionalmente, é de extrema importância a verificação da documentação de certificação do artigo.

O artigo é também avaliado através de inspeção visual e consoante os requisitos adicionais de inspeção pode ser necessário proceder de uma forma mais detalhada, incluindo por exemplo:

- controlo dimensional;
- ensaios não destrutivos;
- ensaios de análise química;
- ensaios de análise das propriedades mecânicas;

Posteriormente, através de inserção no SIGMA registam-se os elementos identificativos do artigo assegurando assim a sua rastreabilidade.

3.5.2 Fabricação ou Subcontratação de Ferramentas/Estaleiros

Atendendo à necessidade de fabricar ferramentas e/ou estaleiros para a manufatura do produto aeronáutico, na fase inicial do projeto realiza-se uma análise para decisão de fabrico interno ou subcontratação dos mesmos. Esta análise tem em conta a capacidade e disponibilidade da OGMA para fabricar internamente e o custo da subcontratação.

Estaleiro é uma estrutura rígida que localiza, posiciona e apoia os elementos (peças simples ou subconjuntos) de uma montagem enquanto se procede à sua fixação.

Como exemplos de ferramentas, destaca-se:

- ferramentas de enformação - utilizadas para enformar peças de diferentes materiais consoante o tipo de prensa;
- ferramentas de laminação - utilizadas para conformação de peças em material compósito;
- ferramentas de recorte - utilizadas para recortes e furações podendo ser manuais ou *CNC*.

Sempre que a identificação da ferramenta/estaleiro não é imposta, estes são identificados mediante quatro campos, separados entre si por um hífen [12]. Exemplo:

AAAA - BBBBBBBBBCCC - DDD.EEE - FF

O primeiro campo, AAAA, indica o grupo tecnológico da ferramenta consoante a nomenclatura adotada pela OGMA.

O segundo campo, BBBBBBBBBCCC, identifica o *P/N* que a ferramenta se destina a fabricar. A terminação CCC tem como propósito distinguir se a ferramenta produz um *P/N* direito, tomando a forma 001, ou esquerdo, tomando a forma 002. Caso a ferramenta não produza um *P/N* específico, mas vários *P/N*'s, atribui-se um número sequencial identificativo.

O primeiro conjunto de dígitos do terceiro campo, DDD, diz respeito a que conjunto ou subconjunto pertence a peça simples. O segundo conjunto de dígitos do terceiro campo, EEE, é referente a cada peça simples dentro do respetivo conjunto.

O quarto campo, FF, indica o número de série. Quando existe apenas uma ferramenta não se preenche este campo, no entanto, a segunda ferramenta é identificada com o número de série '02' e assim sucessivamente.

Aquando da fabricação da ferramenta, de forma interna ou externa, através do SIGMA assegura-se sua rastreabilidade até à obtenção de matéria prima ou até ao subcontratado responsável pela produção da mesma.

Definem-se dois tipos de ferramenta: as que necessitam de um controlo periódico devido ao desgaste e/ou degradação que sofrem no decorrer da sua utilização, e por conseguinte, afetam a qualidade do produto final; e as que não requerem inspeções ao longo da sua vida útil. O período de controlo é tipicamente acordado em conjunto com o cliente sendo estabelecido mediante o grupo tecnológico da ferramenta, a sua utilização e o material que entra na sua constituição.

Deve submeter-se as ferramentas a inspeções, independentemente se necessitam de um controlo periódico, sempre que se verifique uma das seguintes situações [13]:

- quando o produto apresenta alguma anomalia;
- quando se introduz uma modificação na ferramenta;
- quando a ferramenta apresenta algum dano;
- após um extenso período de armazenamento;
- paragem de fabricação superior a um ano;
- transferência para outro local ou instalação.

Quando as ferramentas e estaleiros se encontram nas instalações dos subcontratados, o controlo periódico deve ser efetuado e validado pelos mesmos, sendo a indicação da necessidade de controlo da responsabilidade da OGMA.

O controlo periódico consiste essencialmente num conjunto de verificações ao nível de [13]:

- estado geral - presença de todas as partes conforme inventário ou modelo;
- desgastes - perda de material e folgas;
- deformações - alinhamento da geometria;
- dimensões - verificação dimensional da geometria.

Aquando do controlo periódico, caso se detecte qualquer anomalia, é interditado o uso da ferramenta até que todas as ações corretivas necessárias estejam realizadas.

3.5.3 Projeto e Fabrico Interno de Ferramentas/Estaleiros

O ciclo de vida do projeto de ferramentas e/ou estaleiro estende-se a todas as fases desde o levantamento da necessidade até à aprovação dos mesmos, e posteriores modificações.

A missão do projeto passa por conceber e gerar toda a documentação técnica (desenhos, fichas técnicas, modelos, etc.) que define a ferramenta. Existem dois pontos de controlo onde se pretende auditar o progresso do projeto [14].

- Revisão preliminar: na '*PDR - Preliminary Design Review*' pretende-se demonstrar que o projeto preliminar cumpre todos os requisitos existentes, com um risco aceitável. É expectável nesta fase o conceito estar totalmente definido.
- Revisão final: na '*CDR - Critical Design Review*' pretende-se demonstrar que o projeto tem maturidade suficiente para se iniciar o processo de fabrico. Os modelos são 'congelados' e de seguida realiza-se o orçamento dos mesmos.

Posteriormente à aprovação do projeto inicia-se a fase de fabrico através da elaboração de gamas de fabricação e programas de controlo numérico, se aplicável. Após a aprovação da primeira peça protótipo, ou *FAI*, considera-se que a ferramenta está aprovada na sua plenitude. De seguida transfere-se a ferramenta para a área operacional onde será utilizada, não lhe sendo aplicado quaisquer procedimentos de controlo de receção.

3.5.4 Projeto e Fabrico Externo de Ferramentas/Estaleiros

Sempre que a decisão for de subcontratar o fabrico de ferramentas, esta só poderá ser realizada em subcontratados qualificados pela OGMA. Todos os fornecedores têm de garantir a implementação de um sistema de qualidade e controlo que cumpra os requisitos da norma NP EN ISO 9001 e de normas internas da OGMA, assegurando a conformidade dos produtos fornecidos [15].

De modo a pré-selecionar um fornecedor realiza-se uma visita às suas instalações e analisa-se a sua capacidade em responder a exigências ao nível [15]: da empresa (gestão, localização, capacidade técnica e laboral); do produto (qualidade, preço); e do serviço (flexibilidade, suporte técnico, experiência). De seguida, analisa-se a decisão de integração do novo fornecedor.

É da responsabilidade da OGMA a definição do conceito de ferramenta a projetar, sendo que para cada subcontratado é preparado um “Dossier Técnico para Fabrico”, designado por Especificação Técnica para Subcontratação que consta da seguinte informação [15]:

- identificação do *P/N* da ferramenta;
- desenhos e *part-lists* relativos ao *P/N*;
- lista de especificações aplicáveis;
- fichas técnicas elaboradas pela OGMA, se aplicável;
- outros documentos considerados relevantes.

Tipicamente, é da responsabilidade do fornecedor a escolha da matéria-prima, acessórios, consumíveis e quinquilharias, assim como o processo de fabrico da ferramenta após a aprovação do projeto. O fornecedor deve garantir que utiliza a documentação atualizada e deve comunicar à OGMA todas as não conformidades encontradas na documentação fornecida pela OGMA. Adicionalmente, os fornecedores devem disponibilizar os procedimentos que descrevem a execução, revisão e modificações dos processos de fabrico.

À semelhança do sub-capítulo anterior, previamente ao início do projeto, agendam-se duas reuniões entre a OGMA e o fornecedor para definição da *PDR* e da *CDR*. Após a aprovação do projeto da ferramenta segue-se a fase de fabrico, sendo o fornecedor responsável de elaborar ensaios que permitam validar a ferramenta. Sempre que contratualmente não existam requisitos adicionais, a ferramenta é certificada mediante a elaboração do *FAI*.

O processo de receção de ferramentas e estaleiros na OGMA, consiste fundamentalmente no conjunto de verificações a seguir descritas [12]:

- inspeção visual onde se avalia tipicamente o aspeto geral, a pintura, a integridade da estrutura e a corrosão;
- verificação da funcionalidade e conformidade com o projeto;
- inspeção dimensional de forma a examinar as características geométricas da ferramenta.

3.5.5 Ferramentas/Estaleiros de Cliente

Sempre que contratualmente esteja definido que a ferramenta e/ ou estaleiros são enviados pelo cliente, este é o responsável pela emissão de uma listagem das ferramentas aplicáveis ao pacote de trabalho, bem como pelo envio da documentação técnica, desenhos, lista de peças, modelos, associada a cada uma delas. O processo de receção é análogo ao caso em que as ferramentas são fabricadas por subcontratados.

3.5.6 Definição dos Processos de Fabrico e/ou de Montagem

Após a disponibilização da estrutura do produto, são desencadeadas ações que visam garantir os meios de suporte necessários ao processo produtivo. A definição dos métodos produtivos tem como base o sistema SIGMA e assenta essencialmente na criação da seguinte documentação:

- Fichas Técnicas de Fabricação - o objetivo deste tipo de documentação é complementar os desenhos associados às gamas e assistir na identificação dos produtos durante o processo produtivo, caso a documentação aplicável seja pouco clara;
- Fichas Técnicas de Suporte aos Processos Especiais - este tipo de fichas técnicas tem como finalidade agregar todas as instruções de operação e respetivos parâmetros de controlo, de acordo com as especificações do cliente, de modo a auxiliar os operadores dos processos especiais;
- Procedimentos, instruções de trabalho, manuais e livros de trabalho - quando é necessário elaborar instruções específicas de trabalho adicionais à documentação técnica aplicável, estas são desenvolvidas em documentação deste tipo;
- Artigos, Nomenclaturas e Gamas Operatórias ou de Fabrico - uma gama operatória agrupa o conjunto de operações, de forma sequencial, necessárias à obtenção de um determinado produto. Cada uma das operações que constituem a gama designa-se por fase, sendo definido o trabalho a realizar, a documentação de referência necessária, os meios auxiliares e as instruções detalhadas.

De seguida, promove-se o lançamento da documentação suprarreferida para a produção de modo a iniciar a manufatura do produto *FAI*.

3.6 Gestão da Cadeia de Fornecimento

Quando existe incapacidade por parte da OGMA em termos técnicos e processuais (dimensões, tecnologias, equipamentos, ...), incapacidade na certificação de processos especiais e produção a custo competitivo, iniciam-se atividades de prospecção de fornecedores. Após análise das várias propostas do mercado, realiza-se *BAFO* e a oficialização de seleção do fornecedor realiza-se mediante a elaboração de um contrato e posterior emissão de *PO*. Caso seja necessário, procede-se à certificação do fornecedor e posteriormente define-se um plano de seguimento em termos de entregáveis, pontos de controlo e acompanhamento do fabrico do *FAI*. Após aprovação do produto *FAI*, desencadeia-se um conjunto de atividades que visa o seguimento da fase série, das quais se salienta: tratamento de produto não conforme e implementação de ações de melhoria de processo.

3.6.1 Prospecção e Seleção de Fornecedores

Os fornecedores são agrupados em quatro grupos, em função do tipo de fornecimento [16]:

- Tipo I - fornecimento de materiais (matéria-prima, produtos químicos, quinquilharias, etc.) que entram na constituição de um determinado produto;
- Tipo II - fornecimento de serviços (contratação e subcontratação) que visam realizar uma, ou várias, operações necessárias à obtenção de um determinado produto;
- Tipo III - fornecimento de serviços (contratação em regime de *outsourcing* ou empreitada) de transporte, limpeza, manutenção de equipamentos/estruturas e deslocação de materiais;
- Tipo IV - fornecimento de serviços de recursos humanos no âmbito da formação, recrutamento e suporte a projetos.

No sentido de prevenir o risco de não conformidades, a OGMA trabalha com fornecedores aprovados, e sempre que possível, certificados pelo cliente em questão.

A atividade de prospecção de fornecedores tem por base a identificação de características chave inerentes ao tipo de fornecimento pretendido e de aspetos de diferenciação em relação a outras opções existentes no mercado.

Os fornecedores são selecionados mediante a avaliação das suas capacidades de resposta em termos técnicos, processuais, de qualidade e de cumprimento dos prazos de entrega. A seleção inicia-se através de um dos seguintes processos [16]:

- realização de auditorias;
- avaliação de fornecimentos semelhantes;
- identificação de fornecedores aprovados pelo cliente;
- ser o fabricante original do equipamento;
- ser acreditado ou certificado;
- avaliação da acreditação e ou certificação;
- análise do caderno de encargos.

3.6.2 Certificação de Fornecedores

No seguimento do processo de seleção, caso se verifique necessário, aplica-se um programa de qualificação visando a integração do fornecedor na cadeia de fornecimento da OGMA.

A qualificação de fornecedores de produtos de fabricação aeronáutica passa pela realização de uma auditoria de aprovação, na qual se verifica o cumprimento dos requisitos da norma EN/AS 9100. No caso de fornecimento de ferramentas, apenas se verifica o cumprimento dos requisitos da norma ISO 9001, conforme descrito em [17]. Adicionalmente, pode ser necessário averiguar o cumprimento de requisitos adicionais impostos pela OGMA.

Na eventualidade de ser necessário implementar ações corretivas resultantes do processo de auditoria, estas devem ser aplicadas antes da emissão de qualquer ordem de trabalho. No entanto,

se o fornecedor possuir certificações (ex. EN/AS 9100, NADCAP ou dos clientes) que asseguram a execução da ordem de trabalho conforme os requisitos mínimos exigidos, este pode realizar a função pretendida previamente à conclusão da aprovação.

O tipo de qualificação/certificação obtida e o período de validade da mesma são registados num documento oficial, sendo este posteriormente transmitido aos fornecedores oficializando assim a sua aprovação.

3.6.3 Seguimento de Fornecedores

Após aprovação, de modo a comprovar se o fornecedor mantém os níveis de qualidade e os prazos de entrega, este é sujeito a um seguimento contínuo, evidenciando, com dados, os termos acordados no pedido de compra.

Este seguimento, realizado pela OGMA, monitoriza o desempenho do fornecedor, em termos de:

- prazos de entrega contratualizados;
- qualidade dos produtos fornecidos;
- oferta de preços competitivos;
- qualidade do serviço prestado;
- suporte técnico.

Assim analisa-se o índice de desempenho dos fornecedores, as reclamações e os pedidos de ações corretivas, desenvolvendo-se deste modo um processo de melhoria contínua.

A avaliação de desempenho de fornecedores é efetuada com base nos seguintes parâmetros [16]:

- Índice de Qualidade - razão entre o número de entregas aceites e o número de entregas efetuadas, expressando o desempenho dos fornecedores relativamente à conformidade com os requisitos de qualidade exigidos;
- Prazo de Entrega - o indicador avalia o cumprimento dos prazos contratualizados;
- Documentação de Expedição - o indicador pretende refletir as reclamações ao nível de documentação;
- Cooperação - o indicador tem por base a avaliação anterior, e: a existência de uma lista de preços; a existência de descontos por negócio; o cumprimento de requisitos de higiene, saúde e segurança e ambiente; e a existência de consignação. Para novos fornecedores considera-se um valor de 75%.

O índice de desempenho do fornecedor é estabelecido através da soma dos índices supra-referidos com os seguintes fatores de ponderação: índice de qualidade - 40%; prazo de entrega - 40%; documentação de expedição - 10%; cooperação - 10%. Com base neste índice os fornecedores são avaliados conforme a tabela 3.1.

Tabela 3.1: Classificação do Desempenho de Fornecedores [16].

Índice de Desempenho do Fornecedor	Classificação de Desempenho
95-100	Excelente
90-94	Bom
80-89	Regular
50-79	Insuficiente
0-50	Péssimo

No caso do fornecedor obter uma classificação 'Regular' a OGMA deve ampliar a inspeção na receção, se aplicável, e/ou desenvolver um plano de ação corretiva com o fornecedor. Se a classificação for 'Insuficiente', além das medidas anteriores, sugere-se que se estabeleça um conjunto de auditorias nas instalações do fornecedor. Caso a classificação seja 'Péssimo' o fornecedor pode ser desqualificado.

Um fornecedor pode ser requalificado se passar novamente pelo processo de qualificação, ou, sendo fornecedor único, mediante decisão conjunta com o cliente.

3.7 Gestão Logística

A gestão logística é uma componente da gestão da cadeia de fornecimento, que visa o cumprimento dos requisitos aplicáveis através do planeamento, controlo e implementação de modelos de transporte e armazenamento eficientes. Esta fase compreende todo o processo desde a obtenção de matéria-prima até à expedição do produto final.

A gestão logística compreende, essencialmente, os seguintes elementos:

- logística externa de compra/subcontratação;
- manuseamento e transporte interno;
- manuseamento, embalagens e expedição de produto acabado.

As operações de manuseamento, acondicionamento, transporte, embalagem e expedição devem ser realizadas segundo procedimentos próprios, uma vez que, quando não efetuadas da forma correta, podem ter um impacto significativo na qualidade do produto.

3.7.1 Logística Externa de Compra/Subcontratação

A logística externa de compra/subcontratação compreende a definição de: condições de acondicionamento e manuseamento para artigos de compra/subcontratação; fluxos de rotas externas de envio e recolha de material; modelos de transporte, quando aplicável.

3.7.2 Manuseamento e Transporte Interno

O manuseamento de produtos realiza-se mediante o tipo de produto, as suas especificidades e os requisitos aplicáveis aos mesmos. Os procedimentos a seguir em termos de transporte, acondicionamento

e manuseamento de artigos são os seguintes [18]:

- quando o produto não se encontra marcado ou etiquetado, deve-se fazer acompanhar pela documentação de trabalho aplicável de modo a ser identificado;
- de modo a prevenir a sua deterioração através de contactos/acidentes o produto deve ser acondicionado e protegido;
- nos casos em que se indique que os transportes inter-fases se processem de modo a não ultrapassar um dado limite temporal, por exemplo, no contexto de tratamentos superficiais, é de extrema importância o cumprimento deste requisito;
- é proibido utilizar o monta-cargas para transportar peças;
- deve-se manusear os artigos individualmente, caso possível;
- o material a utilizar no manuseamento dos materiais deve estar limpo.

A título de exemplo, enumeram-se formas específicas de manuseamento de materiais durante o processo produtivo [18]:

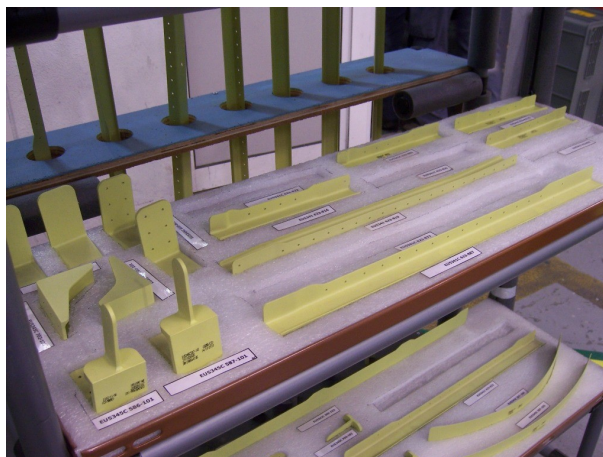
- ninhos de abelha - devem ser manuseados com luvas e com cuidado de modo a evitar danos por esmagamento, quedas ou separação de células;
- peças de chapa sem proteção superficial - caso coloquem em risco a segurança do operador devem ser manuseadas com luvas do tipo proteção mecânica;
- peças com proteção superficial (pintura) - devem ser manuseadas com luvas de algodão.

As peças devem ser acondicionadas em carros, ou estantes, revestidos com um material apropriado (borracha, espuma de poliuretano, madeira) e num local próximo do posto de trabalho, de modo a proteger a peça. Os carros de configuração, figura 3.2 (a), são desenvolvidos consoante o formato dos artigos. Cada carro, quando aplicável, possui um conjunto de prateleiras com caixas de configuração, "shadow boxes", figura 3.2 (b), que são preenchidas pelos artigos em questão. A título de exemplo, enumeram-se formas específicas de acondicionamento e transporte de produto [18]:

- produtos fabricados em material compósito - a movimentação deve efetuar-se em carro apropriado de modo a evitar danos e a contaminação do produto; em certas situações é obrigatório a aplicação de proteção de abas e cantos e a utilização de plástico de bolhas de ar para proteger a peça;
- peças em chapa semi-acabadas ou acabadas - de modo a evitar o contacto entre superfícies, deve-se proteger a chapa com interposição de folhas de papel *Kraft*; evita-se a sobreposição de cargas que possam provocar deformações;
- peças maquinadas semi-acabadas ou acabadas - deve-se acondicionar este tipo de peças em caixas devidamente dimensionadas e de modo a evitar o contacto com outras peças; peças sujeitas a oxidação que não requeiram proteção eletrolítica e pintura necessitam de uma proteção com película de óleo ou massa lubrificante.



(a) Carro de configuração



(b) *Shadow box*

Figura 3.2: Exemplo de carro de configuração e *shadow box* [18].

Todos os produtos e matérias-primas são armazenados de acordo com procedimentos específicos. O armazenamento efetua-se de modo a assegurar a identificação do artigo, a sua rápida localização e de forma a evitar danos ou deterioração.

O armazém é um local que deve estar bem estruturado de modo a apresentar um fluxo rápido de entradas e saídas, ou seja, um fluxo de rápida rotação. As atividades de manuseamento e armazenamento de artigos elevam o custo do produto final, no entanto, não acrescentam valor ao mesmo. Assim, é considerado uma boa prática manter o menor número possível de artigos em armazém, não pondo em risco as entregas planeadas [19].

As condições a ter em conta para um correto armazenamento são as seguintes [18]:

- é proibido o armazenamento de peças no exterior do armazém (ao ar livre);
- não é permitido amontoar peças;
- os artigos têm de estar limpos, secos e isentos de materiais estranhos;
- à semelhança dos artigos, também as superfícies de armazenamento têm de estar limpas e devidamente acessíveis;
- é uma boa prática armazenar os produtos em locais próximos do posto de trabalho;
- o armazenamento de materiais de dimensões elevadas não deve exceder a área da estante.

A título de exemplo, enumeram-se formas específicas de armazenamento de matéria-prima e produtos [18]:

- ninhos de abelha - devem ser armazenados a uma temperatura entre os 16°C e os 24°C e humidade relativa entre os 40% a 60%, dentro dos recipientes originais com as células numa posição vertical; depois de abertos devem ser embalados num plástico de nylon ou polietileno à prova de contaminantes e de humidade;

- *material standard parts* - o material a ser fornecido via *Kanban* (sistema de fornecimento de artigos de acordo com as necessidades existentes, os artigos são fornecidos conforme são consumidos) deve estar fechado em caixas adequadas e devidamente identificadas por *P/N*.
- produtos fabricados em material compósito - devem utilizar as proteções originais contra delaminação e podem ser armazenados na vertical ou na horizontal consoante a dimensão; o uso de papel *kraft* protege a peça de poeiras, exposição solar e contaminantes;

3.7.3 Manuseamento, Embalagens e Expedição de Produto Acabado

O desenvolvimento das embalagens de transporte, para os produtos de fabricação aeronáutica, realiza-se tendo em conta: o volume e peso do material a ser embalado; as condições de transporte e armazenamento requeridas; a fragilidade do material; e os requisitos específicos do cliente (se aplicável). Existem peças que devido à sua complexidade e criticidade exigem o desenvolvimento de embalagens específicas, devidamente dimensionadas, que acompanham a peça durante todo o processo produtivo.

Aquando a expedição verifica-se, por controlo visual, o estado geral dos produtos e o seu correto acondicionamento de modo a evitar danos durante o transporte. Por último, emite-se um certificado de conformidade que declara a conformidade do produto com as especificações aplicáveis.

3.8 Gestão de Configuração

A gestão de configuração de um produto de fabricação aeronáutica tem como finalidade assegurar que a configuração do produto está atualizada e disponível para consulta.

O controlo de configuração assenta fundamentalmente nas seguintes atividades [20]:

- controlo das alterações/revisões da documentação associada ao produto;
- implementação das alterações na documentação técnica de suporte e no processo produtivo;
- verificação da implementação da alteração/revisão no produto.

Sempre que existe uma modificação procede-se ao seu registo num documento *TIM* que reflete o impacto e as necessidades para a implementação da mesma. O impacto e o modo de implementação das alterações são negociados com o cliente. Após estabelecer-se um acordo disponibiliza-se a informação relativa à modificação de modo a informar todas as áreas.

3.9 Manufatura e Qualificação de Processo/Produto

Após a conclusão das atividades identificadas nos sub-capítulos [3.1 - 3.8] é realizado o produto *FAI* antes de se iniciar a produção em série.

O principal objectivo da realização do produto *FAI* é garantir de forma clara que todas as especificações são consideradas, verificadas e documentadas, para que se possa validar os critérios e métodos de execução dos processos produtivos.

O processo de realização de um produto *FAI* é acompanhado pela produção, engenharia e qualidade durante todas as suas fases. É desencadeado na produção após o lançamento da ordem de fabrico em simultâneo com a Ficha de Avaliação de *FAI* [21].

A Ficha de Avaliação de *FAI* é um documento cujo preenchimento tem como principal função os seguintes objetivos:

- identificar os desvios de material, processo, ferramentas, entre outros, que ocorram durante a realização do produto *FAI*;
- promover e desencadear as ações corretivas necessárias de forma a mitigar os desvios encontrados durante a realização do produto *FAI*

Em resumo, a inspeção *FAI* permite assegurar a conformidade do produto relativamente à definição técnica.

É também nesta fase que se procede à validação dos vários entregáveis que constituem o *PPAP* do projeto.

3.10 *Handover* à Produção – Passagem à Vida Série

Após o acompanhamento das primeiras entregas (no mínimo cinco), de forma a assegurar o funcionamento correto da industrialização e validar os custos do projeto, elabora-se o dossier de *handover* à produção que deve conter os aspetos mais relevantes no âmbito do produto e respectivo processo produtivo.

Para realizar o *handover* à produção deve ser solicitada uma auditoria de forma a auditar todo o processo e todos os pressupostos definidos anteriormente, avaliando assim o cumprimento dos mesmos.

Por último, procede-se ao registo das lições aprendidas ao longo do projeto de modo a registar ações corretivas, e/ou preventivas, que podem ser tomadas em futuros projetos, assim como, registar boas práticas que permitiram otimizar o processo.

Capítulo 4

Responsabilidades

O planeamento e organização de um projeto é um dos pilares fundamentais que suportam o seu sucesso. Uma vez que são várias as áreas envolvidas e existe um fluxo de trabalhos elevado, torna-se necessário sistematizar as tarefas. Por conseguinte, atribuí-se responsabilidades às diferentes áreas, sendo esta ação oficializada mediante o registo das responsabilidades no normativo do processo de industrialização de produtos de fabricação aeronáutica.

Destacam-se as seguintes vantagens relativamente à atribuição de responsabilidades:

- formalização de responsabilidades - afirma-se o carácter oficial pelo que o não cumprimento constitui uma violação de normas internas da OGMA;
- divisão clara de atividades - definem-se os limites entre as diferentes áreas, evitando-se ambiguidades no que diz respeito ao verdadeiro piloto da tarefa;
- rastreabilidade das informações - devido à grande dimensão dos projetos, torna-se impossível acompanhar todos os aspetos do seu desenvolvimento, no entanto, identifica-se facilmente a quem se pode recorrer de forma a esclarecer um determinado assunto;
- monitorização do projeto - identifica-se o número de atividades realizadas, e por realizar, de cada área.

4.1 Gestão de Projetos de Industrialização

É da responsabilidade da área de Gestão de Projetos de Industrialização:

- Reunir informação da orçamentação (análise fabricação/subcontratação preliminar; Custos *NRC* e *RC*);
- Confirmar *MOQ's* (quantidade mínima fornecida) e preços de referência de matéria-prima;
- Reunir informação contratual relevante (previsão de entregas; datas de entrega contratualizadas);
- Identificar a necessidade de equipa operacional;

- Promover a reunião de alinhamento pré *kick-off*;
- Solicitar o cronograma do projeto;
- Confirmar os *P/N's* de entrega ao cliente;
- Definir as fases críticas do projeto e os respetivos *milestones*;
- Elaborar o contrato de industrialização;
- Realizar análise de risco do projeto ao nível operacional;
- Promover a reunião de *Kick-off* do projeto;
- Monitorizar e garantir o cumprimento das tarefas definidas no plano de industrialização;
- Implementar e promover reuniões *Obeya*;
- Ser o ponto focal junto do cliente para questões de prazos do projeto;
- Elaborar o dossier de *handover* à produção;
- Promover o registo de lições aprendidas.

4.2 Engenharia de Aeroestruturas

É da responsabilidade da Engenharia de Aeroestruturas:

- Realizar uma revisão técnica e económica pós orçamentação de forma a reavaliar o perímetro técnico e económico do projeto;
- Gerir a documentação técnica de suporte ao processo de realização de produtos de fabricação aeronáutica;
- Definir a estrutura do produto, garantindo o cumprimento do conjunto de atividades desde a elaboração da cascata preliminar até à criação de gamas operatórias;
- Realizar gamas fictícias simulando a estrutura do produto em *SIGMA* (protótipos de produção), sempre que necessário, de modo a possibilitar o planeamento a avaliar sugestões de compra de materiais, carga/capacidade por centro de trabalho, etc., através da ferramenta *MRP*;
- Certificar materiais, processos de fabrico e/ou processos especiais;
- Identificar a necessidade de produção de ferramenta/estaleiro;
- Identificar *lead times* e a capacidade técnica por centro de trabalho para todos os processos de fabrico do processo de industrialização;
- Elaborar os modelos *CAD* dos mesmos e posteriormente as gamas/*BoM*, inerentes aos processos de fabrico do projeto de industrialização;

- Verificar fisicamente todas as ferramentas antes e após a sua transferência para todos os subcontratados da OGMA assim como nos casos de ferramentas rececionadas ou enviadas para os clientes;
- Identificar e definir ferramentas/estaleiros que requerem controlo periódico;
- Definir os processos de fabrico/montagem internos, estabelecendo todas as fases inerentes ao desenvolvimento do produto, com a metodologia e sequência de operações do processo de fabrico;
- Registar em documento *TIM* as modificações na configuração do produto;
- Elaborar especificação técnica para processos de subcontratação (ex.: itens de compra, ou subcontratação ou projeto de ferramentas);
- Identificar lista de P/N's com toda a documentação técnica associada (ex.: normas e desenhos aplicáveis) para fornecedor;
- Identificar os artigos, P/N's e quantidades que devem ser fornecidos por *kanban*;
- Gerir a configuração do produto de fabricação aeronáutica com a finalidade de assegurar que a configuração do produto está atualizada e disponível para consulta;
- Ser o ponto focal junto do cliente para questões técnicas.

4.3 Qualidade de Aeroestruturas

É da responsabilidade da Qualidade de Aeroestruturas:

- Analisar os pressupostos de qualidade reflectidos na documentação técnica do cliente;
- Certificar ferramenta/estaleiro no fornecedor;
- Inspeccionar, calibrar e cancelar a ferramenta/estaleiro conforme a documentação técnica aplicável;
- Definir o plano de auditorias nas instalações do fornecedor com vista à certificação deste;
- Aprovar o produto protótipo/*FAI* do fornecedor;
- Gerir as não conformidades de fornecedores;
- Aprovar a documentação de envio de produto acabado e o certificado de conformidade;
- Inspeccionar e aprovar o produto *FAI*, verificando na fase de inspeção final se todos os registos estão devidamente preenchidos;
- Elaborar o relatório *FAIR*, submetendo-o posteriormente à aprovação do cliente, se aplicável;
- Implementar auditorias, validadas no contrato de industrialização, para cada projeto de industrialização de acordo com os pontos de controlo definidos no cronograma;
- Ser o responsável pela elaboração do *PPAP*.

4.4 Compras

É da responsabilidade das Compras:

- Enviar acordo de confidencialidade, *NDA*, para o potencial fornecedor, se necessário;
- Desenvolver os procedimentos de prospeção de fornecedores, de modo a avaliar as capacidades de cada um para posterior criação de um ranking de fornecedores;
- Realizar a consulta de mercado mediante a elaboração de *RFI//RFP//RFQ*;
- Selecionar os fornecedores após análise das várias propostas do mercado e consoante o orçamento definido e autorizado, pelo respetivo gestor de projeto, para o efeito;
- Definir o plano de seguimento, em termos de pontos de controlo e entregáveis, para cada fornecedor, de modo a comprovar se os níveis de qualidade, e os prazos de entrega, se mantêm conforme acordado;
- Disponibilizar os artigos de compra/subcontratação de acordo com o plano de industrialização.
- Solicitar ao fornecedor evidências do progresso (relatório técnico com fotografias demonstrativas assim como cronograma detalhado atualizado) de atividades subcontratadas que podem comprometer o prazo de conclusão do projeto.

4.5 Logística

É da responsabilidade da Logística:

- Definir condições de acondicionamento e manuseamento de artigos de compra, assim como as rotas externas de recolha dos mesmos e os modelos de transporte;
- Definir os modos de manuseamento e transporte interno;
- Definir o layout e as condições de armazenamento;
- Definir as *shadow-boxes* e/ou os carros de configuração a produzir, sempre que necessário, para abastecer as linhas produtivas;
- Implementar a distribuição de *kanban*;
- Definir a quantidade otimizada de peças, de produto intermédio e/ou acabado, por envio;
- Projetar as embalagens para expedição de produto intermédio e/ou acabado;
- Definir rotas externas de envio de produto intermédio e/ou acabado e os respetivos modelos de transporte.

4.6 Áreas Produtivas

É da responsabilidade das áreas produtivas:

- Produzir as ferramentas necessárias à manufatura/montagem do produto de fabricação;
- Alocar as ferramentas subcontratadas e/ou enviadas pelo cliente para a área de destino no *SIGMA*;
- Realizar o produto inerente ao projeto de industrialização de acordo com a documentação de trabalho aplicável;
- Registrar na Ficha de Avaliação de *FAI* todos os desvios encontrados durante a realização do processo, ou qualquer melhoria de processo que seja considerada necessária e que não se encontre reflectida na documentação de trabalho, em coordenação com a Engenharia e Qualidade de Aeroestruturas;
- Assegurar a disponibilidade de meios de suporte à atividade produtiva (bancadas de apoio, carros de transporte de matéria-prima, etc.);
- Assegurar a continuidade do projeto após transferência para a produção aquando da conclusão da industrialização.

4.7 Planeamento

É da responsabilidade do Planeamento:

- Avaliar a relação carga/capacidade por centro de trabalho para fabrico de peças e ferramentas;
- Correr *MRP* e analisar as sugestões após definição da estrutura do produto em *SIGMA*;
- Elaborar requisições de compra;
- Promover o lançamento e seguimento das fichas de fabricação e respetivas nomenclaturas, dando origem à ordem de fabrico;
- Planear e lançar em produção os produtos *FAI*, assim como o lançamento em simultâneo da Ficha de Avaliação.
- Informar semanalmente, ou de acordo com a periodicidade acordada com os intervenientes do processo *FAI*, o planeamento (*P/N*, departamento envolvido e data) previsto para a realização dos primeiros produtos à Produção, Engenharia Aeroestruturas e Qualidade Aeroestruturas.

4.8 Comercial

É da responsabilidade da área comercial:

- Verificar o registo de *PO* no SIGMA;
- Garantir a disponibilidade de documentação técnica;
- Negociar com o cliente os impactos de alterações na documentação técnica associada ao produto;
- Ser o ponto focal junto do cliente para questões comerciais (custos, vendas, etc.).

4.9 Finanças e Controlo

É da responsabilidade da área de Finanças e Controlo:

- Criar centro de resultados no *SIGMA* para registo de rendimentos e gastos;
- Abrir o projeto no *SIGMA*.

4.10 Jurídico

É da responsabilidade da área jurídica:

- Atribuir o número de contrato.

Capítulo 5

Monitorização

É através da constante monitorização do projeto que torna-se possível identificar a necessidade de tomar ações corretivas, sempre que o desenvolvimento do mesmo se desvie significativamente do modo como foi planeado.

Desta forma, o presente capítulo tem como objetivo descrever as metodologias seguidas no âmbito da monitorização do processo de industrialização.

5.1 Checklist de Industrialização

A *checklist* de industrialização é uma ferramenta de controlo composta por uma lista detalhada do conjunto das atividades a serem realizadas de forma a industrializar os produtos de fabricação aeronáutica. A cada tarefa encontra-se associado: a área responsável; os dados de entrada necessários; os resultados pretendidos; o meio através do qual a tarefa se processa; uma ONS, se aplicável; o estado da tarefa (realizada, não realizada ou não aplicável); a indicação se é uma atividade mandatária; as datas planeadas de início e fim; e em que ponto de controlo a tarefa se enquadra. A título de exemplo, ilustra-se na figura 5.1 uma secção da *checklist* de industrialização.

ID	TASK DESCRIPTION	MAIN AREA	PROGRESS	MANDATORY TASKS	PLAN START	PLAN END	PLAN DAYS
0	Alinhamento Pré-Kick Off (Pre Kick-Off Alignment)		80%		11/02/2017	13/03/2017	30
A	Kick-Off		57%		01/03/2017	07/03/2017	6
B	Gestão documentação técnica (Technical documentation management)		67%		09/03/2017	15/03/2017	6
C	Definição da estrutura do produto(Product structure definition)		60%		16/04/2017	07/05/2017	21
D	Definição de processos produtivos(Production processes definition)		91%		15/05/2017	16/09/2017	124
D.1	Certificação de materiais e processos especiais		88%		16/06/2017	16/09/2017	92
D.1.1	Engenharia de configuração, enviar lista c/ dimensões de PN's e normas de processos especiais aplicáveis para responsável de Processos Especiais.	Eng.	DONE	NO	16/06/2017	16/09/2017	92
D.1.2	Engenharia de configuração disponibilizar lista de materiais/normas de materiais para qualificação para Engenharia de Processos Especiais.	Eng.	DONE	NO			
D.1.3	Análise e resposta de requisitos de processo especiais dos PN's e dos processos produtivos relacionados c/ descrição das dimensões totais das peças.	Eng.	DONE	NO			
D.1.4	Identificar e preparar formações aos operadores de processos especiais	Rec. Hum.	DONE	YES			
D.1.5	Certificar/recertificar processos especiais	Eng.	DONE	YES			
D.1.6	Verificação e validação de número de ensaios de recepção aplicáveis a materiais ou peças.	Eng.	NOT DONE	NO			

Figura 5.1: Secção exemplificativa da Checklist de Industrialização.

Adicionalmente, é constituída por instrumentos que permitem acompanhar a evolução do *status* do

projeto de industrialização, como é o exemplo da figura 5.2.

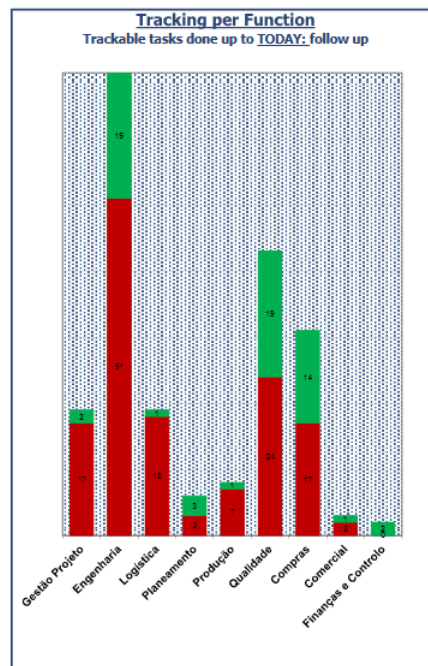


Figura 5.2: Monitorização do número de tarefas realizadas, e por realizar.

Todas as fases do processo de industrialização estão reflectidas na *checklist* pelo que a sua utilização deve ser contínua ao longo de todo o projeto.

5.2 Indicadores Chave de Desempenho

KPI's (Key Performance Indicators) são por definição indicadores chave de desempenho e visam refletir a eficiência e eficácia do projeto de industrialização no que diz respeito aos seus objetivos.

Através destes, torna-se possível descrever com maior exatidão e clareza o estado atual do projeto. Consequentemente, assistem na identificação de aspectos com uma criticidade mais elevada, permitindo alinhar esforços em torno destes.

Definem-se como *KPI's* padrão os abaixo indicados e por isso devem ser utilizados em todos os projetos de industrialização.

5.2.1 *KPI's* Padrão

Cumprimento do Plano de Industrialização

O presente indicador chave de desempenho visa refletir o cumprimento do plano de industrialização, sendo calculado mediante a razão entre o número de ações implementadas real e o número de ações implementadas planeado. É expresso em percentagem e tipicamente o valor que se pretende atingir é 100%.

Desvio RC Horas

Os custos *RC* Horas são relativos ao número de horas de fabricação, e/ou montagem, necessárias à obtenção de um produto. Dividem-se em horas-homem e horas-máquina. Com a definição do *KPI* Desvio *RC* Horas, figura 5.3 pretende-se avaliar o desvio existente entre o número de horas orçamentadas para a realização dos processos e o número de horas em que se incorre atualmente. Calcula-se tendo em conta a fórmula $[(RC \text{ horas previsto} - RC \text{ horas real}) / RC \text{ horas previsto}] \times 100$, sendo expresso em percentagem. A situação ideal é que o desvio assuma um valor igual ou inferior a 0%.

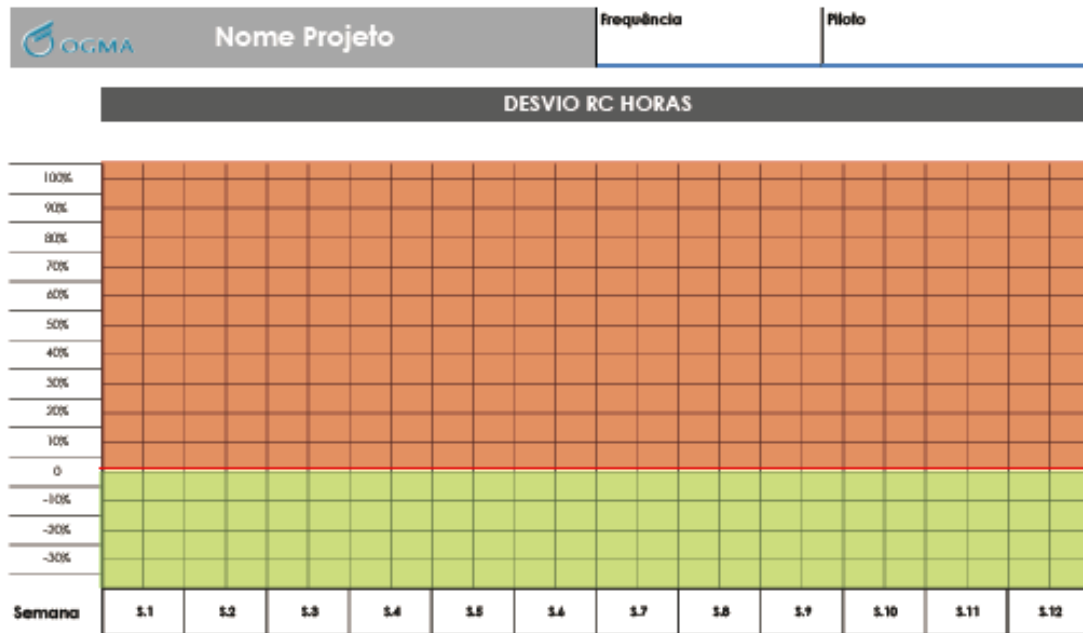


Figura 5.3: Desvio RC Horas.

Desvio RC Material

Os custos *RC* Material são relativos a matéria-prima, produtos consumíveis, quinquilharia, entre outros, sendo sempre expressos em valor monetário. À semelhança do *KPI* anterior estabelece-se também uma comparação entre os valores orçamentados e os valores incorridos. Calcula-se tendo em conta a fórmula $[(RC \text{ material previsto} - RC \text{ material real}) / RC \text{ material previsto}] \times 100$, sendo expresso em percentagem. O objetivo é que o desvio seja nulo ou negativo.

Desvio NRC

Os custos não recorrentes englobam os custos de preparação e desenvolvimento do projeto, sendo expressos em valor monetário ou em tempo de execução dos processos. O desvio *NRC* calcula-se através da fórmula $[(NRC \text{ previsto} - NRC \text{ real}) / NRC \text{ previsto}] \times 100$ e, mais uma vez, expressa-se em percentagem e pretende-se que assuma um valor igual ou inferior a 0%.

OTD de FAI

O indicador chave de desempenho *OTD de FAI* mede a quantidade de *FAI's* entregues no tempo acordado com o cliente. Consequentemente, contribui para determinar a eficiência com que se cumpre os prazos acordados. Calcula-se mediante a fórmula $(N^{\circ} \text{ de FAI entregues dentro de tempo} / N^{\circ} \text{ total de FAI entregues}) \times 100$ sendo expresso em percentagem. Idealmente, pretende-se que todos os *FAI's* sejam entregues nas datas planeadas e por conseguinte que este *KPI* assuma o valor 100%.

Aceitação de FAI

O *KPI* aceitação de *FAI* vem no seguimento do *KPI* anterior na medida em que não basta que os *FAI's* sejam entregues no tempo acordado com o cliente, sendo também necessário que sejam aceites. Desta forma, avalia-se o cumprimento dos requisitos aplicáveis no âmbito do *FAI*. Calcula-se através da fórmula $(N^{\circ} \text{ de FAI aceites à primeira vez} / N^{\circ} \text{ total de FAI entregues}) \times 100$ sendo expresso em percentagem. O objetivo é que todos os *FAI's* sejam aceites à primeira vez e por conseguinte que este *KPI* assuma o valor 100%.

5.2.2 KPI's Adicionais

A equipa operacional pode fazer uso de outros indicadores chave de desempenho, caso julgue necessário, como por exemplo, os abaixo indicados.

Buffer

O objetivo da utilização de um *buffer* passa pela diminuição do risco de não cumprir com o prazo de conclusão do projeto. Atinge-se este pressuposto mediante a adição de um dado número de dias entre a última atividade do projeto e o seu prazo de entrega. Assim, quaisquer atrasos no caminho crítico refletem-se num consumo do *buffer* não afetando diretamente o prazo de entrega. Tipicamente, pretende-se que o *buffer* seja de 30 dias, figura 5.4, sendo expectável que o seu consumo ocorra ao longo do projeto e não de uma forma abrupta.

Lead Time de RAC's

Os *RAC's*, Relatórios de Anomalias e Correções, derivam da deteção de não conformidades no produto durante o processo produtivo. Devem conter, quando aplicável: uma descrição detalhada do tipo de defeito; a fase do processo em que foi gerado; a zona afetada da peça e as dimensões em causa; fotos ou desenhos representativos de modo a melhor ilustrar a não conformidade. Mediante a análise do *RAC* existem três fins possíveis, ou a peça é usada como está, ou é retrabalhada ou é considerada sucata. Define-se o *KPI Lead Time de RAC's* de modo a refletir a eficácia do controlo de produto não conforme. O *KPI* expressa o número de dias desde a abertura do *RAC* até ao seu fecho e contabiliza o número de *RAC's* com um *lead time* igual ou superior a 3 dias.

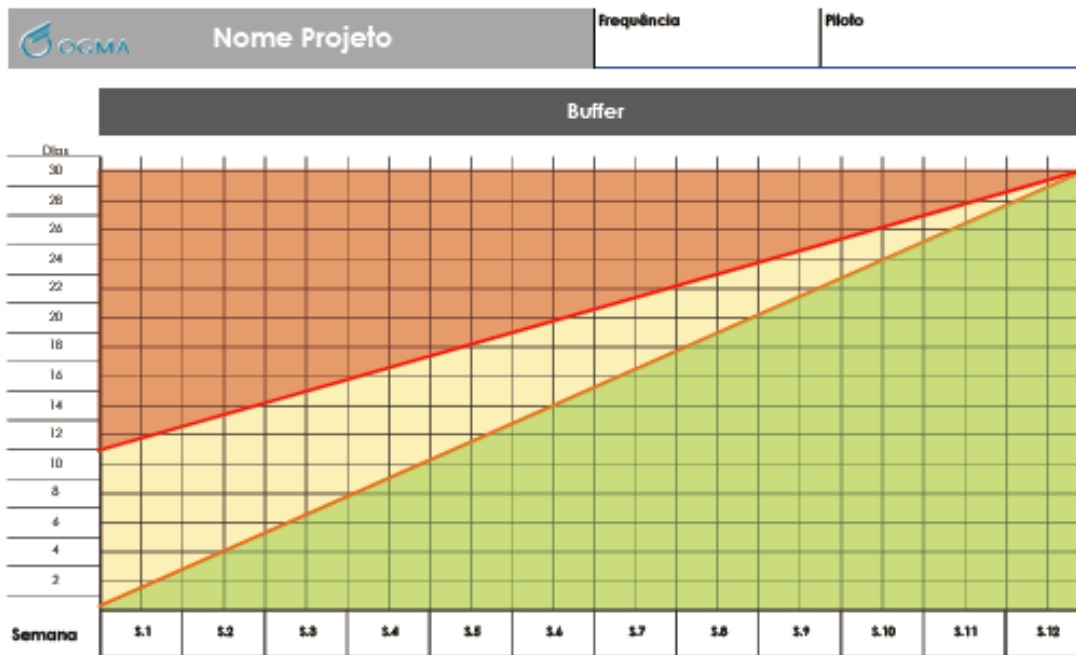


Figura 5.4: *Buffer*.

Sucata

Quando, por alguma razão, um produto do ciclo produtivo é rejeitado, considera-se que este originou sucata. Geralmente sucata é um desperdício de materiais, recursos e energia traduzindo-se assim no aumento do custo do produto e conseqüentemente na diminuição do lucro. O *KPI* sucata, expressa o número de artigos sucata durante o projeto. É expresso em unidades e quanto menor o seu valor melhor. De modo a auxiliar na definição de um objetivo concreto é possível analisar projetos passados que tenham características em comum com o projeto a decorrer e estabelecer um limite de sucata por analogia.

5.3 Auditorias e Pontos de Controlo

A utilização de pontos de controlo tem como objetivo fornecer uma visão/análise do estado do projeto de industrialização. Em cada ponto de controlo deverá tomar-se uma decisão “*Go – No Go*” com base nos riscos aplicáveis. Caso a percentagem de tarefas concluídas seja superior a 85% e não existam tarefas críticas em atraso, procede-se com o avanço do projeto. Caso a decisão seja de “*No Go*”, será necessário proceder-se a uma revalidação do projeto e definição de plano de ação / *task force* para garantir o cumprimento das tarefas em falta/atraso.

Existem quatro pontos de controlo, figura 5.5, *CP1*, *CP2*, *CP3* e *CP4*, e as atividades a completar até cada um dos pontos de controlo encontram-se descritas na *checklist* de industrialização. Os pontos de controlo são agendados mediante o cronograma do projeto, e os entregáveis críticos por *CP* encontram-se definidos no contrato de industrialização.

A ação de verificação por ponto de controlo é oficializada mediante a realização de auditorias inter-

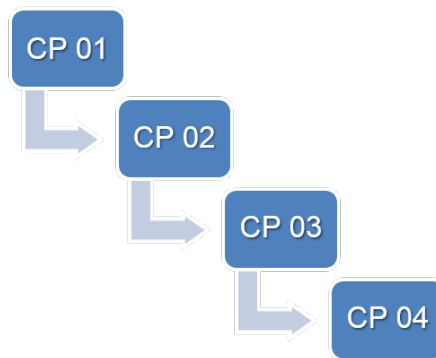


Figura 5.5: Pontos de controlo para auditorias ao processo de industrialização.

nas ao processo. No seguimento destas auditorias, avaliam-se os pontos fortes do projeto e os desvios existentes relativamente às atividades planeadas. Por último, após auditoria, define-se um plano de ação de forma a ajustar o estado do projeto ao cronograma planeado.

5.4 Gestão de Risco

Todas as atividade de uma organização envolvem riscos que devem ser geridos. O processo de gestão de risco auxilia na tomada de decisões por ter em conta a incerteza e a possibilidade de certos eventos ocorrerem bem como as repercussões destes nos objetivos acordados. O processo de gestão de risco inclui a implementação de métodos lógicos e sistemáticos de modo a [22]:

- comunicar e consultar ao longo de todo o processo - deve desenvolver-se um plano de comunicação de forma a que a visão de todas as partes interessadas seja tida em consideração; adicionalmente, todas as áreas envolvidas no processo de industrialização devem contribuir de modo a garantir que todas as atividades são englobadas;
- estabelecer o contexto para identificar, analisar, classificar e mitigar o risco - estabelecer o contexto externo envolve a familiarização com o ambiente (legal, económico e fatores competitivos) na qual a organização opera e com os valores do cliente; ao nível interno, deve-se ter em consideração a cultura, os valores e a política interna da organização;
- monitorizar e rever riscos - a monitorização tem por base a verificação de que as hipóteses assumidas relativamente aos riscos continuam válidas e que as diferentes técnicas utilizadas na gestão do risco estão a ser aplicadas de forma correta e de modo a que os resultados esperados sejam atingidos;
- reportar e registar os resultados - o registo é essencial para que de futuro esta informação possa ser consultada e auxiliar em novos projetos.

O processo de identificação, classificação e mitigação de riscos, do projeto de industrialização, inicia-se na fase de *Kick-off* sendo posteriormente seguido até à etapa de *handover* à produção de

forma a monitorizar a evolução do grau do risco e a eficácia das ações definidas para mitigar o risco. Não obstante, é possível identificar novos riscos no decorrer do projeto.

A metodologia de gestão de risco tem por base a utilização da matriz de risco, figura 5.6, e engloba essencialmente três fases [23]:

1. identificação do perigo - análise crítica ao processo de modo a identificar potenciais riscos;
2. classificação do risco - atribuição de uma classificação numérica ao risco;
3. mitigação do risco - implementação de medidas eficazes de modo a reduzir o risco para níveis aceitáveis.

Análise Risco		Produto		Dono		Data de Revisão		
Identificação e análise do risco				Monitorização das ações				
#	Descrição do risco	Classificação Inicial	Data ID	Ação	Quem	Data de Cumprimento	Estado de Cumprimento	Classificação Actual

Figura 5.6: Matriz de Risco [23].

5.4.1 Identificação do Perigo

Os perigos, de origem interna, ou externa, à organização, são identificados mediante o reconhecimento das suas características de modo a posteriormente se tornar possível determinar os riscos potenciais que podem afetar as várias dimensões do projeto. Nesta fase, relaciona-se o perigo com as potenciais consequências expressas em termos de [23]:

- finanças - redução de benefícios financeiros através de, por exemplo, penalidades, custo de materiais e custo de subcontratação;
- cliente - redução de satisfação do cliente devido a desvios relativos às especificações contratualizadas, traduzindo-se num impacto nas operações/marca do cliente;
- processo - impacto na qualidade, e/ou em prazo, no resultado dos processos operacionais em consequência de perturbações nas máquinas, ferramentas, infraestruturas, entre outras;
- pessoas - diminuição de eficácia nos procedimentos executados pelos operadores devido a, por exemplo, falta de treino, esforço elevado (horas extras), falta de motivação;
- segurança operacional - risco na segurança de produtos, equipamentos e pessoas.

5.4.2 Classificação do Risco

Um perigo pode apresentar mais do que uma consequência pelo que se deve ter em consideração as piores consequências identificadas. Quanto mais clara e precisa for a descrição das consequências mais facilmente se analisam e classificam os riscos.

O processo de análise de riscos realiza-se com vista à atribuição de uma classificação resultante da projeção da severidade e da probabilidade de ocorrência das suas consequências.

A probabilidade do risco avalia-se com base na frequência com que o pior cenário pode ocorrer, tendo em conta os controlos e meios de prevenção existentes. A tabela 5.1 traduz o nível a atribuir à probabilidade do risco [23].

Tabela 5.1: Classificação da probabilidade do risco

Probabilidade	Descrição	Nível
Frequente	É quase certo que vai ocorrer.	5
Ocasional	Ocorre de forma regular.	4
Remoto	Ocorreu anteriormente.	3
Improvável	Nunca ocorreu, porém é possível que possa ocorrer.	2
Extremamente Improvável	É quase certo que não vai acontecer.	1

A severidade avalia-se com base no impacto das potenciais consequências do perigo identificado, tendo em conta as várias dimensões do projeto. A tabela 5.2 traduz o nível a atribuir à severidade do risco [23].

Tabela 5.2: Severidade do risco

Severidade	Descrição	Nível
Catastrófico	Impacto catastrófico	A
Crítico	Impacto severo	B
Significativo	Impacto significativo	C
Pequeno	Impacto ligeiro	D
Insignificante	Impacto insignificante	E

Considera-se que um impacto é catastrófico quando, por exemplo: os benefícios financeiros são eliminados; o cliente renuncia o pacote de trabalhos; ocorrem desvios inaceitáveis na qualidade/prazo dos processos; origina repercussões nas competências, motivação ou capacidade das pessoas, superáveis apenas a longo prazo; resulta em equipamentos destruídos e/ou fatalidades.

Considera-se que um impacto é crítico quando, por exemplo: os benefícios financeiros sofrem uma redução elevada; provoca elevada insatisfação no cliente; ocorrem desvios extensos na qualidade/prazo dos processos; origina repercussões nas competências, motivação ou capacidade das pessoas, superáveis apenas a médio prazo; resulta em lesões graves.

Considera-se que um impacto é significativo quando, por exemplo: os benefícios financeiros sofrem uma redução significativa; provoca insatisfação no cliente; ocorrem desvios significativos na qualidade/prazo dos processos; origina repercussões nas competências, motivação ou capacidade das pessoas, superáveis a curto prazo com aplicação temporária de esforço adicional; resulta em lesões ligeiras.

Considera-se que um impacto é pequeno quando, por exemplo: os benefícios financeiros sofrem uma redução ligeira; não provoca insatisfação no cliente; ocorrem desvios comportáveis na qualidade/prazo dos processos; origina repercussões nas competências, motivação ou capacidade das pessoas, superáveis a curto prazo e de modo natural; resulta numa pequena redução da segurança.

Considera-se que um impacto é insignificante quando, por exemplo: os benefícios financeiros sofrem

uma redução insignificante; a satisfação do cliente não é afetada; a qualidade/prazo dos processos não é afetada; não afeta as competências, motivação ou capacidade das pessoas; a segurança não é afetada.

A classificação do risco expressa-se tendo em conta a tabela 5.3 [23].

Tabela 5.3: Matriz de classificação do risco

	Catastrófico A	Crítico B	Significativo C	Pequeno D	Insignificante E
Frequente 5	Elevado 5A	Elevado 5B	Elevado 5C	Moderado 5D	Moderado 5E
Ocasional 4	Elevado 4A	Elevado 4B	Moderado 4C	Moderado 4D	Moderado 4E
Remoto 3	Elevado 3A	Moderado 3B	Moderado 3C	Moderado 3D	Baixo 3E
Improvável 2	Moderado 2A	Moderado 2B	Moderado 2C	Baixo 2D	Baixo 2E
Extremamente Improvável 1	Baixo 1A	Baixo 1B	Baixo 1C	Baixo 1D	Baixo 1E

5.4.3 Mitigação do Risco

A avaliação do risco envolve comparar níveis de risco estimados com os critérios definidos de modo a determinar a importância do mesmo. A correta compreensão do risco permite efetivar a tomada de decisões relativamente a futuras ações. As decisões podem incluir:

- necessidade de mitigação;
- prioridades no plano de mitigação;
- atividades que devem ser realizadas;

Define-se um plano de mitigação consoante a classificação do risco e de acordo com os critérios de tolerância a seguir indicados [23]:

- região intolerável (risco elevado) - necessário envolver o nível superior da cadeia hierárquica na tomada de decisão; é essencial implementar medidas imediatas com vista à redução do grau do risco, a não ser que, o nível superior da cadeia hierárquica aceite o risco; em certas situações nomeia-se uma equipa de crise responsável pela gestão e mitigação do risco;
- região tolerável (risco moderado) - o gestor de projeto tem o poder de aceitar ou mitigar o risco, bem como, gerir a alocação de recursos; não obstante, a constante monitorização do risco é fundamental;
- região aceitável (risco baixo) - aceita-se o risco com base na sua monitorização, não sendo exigido qualquer ação ou decisão.

O controlo da evolução da matriz de risco realiza-se em reuniões *Obeya*, com uma periodicidade no máximo bimestral, podendo ser mais frequente se assim definido pelo gestor de projeto ou pela sua chefia hierárquica.

5.5 Obeya de Industrialização

O seguimento operacional é liderado pelo gestor de projeto, com a participação de toda a equipa operacional, realizado na sala *Obeya* do projeto, figura 5.7.

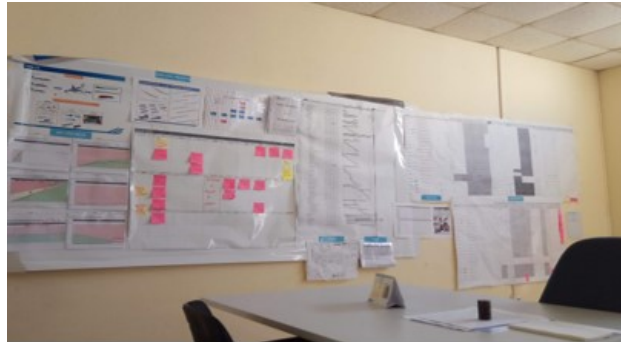


Figura 5.7: Exemplo de uma sala Obeya.

A sala *Obeya* contém toda a informação essencial necessária para controlar o progresso do projeto, nomeadamente, indicadores chave de desempenho, o cronograma e o plano de ação, figura 5.8.

OCMA Plano de Acções OES					
nº	Data	Problema	Acção	Piloto	Prazo

Figura 5.8: Plano de ação.

Previamente à reunião *Obeya*, o gestor de projeto deve atualizar os indicadores chaves de desempenho e, sempre que necessário, o estado dos entregáveis constituintes do *PPAP*. Durante a reunião, com base no plano de ação e no cronograma do projeto, analisa-se o estado de ações pendentes e definem-se ações corretivas, se necessário.

A figura 5.9, ilustra o *layout* que uma sala *Obeya* deve apresentar.



Figura 5.9: Layout da sala obeya.

Esta sala, sempre que possível, deve ser perto da zona produtiva de maior intervenção na industrialização

do produto em causa. A periodicidade das reuniões *Obeya* é definida consoante a fase do projeto e as necessidades existentes.

Capítulo 6

Entregáveis

No presente capítulo abordam-se os entregáveis do projeto por cada fase do processo de industrialização. Os entregáveis podem ser internos ou externos e satisfazem um determinado objetivo.

O processo de industrialização divide-se nas seguintes seis fases: *Kick-Off*; *CP 01*; *CP 02*; *CP 03*; *CP 04*; *EIS*. Para cada uma destas fases o conjunto total de entregáveis encontra-se definido ao longo deste capítulo.

6.1 *Kick-Off*

A fase de *Kick-off* abrange todas as atividades a realizar até ao marco - reunião de *kick-off*.

Como entregáveis desta fase menciona-se, a título de exemplo:

1. Orçamento validado (Custos *NRC's* e *RC's* orçamentados e validados com a equipa?);
2. Equipa nomeada (Responsáveis das áreas disponibilizam membros para integrar a equipa operacional, tendo em conta as especificidades do projeto?);
3. Projeto aberto no *SIGMA* (Centro de resultados aberto no *SIGMA*? Template para artigos *Make/Buy* criado? Programa em *SIGMA* criado?);
4. *PO* de cliente registada (*PO FAI* desbloqueada?);
5. Análise 'Fabricação ou Subcontratação' realizada aquando da revisão pós orçamento (Decisão de fabrico ou compra de componentes, nomeadamente, matéria-prima, produtos consumíveis, quinquilharias, peças elementares, subconjuntos e *P/N's* tomada?);
6. Cronograma de projeto efetuado (Cronograma de projeto realizado com todos os entregáveis e respetivos pontos de controlo e com o tempo de execução de todos os processos?);
7. Contrato interno de projeto elaborado (Contrato de industrialização elaborado e assinado por todos os responsáveis de área e pela direção?);
8. Reunião de *kick-off* realizada (Reunião de *kick-off* realizada e respetiva ata finalizada?).

6.1.1 Contrato de Industrialização

O contrato de industrialização é o contrato interno do projeto e deve ser assinado na reunião de *kick-off* pelos responsáveis das várias áreas que integram a equipa operacional do projeto de industrialização. Assim, fica acordado que os vários intervenientes asseguram a implementação das ações necessárias e suficientes para a realização do novo projeto de fabricação aeronáutica com as especificidades estabelecidas no contrato.

O contrato de industrialização divide-se em 6 secções e 8 anexos, dos quais se salienta os seguintes elementos.

Secção A - Informação Geral do Projeto

Na secção A deve constar informação geral do projeto, nomeadamente:

- Nome do projeto;
- Tipo de projeto (se é um novo produto de fabricação ou se é uma modificação que exigiu 500 ou mais horas de engenharia);
- Cliente;
- Data de *kick-off*;
- Data da primeira entrega;
- Imagens do produto;
- Assinaturas (das seguintes entidades, quando aplicável: Gestor de Projeto; Responsável pela Gestão de Projetos de Industrialização; Responsável pela Engenharia; Responsável pela Qualidade; Responsável pelas Montagens; Responsável pela Maquinação e Chaparia; Responsável pelos Compósitos; Responsável pelo Aprovisionamento; Responsável pelo Planeamento da Produção; Responsável pelas Compras/Subcontratação; Responsável pela Engenharia Logística; Responsável pelo Comercial; Responsável pela Segurança e Ambiente; Direção; Vice-Presidência).

Secção B - Enunciado do Projeto

Na secção B, deve constar o enunciado do projeto, nomeadamente:

- Descrição do âmbito do projeto;
- Identificação de toda a equipa operacional (o nome, a função, os contactos, e-mail e telefone, a área a que pertence, o responsável);
- Previsão de entregas;
- Principais riscos (de acordo com os riscos identificados na matriz de risco);
- *KPI's* (identificação do indicador, as unidades, o objetivo, indicação do modo de seguimento, sendo que, tipicamente ocorre na *Obeya* de Industrialização).

Secção C - Revisão Técnica

Na secção C deve realizar-se uma revisão técnica ao nível de:

- Resumo técnico (nº de *P/N*'s a industrializar; tecnologias de fabrico - maquinaria, chaparia, compósitos; tipos de materiais; tipos de peças; fases de montagem; processo especiais; componentes de hidráulica e/ou cablagens; quantidade de gamas; quantidade de fichas técnicas; formações previstas);
- Desenhos dos *P/N*'s a industrializar;
- Materiais (identificação do material; *P/N* associado; quantidade por entrega; unidade de medida; preço por unidade de medida; quantidade mínima de encomenda);
- Ferramentas e estaleiros (indicação se se trata de: estaleiros de posicionamento; ferramenta/estaleiro transferido de cliente; projeto de ferramentas/estaleiro interno; projeto de ferramentas/estaleiro externo; fabrico de ferramentas/estaleiro interno; fabrico de ferramentas/estaleiro externo);
- Fluxo de processo (indicação se a operação é realizada internamente ou subcontratada; ID fluxo; descrição da operação; *P/N*'s submetidos à operação em questão);
- Lista de fornecedores (identificação do fornecedor; estado; tecnologia; instalações - sítio; nº de pedidos por ano; data de aprovação do fornecedor; data da primeira *PO*; data do primeiro *FAI*).

Secção D - Revisão Orçamental

Na secção D deve realizar-se uma revisão orçamental que se divide em custos recorrentes e custos não recorrentes.

Os custos recorrentes, figura 6.1, dividem-se em custos de materiais, custos de processos internos e custos de subcontratação. Os custos dos processos internos expressam-se em horas-homem ou horas-máquina e com recurso à taxa de cada centro de trabalho convertem-se em valor monetário.

Ano	Custo Material (€)	Processos Internos												Custo Subcontr. (€)	Custo Total (€)
		Metálicos				Compósitos				Montagens					
		Máquina (h)	Taxa	Homem (h)	Taxa	Máquina (h)	Taxa	Homem (h)	Taxa	Máquina (h)	Taxa	Homem (h)	Taxa		
1														0	0
2														0	0
3														0	0
4														0	0
5														0	0
6														0	0
7														0	0
8														0	0
9														0	0
10														0	0

Figura 6.1: Custos recorrentes previstos.

É expectável que os custos de processos internos diminuam com o aumento do número de produtos realizados, uma vez que existe um fator de aprendizagem associado a cada operação. Como exemplo,

atendendo à equação 6.1 (Wright 1936) considere-se que o tempo orçamentado de realização de uma dada operação é 5h (T_1) e que existe um fator de aprendizagem de 0.93 (r), assim prevê-se que o tempo de realização do centésimo produto seja de 3.09h (T_{100}), o que pode ser traduzido pela curva de aprendizagem da figura 6.2.

$$T_n = T_1 \times n^{\frac{\log r}{\log 2}} \quad (6.1)$$

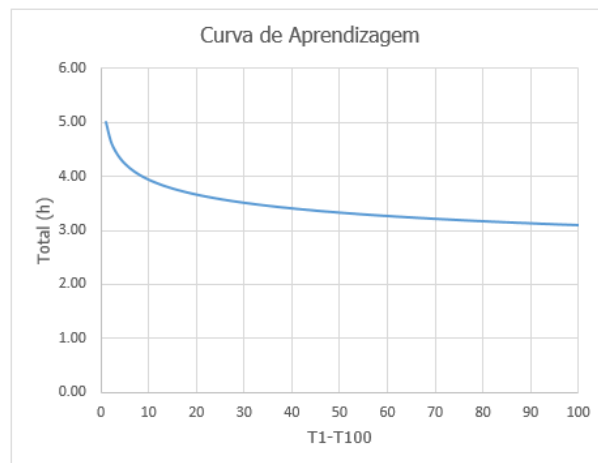


Figura 6.2: Curva de aprendizagem.

Os custos não recorrentes dividem-se em:

- Engenharia - projeto, desenho e planificações/ programação/ processos e documentação;
- Fabricação - fabrico de ferramentas/ manutenção de ferramentas/ instalação de ferramentas/ calibração de ferramentas;
- Logística - custo material e ferramenta;
- Qualidade - aprovação de ferramentas;
- Engenharia (Produção + Qualidade + Processos Especiais) - FAI/ certificação e qualificação de processos e materiais;
- Outros custos - subcontratados/ deslocações/ formações/ investimentos (aquisição de bens de capital).

Secção E - Gantt do Projeto

Na secção E pretende-se que seja anexado um diagrama de Gantt do projeto, a um nível macro, com a indicação das datas de início e fim, e respetiva duração, das atividades principais do projeto de industrialização. Adicionalmente, o caminho crítico deve estar contemplado no Gantt assim como a dependência entre as várias atividades.

Secção F - Plano de Auditorias Internas ao Processo de Industrialização

A auditoria interna ao processo de industrialização é um processo sistemático, independente e documentado, tendo como objetivo a obtenção de evidências do progresso do processo de industrialização e avaliar o mesmo de forma imparcial para determinar o cumprimento das políticas, procedimentos ou requisitos utilizados como referência (critérios de auditoria).

Salientam-se os seguintes benefícios provenientes da realização de auditorias:

- avaliação da conformidade dos procedimentos aplicados;
- monitorização do desempenho do projeto;
- identificação de ações que possibilitam a melhoria contínua.

O objetivo da secção F passa pela identificação de um, ou mais, responsáveis pela realização das auditorias internas ao processo de industrialização que se comprometem a implementar as auditorias em datas inicialmente previstas. Com recurso à figura 6.3, o plano de auditorias internas ao processo de industrialização fica definido na reunião de *kick-off*, mediante a assinatura do contrato de industrialização.

	Descrição do CP	Responsável	Data Prevista	Assinatura
CP 1	Revisão de Estrutura de Produto			
CP 2	Revisão para Meios Produtivos			
CP 3	Revisão de Início de Manufatura/Montagem			
CP 4	Revisão de Manufatura FAI			
EIS	Entry into Service			

Figura 6.3: Plano de auditorias internas ao processo de industrialização.

Anexo 1 - Entregáveis e Pontos de Controlo

O Anexo 1 contempla o conjunto de entregáveis do projeto de industrialização e os respetivos pontos de controlo e responsáveis. O conjunto de entregáveis encontra-se listado ao longo do presente capítulo.

Anexo 2 - Configuração

O Anexo 2 ilustra a configuração do produto a fabricar, sendo que para cada *part-number* de fabrico associa os seguintes elementos: descrição; quantidade; desenho/índice; índice na *part-list*; índice do modelo 3D; código de cliente; tipo e número das fichas técnicas.

Anexo 3 - Lista de Gamas

O Anexo 3 lista as gamas operatórias desenvolvidas para a manufatura do produto, sendo que identifica: a referência das gamas; o nível de cada gama na estrutura; e a descrição das gamas.

Anexo 4 - Lista de Ferramentas/Estaleiros

O Anexo 4 lista as ferramentas e estaleiros necessários à industrialização do produto, sendo que para cada ferramenta/estaleiro associa: uma descrição; os *part-numbers* produzidos pela ferramenta em questão; o registo de *EMP* (processo de calibração) para todas as ferramentas/estaleiros que asseguram o dimensionamento do produto; o tipo; e a quantidade.

Anexo 5 - Projeto de Ferramentas

O Anexo 5 tem como objetivo documentar o projeto de ferramentas no seu estado inicial com indicação do *part-number*, as dimensões máximas, o preço e modelos 3D.

Anexo 6 - Revisão de Planeamento de Produção

O Anexo 6 tem como objetivo avaliar e documentar o tempo padrão de produção de cada *part-number* (inclui tempos de espera, movimentação, *set up*, entre outros e tem apenas em conta dias produtivos) e a cadência máxima anual que deve ser confrontada com a previsão de entregas de modo a identificar constrangimentos internos do projeto.

Anexo 7 - Projeto Logístico

O Anexo 7 ilustra o projeto logístico inerente ao processo de industrialização e contempla três categorias:

- Logística interna - identificação de especificidades de movimentação/manuseamento interno de peças;
- Logística de subcontratação - identificação de embalagens e tipos de transporte necessários para fases de subcontratação;
- Logística de expedição - identificação de caixa e transporte otimizado para envio ao cliente;

Anexo 8 - SIGMA Overview

O Anexo 8 deve ser preenchido com evidências do sistema *SIGMA* que comprovam que a informação carregada está em conformidade com as especificidades do projeto ao nível de: previsões, ordens de compra e tempos de espera de compras de materiais.

6.2 CP 01 - Revisão de Estrutura de Produto

O primeiro ponto de controlo está diretamente relacionado com a estrutura de produto. Durante esta fase, todas as atividades de gestão de documentação técnica, definição de estrutura do produto e prospeção de fornecedores devem ser concluídas. Adicionalmente inicia-se o projeto de fabrico interno e/ou externo de ferramentas e/ou estaleiros.

Como entregáveis desta fase menciona-se, a título de exemplo:

1. Documentação de cliente recebida (Foi exportada e analisada toda a documentação de cliente, nomeadamente, modelos 2D, 3D, *Part-lists* e normas, relativa ao produto e ao processo?);
2. Artigos criados (Gamas fictícias simulando a estrutura do produto em *SIGMA*, protótipos de produção, realizada? Artigos de compra registados em *SIGMA*?);
3. Especificações técnicas de engenharia realizadas (*ETS's*, com as condições de fabrico definidas, para fornecedores de *P/N's* ou ferramentas/estaleiros criadas?);
4. Prospeção de mercado efetuada (Cotações de preços e tempos de execução para todos os processos subcontratados, e/ou componentes, obtidos?);
5. Projeto de ferramentas e/ou estaleiros efetuado (Aprovação de todas as fases do projeto de ferramentas/estaleiros? Projeto concluídos?).

6.3 CP 02 - Revisão para Meios Produtivos

O segundo ponto de controlo prende-se com a definição dos meios produtivos. Durante esta fase criam-se gamas/*BoM's* para o fabrico interno de ferramentas e estaleiros, ou caso o fabrico destes seja subcontratado, elabora-se a requisição de compra com posterior emissão de *PO*. Em paralelo, conclui-se todas as atividades de seleção e certificação de fornecedores. A nível da gestão logística define-se a logística externa de compra e subcontratação.

Como entregáveis desta fase menciona-se, a título de exemplo:

1. Lote económico/ transportes e rotas externas definidos (Quantidade de envio/receção otimizada, assim como, modelos de transporte e fluxo de rotas de envio/recolha definidos para todos os artigos de compra e/ou subcontratação?);
2. Ordens de fabrico de ferramentas e estaleiros lançadas (*OF's* lançadas para todas as ferramentas/estaleiros de fabrico interno?);
3. Ordens de compra de ferramentas e estaleiros emitidas (*PO's* lançadas para todas as ferramentas/estaleiros de fabrico externo?);
4. *PO's* de artigos de compra emitidas (Ordens de compra lançadas para matérias-primas, produtos consumíveis, quinquilharias, peças elementares, subconjuntos e *P/N's*?).

6.4 CP 03 – Revisão de Início de Manufatura/ Montagem

O terceiro ponto de controlo tem como principal objetivo garantir que todos os meios estão disponíveis para se dar início à manufatura ou montagem. Durante esta fase, realiza-se o seguimento de produto *FAI* nos fornecedores e a sua posterior aprovação. Conclui-se as atividades que resultam na obtenção

de ferramentas e estaleiros. Adicionalmente, definem-se os processos de fabrico e/ou montagem e sua posterior certificação. A nível da gestão logística definem-se as condições de manuseamento, armazenamento e transporte interno.

Como entregáveis desta fase menciona-se, a título de exemplo:

1. Certificação de processos especiais realizada (Todos os processos especiais encontram-se certificados? Adicionalmente, certificações necessárias relativas ao meio ambiente e/ou saúde válidas?);
2. Documentação de manufatura elaborada (Documentos técnicos de fabrico/montagem elaborados e validados?);
3. Gamas operatórias aprovadas (Gamas operatórias assim como atividades de processo, nomeadamente, programação *CNC*, *nesting* e *PFMEA*, realizadas e aprovadas?);
4. Ferramentas disponíveis na produção (Ferramentas disponíveis com chapa de identificação e plano de manutenção estabelecido?);
5. Matéria-prima disponível (Matéria-prima disponível e otimizada para início de produção?);
6. *FAI's* fornecedores aprovados (No caso do processo produtivo incluir *P/N's* subcontratados, os *FAI's* estão aprovados?);
7. Operadores formados/certificados (Os operadores tem a formação exigida para a correta realização das operações necessárias? As certificações são válidas?);
8. Abastecimento bordo de linha definido (Rotas internas assim como modelos de transporte e condições de manuseamento definidas?);
9. Segurança de cada posto de trabalho avaliada (Segurança avaliada e assegurada? Os operadores possuem os equipamentos de proteção individual necessários?);
10. Ordens de fabrico lançadas (*OF's* lançadas para se dar início à produção?).

6.5 CP 04 – Revisão de Manufatura *FAI*

O quarto ponto de controlo está diretamente relacionado com a manufatura do produto *FAI*. Durante esta fase, realiza-se a produção do produto *FAI* e a sua posterior qualificação em termos de relatório *FAI (FAIR)* e entregáveis de *PPAP*. Adicionalmente, definem-se: os meios necessários para efetuar a expedição do produto e as atividades de seguimento de fornecedores em fase série.

Como entregáveis desta fase menciona-se, a título de exemplo:

1. Manufatura/ montagem *FAI* realizada (Manufatura/montagem do primeiro produto finalizada?);
2. *FAIR's* aprovados (Relatórios de inspeção do primeiro artigo elaborados? *FAIR's* aprovados pelo cliente?);

3. Entregáveis *PPAP* aprovados (Entregáveis *PPAP* elaborados? O cliente declarou a conformidade de toda a documentação *PPAP*?);
4. Expedição de produto acabado realizada (Condições de manuseamento, acondicionamento e transporte definidas? Certificado de conformidade elaborado? Produto expedido para o cliente?).

6.6 *Handover* para Produção

Esta fase tem como objetivo validar o processo de industrialização e abrange as atividades de *handover* à produção e seguimento de fornecedores em fase série.

De realçar que as atividades de gestão de configuração integram-se nesta fase assim como nas quatro fases anteriores.

Como entregáveis desta fase menciona-se, a título de exemplo:

1. Melhorias *FAI/ PPAP* implementadas (Melhorias ao nível de redução de tempos de execução, redução de custos e de otimização do processo implementadas?);
2. Desvio *RC* Horas avaliado (O desvio dos custos recorrentes em horas, por peça, é inferior a 5% em relação ao valor orçamentado?);
3. Desvio *RC* Materiais avaliado (O desvio dos custos recorrentes relativos a materiais e subcontratação é inferior a 5% em relação ao valor orçamentado?);
4. Desvio *OTD* avaliado (Atingiu-se um valor de *FAI's* entregues nos prazos estabelecidos igual ou superior a 95%?);
5. Sucata aferida (Quantidade de sucata aferida?);
6. Registo de lições aprendidas realizado (Lições aprendidas registadas no portal e enviadas ao cliente, quando aplicável?);
7. Dossier de *Handover* elaborado (Dossier de *handover* elaborado e entregue ao responsável da produção?).

6.6.1 Lições Aprendidas

O objetivo da presente secção é definir uma abordagem estruturada para o registo de lições aprendidas dos projetos de industrialização.

A noção de lições aprendidas insere-se no âmbito da qualidade e de melhoria contínua. Através da identificação e registo do conhecimento adquirido de experiências passadas, os projetos atuais, e futuros, podem beneficiar de várias formas, nomeadamente, evitando a repetição de situações indesejáveis mediante a disseminação de boas práticas.

As lições aprendidas consistem no processo de recolha, documentação e análise de pontos de vista sobre eventos que ocorreram durante uma dada industrialização, correspondendo, essencialmente, à aprendizagem adquirida.

O gestor de projeto deve registar as lições aprendidas ao longo do projeto de industrialização, bem como, promover o registo por parte da equipa operacional.

Alguns dos benefícios do registo de lições aprendidas são os seguintes:

- aprender a partir das próprias experiências;
- documentar práticas bem sucedidas;
- evitar que erros em tarefas comuns a diversos projetos se propaguem aos vários projetos;
- melhorar processos de tomada de decisões;
- alertar as pessoas para a necessidade de melhoria contínua;
- gerar o envolvimento da organização para a identificação de melhorias.

De modo a identificar as lições aprendidas é necessário que cada elemento da equipa operacional contribua com o seu conhecimento e experiência, tendo como ponto de partida os seguintes aspetos:

- acontecimentos importantes durante o projeto;
- cumprimento de prazos e objetivos planeados;
- pontos de sucesso e respetivas causas, tanto de uma perspetiva interna (de negócio) bem como externa (de cliente);
- pontos de insucesso e respetivas consequências, tanto de uma perspetiva interna (de negócio) bem como externa (de cliente);
- imprevistos positivos e/ou negativos.

Desenvolveu-se, em colaboração com o departamento de informática, um repositório de lições aprendidas dos projetos de industrialização, figura 6.4.

Repositório de Lessons Learned											
Projecto	Fase do Projecto	Gestor do Projecto	Nº Projecto SIGMA	Cliente	Área de Origem	Tecnologia	Descrição da situação (problema/sucesso)	Causa raiz	Ações Corretivas/ Preventivas	Impacto	
		▼									Filtrar

Figura 6.4: Repositório de Lições aprendidas.

O repositório de lições aprendidas é constituído pelos seguintes campos:

- Projeto - designação do projeto a que a lição aprendida se encontra associada;
- Fase do Projeto - fase do projeto de industrialização em que ocorreu a lição aprendida (Alinhamento Pré *Kick-off*; *Kick-off*; Gestão de Documentação Técnica; Definição da Estrutura do Produto; Definição de Processos Produtivos; Gestão da Cadeia de Fornecimento; Gestão Logística; Gestão de Configuração; Manufatura e Qualificação de Processo/Produto; *Handover* à Produção);
- Gestor do Projeto - identificação do gestor do projeto de industrialização;

- Nº Projeto *SIGMA* - número de referência do projeto no *SIGMA*;
- Cliente - entidade que contratou o projeto de industrialização;
- Área de Origem - identificação da área de origem da lição aprendida em consonância com o organograma da OGMA (exemplo: FAE - Fabricação de Aeroestruturas Engenharia; QALA - Qualidade de Aeroestruturas; COA - Comercial Aeroestruturas);
- Tecnologia - indicação da tecnologia (exemplo de tecnologias de fabrico: maquinação, chaparia e compósitos);
- Descrição da Situação (O que ocorreu?) - descrição dos eventos (problemas ou sucessos) que levaram à lição aprendida. A descrição deve ser concisa e o mais clara possível;
- Causa Raiz (Porquê que ocorreu?) - identificação da causa, ou causas, que originou a situação em questão;
- Ações Corretivas/Preventivas (Como se resolveu? Como evitar ou reforçar, no futuro?) - indicação de ações corretivas implementadas para eliminar a causa raiz; indicação de ações a realizar em futuros projetos de forma a prevenir um dado problema ou a reforçar um determinado sucesso;
- Impacto (Que consequências teve?) - descrição dos efeitos da situação no projeto;

O repositório tem como finalidade agregar as lições aprendidas de todos os projetos de industrialização e apresenta as seguintes vantagens:

- registo diretamente no portal da OGMA ou através de carregamento de ficheiro excel - ao invés de registar uma lição aprendida de cada vez no portal, é possível registar as lições aprendidas ao longo do projeto num ficheiro excel e, quando necessário, carregar o conjunto das lições aprendidas;
- pesquisa por intermédio de filtros - de modo a facilitar a procura das lições aprendidas pretendidas é possível filtrar a informação por intermédio de cada um dos campos do registo;
- partilha com todas as áreas - com a implementação do repositório no portal da OGMA, as várias áreas intervenientes nos projetos de industrialização têm acesso a todas as lições aprendidas;
- exporte das lições aprendidas pretendidas para ficheiro excel, figura 6.5 - geralmente, os clientes solicitam o registo das lições aprendidas, sendo que, basta filtrar as lições aprendidas por projeto e exportar para um ficheiro excel gerado automaticamente pronto a ser enviado ao cliente.

OGMA		OGMA - LESSONS LEARNED								
Projecto	Fase do Projecto	Gestor do Projecto	Nº Projecto SIGMA	Cliente	Área de Origem	Tecnologia	Descrição da situação (problema/sucesso)	Causa raiz	Ações Corretivas/ Preventivas	Impacto

Figura 6.5: Ficheiro excel de *output* das lições aprendidas.

Capítulo 7

PPAP

O *PPAP*, Processo de Aprovação de Peças de Produção, é um processo derivado do *APQP*, Planeamento Avançado da Qualidade do Produto, desenvolvido no fim dos anos 80 pelas três maiores indústrias automóveis, a Ford, a General Motors e a Chrysler. O *PPAP* é uma ferramenta de extrema importância que permite transmitir confiança no processo produtivo. Apesar do *PPAP* ser algo comum na indústria automóvel, só agora é que as várias companhias da indústria aeronáutica estão a dar os primeiros passos no sentido de definirem os seus próprios requisitos.

O *APQP* é uma abordagem ao desenvolvimento de produtos com base na qualidade, através de um planeamento faseado onde entregáveis específicos são definidos e monitorizados, enquanto riscos são identificados e mitigados. Este processo tem 5 fases, figura 7.1 [24]:

1. Planeamento - o objetivo desta fase passa pela definição do conceito do produto com base nas suas expectáveis funcionalidades, adicionalmente, estabelecem-se objetivos de qualidade;
2. *Design* e Desenvolvimento do Produto - o objetivo desta fase é traduzir todos os requisitos (técnicos, orçamentais e de qualidade) em especificações do produto; esta fase termina quando os modelos 3D, desenhos técnicos ou outras informações que definem o produto estejam concluídos;
3. *Design* e Desenvolvimento do Processo - o objetivo desta fase passa por desenvolver os processos produtivos necessários para fabricar o produto de forma consistente e de modo a cumprir todos os requisitos aplicáveis;
4. Validação do Produto e do Processo - o objetivo desta fase é validar o produto confrontando-o com os requisitos impostos e demonstrar que o processo produtivo tem a capacidade de produzir o produto de forma consistente à taxa exigida pelo cliente; esta fase termina com a aprovação da documentação *PPAP* e do produto *FAI*;
5. Produção Série - o objetivo desta fase é assegurar que os requisitos do cliente são continuamente satisfeitos através do controlo do processo, de lições aprendidas e adoção de uma perspetiva de melhoria contínua; é uma fase contínua que se estende ao longo da vida do produto.

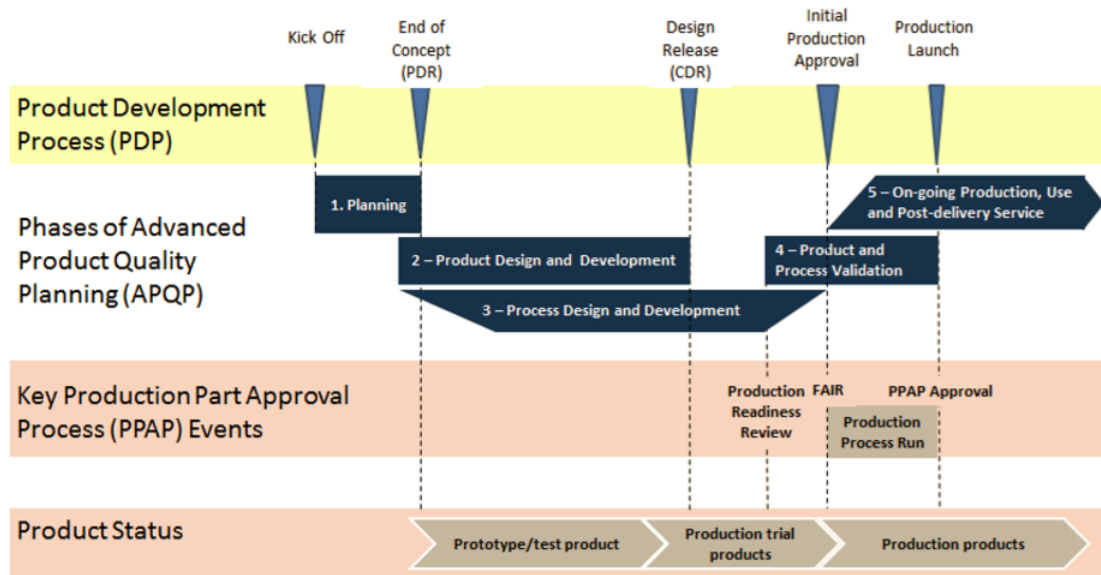


Figura 7.1: Relação entre as diferentes fases do APQP e o processo de desenvolvimento do produto [24].

O PPAP é um *output* do processo APQP que pretende evidenciar que o processo produtivo demonstra potencial para produzir produtos de forma consistente, satisfazendo todos os requisitos do cliente, à taxa de produção imposta.

7.1 Entregáveis fundamentais - norma AS9145

O normativo AS9145 da SAE [24] estabelece os requisitos fundamentais para a elaboração de um PPAP. Com o estabelecimento de requisitos comuns ao longo de toda a cadeia de fornecimento, é expectável a eliminação ou redução de requisitos únicos numa dada organização. Este normativo identifica os seguintes onze entregáveis que devem constar obrigatoriamente no PPAP do projeto:

1. Registos do desenvolvimento do produto;
2. DFMEA (Análise de Modos de Falha e seus Efeitos aplicado ao Produto);
3. Fluxograma do processo;
4. PFMEA (Análise de Modos de Falha e seus Efeitos aplicado ao Processo);
5. Plano de controlo;
6. Análise dos sistemas de medição;
7. Estudos de capacidade do processo;
8. Plano logístico;
9. FAIR (Relatório de Inspeção do Primeiro Artigo);

10. Requisitos *PPAP* de cliente;

11. Formulário de aprovação *PPAP*.

Uma vez que a área de Fabricação de Aeroestruturas da OGMA não realiza a fase de concepção de produtos, sendo apenas subcontratada para a industrialização do fabrico, os registos do desenvolvimento do produto (modelos 3D, desenhos técnicos ou outras informações que definem o produto) não integram o *PPAP* OGMA. Devido à importância que o *DFMEA* apresenta no processo de desenvolvimento do plano de controlo, o *DFMEA* integra o *PPAP* OGMA sendo da responsabilidade do cliente.

7.1.1 *DFMEA* e *PFMEA*

O *FMEA* é uma técnica proativa de análise, com o objetivo de auxiliar na identificação de todos os possíveis modos de falha do sistema de forma a eliminar, ou reduzir, os seus riscos, mediante a definição de várias ações específicas.

Existem três casos distintos onde existe a necessidade de realizar um *FMEA* [25].

- Caso 1 – Novos designs, tecnologias ou processos. O *FMEA* deve focar-se na totalidade do design, tecnologia ou processo.
- Caso 2 – Modificações de design ou processo existente. O *FMEA* deve focar-se na modificação do design, ou processo, e nas possíveis interações, ou alterações de desempenho, devido à modificação. Modificações inclui a adição ou remoção de componentes ou operações de processo.
- Caso 3 – Uso de designs ou processos existentes em ambientes, localizações ou aplicações diferentes. O *FMEA* deve focar-se no impacto do novo ambiente, localização ou aplicação no design ou processo existente.

Existem vários tipos de *FMEA*, porém, o modo como se realiza a análise é transversal, sendo que a principal diferença é o objetivo da análise. Apenas se considera o *DFMEA* (*FMEA* de design) e o *PFMEA* (*FMEA* de processo) por serem as análises tipicamente aplicáveis no processo de industrialização.

- *FMEA* de design – são consideradas as falhas que podem ocorrer ao nível do produto dentro das especificações do projeto. Deve-se ter em consideração as interações que o produto tem com outros componentes e o papel que representa na arquitetura do sistema.
- *FMEA* de processo – são consideradas as falhas que podem ocorrer ao nível do planeamento e execução do processo. Deve-se ter em consideração as várias fontes que podem gerar falhas no processo, nomeadamente, o operador, o método, o material, a ferramenta, o ambiente, entre outros.

O *PFMEA* visa apenas o risco associado ao processo e assume que o produto cumprirá os requisitos exigidos. O *DFMEA* tem como propósito unicamente o risco associado ao design e assume que o processo tem capacidade para produzir o produto de acordo com as especificações.

Quanto mais cedo se inicia o *FMEA*, maior é a probabilidade de se otimizar o sistema em estudo e alocar recursos de forma mais eficiente em termos de custo e tempo. Apesar de ser uma tarefa complexa e demorada, permite prevenir crises numa fase mais avançada do projeto que, no limite, impossibilitam a continuidade do projeto. Este deve ser um documento "vivo" que reflete as últimas ações relativas ao produto ou processo.

Apesar de ser da responsabilidade de uma única pessoa, o *FMEA* deve ser sempre uma atividade desenvolvida por uma equipa multidisciplinar onde estejam representadas as diferentes áreas intervenientes no design ou processo.

Previamente à realização de um *FMEA*, a equipa deve rever alguns documentos de forma a recolher informações necessárias à análise, como é o caso de requisitos de engenharia, lições aprendidas, desenhos, *FMEAs* semelhantes, entre outros.

A análise de risco deve seguir a estrutura padrão, figura 7.2 e figura 7.3, disponibilizada na norma SAE-J1739 [25]. Observando ambos os templates, verifica-se que apenas o cabeçalho difere, sendo que a estrutura da análise é exatamente a mesma. É possível mover e adicionar colunas, mas a identificação deve permanecer inalterada de forma a manter a lógica da análise.

PROCESS FAILURE MODES AND EFFECTS ANALYSIS (PFMEA)																		
Item: _____ Model Year / Program(s): _____ PFMEA Owner (Process Resp.): _____ Core Team / Facilitator: _____ Support Team: _____										PFMEA Number: _____ Revision Date: _____ Key Date: _____ Original Completion Date: _____								
Process Step / Function / Requirement	Potential Failure Mode	Potential Effect(s) of Failure	S M S V Classification	Potential Cause(s) of Failure	O C C	Current Process Controls Prevention	Current Process Controls Detection	D E T	R P N	Recommended Action	Responsibility & Target Completion Date	Action Results						
												Actions Taken & Effective Date	S E V	O C C	D E T	R P N		

Figura 7.2: Template de PFMEA [25].

DESIGN FAILURE MODES AND EFFECTS ANALYSIS (DFMEA)																		
System / Subsystem / Component Name: _____ Model Year / Program(s): _____ DFMEA Owner (Design Resp.): _____ Core Team / Facilitator: _____ Support Team: _____										DFMEA Number: _____ Revision Date: _____ Key Date: _____ Original Completion Date: _____								
Item / Function / Requirement	Potential Failure Mode	Potential Effect(s) of Failure	S M S V Classification	Potential Cause(s) of Failure	O C C	Current Design Controls Prevention	Current Design Controls Detection	D E T	R P N	Recommended Action	Responsibility & Target Completion Date	Action Results						
												Actions Taken & Effective Date	S E V	O C C	D E T	R P N		

Figura 7.3: Template de DFMEA [25].

A metodologia de elaboração de um *FMEA* envolve, essencialmente, os seguintes 7 passos [26]:

1. determinar funções - lista-se de forma exaustiva todas as funções do design, ou processo; de modo auxiliar descreve-se também os requisitos das funções;
2. determinar modos de falha - descreve-se de uma forma concisa como uma peça, sistema, ou processo, podem eventualmente (não necessariamente) falhar no desempenho das suas funções; tipicamente, os modos de falha agrupam-se em quatro classes, nomeadamente, ausência de função, função parcial, função intermitente e função não intencional;

3. determinar as causas dos modos de falha - investiga-se a razão fundamental que dá origem ao modo de falha; geralmente, existe mais do que uma causa potencial para o modo de falha; a descrição da causa deve ser concisa e em termos das características do produto ou parâmetros do processo;
4. determinar os efeitos dos modos de falha - descreve-se as diversas consequências da falha; assumindo-se que a falha ocorre, investiga-se quais as consequências em termos de, segurança do operador, próximo operador, outros utilizadores, equipamentos/máquinas, utilizador final e cumprimento de requisitos legais;
5. determinar controlos - analisam-se os controlos previstos para o sistema em estudo e o potencial destes para prevenir, ou detetar, os modos de falha; o objetivo do controlo é detetar tão cedo, e claramente, quanto possível, através da utilização de métodos comprovados;
6. calcular e avaliar riscos - calcula-se o risco com base no Número de Prioridade de Risco (*RPN* - *Risk Priority Number*), sendo este o produto entre a severidade, Anexos A e B, a probabilidade de ocorrência, Anexo C e a probabilidade de deteção, Anexo D (sempre que: o valor do *RPN* é superior a 100; a severidade do risco é 9 ou 10; existe uma combinação com severidade entre 5 e 8, ocorrência maior do que 3 e deteção diferente de 1; o risco necessita de uma atenção especial sendo obrigatório a definição de ações de mitigação);
7. desenvolver e implementar planos de ação - definem-se estratégias para reduzir, ou eliminar, os riscos; o *FMEA* apresenta pouco valor efetivo caso não se desenvolva um plano de ações eficaz, sendo esta a atividade mais importante do *FMEA*.

7.1.2 Fluxograma do Processo

Através da utilização de símbolos é possível descrever passo a passo, e de forma clara, o fluxo do processo evidenciando a sequência produtiva e a natureza das operações que são executadas.

O fluxograma do processo é um diagrama que inclui todas as operações necessárias para produzir o produto desde a receção de matérias-primas até ao envio do produto acabado. A figura 7.4 apresenta o fluxo de processo, a um nível macro, que os produtos de fabricação aeronáutica tipicamente percorrem.



Figura 7.4: Fluxo de processo genérico dos produtos de fabricação aeronáutica

O fluxograma do processo deve incluir, a título de exemplo [27]: os processos de medição; as inspeções; o manuseamento do produto; a descrição de máquinas e ferramentas; a lista de desenhos e instruções de trabalho.

7.1.3 Plano de Controlo

O objetivo do plano de controlo, figura 7.5, passa por documentar os métodos de controlo impostos no processo e no produto, incluindo: características do produto e do processo a serem monitorizadas; os métodos de medição a serem utilizados; a quantidade de amostras e a frequência com que estas são recolhidas; identificação do responsável por realizar cada uma das atividades de controlo.

Part / Proc #	Process Name / Operation description	Machine, Device, Jig, Tools For Mfg.	Characteristics			Methods				Reaction Plan
			No.	Product	Process	Product / Process Specification / Tolerance	Evaluation / Measurement Technique	Sample Size	Sample Freq.	

Figura 7.5: Template de plano de controlo [27].

Essencialmente, o plano de controlo é um documento que descreve ações (medições, inspeções, verificações de qualidade, monitorização de parâmetros) necessárias em cada fase do processo produtivo de forma a assegurar que o produto final cumpre os requisitos de qualidade impostos. Assim, torna-se possível reduzir a quantidade de produtos sucitados bem como o número de retrabalhos.

O plano de controlo deve incluir, a título de exemplo:

- identificação dos métodos de produção, dos equipamentos utilizados e das operações subcontratadas;
- as características do produto, e do processo, que necessitam de monitorização durante o processo produtivo e os respetivos métodos de controlo;
- a lista de características chave (características cuja variação apresenta um impacto significativo no desempenho do produto/processo);
- a estratégia de controlo e reação a adotar caso o processo se torne instável ou caso o produto apresente não conformidades.

O plano de controlo deve ter em conta o fluxograma do processo, bem como o *DFMEA* e o *PFMEA*. Realiza-se antes do início das atividades produtivas e deve ser revisto e atualizado ao longo da vida do produto em resposta a novas questões de qualidade ou alterações no produto/processo, pelo que, o plano de controlo é um documento "vivo".

7.1.4 Análise dos Sistemas de Medição

Atualmente, as empresas de fabricação de produtos aeronáuticos, cada vez mais, recolhem quantidades elevadas de dados através de medições e inspeções. Sempre que sejam tomadas decisões relativas ao processo produtivo com base em informações deste tipo, é imperativo que os dados obtidos sejam precisos, uma vez que, caso existam erros nos sistemas de medição, as decisões serão tomadas com base em dados incorretos.

Os benefícios de utilizar procedimentos baseados em dados são amplamente determinados pela qualidade dos dados utilizados. Se a qualidade dos dados é baixa, é provável que os benefícios sejam

também reduzidos. Por outro lado, se a qualidade dos dados é elevada, é expectável que os benefícios sejam consideráveis [28].

De modo a garantir que os benefícios da utilização de dados obtidos através de medições/inspeções compensam os seus custos de obtenção, torna-se necessário assegurar a qualidade dos dados. A qualidade é definida através de propriedades estatísticas de múltiplas medições obtidas através de um sistema de medição a operar sob condições estáveis.

Um sistema de medição é um conjunto de elementos que permite quantificar uma dada característica. Define-se análise dos sistemas de medição como um método experimental e matemático que permite determinar a variação que existe num dado processo de medição. Desta forma, o objetivo de análises deste tipo passa por certificar os sistemas de medição utilizados através da avaliação da precisão (grau de dispersão das várias medições), exatidão (grau de conformidade de um valor medido com um valor de referência) e incerteza (qualidade da medida avaliada de forma quantitativa) do sistema.

Assim, a análise dos sistemas de medição é, essencialmente, o estudo dos efeitos de: pessoas, máquinas, ferramentas, métodos, materiais e ambiente; no processo de medição (precisão, exatidão e incerteza).

Uma análise eficiente dos sistemas de medição permite assegurar que os dados recolhidos são precisos e que o sistema de medição é apropriado para o processo em questão. Um sistema de medição ineficaz pode, eventualmente, permitir que produtos com não conformidades sejam aceites e que produtos conformes sejam rejeitados. Desta forma, dados fidedignos podem prevenir desperdícios de tempo, mão-de-obra e sucata num processo produtivo.

É necessário submeter a uma avaliação da qualidade de medição todos os instrumentos que se encontram identificados no plano de controlo.

Os métodos de análise mais frequentes são:

- *bias studies* - relação entre o valor médio das várias medições e um valor de referência;
- estudo de repetibilidade e reprodutibilidade do sistema de medição;
- estudo de repetibilidade;
- análise das incertezas do sistema de medição;
- *attribute agreement analysis* - utilizado quando as variáveis podem assumir um número finito de categorias em contraste com uma gama contínua de valores;

Estudos de Repetibilidade e Reprodutibilidade

O estudo de repetibilidade e reprodutibilidade é um método que permite calcular a variação existente nos dados obtidos através de um determinado sistema de medição. As variações derivam essencialmente de dois fatores importantes, a repetibilidade e a reprodutibilidade.

A repetibilidade, figura 7.6 (a), é a componente da variação proveniente do instrumento de medição. Obtém-se quando o operador efetua múltiplas medições do produto, com o mesmo aparelho, sob as mesmas condições.

A reprodutibilidade, figura 7.6 (b), avalia a variação entre medições realizadas por diferentes operadores utilizando o mesmo instrumento de medição e analisando a mesma característica do produto.

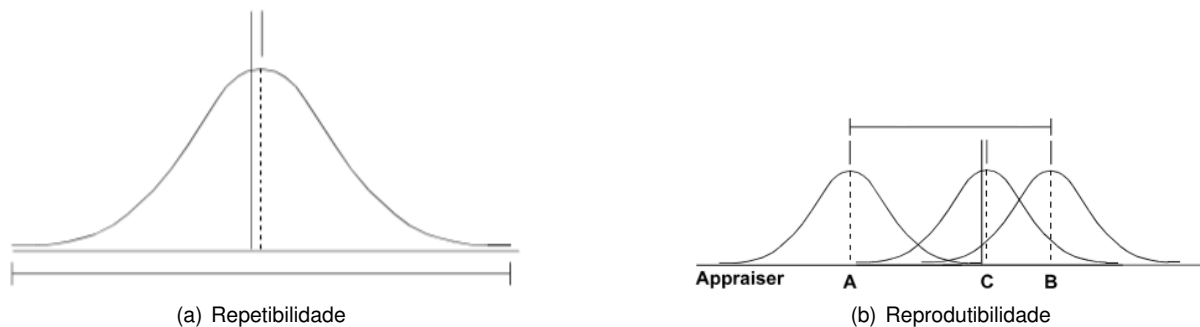


Figura 7.6: Repetibilidade e reprodutibilidade [28].

Assim, o estudo de repetibilidade e reprodutibilidade torna possível analisar:

- a variação inerente ao instrumento de medição;
- a variação que depende da destreza do operador;
- a capacidade do sistema de medição para distinguir dois produtos diferentes.

Existem várias técnicas para realizar este estudo sendo que as mais utilizadas são: *average and range method* e análise de variância ANOVA.

7.1.5 Estudos de Capacidade do Processo

É uma prática comum realizar inspeções finais com o objetivo de aferir a qualidade do produto no fim do processo produtivo. Com a implementação de estudos de capacidade do processo pretende-se aumentar os níveis de prevenção dos controlos de qualidade diminuindo assim a necessidade de ferramentas de deteção. Através da monitorização em tempo real do desempenho do processo, torna-se possível ao operador detetar padrões ou alterações no processo antes destes resultarem em não conformidades ou sucata.

Previamente à implementação dos estudos de capacidade do processo, é necessário avaliar quais as áreas que apresentam um maior desperdício, uma vez que, geralmente, é inviável monitorizar todas as características do processo devido aos custos e atrasos na produção associados.

Os sistemas de medição assumem um papel crítico nos estudos de capacidade do processo ao nível da obtenção de dados. Desta forma, é fundamental que sejam realizadas análises aos sistemas de medição, de forma prévia à realização dos estudos de capacidade, de modo a assegurar a qualidade dos dados obtidos. Quando existe uma carência de controlo estatístico dos sistemas de medição, ou quando estes contribuem de forma significativa para a variação dos dados do processo, corre-se o risco de tomar decisões com base em informação incorreta.

Os estudos de capacidade do processo comparam o resultado de um processo controlado com as especificações do produto. Essencialmente o estudo compara, e tenta alinhar, o resultado do processo com os requisitos exigidos.

Realizam-se estudos de capacidade do processo, com recurso a métodos estatísticos reconhecidos industrialmente, nas características chaves do processo e do produto identificadas no plano de controlo.

Estudos deste tipo devem ter em conta o efeito de, pessoas, materiais, equipamentos, métodos, medições e condições ambientais, figura 7.7.

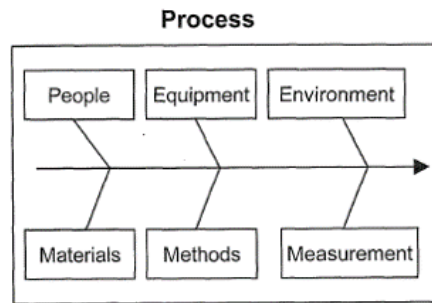


Figura 7.7: Efeitos a considerar nos estudos de capacidade do processo [29].

O desempenho e a capacidade do processo só podem ser determinados quando o mesmo se encontrar estatisticamente controlado. A quantidade de amostras deve ser determinada, ou em conjunto com o cliente, se aplicável, ou baseado em normativos, de forma a que o estudo seja estatisticamente significativo.

Determina-se a capacidade do processo através da variação que resulta de causas comuns. Quando apenas existem causas comuns de variação a atuar no sistema, o resultado do mesmo é conhecido, pelo que, o sistema é estável. Por outro lado, causas especiais de variação são causas imprevisíveis e intermitentes que afetam apenas uma parte do processo. Identifica-se a presença de causas especiais mediante o reconhecimento de um ou mais pontos fora dos limites de controlo ou através de padrões não aleatórios dentro dos limites de controlo. Se causas especiais de variação se encontram presentes, o processo não se mantém estável [29].

O desempenho do processo resulta da comparação entre o resultado do mesmo e as especificações exigidas. Tipicamente, é este o parâmetro de maior importância para o cliente.

Classificam-se os processos em quatro categorias, com base na capacidade e na estabilidade dos mesmos, como ilustrado na figura 7.8.

		Statistical Control	
		In-Control	Out-of-Control
Capability	Acceptable	Case 1	Case 3
	Unacceptable	Case 2	Case 4

Figura 7.8: Classificação dos processos [29].

A situação ideal é o caso 1, onde o processo se encontra estatisticamente controlado e cumpre os requisitos. Um processo no caso 2 encontra-se estatisticamente controlado mas apresenta demasiadas

causas comuns de variação, que devem ser reduzidas. Um processo no caso 3 cumpre os requisitos mas não se encontra estatisticamente controlado, pelo que se deve identificar as causas especiais de variação e atuar nas mesmas. No caso 4, o processo não se encontra controlado nem é aceitável. A figura 7.9, ilustra um processo no caso 4.

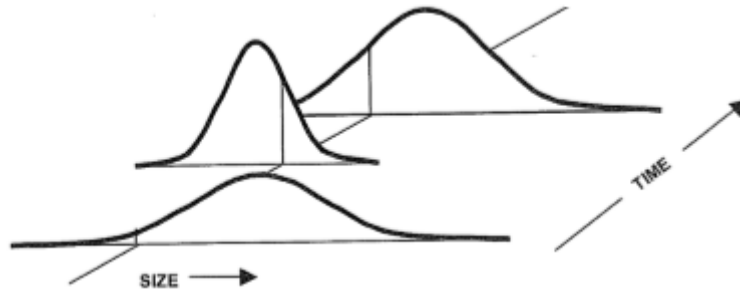


Figura 7.9: Processo não aceitável nem controlado [29].

O relatório resultante dos estudos de capacidade do processo deve conter, a título de exemplo: identificação do produto; fase do processo/operação; operador; sistema de medição; tamanho das amostras; esquema de recolha de amostras; dados recolhidos; cálculos realizados; gráficos de controlo; índices de capacidade; e observações.

7.1.6 Plano Logístico

O plano logístico deve assegurar que os métodos de embalagem, preservação, e identificação de materiais e produtos estão de acordo com as especificações internas e/ou de cliente.

Adicionalmente, deve também assegurar que os produtos não se danificam durante o curso de transporte, entrega e armazenamento. A figura 7.10 ilustra um tipo de embalagem de transporte.

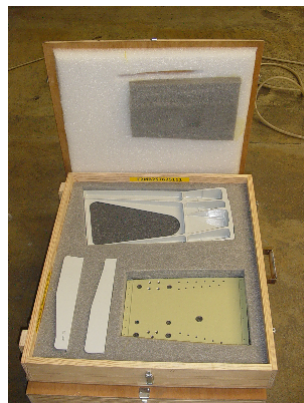


Figura 7.10: Exemplo de embalagem de transporte [18].

Os materiais utilizados em embalagens devem satisfazer normas de segurança ambiental e não devem colocar em perigo os operadores que as manipulam. Deve-se ter em consideração ambas as embalagens, primária e secundária, assim como o uso de materiais recicláveis, sempre que possível.

O plano logístico deve conter, a título de exemplo:

- o plano de logística externa de compra/ subcontratação;

- o plano de manuseamento e transporte interno;
- o plano de manuseamento, embalagens e expedição de produto acabado.

7.1.7 FAIR – Relatório de Inspeção do Primeiro Artigo

A inspeção do primeiro artigo (*FAI*) é o processo de inspeção completo, físico e funcional, independente e documentado que verifica que os métodos de produção, e ferramentas, utilizados garantem um produto conforme as especificações aplicáveis e requisitos do contrato [21]. Geralmente, numa inspeção *FAI* analisam-se os seguintes parâmetros:

- sequência de produção;
- métodos e meios de produção;
- controlos utilizados;
- matéria-prima utilizada assim como a sua rastreabilidade;
- processos especiais utilizados e respetiva qualificação;
- registos de análises de qualidade;
- registos de pesagem.

As atividades necessárias de realizar no decurso de uma inspeção *FAI* devem ser planeadas previamente ao início da produção. Adicionalmente, identificam-se os responsáveis por cada uma das atividades de inspeção [30].

O relatório resultante de um processo *FAI* denomina-se *FAIR* sendo constituído por documentos e registos requeridos, e necessários, para evidenciar a conformidade do primeiro artigo produzido.

Realiza-se uma inspeção *FAI* completa ou parcial (quando apenas parte das características do produto são afetadas) sempre que se verifica a ocorrência de um dos seguintes casos:

- manufatura de um primeiro produto (novo);
- qualquer alteração no projeto que tenha impacto na adequabilidade, forma ou função do produto;
- alterações no processo de fabrico, métodos de inspeção, instalações, ferramentas ou materiais, que tenham impacto na adequabilidade, forma ou função do produto;
- algum evento originado por causas naturais ou humanas, que inadvertidamente afete o processo produtivo;
- pausa produtiva por um período superior a dois anos;
- alteração de subcontratado que realize pelo menos uma operação da sequência produtiva de um dado produto;
- requisito de cliente;

Com recurso à tabela 7.1 torna-se evidente em que circunstâncias é necessário realizar um *FAI* completo ou parcial [21].

Tabela 7.1: Motivos para realização de *FAI* total ou parcial.

Motivo	<i>FAI</i> Total	<i>FAI</i> Parcial
Peça nova	X	
Alteração do projeto	X	X
Alteração do processo de fabrico		X
Alteração dos métodos de inspeção		X
Alteração de instalações	X	X
Alteração de ferramentas		X
Alteração de materiais (não standard)	X	X
Processo afetado por causas naturais ou humanas	X	
Interrupção por mais de dois anos	X	
Alteração de subcontratado		X
Requisito de cliente	X	X

7.1.8 Formulário de Aprovação *PPAP*

Formulário que deve ser assinado pelo fornecedor e pelo cliente onde ambos declaram que a documentação *PPAP* está em conformidade com o que foi acordado.

7.2 Entregáveis Adicionais

Como no normativo AS9145 existe a possibilidade de integrar entregáveis adicionais mediante, por exemplo, requisito do cliente, opta-se por agregar outros entregáveis que além de serem tipicamente exigidos, são relevantes no que diz respeito ao processo produtivo, complementando assim os entregáveis fundamentais.

Aos entregáveis fundamentais adicionam-se os seguintes:

1. Relatório de peso;
2. Projeto de ferramentas e/ou estaleiros;
3. Inspeção dimensional;
4. *First Part Qualification*;
5. Gestão de subcontratação;
6. Estrutura de produto;
7. Processos especiais;
8. *Tooling, Checking Aids and Fixture Approval*;
9. Plano de qualificação de pessoal;

10. Pessoal qualificado;

11. Layout.

7.2.1 Relatório de Peso

A minimização do peso de uma aeronave resulta na otimização da sua eficiência. Assim, é imperativo controlar o peso de cada uma das peças, garantido que estas não ultrapassem o valor máximo admitido.

O relatório de peso tem como objetivo registar o peso de todas as peças e os respetivos desvios relativamente aos valores contratualizados.

O relatório de peso deve ser elaborado segundo o impresso da figura 7.11.

 Relatório de Peso <i>Weight Report</i>				Página <i>Sheet</i> 1/_			
Nº da Peça <i>Part Number</i>	Designação <i>Part Name</i>	Nº Desenho <i>Drawing Number</i>	N.º Ordem Fabrico <i>Job Card Number</i>	Nº do Relatório <i>Report Number</i>			
Registo de Peso <i>Weight Record</i>							
Peso Teórico <i>3D Model Weight</i>	Tolerância <i>Tolerance</i>		EQ / Ferramenta <i>Equipment</i>	Peso Medido <i>Actual Weight</i>	Peso Admissível <i>Allowable Weight</i>		Observações <i>Remarks</i>
	Inferior <i>Lower</i>	Superior <i>Upper</i>			Mínimo <i>Minimum</i>	Máximo <i>Maximum</i>	

Figura 7.11: Impresso para relatório de peso.

Este relatório contém: a identificação da peça; o peso teórico do modelo da peça; as tolerâncias (inferior e superior); a identificação do instrumento de medição; o peso medido da peça; o peso mínimo/máximo admissível (calculado com base nas tolerâncias e no peso teórico); e observações.

7.2.2 Projeto de Ferramentas e/ou Estaleiros

Quando constatada a necessidade de desenvolver ferramentas e/ou estaleiros, de forma a garantir os meios necessários para industrializar os produtos de fabricação aeronáutica, tipicamente, exige-se evidências do progresso do projeto dos mesmos.

Aquando da realização do cronograma do projeto são planeadas as *milestones* do projeto de ferramentas, nomeadamente:

- *PDR* - fase inicial do projeto onde o conceito da ferramenta a fabricar deve estar completamente definido;
- *CDR* - fase final do projeto onde se congelam os modelos e inicia-se a fase de orçamentação e de fabricação.

7.2.3 Inspeção Dimensional

A inspeção dimensional avalia as características geométricas do produto de modo a verificar o cumprimento das especificações de design [31].

O relatório de inspeção dimensional deve ser elaborado mediante o impresso da figura 7.12.


		Relatório Dimensional <i>Dimensional Report</i>			Página <i>Sheet</i> 1/ _	
Nº da Peça <i>Part Number</i>	Designação <i>Part Name</i>	Nº Desenho <i>Drawing Number</i>	N.º Ordem Fabrico <i>Job Card Number</i>	Nº do Relatório <i>Report Number</i>		
Tipo de Inspeção <i>Type of Inspection</i> () Completa <i>Complete</i>		() Parcial <i>Partial</i>				
Importante: Anexar o desenho com todas as dimensões esquematizadas e numeradas na sequência do relatório <i>Important: Attach the drawing with all dimensions ballooned and numbered in the sequence of the report</i>						
RESULTADOS DIMENSIONAIS <i>DIMENSIONAL RESULTS</i>						
Nº Dim. <i>Dim No.</i>	Dimensão do Desenho <i>Drawing Dimension</i>	Tolerância <i>Tolerance</i>		Resultado <i>Result</i>	EQ / Ferramenta <i>Equipment</i>	Observações <i>Remarks</i>
		Inferior <i>Lower</i>	Superior <i>Upper</i>			
1						
2						

Figura 7.12: Impresso para relatório de inspeção dimensional.

O relatório de inspeção dimensional contém: a identificação da peça, o tipo de inspeção; a identificação da dimensão do desenho; as tolerâncias (inferior e superior); o resultado da medição; a identificação do equipamento de medição; e observações.

7.2.4 FPQ - First Part Qualification

O procedimento de qualificação de peças em compósito é denominado *FPQ*. Esta atividade consiste fundamentalmente num conjunto de testes e inspeções definidos de acordo com as especificações dos produtos e requisitos de cliente.

O relatório *FPQ* deve conter, a título de exemplo: o cronograma do procedimento; a identificação dos *P/N's* e os equipamentos utilizados; as inspeções e os testes realizados; e os respetivos resultados.

7.2.5 Gestão de Subcontratação

A gestão de subcontratação é o conjunto de atividades que visa garantir a conformidade de fornecimento de acordo com as especificações aplicáveis.

O plano de gestão de subcontratação deve conter, a título de exemplo: visitas agendadas; plano de auditorias; *KPI's*; requisitos exigidos; estado de qualificação.

7.2.6 Estrutura de produto

A estrutura de produto contém a indicação dos *P/N's*, o coeficiente de aplicação, os materiais envolvidos e respetivas quantidades, os desenhos e respetivos índices, a listagem de ferramentas aplicáveis e a lista de processos especiais envolvidos.

7.2.7 Processos Especiais

A certificação dos processos especiais é a ação oficial que consiste em validar e documentar o cumprimento dos requisitos. O processo documental deve conter todos os registos dos resultados obtidos nos ensaios e análises requeridas nas especificações aplicáveis.

7.2.8 Tooling, Checking Aids and Fixture Approval

Neste entregável deve incluir-se a lista de todas as ferramentas e equipamentos auxiliares necessários à produção e inspeção do produto. Esta lista deve incluir, a título de exemplo: protocolos de verificação; datas de inspeção; certificação das ferramentas/estaleiros.

7.2.9 Plano de Qualificação do Pessoal

O plano de qualificação do pessoal é o plano de formação necessário à obtenção e manutenção das competências/conhecimentos do pessoal qualificado.

7.2.10 Pessoal Qualificado

Neste entregável deve incluir-se a lista do pessoal qualificado. Esta lista deve incluir, a título de exemplo: identificação do trabalhador; área onde trabalha; designação e código da certificação; número de certificado; norma sobre a qual o trabalhador está certificado; e datas da certificação (emissão e validade).

7.2.11 Layout

O layout, figura 7.13, compreende a identificação da planta da área de produção.

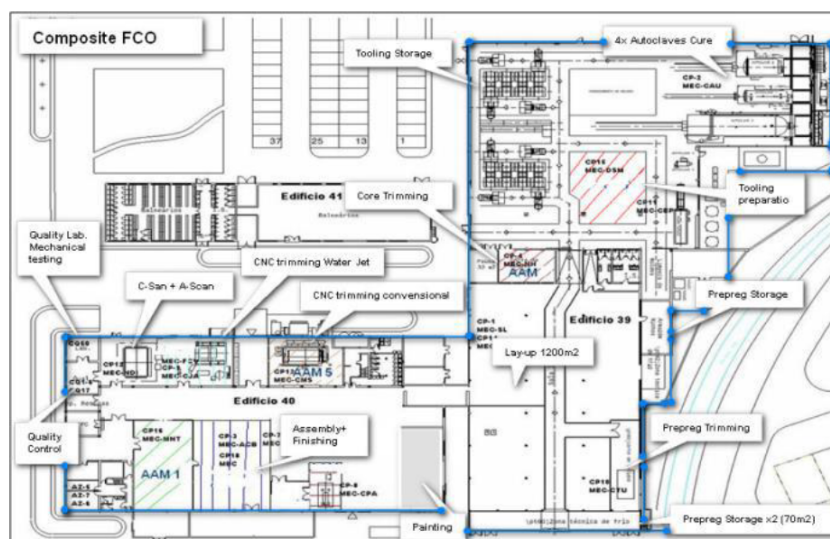


Figura 7.13: Exemplo de identificação de área produtiva.

7.3 PPAP OGMA

O PPAP OGMA deve ser constituído, sempre que possível, pelos seguintes entregáveis:

1. *DFMEA (Design Failure Mode and Effects Analysis)*;
2. Fluxograma do processo;
3. *PFMEA (Process Failure Mode and Effects Analysis)*;
4. Plano de controlo;
5. Análise dos sistemas de medição;
6. Estudos de capacidade do processo;
7. Plano logístico;
8. *FAIR (First Article Inspection Report)*;
9. Relatório de peso;
10. Projeto de ferramentas e/ou estaleiros;
11. Inspeção dimensional;
12. *First Part Qualification*;
13. Gestão de subcontratação;
14. Estrutura de produto;
15. Processos especiais;
16. *Tooling, Checking Aids and Fixture Approval*;
17. Plano de qualificação de pessoal;
18. Pessoal qualificado;
19. Layout;
20. Formulário de aprovação PPAP.

Capítulo 8

Conclusão

O objetivo primordial da presente dissertação de mestrado consistiu na revisão, e melhoramento, do processo de industrialização, de produtos de fabricação aeronáutica, da OGMA.

Atendendo ao contexto de gestão de projetos, no qual este documento se insere, previamente à integração na empresa, realizou-se uma revisão das práticas e temáticas mais comuns em gestão de projetos, tendo sido identificado dez áreas de atuação e os respetivos processos principais.

De seguida, através de documentação normativa interna da OGMA, relacionada com o processo de industrialização, e através do acompanhamento no terreno dos vários projetos de industrialização a decorrer, tornou-se possível identificar as atividades principais do processo de industrialização e analisar a conformidade do mesmo com a documentação aplicável.

Ao nível das ferramentas de monitorização realizou-se uma revisão da *checklist* de industrialização, do contrato de industrialização e do *standard* operacional *Obeya* de modo a tornar estas ferramentas mais robustas e abrangentes no âmbito da industrialização. A revisão desta documentação culminou com a sua oficialização, passando esta a estar disponível no portal da OGMA, e assim, para toda a empresa.

Adicionalmente, definiu-se os indicadores chave de desempenho transversais a todos os projetos de industrialização, definiu-se metodologia de análise de risco e afirmou-se a necessidade de um plano de auditorias no contrato de industrialização.

Estruturou-se o conjunto de entregáveis a constituir o *PPAP* de todos os projetos de industrialização. De forma complementar, definiu-se a respetiva metodologia de elaboração. No âmbito do *PPAP* elaborou-se os impressos de relatório de peso e relatório dimensional.

Relativamente à fase final do processo de industrialização definiu-se metodologia de registo de lições aprendidas e em colaboração com o departamento de informática desenvolveu-se um repositório de lições aprendidas no portal da OGMA de modo a tornar acessível a informação a todas as pessoas envolvidas nas atividades de fabricação de aeroestruturas.

O trabalho desenvolvido culminou com a revisão completa do normativo interno do processo de industrialização que se encontrava desatualizado face ao procedimento atual. Este normativo contempla a identificação das atividades principais, de responsabilidades, ferramentas de monitorização

e entregáveis do projeto. Aquando a realização de auditorias internas o normativo tem que estar em conformidade com o processo de industrialização o que justifica a pertinência do trabalho realizado.

Como trabalho futuro seria pertinente acompanhar um projeto de industrialização do princípio ao fim, de modo a aprofundar os conhecimentos sobre o tema. Adicionalmente, seria relevante estudar outros modelos de industrialização, aplicados por outras empresas, de modo a estabelecer comparações e compreender as vantagens e desvantagens dos diversos processos.

Bibliografia

- [1] OGMA. Site da OGMA, <http://www.ogma.pt>, acessido em Maio 2018.
- [2] OGMA. Portal da OGMA, http://portal.ogma.pt/pdf/2018_04_12_Vida_Ribatejana_OGMA_celebra_centen%C3%A1rio_em_2018.pdf, acessido em Maio 2018
- [3] OGMA. Portal da OGMA, http://portal.ogma.pt/pdf/noti-2018-04-24_Resultados_Participa%C3%A7%C3%A3o_Lucros.pdf, acessido em Maio 2018
- [4] OGMA Normative System - 000377, Industrialização de Produtos de Fabricação Aeronáutica. Revisão 6.
- [5] Project Management Institute, Inc. *A Guide to the Project Management Body of Knowledge*. Fifth Edition, 2013.
- [6] OGMA Normative System - 000541, Projetos – Definições e Enquadramento Operacional. Revisão 0.
- [7] OGMA Normative System - 000336, Análise de Orçamentos e Novos Produtos ou Serviços. Revisão 1.
- [8] OGMA Normative System - 000030, Gestão de Documentação Técnica no Âmbito da Fabricação. Revisão 7.
- [9] OGMA Normative System - 000068, Gamas Operatórias e Nomenclaturas. Revisão 16.
- [10] OGMA Normative System - 000097, Certificação de Processos Especiais. Revisão 0.
- [11] OGMA Normative System - 000213, Recepção de Material. Revisão 7.
- [12] OGMA Normative System - 000118, Receção, Gestão e Manutenção de *Tooling*. Revisão 4.
- [13] OGMA Normative System - 000158, Controlo Periódico de Ferramentas e Estaleiros. Revisão 10.
- [14] OGMA Normative System - 000026, Projeto e Fabrico de *Tooling* para Produtos Aeronáuticos – Procedimentos Gerais. Revisão 4.
- [15] OGMA Normative System - 000466, Processo de Subcontratação de Ferramentas Utilizadas na Realização de Produtos de Fabricação Aeronáutica. Revisão 2.
- [16] OGMA Normative System - 000143, Seleção, Qualificação e Avaliação de Desempenho de Fornecedores. Revisão 8.
- [17] OGMA Normative System - 000106, Exigências de Qualidade para Subcontratados OGMA. Revisão 6.
- [18] OGMA Normative System - 000105, Manuseamento, Armazenamento, Embalagem e Expedição de Produtos de Fabricação. Revisão 3.

- [19] OGMA Normative System - 000517, Processo Produtivo nos Armazéns Aeroestruturas. Revisão 0.
- [20] OGMA Normative System - 000126, Gestão de Configuração em Produtos de Fabricação Aeronáutica. Revisão 3.
- [21] OGMA Normative System - 000156, Inspeção do Primeiro Artigo (FAI). Revisão 2.
- [22] IEC/ISO 31010, *Risk management – Risk assessment techniques*. Nov 2009.
- [23] OGMA Normative System - 000605, Gestão de Risco. Revisão 4.
- [24] AS9145, *Requirements for Advanced Product Quality Planning and Production Part Approval Process*. Nov 2016.
- [25] J1739, *Potential Failure Mode and Effects Analysis in Design (Design FMEA), Potential Failure Mode and Effects Analysis in Manufacturing and Assembly Processes (Process FMEA)*. Jan 2009.
- [26] OGMA Normative System - 000228, Aplicação da Ferramenta *FMEA (Failure Mode Effect Analysis)* – Análise de Modos de Falha e seus Efeitos. Revisão 0.
- [27] Embraer, *Embraer Production Part Approval Process*. Revision D. June 2017.
- [28] AIAG, *Measurement Systems Analysis (MSA) Reference Manual*. 4th Edition, June 2010. Chrysler, Ford, GM.
- [29] AIAG, *Statistical Process Control (SPC) Reference Manual*. Second Edition, July 2005. Chrysler, Ford, GM.
- [30] AS9102, *Aerospace First Article Inspection Requirement*. Revision B. Oct 2010.
- [31] AIAG, *Production Part Approval Process (PPAP)*. 4th Edition, MAr 2006. Chrysler, Ford, GM.

Anexo A

Tabela 1: Classificação da Severidade dos Efeitos no Produto [26]

Efeito	Cliente ou Utilizador Final	Classificação
Não cumpre requisitos de segurança e/ou regulamentares	O modo de falha potencial afecta a operação segura do produto e/ou envolve não conformidade com um requisito legal, sem aviso.	10
	O modo de falha potencial afecta a operação segura do produto e/ou envolve não conformidade com um requisito legal, com aviso.	9
Perda ou degradação de função primária	Perda de função primária (produto inoperante, mas não afecta a operação segura do produto).	8
	Degradação de função primária (produto operacional, mas a um nível reduzido de desempenho).	7
Perda ou degradação de função secundária	Perda de função secundária (produto operacional, mas funções de conforto/conveniência inoperantes).	6
	Perda de função secundária (produto operacional, mas funções de conforto/conveniência a um nível reduzido de desempenho).	5
Contratempo	Defeito estético ou ruído audível, produto operacional, o item não está conforme e é notado pela maior parte dos clientes (>75%).	4
	Defeito estético ou ruído audível, produto operacional, o item não está conforme e é notado por muitos clientes (50%).	3
	Defeito estético ou ruído audível, produto operacional, o item não está conforme e é notado por clientes muito exigentes (<25%).	2
Sem efeito	Sem qualquer efeito discernível.	1

Anexo B

Tabela 2: Classificação da Severidade dos Efeitos no Processo [26]

Efeito	Fábrica/ Processo-Cliente	Classificação
Não cumpre requisitos de segurança e/ou regulamentares	Pode pôr em perigo o operador (máquina ou montagem), sem aviso.	10
	Pode pôr em perigo o operador (máquina ou montagem), com aviso.	9
Interrupção Maior	100% do produto pode ter que ser sucitado. Paragem de linha ou interrupção de fornecimento.	8
Interrupção Significativa	Uma parte da série de produção pode ter que ser sucitada. Desvio do processo primário incluindo velocidade reduzida da linha ou mão-de-obra adicional.	7
Interrupção Moderada	100% da série de produção pode ter que ser retrabalhada fora da linha e aceite.	6
	Uma parte da série de produção pode ter que ser retrabalhada fora da linha e aceite.	5
Interrupção Moderada	100% da série de produção pode ter que ser retrabalhada na própria estação de trabalho antes de ser processada.	4
	Uma parte da série de produção pode ter que ser retrabalhada na própria estação de trabalho antes de ser processada.	3
Interrupção Menor	Leve inconveniência para o processo, operação ou operador.	2
Sem efeito	Sem qualquer efeito discernível.	1

Anexo C

Tabela 3: Classificação da Probabilidade de Ocorrência [26].

Probabilidade de Falha	Ocorrência da Causa (incidentes por item/ veículos)	Classificação
Muito Alta	≥ 100 por cada 1000 ≥ 1 em cada 10	10
Alta	50 por cada 1000 1 em cada 20	9
	20 por cada 1000 1 em cada 50	8
	10 por cada 1000 1 em cada 100	7
Moderada	2 por cada 1000 1 em cada 500	6
	0,5 por cada 1000 1 em cada 2000	5
	0,1 por cada 1000 1 em cada 10000	4
Baixa	0,01 por cada 1000 1 em cada 100000	3
	$\leq 0,001$ por cada 1000 1 em cada 1000000	2
Muito Baixa	A falha é eliminada através de controlos preventivos.	1

Anexo D

Tabela 4: Classificação da Probabilidade de Detecção [26].

Oportunidade de Detecção	Critério: Probabilidade de detecção por controlo do processo	Classificação
Sem Oportunidade de Detecção	Não existe controlo no processo. Não consegue detectar ou não é analisado.	10
Pouco provável detectar em qualquer fase	O modo de falha e/ou erro (causa) não se detecta facilmente (p.ex. auditorias por amostragem)	9
Detecção do problema após processamento	Detecção do modo de falha após processamento pelo operador com meios visuais/tácteis/audíveis.	8
Detecção do problema na fonte	Detecção do modo de falha na estação de trabalho pelo operador com meios visuais/tácteis/audíveis ou após processamento utilizando medições por atributos (passa/não-passa, verificação de binários de aperto com chave manual)	7
Detecção do problema após processamento	Detecção do modo de falha após processamento pelo operador utilizando medições por variáveis ou na estação de trabalho pelo operador utilizando medições por atributos (passa/não-passa, verificação de binários de aperto com chave manual).	6
Detecção do problema na fonte	Detecção do modo de falha ou erro (causa) na estação de trabalho pelo operador utilizando medições por variáveis ou controlos automáticos na estação de trabalho que detectem uma peça discrepante e notifiquem o operador (luzes, buzinas, etc.). São efectuadas medições no setup e verificação da 1ª peça (apenas para causas relacionadas com o setup).	5
Detecção do problemas após processamento	Detecção do modo de falha após processamento por controlos automáticos que detectem uma peça discrepante e impeçam a peça de mais processamento.	4
Detecção do problema na fonte	Detecção do modo de falha na estação de trabalho por controlos automáticos que detectem uma peça discrepante e impeçam a peça de mais processamento.	3
Detecção do erro e/ou prevenção do problema	Detecção do erro (causa) na estação de trabalho por controlos automáticos que detectem o erro e previnam que se produza uma peça discrepante.	2
Detecção não aplicável; Prevenção do erro	Prevenção do erro (causa) como resultado do desenho de "jigs" do desenho da máquina ou do desenho da peça. A peça discrepante não pode ser produzida porque o item é à prova-de-erros, pela concepção do processo/produto.	1