



Bruno Miguel Leitão Guedes

Licenciado em Ciências de Engenharia e Gestão Industrial

**Aplicação de Indicadores Chave de
Desempenho numa Indústria
Aeronáutica**

Dissertação para obtenção do grau de Mestre em
Engenharia e Gestão Industrial

Orientador: Doutora Ana Sofia Leonardo Vilela de Matos,
Professora Auxiliar, Faculdade de Ciências e Tecnologia,
Universidade Nova de Lisboa



FACULDADE DE
CIÊNCIAS E TECNOLOGIA
UNIVERSIDADE NOVA DE LISBOA

Março de 2018

Aplicação de Indicadores Chave de Desempenho numa Indústria Aeronáutica.

Copyright @ 2018 Bruno Miguel Leitão Guedes, Faculdade de Ciências e Tecnologia, Universidade Nova de Lisboa

A Faculdade de Ciências e Tecnologia e a Universidade Nova de Lisboa têm o direito, perpétuo e sem limites geográficos, de arquivar e publicar esta dissertação através de exemplares impressos reproduzidos em papel ou de forma digital, ou por qualquer outro meio conhecido ou que venha a ser inventado, e de a divulgar através de repositórios científicos e de admitir a sua cópia e distribuição com objetivos educacionais ou de investigação, não comerciais, desde que seja dado crédito ao autor e editor.

Agradecimentos

A realização da presente dissertação só foi possível graças à contribuição de diversas pessoas, relativamente aos quais gostaria de deixar aqui os meus mais sinceros agradecimentos:

À minha orientadora, Professora Doutora Ana Sofia Leonardo Vilela de Matos, cuja orientação e ajuda foram fundamentais para o desenvolvimento deste trabalho. Gostaria também de agradecer pela disponibilidade e motivação que me deu ao longo deste período.

Ao Engenheiro Daniel Inácio pela paciência, ajuda e aprendizagem que me foi passada durante o período de estágio, sem a qual não teria sido possível concluir o trabalho. Também gostaria de agradecer ao Engenheiro Jorge Barreiros pelos seus ensinamentos, orientação e ajuda prestada durante o estágio na OGMA.

Gostaria de agradecer a toda a Direção de Desenvolvimento Organizacional da EDP S.A., pela disponibilidade e compreensão prestadas, sem as quais não teria sido possível a conclusão do trabalho.

Quero também agradecer aos meus amigos pelos bons momentos proporcionados ao longo dos anos, os quais também me levaram a seguir este percurso. Não podia deixar de referir o Fonte, o Francisco, o Miguel, a Rita Baptista e a Gracinha. À minha família emprestada, os Canas Correia, pela amizade e apoio incondicional em todos os momentos da minha vida.

À Diamantina, à Raquel, ao Tiago e à Leonor pela motivação e por todos os bons momentos que me deram mais força para concluir esta etapa.

Um obrigado muito especial à minha família pelo apoio e persistência durante todo o meu percurso escolar. Gostaria de agradecer aos meus pais pela paciência, pelas experiências que me foram passadas, por estarem sempre presentes e disponíveis a ajudar. Aos meus avós por todo o carinho, pela força transmitida e por toda a confiança depositada em mim. Aos meus tios pela amizade e por todos bons momentos que me proporcionaram.

À Rita, pela motivação durante todo o percurso universitário, pela paciência, apoio e motivação sem os quais seria impossível concluir esta etapa e por conseguir proporcionar bons momentos mesmo nas piores alturas.

Resumo

A indústria aeronáutica está em constante desenvolvimento, tornando-se numa das indústrias mais competitivas a nível mundial. A manutenção associada à aviação é peculiar devido ao grau e intensidade dos requisitos de equipamentos, infra-estruturas e mão-de-obra de modo a garantir a aeronavegabilidade e a segurança das aeronaves. As organizações de Manutenção, Reparo e Revisão Geral são levadas a integrar um esforço contínuo de forma a ganhar vantagem competitiva e, para gerir todas as atividades envolvendo manutenção e operações, é importante medir e avaliar a sua *performance*. É neste contexto que surge a necessidade de implementação de métodos com foco na melhoria contínua nomeadamente a aplicação de indicadores chave de desempenho.

Na presente dissertação são aplicadas duas ferramentas da metodologia *Six Sigma* para o desenvolvimento de dois *dashboards* de *Key Performance Indicators* em dois processos da área *Quality and Product Management* da OGMA. Para a monitorização no tratamento de reclamações de clientes será aplicada a ferramenta *Define – Measure – Analyse – Improve – Control* e para a monitorização de auditorias internas a ferramenta *Define – Measure – Analyse – Design – Verify*. Para o seu desenvolvimento recorreu-se a dois *softwares* informáticos, os quais trouxeram várias hipóteses de analisar os dados e responder às necessidades da empresa.

Ao longo do desenvolvimento do presente caso de estudo, a aplicação da metodologia *Six Sigma* resultou na melhoria do fluxo de informação a nível do arquivo de dados, facilitando assim a sua consulta e leitura. A dissertação é finalizada com sugestões de alterações e possíveis melhorias para trabalhos futuros baseados na aplicação e resultados destas ferramentas, tal como na comparação feita entre os dois *softwares* usados.

Palavras-chave: *Six Sigma*; *Key Performance Indicators*; *Dashboards*; Indústria Aeronáutica.

Abstract

The aeronautics industry is constantly developing, becoming one of the most competitive industries in the world. Maintenance associated with aviation is peculiar due to the degree and intensity of equipment, infrastructure and manpower requirements to ensure the airworthiness and safety of aircraft. Maintenance, Repair and Overhaul organizations are led to integrate a continuous effort to gain competitive advantage, and, to manage all maintenance and operations activities, it is important to measure and evaluate their performance. It is in this context that the need to implement methods focused on continuous improvement arises, namely the application of key performance indicators.

In this thesis two tools of the Six Sigma methodology are applied for the development of two dashboard indicators. For the monitoring in the treatment of customer complaints will be applied the tool Define - Measure - Analyze - Design – Verify and for internal audits the tool Define - Measure - Analyze - Improve – Control both for the Quality and Product Management area of OGMA. Two softwares were used for its development, which brought several possibilities of analyzing the data and responding to the needs of the company.

Throughout the development of the present case study, the application of the Six Sigma methodology resulted in the optimization and dynamization of the information flow at the data file level, thus facilitating its consultation and reading. The theses is finalized with suggestions for changes and possible improvements for future work based on the application and results of these tools, as in the comparison made between the two software used.

Keywords: Six Sigma; Key Performance Indicators; Dashboards; Aeronautics Industry.

Índice

Capítulo 1	1
1 Introdução	1
1.1 Enquadramento do Tema.....	1
1.2 Identificação dos Objetivos	3
1.3 Metodologia	4
1.4 Estrutura da Dissertação	4
Capítulo 2	7
2 Revisão da Literatura	7
2.1 Contextualização	7
2.2 O mercado aeronáutico	8
2.3 Organizações <i>Maintenance Repair and Overhaul</i>	9
2.3.1 Importância de Indicadores nas MROs	10
2.4 Metodologia <i>Lean</i>	11
2.4.1 Metodologia Lean no contexto da indústria aeronáutica	14
2.5 Ciclo PDCA.....	15
2.6 <i>Six Sigma</i>	16
2.6.1 Metodologias Six Sigma	17
2.7 <i>Lean e Six Sigma</i>	20
2.8 <i>Key Performance Indicators</i>	21
2.9 <i>Dashboards</i>	24
Capítulo 3	27
3 Caracterização da Empresa.....	27
3.1 Introdução.....	27

3.2 OGMA – Indústria Aeronáutica de Portugal, S.A.	28
3.2.1 Missão e Valores	29
3.3 Estrutura Organizativa.....	29
3.4 <i>Quality Product Management</i>	31
3.4.1 Reclamações de Clientes	31
3.4.2 Auditorias Internas.....	32
3.5 Situação Atual	33
3.5.1 SIGMA e SIGMA 360.....	35
Capítulo 4.....	37
4 Caso de Estudo.....	37
4.1 Parte 1 – Excel para a plataforma SIGMA 360	37
4.1.1 Define.....	37
4.1.2 Measure	39
4.1.3 Analyse	39
4.1.4 Improve	43
4.1.5 Control	47
4.2 Parte 2 – Criação de um <i>Dashboard</i> para as auditorias Internas da QPM.....	47
4.2.1 Define.....	48
4.2.2 Measure	50
4.2.3 Analyse	51
4.2.4 Design.....	55
4.2.5 Verify.....	71
4.3 Impacto dos <i>Dashboards</i> na QPM	74
Capítulo 5.....	76
5 Conclusões e Sugestões para Trabalho Futuro	76

5.1 Conclusões.....	76
5.2 Sugestões para Trabalho Futuro.....	78
Bibliografia.....	81
Anexos	86
I – Restantes indicadores existentes antes da aplicação do caso de estudo.....	86
II – Preenchimento do planeamento e realização da cartilha (Figura II.1 referente à parte do planeamento a preencher pelo engenheiro e Figura II.2 referente ao que foi realizado a preencher pelos técnicos e/ou pelo engenheiro).....	88
III – Indicador “Tipologia” apresentado com a disposição dos hangares auditados pela QPM.....	89
IV – Fluxograma da macro do Botão “Atualizar”	90
V – Fluxograma do ciclo DMADV utilizado no presente caso de estudo	91
VI - Fluxograma do ciclo DMAIC utilizado no presente caso de estudo	92

Índice de Figuras

Figura 2.1 - <i>Lean Basis</i>	12
Figura 2.2 - Princípios da metodologia <i>Lean</i>	14
Figura 2.3 - Ciclo PDCA	16
Figura 2.4 - Relação entre ciclo PDCA e DMAIC	196
Figura 2.5 - Ciclo DMADV	19
Figura 2.6 - Analogia da Cebola	22
Figura 3.1 - Organigrama OGMA	30
Figura 3.2 - Organigrama NM, MMA e MMC	31
Figura 3.3 - Indicador “PPM e <i>Lead Time</i> ”	35
Figura 3.4 - Indicador “Estado das Reclamações”	35
Figura 4.1 – Fluxo de informação de SIGMA para SIGMA 360	41
Figura 4.2 - Indicador “PPM”	45
Figura 4.3 – Indicador “ <i>Lead Time</i> ”	45
Figura 4.4 – Indicador “Número de Reclamações”	46
Figura 4.5 - Fluxo de informação	54
Figura 4.6 - <i>High Level Design</i>	55
Figura 4.7 – Indicadores das Estatísticas Gerais	56
Figura 4.8 – Indicadores Globais das Estatísticas Gerais	59
Figura 4.9 - Indicador “Tipologia”	61
Figura 4.10 - Indicadores do Planeamento da Análise Diária	63
Figura 4.11 - Indicadores da Análise Diária - Auditorias	65
Figura 4.12 - Indicador "Carga Horária"	66
Figura 4.13 - Indicadores "Auditoria Qualidade & <i>Safety</i> "	67

Figura 4.14 - <i>Userform</i>	70
Figura 4.15 - Mapeamento do Indicador "% Cumprimento Auditoria"	74
Figura 5.1 - Relação entre os ciclos PDCA, DMAIC e DMADV	76
Figura I.1 - Indicadores "PPM e <i>Lead Time</i> "	84
Figura I.2 - Indicadores "Estado das Reclamações"	85
Figura II.1 - Preenchimento das tarefas planeadas	86
Figura II.2 - Preenchimento das tarefas realizadas	86
Figura III - Indicador "Tipologia"	87
Figura IV - Macro do Botão "Atualizar"	88
Figura V - Fluxograma DMADV	89
Figura VI - Fluxograma DMAIC	90

Índice de Tabelas

Tabela 3.1 - Exemplo de folha de cartilhas.....	33
Tabela 3.2 - Indicadores monitorizados pela QPM.....	34
Tabela 4.1 - Exemplo da tabela de Reclamações de Clientes.....	42
Tabela 4.2 - Exemplo da tabela de Horas Trabalhadas.....	43
Tabela 4.3 – Indicadores das Estatísticas Gerais.....	58
Tabela 4.4 – Indicadores Globais das Estatísticas Gerais.....	60
Tabela 4.5 – Indicador Tipologia.....	62
Tabela 4.6 – Indicadores Tarefas e Horas Realizadas e Planeadas (Análise Diária).....	64
Tabela 4.7 – Indicadores “% Cumprimento Diário” e “Anomalias/Dia”.....	66
Tabela 4.8 - Indicador “Carga Horária”.....	67
Tabela 4.9 - Indicadores “% Cumprimento Auditoria” e “Tipologia de Anomalias”.....	68

Abreviaturas e Símbolos

5S – *Seiri – Seiton – Seiso – Seiketsu – Shitsuke*

CAMO – *Continuing Airworthiness Management Organization*

CTQ – *Critical to Quality*

DMADV – *Define – Measure – Analyse – Design – Verify*

DMAIC – *Define – Measure – Analyse – Improve – Control*

DOA – *Design Organization Approval*

HLD – *High Level Design*

JIT – *Just in Time*

KPI – *Key Performance Indicators*

KRI – *Key Result Indicators*

MOA – *Aircraft Maintenance Organization*

MRO – *Maintenance Repair and Overhaul*

OEM – *Original Equipment Manufacturers*

OGMA – *Oficinas Gerais de Material Aeronáutico*

PDCA – *Plan – Do – Check – Act*

PI – *Performance Indicators*

PM – *Preventive Maintenance*

POA – *Production Organization Approval*

QPM – *Quality Product Management*

RI – *Result indicators*

SQL – *Structured Query Language*

TPM – *Total Productive Maintenance*

TPS – *Toyota Production System*

VBA – *Visual Basic for Applications*

Capítulo 1

1 Introdução

1.1 Enquadramento do Tema

A qualidade, enquanto conceito, é um termo subjetivo para o qual cada pessoa ou setor tem a sua própria definição. O conceito “Qualidade” esteve inicialmente associado ao produto em si, tendo-se tornado cada vez mais abrangente à medida que se generalizou o fornecimento de serviços conduzindo a um aumento de capacidade da oferta, e conseqüentemente da concorrência, por parte de praticamente todas as indústrias. Joseph Juran (1988) refere a qualidade como a aptidão para o uso e Philip Crosby (1979) classifica a qualidade como “conformidade de requisitos”.

Com o aparecimento de produtos e serviços cada vez com melhor qualidade, em todos os segmentos de mercado, os clientes adquiriram uma nova cultura e tornaram-se mais exigentes e sensíveis para pormenores anteriormente descurados. Deste modo, segundo Shoji Shiba (1993), a qualidade evoluiu da adequação ao padrão para a adequação das necessidades latentes dos clientes. Naturalmente, a gestão da qualidade acompanhou esta evolução, deixando de se direccionar apenas a um ou poucos aspetos da organização, passando a envolver-se em todos os seus processos. Tornando-se assim, uma importante opção para as organizações conquistarem vantagem competitiva sobre os seus concorrentes.

Mesmo tendo conhecimento desta evolução e da importância da gestão da qualidade total, muitas empresas continuam a medir os seus níveis de desempenho sem considerar este desenvolvimento. Mann & Kehoe (1994) consideram crucial o desenvolvimento de um sistema

de medição dos efeitos das atividades de qualidade mais sofisticado, de modo a obter uma melhor percepção e desempenho dos negócios das empresas. Por este motivo criar um sistema de ajuda às organizações é fundamental visto que poderão medir os seus indicadores de desempenho de forma mais coerente e abrangente quando se trata de uma gestão de qualidade total.

A indústria aeronáutica é uma das diversas indústrias afetadas por esta evolução. Através do aparecimento de novos dados e informação de difícil gestão e medição, os seus processos de manutenção, reparação e revisão tornam-se cada vez mais complexos fazendo com que a criação de métodos de gestão eficazes, no que diz respeito às medições relativas à eficiência dos processos tal como aos objetivos traçados, se torne num fator diferenciador e essencial como resposta à procura e às exigências do mercado.

Uma das soluções passa pela implementação de sistemas de informação, pois permitem garantir a conformidade regulamentar, suportam uma melhor tomada de decisões de gestão e assimilam novas tecnologias de gestão de registos onde é possível recolher e armazenar quantidades massivas de dados, de forma mais fácil e barata (Marr, 2009). Turulja & Bajgolić (2016) afirmam que, para um melhor desempenho e vantagem competitiva, as organizações modernas estão dependentes de sistemas de informação e a maioria é obrigada a recorrer ao mercado electrónico.

Segundo H. James Harrington (1999), medição é o primeiro passo para o controlo e, eventualmente, para a melhoria. Se não é possível medir, não é possível controlar, impossibilitando a melhoria. *Key Performance Indicator* (KPI) é um valor ou processo para medir o desempenho e o resultado relativamente à estratégia e objetivos definidos pela empresa. Deste modo, KPIs que sejam bem projetados fornecem os instrumentos vitais de navegação para a compreensão clara dos níveis de desempenho da empresa.

O presente trabalho foi desenvolvido nas Oficinas Gerais de Material Aeronáutico (OGMA) – Indústria Aeronáutica de Portugal, empresa dedicada aos serviços de fabrico e manutenção de aerostururas. Trata-se de uma indústria do sector aeronáutico cuja metodologia de Qualidade se baseia na melhoria contínua dos seus produtos e em superar as expectativas e exigências dos seus clientes.

A área onde se desenvolveu o presente caso de estudo apresentava, como necessidade principal, o controlo da situação atual de vários projetos, nomeadamente através da identificação da fase em que o projeto se encontra em relação à situação final e quais as possíveis falhas de performance em tempo real. Simultaneamente, pretendiam aumentar e melhorar a eficácia e a eficiência dos processos envolvendo a segurança de serviços aeronáuticos. Assim, a medição de KPIs e a criação de *dashboards*, para a sua interpretação,

apresenta-se como solução pois fornece a informação necessária à gestão de topo para a correta tomada de decisão e consequentemente acrescentar valor ao produto/serviço final.

1.2 Identificação dos Objetivos

Este trabalho tem como objetivo a criação, implementação e aplicação de *dashboards* de KPIs numa empresa, de forma a controlar a performance atual dos processos a decorrer tornando-os mais eficientes e a detetar erros atempadamente. Assim, este estudo pretende abordar as técnicas que melhor se adequam ao processo em questão, tal como, mostrar exemplos de aplicação de KPIs e apresentação de *dashboards*.

Numa fase inicial, isto é, antes do desenvolvimento do caso de estudo, foram acordados os principais objetivos e etapas a alcançar no trabalho a realizar na OGMA:

- Estudo e compreensão da metodologia produtiva da manutenção aeronáutica através da identificação das necessidades gerais dos processos de manutenção, nomeadamente da área onde foi desenvolvido o caso de estudo, e das dificuldades encontradas no decorrer dos processos;
- Análise da situação atual, nomeadamente dos KPIs e *dashboards* existentes em formato Excel até à data de início do caso de estudo;
- Formação em linguagem SQL (*Structured Query Language*) e aprendizagem do funcionamento da base de dados SIGMA, usada pela OGMA;
- Envio dos *dashboards* produzidos em Excel para a plataforma SIGMA 360 usando a linguagem SQL.

Numa fase posterior, foi planeada a implementação de KPIs e *dashboards* num novo projeto, o qual também ficou acordado fazer parte do caso de estudo, acrescentando assim os seguintes objetivos:

- Compreensão do modo de funcionamento de auditorias internas da qualidade e aplicação de cartilhas na manutenção de aeronaves cívicas;
- Criação de uma base de dados em formato Excel, onde são importados os resultados obtidos das auditorias;
- Análise dos dados obtidos e criação de KPIs relevantes para a compreensão e acompanhamento diário da situação atual das auditorias;
- Criação de um *dashboard* onde são visualizados os KPIs de desempenho obtidos na fase anterior.

Estabelecidos os principais objetivos, é de salientar quais os objetivos base dos KPIs e *dashboards*. Pretende-se que os KPIs consigam transformar vários dados em informação útil e

que sejam apresentados de um modo simples e direto, permitindo assim uma rápida análise da situação atual, prevenindo possíveis falhas e dando a hipótese de uma atuação rápida na resolução de problemas. Em relação aos *dashboards*, pretende-se que estes permitam a visualização gráfica das técnicas já implementadas na construção dos KPIs, ou seja, devem apresentar transparência de dados e ao mesmo tempo serem de fácil e rápida percepção.

Numa fase final foi também considerado essencial o desenvolvimento de ficheiros com o mapeamento de cada KPI de forma a permitir o seu uso em trabalhos futuros e a execução de alterações em caso de necessidade.

1.3 Metodologia

Em primeiro lugar será desenvolvida uma exaustiva pesquisa de conteúdos relevantes para o caso de estudo, nomeadamente do conceito qualidade e da sua evolução no mercado aeronáutico, das organizações *Maintenance, Repair and Overhaul* (MRO) e da relação entre as metodologia *Lean* e *Six Sigma* em contexto com a manutenção aeronáutica e KPIs.

Numa segunda fase será feita a caracterização da empresa, como esta se situa no mercado aeronáutico, qual a sua missão e os seus valores e é também apresentada uma breve análise à estrutura da organização de forma a contextualizar a área e o departamento da qualidade nos objetivos propostos. Ainda na mesma fase é feita uma análise da situação atual da empresa em termos do que está concretizado até à fase anterior ao início do caso de estudo.

De seguida, serão aplicadas duas metodologias baseadas nas metodologias *Lean* e *Six Sigma*, nomeadamente os ciclos *Define – Measure – Analyse – Improve – Control* (DMAIC) e *Define – Measure – Analyse – Design – Verify* (DMADV), para a elaboração dos KPIs e seus *dashboards*, desde a identificação das necessidades, até à fase de conceção com o apoio de dois *softwares* distintos. O caso de estudo será dividido em duas partes, sendo que será aplicada a metodologia DMAIC para a primeira parte e DMADV para a segunda.

Por fim, será feita uma comparação entre as duas metodologias e os dois *softwares* usados para a criação dos *dashboards* de KPIs, tendo em conta as necessidades da empresa e os obstáculos encontrados com sugestões de melhoria para aplicar em trabalhos futuros.

1.4 Estrutura da Dissertação

Este trabalho foi organizado e estruturado em cinco capítulos, sendo que os Anexos se encontram disponíveis no final da presente dissertação.

No Capítulo 1, no qual se insere este texto, é feita a introdução, nomeadamente através do enquadramento do tema, apresentação dos objetivos e estrutura da dissertação.

O Capítulo 2 contempla uma extensa revisão da literatura onde são apresentadas algumas noções teóricas relativamente a Indicadores Chave de Desempenho. Inicia-se este capítulo com uma breve introdução à aeronáutica, às empresas de manutenção, reparo e revisão no mercado aeronáutico e a importância da medição do desempenho nestas empresas. De seguida, é feita uma introdução às metodologias *Lean* e *Six Sigma* e aos métodos que seguem estas metodologias e que serão aplicados no caso de estudo. Para finalizar o segundo capítulo, é também feita uma abordagem teórica sobre *Key Performance Indicators* (KPIs), *dashboards* de KPIs e do ciclo *Plan – Do – Check – Act* (PDCA).

No Capítulo 3 é realizada uma breve apresentação da empresa onde foi realizado o presente estudo, a OGMA, destacando a sua estrutura organizacional e a *Área Quality Product Management* juntamente com a situação atual da área.

O Capítulo 4 contempla a metodologia aplicada nas diversas situações práticas do presente caso de estudo que será apresentada através de um fluxograma. Neste capítulo estão contemplados os resultados experimentais do trabalho elaborado, tendo como base a metodologia mais adequada e apresentada detalhadamente no Capítulo 2.

Por fim, no Capítulo 5, são apresentadas algumas considerações sobre os resultados obtidos no Capítulo 4 e as conclusões finais do estudo realizado, assim como, sugestões para trabalhos futuros no âmbito da temática apresentada.

Capítulo 2

2 Revisão da Literatura

Este capítulo tem como objetivo apresentar os conceitos teóricos relativos aos Indicadores Chave de Desempenho. Serão ainda apresentadas as metodologias empregues na resolução do presente caso de estudo.

2.1 Contextualização

O ser humano contém o desejo de voar desde os tempos pré-históricos. Ao longo da história, existem vários registos de tentativas de voo mal sucedidas, os primeiros passos da aviação remontam por volta do ano 400 a.C. onde se acredita que Archytas, um estudioso da Grécia Antiga, terá criado um pombo de madeira com capacidade de voar por 180 metros. No ano 300 a.C. os chineses inventaram a pipa (um género de planador rudimentar) e as técnicas para a fazer voar. Acredita-se também que, no século XV, Leonardo da Vinci terá sido a primeira pessoa a criar vários projetos racionais não científicos, embora não tenha tentado construir nenhum deles. Foi no ano 1901 que os irmãos Wright, com uma equipa de engenheiros, construíram um avião e em 1903 foi realizado o primeiro voo controlado.

O transporte aéreo civil começou após a primeira guerra mundial. O primeiro avião de transporte feito completamente em metal foi criado na Alemanha por Hugo Junkers (*Junkers F13*), um modelo já avançado de asa catiliver (estruturalmente bastante forte que suporta todo o esforço no seu interior) com capacidade para quatro passageiros. Foi a partir desta altura que

se descobriu a importância desta indústria no desenvolvimento das áreas militares, embora só na segunda guerra mundial é que tenha sido completamente afirmada a sua relevância que levou ao desenvolvimento da indústria aeronáutica e que está presente nos dias de hoje. (Clarke, 2004).

Devido ao reduzido tempo de viagem e à oportunidade de efetuar grandes deslocamentos, tornou-se claro que a aeronáutica seria um ótimo meio para facilitar trocas comerciais e o turismo. Com o crescimento do número de organizações envolvidas na indústria, a concorrência aumentou seguindo numa diminuição do preço dos transportes aéreos ao longo dos anos. Desta forma, foi necessário contornar esta tendência e estudar hipóteses de reduzir custos para lutar por um lugar no mercado, garantindo as mesmas ou maiores margens de lucro. Esta evolução teve um grande impacto em atividades económicas, desde as vendas e manutenção de aeronaves e componentes, até aos aeroportos e gestão de tráfegos aéreos. É notória a influência da aeronáutica no turismo, onde cerca de 52% dos turistas utiliza este meio de deslocação para viajar (Air Transport Action Group, 2016; Clayton & Hiltz, 2015).

Um requisito essencial para garantir que as aeronaves sejam mantidas em condições de aeronavegabilidade predeterminadas para transportar com segurança os passageiros é a sua manutenção. Os manuais de aeronaves e de equipamentos definem períodos nos quais deve ser feita a respetiva manutenção. É desta forma que surgem as organizações de manutenção, reparação e revisão (*Maintenance, Repair and Overhaul*). Estas organizações têm como objetivo a otimização de serviços de manutenção, reparação e revisão das aeronaves e seus componentes, tendo em conta a necessidade de redução de custos.

2.2 O mercado aeronáutico

O mercado aeronáutico é bastante vasto e encontra-se em constante crescimento. De acordo com um *Outlook* da Indústria Aeroespacial e de Defesa Global (Deloitte & Touche LLP, 2017), estima-se que em 2017 existiu um acréscimo de cerca de 0,3% nas receitas do setor comercial e de cerca de 3% nas receitas no setor de defesa, envolvendo um número considerável de organizações a atuar nesta indústria. No entanto, este mercado pode ser dividido em dois setores (Deloitte & Touche LLP, 2017):

- Setor de aeronaves civis, que se resume aos serviços e atividades dedicadas a companhias aéreas, privados e a setores dos estados para uso não militar. Neste setor as atividades podem ser classificadas como aeronaves comerciais, regionais executivas e *rotorcrafts*.
- Setor de aeronaves militares, que contém todos os serviços e atividades de aviação relacionados com o setor público com o propósito militar.

Comparando estes dois setores, a sua grande distinção são os clientes. No setor militar, existe por norma apenas um cliente com necessidades de manutenção e proteção de aeronaves contra armamento inimigo e desenvolvimento de tecnologias de transporte de armamento. Por outro lado, no mercado da aviação civil, os clientes são, geralmente, companhias aéreas.

2.3 Organizações *Maintenance Repair and Overhaul*

Nos últimos 10 anos, as empresas de *Maintenance Repair and Overhaul* (MRO) atingiram o pico das receitas enquanto que a indústria sentiu os efeitos dos altos e baixos económicos e políticos sentidos mundialmente. Estas empresas têm como função a manutenção, reparação e revisão das aeronaves e seus componentes de forma a garantir segurança e aeronavegabilidade.

Para uma companhia aérea é essencial o uso de MROs para desenvolver as suas atividades. Estas são focadas maioritariamente para o negócio de aviação civil, no entanto algumas também oferecem serviços para o negócio de aeronaves do governo e militares. As MRO's podem ser divididas em quatro tipos de organização (ICF SH&E, 2013):

- *MRO in-house* – organizações que desenvolvem uma função específica e também com capacidades de realizar atividades de manutenção, reparação e revisão;
- *Independent Third House* – organizações MRO que atuam independentemente de companhias aéreas;
- *Airline Third Party* – MROs propriedades de companhias aéreas fornecendo serviços às mesmas como terceiros;
- *Original Equipment Manufacturers* (OEM's) – organizações com certificados para fabricar equipamento original aeronáutico.

Segundo *The Aeronautical Repair Station Association*, uma organização MRO pode direcionar a sua atividade em determinadas partes de aeronaves, operacionalizando em quatro mercados distintos:

- *Airframe Heavy Maintenance* (manutenção de fuselagem) – inspeção detalhada de fuselagem e componentes, incluindo programas de prevenção à corrosão e inspeções estruturais;
- *Engine Overhaul* (revisão do motor) – focado na reparação e manutenção do motor. A manutenção é realizada quando necessária, ou quando é necessário substituir peças em que o seu tempo de vida tenha chegado ao limite;

- *Component MRO* (manutenção de componentes) – manutenção, incluindo reparo e revisão, de componentes das aeronaves que fornecem as funcionalidades básicas para estar aeronavegável, tais como navegação e controlo, comunicação, controlo da interface de superfície, condições de cabine, energia eléctrica e travões;
- *Line Maintenance* (manutenção sem retirar do serviço) – revisões regulares de forma a garantir que as aeronaves estão aptas para o voo, incluindo a resolução de problemas, retificação de defeitos, manutenção noturna e substituição de peças.

A indústria da aviação é bastante resiliente e o mercado MRO complexo, o setor comercial está em constante mudança e desenvolvimento enquanto que o setor militar é considerado bastante incerto, tornando assim as organizações MRO numa excelente resposta para a indústria.

2.3.1 Importância de Indicadores nas MROs

Numa MRO, os indicadores de desempenho têm o propósito de auxiliar a organização a perceber o que a manutenção está a ter como impactos, o que está a conseguir alcançar para o negócio e o que mais pode ser feito para melhorar a performance operacional. O desempenho de manutenção pode ser melhorado tornando-o mais efetivo e mais eficiente. Manutenção efetiva significa fazer a manutenção certa: o que traz maior confiança nos equipamentos e menores riscos operacionais. Manutenção eficiente tem como objetivo aplicar a manutenção de forma correta, de modo a que a confiança e redução de risco sejam alcançadas com os menores recursos e tempo possível.

O trabalho realizado pela manutenção deve ser alinhado com os objetivos e a estratégia da empresa. A maneira ideal de o demonstrar é ter um desempenho de manutenção claramente relacionado às razões pelas quais a empresa atua no mercado.

Como exemplo, uma companhia aérea Norte Americana implementou três indicadores simples na sua gestão de topo: previsão, preenchimento de taxas para medir níveis de serviço e inventário por aeronave. Em menos de dois anos (após a implementação de segmentação por partes, sistema de gestão de fornecedores e ferramentas de previsão da procura), a previsão da procura melhorou, em média, de 45% para 70%. Da mesma forma, as taxas de preenchimento melhoraram de 92% para 97%. Sendo talvez o fator mais importante, os custos de inventário, que desceram de 1 milhão de dólares para 600.000 dólares (Reopel, 2012).

Outros indicadores também influentes no mercado MRO incluem custo de desempenho, qualidade, planeamento e previsão, material disponível, gestão de inventário, pessoal e segurança (Reopel, 2012).

2.4 Metodologia *Lean*

No contexto organizacional, a metodologia *Lean* pode ser definida como um conjunto de ferramentas que, ao serem combinadas, permitem a eliminação e redução de desperdícios. Uma empresa torna-se *leaner* adotando esta filosofia ou estilo, formatando e direcionando o seu pensamento inicial a “fazer mais com menos” (Stone, 2012).

Após a Segunda Guerra Mundial, a metodologia *Lean* surge através da *Toyota* com o Sistema Toyota de Produção (*Toyota Production System* – TPS) criado por Kiichiro Toyoda e Taiichi Ohno. Este sistema baseia-se no conceito *Just-In-Time* (JIT) ao qual a produção é ajustada à procura, com o objetivo de produzir apenas o necessário na quantidade e tempo certos (Suzaki, 1993). Este modelo foi aplicado inicialmente na indústria automóvel permitindo a redução de custos, melhor produção e maior adequação à necessidade dos clientes tornando a indústria automóvel mais competitiva levando a indústria aeronáutica a ambicionar o mesmo (Bharadwaj, Shashank, Harish, & Garre, 2015).

Ao adotar uma metodologia *Lean*, a organização vai basear-se em duas estratégias (Figura 2.1). Uma é o controlo da quantidade, com base em fundamentos da qualidade e com o objetivo de a melhorar, outra é a redução de custos e tempos de espera através da eliminação de desperdícios, sendo que desta forma, produz apenas o necessário, evita a produção de produtos não conformes e permite uma estratégia de controlo da qualidade com o intuito de garantir produtos e processos de excelência (Wilson, 2010).

O control da quantidade baseia-se em dois pilares:

- JIT (*just in time*) – Metodologia que consiste em produzir a quantidade exata no momento e local exato, evitando assim o desperdício. De acordo com Liker (2004), a metodologia JIT tem os seguintes objetivos:
 - Zero *stock*;
 - Zero defeitos;
 - Zero movimentações;
 - Tempo de *setup* nulo;
 - Lotes unitários.

- *Jidoka* – Técnica de inspeção desenvolvida pela *Toyota* com o intuito de criar funções supervisoras, de maneira a detetar erros na produção (Wilson, 2010). Na *Toyota*, esta técnica consistia na paragem da produção caso ocorra alguma anomalia, de forma a corrigir o defeito e aplicar medidas corretivas.

O controlo da qualidade é feito com o desenvolvimento e formação de mão de obra multifacetada e desenvolvimento de processos estáveis que vão de encontro às necessidades dos clientes.

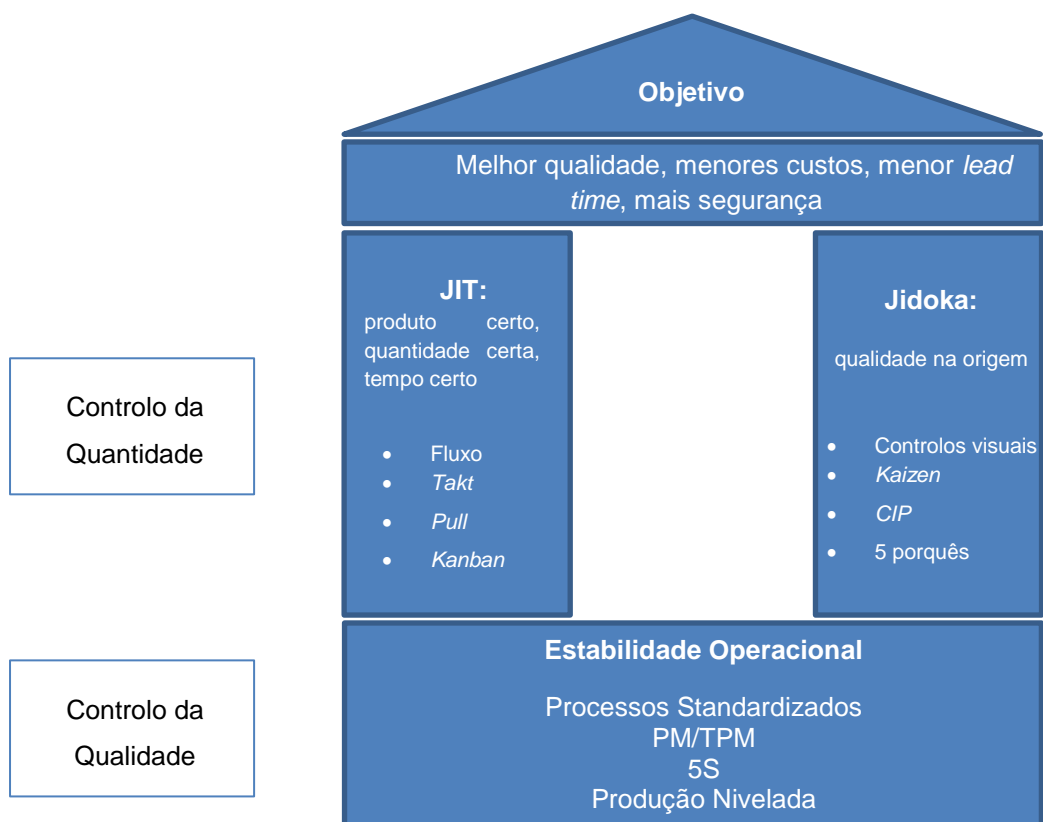


Figura 2.1 - *Lean Basis*

Adaptado de: Wilson, 2010

Para uma organização, é importante perceber que tipo de desperdícios ocorrem no seu ambiente produtivo (Nanova *et al.*, 2012). Segundo Ohno, foram identificados sete desperdícios (Barbosa & Carvalho, 2014; Wilson, 2010):

- Transporte: É considerado desperdício o transporte desnecessário de pessoas e/ou material entre processos.
- Espera: Todo o material ou pessoas que tenham de ficar à espera para completar o ciclo no processo de produção.
- Excesso de produção: Este desperdício leva a criação de outros. Deve-se ao facto de produzir mais cedo, mais rápido ou produzir em maior quantidade.

- *Stocks*: Consumo acrescido de matéria-prima, recursos e espaço para armazenamento. Este desperdício ocorre maioritariamente devido à falta de confiança nos fornecedores, flutuações de preço de compra ou produção superior à necessária para satisfazer picos no mercado.
- Movimentações: Movimentação excessiva de pessoas, material e máquinas resultando em tempo perdido.
- Produtos com defeitos: Problemas de qualidade que levam à repetição de processos ou à reparação do produto. Caso não seja detetado o defeito, pode ter um impacto negativo no cliente;
- Sobre processamento: Processos em excesso, para além do especificado pelo cliente, que não acrescentam valor ao produto final. Surge principalmente por falta de formação dos operadores ou por desconhecimento dos interesses dos clientes.

O grande desafio na eliminação destes desperdícios é a sua identificação. Pode parecer simples eliminar alguns destes desperdícios, no entanto é difícil para as organizações identificá-los (Barbosa & Carvalho, 2014). Por outro lado, ao reduzi-los e eliminá-los, pode permitir reduzir os custos e aumentar as receitas (H.M. Chang, Huang, & Torng, 2013).

A metodologia *Lean* pode ser considerada uma ferramenta estratégica de gestão que auxíla no alcance de certos objetivos, como a qualidade e produtividade, permitindo reduzir custos em atividades que não acrescentam valor ao produto final. Tudo isto tem como foco a perspetiva do cliente, ou seja, o que o cliente valoriza e espera do seu produto final e/ou serviço. É assim, importante compreender o que o cliente realmente valoriza (Melton, 2005).

Segundo Womack (2007) os princípios da metodologia *Lean* são (Figura 2.2):

- Valor: Este princípio está sempre relacionado com o cliente. O valor só tem algum significado quando está especificado em relação a algum serviço ou produto que satisfaça as necessidades do cliente com um determinado custo num determinado momento (Womack *et al.*, 2007);
- Cadeia de Valor: Identificação do conjunto de ações e atividades que constituem todo o processo de produção do produto, desde a encomenda até à expedição para o cliente. Ao analisar a cadeia de valor é possível obter todo o fluxo de informação envolvido tal como identificar atividades que não acrescentam valor (Nanova *et al.*, 2012);
- Fluxo contínuo: É importante garantir um fluxo único e sem paragens em cada processo. Este fluxo evita uma acumulação excessiva de *stock*, permitindo um escoamento natural e sincronizado da produção (Womack & Jones, 2010);
- *Pull*: Este princípio caracteriza a capacidade de disponibilizar um produto ou serviço quando o cliente necessita e na quantidade que necessita, permitindo reduzir o

excesso de produção, quantidade em stock, espaço ocupado, entre outros (Womack & Jones, 2010);

- Perfeição: O processo de reduzir tempo, custos, espaço e erros não deve ter um fim, é algo que deve ser trabalhado de forma constante, tal como a procura pelo produto com as melhores especificações que vão de encontro às necessidades do cliente (Womack & Jones, 2010). Um processo que hoje em dia é considerado ideal, poderá vir a tornar-se desajustado ou mesmo obsoleto devido à evolução e surgimento de novas ideias (Decker & Stead, 2008).

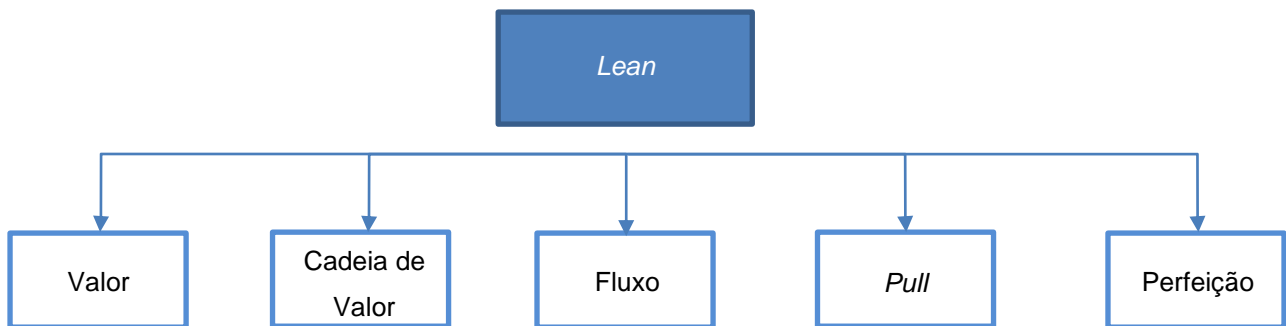


Figura 2.2 - Princípios da metodologia *Lean*

Adaptado de: Womack et al., 2007

2.4.1 Metodologia *Lean* no contexto da indústria aeronáutica

Inicialmente, a metodologia *Lean* foi desenvolvida para indústrias com estabilidade na procura, principalmente indústrias de manufatura. No entanto, setores e organizações com instabilidade na procura e dificuldade de medição da qualidade, deparam-se com maiores dificuldades na implementação desta metodologia. É, desta forma, complicado adotar esta metodologia, no entanto podem ser aplicadas ferramentas *Lean*, ajustando às circunstâncias e necessidades de cada organização. Para as ferramentas poderem ser aplicadas, Wilson (2010) refere ser necessário que a organização seja competitiva no seu mercado; seja explícito qual o cliente foco; a entrega de valor ao cliente tenha como principal estratégia a redução de desperdício e que o foco do negócio seja a longo prazo.

Mesmo existindo alguma resistência à adoção da metodologia *Lean* na indústria aeronáutica, esta identificou a oportunidade de eliminar desperdício, que tal como as restantes indústrias, procura garantir melhor qualidade, menor tempo de ciclo, mão de obra e desperdício na produção do produto/serviço final (Womack & Jones, 2010).

Na indústria aeronáutica a metodologia *Lean* tem uma maior presença no ramo da manufatura. A competição intensa levou a que fosse necessário a produção de produtos com custo inferior, mas mantendo o elevado desempenho e sustentabilidade (Barbosa *et al.*, 2014). Nos últimos anos iniciaram-se estudos para a implementação da metodologia *Lean* e suas técnicas na indústria aeronáutica militar, com o objetivo de aumentar a qualidade, flexibilidade entre outros benefícios (Bharadwaj *et al.*, 2015).

As organizações MROs começam também a adotar estas técnicas para a manutenção, aplicando a um nível não tão complexo como os produtores de aeronaves, devido às diferenças existentes entre os processos de manutenção e produção. Nas operações de fabrico de produtos aeronáuticos o produto é criado e só depois consumido, enquanto que nas MROs, a criação e consumo do produto são feitos de forma simultânea, pois o produto é a própria prestação do serviço (McLaughlin & Durazo-Cardenas, 2013) e não existe a possibilidade de o armazenar ao contrário da indústria de manufatura (Nanova *et al.*, 2012).

O processo da manufatura é um processo repetitivo e mais rígido do que nas operações de manutenção, revisão e reparação, nas quais o mesmo resultado pode exigir processos diferentes em alturas diferentes (McLaughlin & Durazo-Cardenas, 2013). O negócio das MROs baseia-se em projetos e a maior parte dos trabalhos surge devido a defeitos, o que faz com que não possam ser previstos com antecedência (Nanova *et al.*, 2012).

2.5 Ciclo PDCA

O ciclo PDCA (*Plan-Do-Check-Act*), também conhecido como o ciclo de Deming, começou como uma ferramenta de melhoria contínua que, com o passar do tempo, evoluiu para o que hoje é um conceito fundamental de melhoria contínua adotado na cultura das organizações (Sokovic *et al.*, 2010).

A metodologia PDCA é um conceito simples de perceber e aplicar, sendo que a abordagem que faz aos processos e problemas da organização concede à organização uma visão global. Outra vantagem é o facto de poder ser utilizado por um número elevado de colaboradores, envolvendo toda a equipa de trabalho, resultando num ambiente motivado e com sentido de compromisso na resolução dos problemas (Meiling, *et al.*, 2013).

Segundo Lewis (1998), os quatro passos deste ciclo podem ser definidos do seguinte modo:

- O passo *Plan* inicia-se com a definição dos objetivos ou do que deve ser obtido como resultado. A estratégia é uma descrição concisa de como proceder e como atingir os objetivos. É então fornecido um esboço do plano que inclui uma introdução, o plano geral incluindo os seus requisitos, procedimentos e detalhes;

- O passo *Do* do processo de melhoria contínua aborda a forma como são executados os testes do plano;
- O passo *Check* realça a importância de indicadores de desempenho e relatórios de teste. Deverá existir uma equipa responsável pelos resultados de teste obtidos e relacioná-los com o plano e com os objetivos. É então concedido um relatório de testes, tal como visualizações gráficas;
- O passo *Act* fornece diretrizes para atualizar os casos de teste. São também fornecidas sugestões de melhoria relativas a pessoas, processos e tecnologia, de forma a preparar o início do próximo ciclo.

O ciclo PDCA (Figura 2.6) é contínuo e iterativo, após a conclusão destes quatro passos recomeça sistematicamente sem parar. As melhorias começam a surgir após várias aplicações do ciclo. (Beckord, 2002).

Para além das oportunidades de melhoria e otimização dos processos, o ciclo PDCA permite também realizar dois tipos de ações corretivas (Sokovic *et al.*, 2010):

- Temporárias: Ações focadas nos resultados obtidos a curto prazo através da resolução de problemas imediatos;
- Permanentes: Ações focadas na eliminação das causas raiz que dão origem a problemas, melhorando o processo a longo prazo.

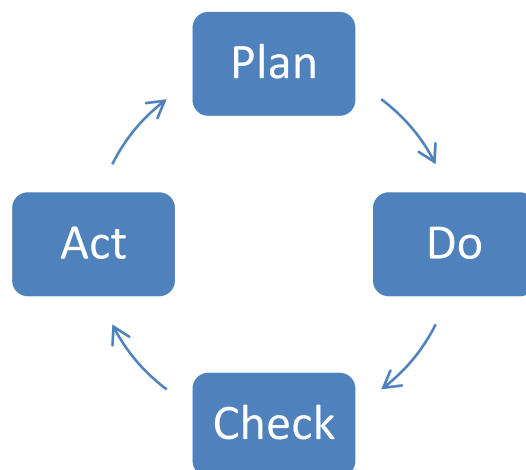


Figura 2.3 - Ciclo PDCA

2.6 Six Sigma

A metodologia “*Six Sigma*” surgiu nos anos 80 através da empresa Motorola, pelo engenheiro de fiabilidade William Smith (Kumar *et al.*, 2006). Devido ao excesso de peças

produzidas defeituosas, a Motorola sentiu necessidade de ter um maior controlo sobre a sua produção (Arnheiter e Maleyeff, 2005). Deste modo a empresa aplicou a metodologia *Six Sigma*, uma metodologia de redução de defeitos, que promoveu um acréscimo nos padrões da qualidade das empresas que, como a Motorola, pretendiam ser mais competitivas no mercado. Hoje em dia, *Six Sigma* é uma metodologia já bastante desenvolvida deixando apenas de ser uma ferramenta de redução de erros, para uma estratégia de gestão usada para gerir uma organização (Kumar *et al.*, 2006).

A metodologia *Six Sigma* é uma estratégia de gestão que utiliza métodos estatísticos para reduzir a variabilidade dos processos e a ocorrência de erros. Tem como objetivo aumentar a eficiência das organizações por via da melhoria da qualidade dos produtos e dos processos (Lin *et al.*, 2012). É também considerado um sistema flexível e capaz de alcançar e maximizar os objetivos das empresas de modo sustentável, guiado pela necessidade dos clientes e com base em informação fatural e estatística (Pande *et al.*, 2000).

Pande *et al.* (2000) referem alguns benefícios de aplicação da metodologia *Six Sigma*:

- Redução de defeitos;
- Redução de custos;
- Redução de tempos de ciclo;
- Aumento da produtividade;
- Aumento de quota de mercado;
- Aumento da fidelização com clientes.

2.6.1 Metodologias Six Sigma

A metodologia *Six Sigma* contém um conjunto de ferramentas e metodologias de gestão que se focam na deteção e redução de erros, aumento da qualidade e aumento da satisfação dos clientes. Duas ferramentas bastante usuais desta metodologia são os ciclos DMAIC e DMADV.

DMAIC

Define – Measure – Analyse – Improve – Control

DMAIC é uma ferramenta *Six Sigma* concebida para projetos relacionados com a qualidade que representa um ciclo de desenvolvimento de projetos de melhoria em que cada letra representa uma etapa do processo (Montgomery & Woodall, 2008):

Define – Etapa onde são identificadas as oportunidades de melhoria, definidos os objetivos a atingir e nomeados os intervenientes do projeto;

Measure – São definidas e quantificadas as métricas relevantes do projeto;

Analyse – Etapa onde é feita a análise dos dados recolhidos no caso de estudo de forma a identificar e analisar causas que possam estar ou vir a comprometer o processo;

Improve – Criação e análise de soluções de melhoria para os problemas identificados e quantificação dos ganhos obtidos com a implementação das melhorias;

Control – Na última etapa, devem ser implementados planos para a manutenção das melhorias, controlar as métricas do processo visados para melhoria, normalizar os procedimentos estudados e aplicar sistemas de deteção de falhas.

Segundo Werkema (2004), é possível demonstrar na seguinte figura a relação entre estes dois ciclos:

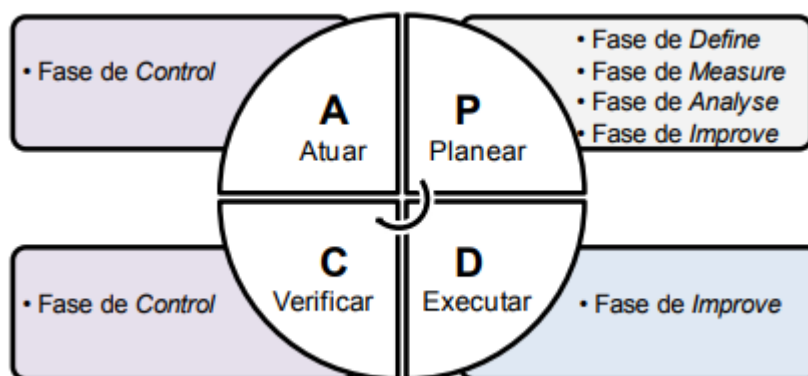


Figura 2.4 - Relação entre ciclo PDCA e DMAIC

Adaptado de: Werkema, 2004

DMADV

Define – Measure – Analyse – Design – Verify

O ciclo DMADV (*Define, Measure, Analyse, Design, Verify*) tal como no DMAIC, utiliza as suas 5 fases na melhoria de processos, no entanto, DMADV é a ferramenta preferível na otimização do *design* de um processo (Kuljanic, 2005).

Surgiu a partir do ciclo PDCA de Deming, DMADV coloca ênfase na integração de técnicas e ferramentas específicas para cada fase do ciclo.

A ferramenta DMADV é utilizada no desenvolvimento de novos produtos ou serviços. É uma ferramenta de melhoria contínua que utiliza metodologias *Six Sigma* para o desenho de produtos, serviços ou processos e que parte desde o início do desenvolvimento até aos requisitos do cliente com nível de qualidade *Six Sigma* (Smith *et al.*, 2002). DMADV é um

processo cíclico e iterativo que tem como objetivo melhorar continuamente o produto e por isso deve ser repetido (Figura 2.4).

Enquanto que a metodologia DMAIC se foca no que está implementado e na sua melhoria, DMADV direciona-se para a antecipação de problemas e para o desenvolvimento de novos produtos. Segundo Staudter *et al.* (2009) DMAIC é uma ferramenta que elimina erros de qualidade e DMADV é uma ferramenta que tende a maximizar características da qualidade do produto. Os mesmos autores determinam também algumas situações em que DMADV deve ser aplicado ao invés de DMAIC:

- Criação de um novo processo/produto/serviço;
- Quando uma melhoria incremental não seja suficientemente significativa;
- Quando existe a necessidade de um novo *design*.

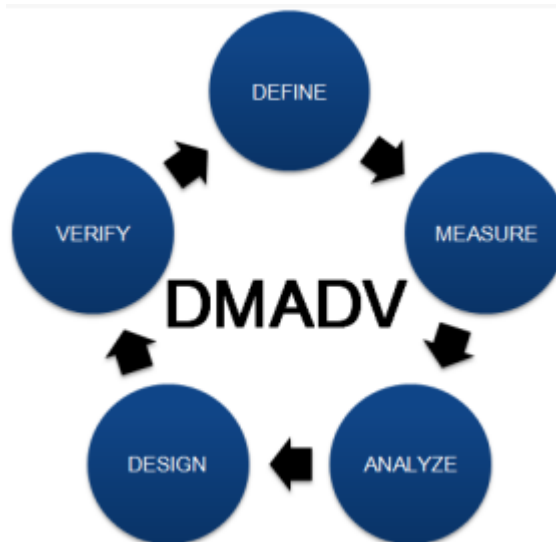


Figura 2.5 - Ciclo DMADV

Adaptado de: Smith *et al.*, 2002

Tal como DMAIC, as três primeiras etapas da ferramenta DMADV são *Define*, *Measure* e *Analyze*.

Define – A primeira etapa do processo surge a partir do momento em que há uma necessidade da empresa, como um novo evento ou problemas a ser resolvidos (Pham, 2006). O objetivo desta fase é identificar claramente o problema, objetivo, recursos potenciais e necessidades dos clientes no negócio da empresa. Nesta etapa são também identificadas as características críticas para qualidade (CTQs – *Critical to Quality*) (Handerson & Evans, 2000). Simultaneamente à definição das necessidades e objetivos, deve também ser feita uma análise

de risco, tentando identificar e quantificar os possíveis riscos que possam ocorrer (Staudter *et al.*, 2009).

Measure – Segundo Pham (2006), nesta etapa devem-se definir quais os requisitos do cliente, sendo este um *input* essencial para a concepção de um *design* orientado para o cliente e, com base nestes requisitos, identificar, quantificar e priorizar as CTQs como custo, desempenho, fiabilidade e manutenibilidade. Estes requisitos devem ser recolhidos de diferentes clientes e definidas prioridades para diferentes requisitos (Staudter *et al.*, 2009). Para além desta recolha, devem também ser definidos os parâmetros CTQs dos clientes (Kumar *et al.*, 2006).

Analyse – Esta etapa consiste no desenvolvimento e na seleção do melhor conceito de alternativas de propostas de *High Level Design* (HLD) (Kumar *et al.*, 2016). HLD pretende fornecer uma visão geral do sistema ou do produto a ser desenvolvido, identificando os principais componentes a serem desenvolvidos para o produto e as suas interfaces. Pendokhare e Quazi (2015) afirmam também ser a fase onde são criadas teorias quanto ao que pode causar o problema e, ao testar as teorias, são identificadas as causas raiz. Devem ser apresentadas as soluções aos clientes e devem ser tomadas as decisões com base no *feedback* obtido e nas soluções aprovadas pela equipa para implementação.

Design – Nesta fase é desenvolvido o HLD final, as especificações e os parâmetros exatos, processos relacionados e o design otimizado (Pendokhare & Quazi, 2015). Devem ser resolvidas todas as contradições e conflitos do conceito e definidos os recursos necessários. É também realizada uma análise de risco, analisado o *feedback* obtido pelos clientes e comparados os resultados com as suas necessidades e desejos podendo ajustar o conceito se necessário (Kumar *et al.*, 2009).

Verify – A fase final tem como função verificar o trabalho realizado, validar a aceitação das partes interessadas, completar testes piloto e início da produção e lançamento no mercado (Pendokhare & Quazi, 2015). Nesta fase o produto final deve já estar direcionado às expectativas e necessidades dos clientes, no entanto, é também considerada uma fase dinâmica pelo facto de serem recebidas críticas dos clientes na mesma altura em que o produto está a ser lançado e, desta forma, haverá a hipótese ou poderá ser necessário ajustar o processo (Majumbar & Selvi, 2014).

2.7 Lean e Six Sigma

Tendo como foco estratégias distintas, a convergência entre as metodologias *Lean* e *Six Sigma* permite que sejam sistematizadas as intervenções nos processos das organizações, considerando as atividades críticas a intervir e a ordem de prioridade de execução de ações de melhoria (Taghizadegan, 2006). Embora estas metodologias sejam totalmente independentes

entre si, estão relacionadas devido aos objetivos que partilham: a melhoria na capacidade de produção e a redução de custos. Estes dois conceitos exigem alterações culturais nas organizações, maior formação de todos os colaboradores e uma nova abordagem ao método de gestão (Arnheiter e Maleyeff, 2005).

De acordo com Devane (2004), *Lean* suprime as falhas verificadas em *Six Sigma* e o inverso também se verifica, ou seja, os pontos fortes de um são os fracos do outro. A junção das duas metodologias pode conduzir às seguintes vantagens:

- Redução de desperdício e aumento da velocidade na execução de processos produtivos;
- Redução de *stock* e outros materiais, que pode levar a ganhos financeiros significativos;
- Reduzir variabilidade e número de defeitos, através de controlo estatístico;
- Estabelecer métricas e indicadores de desempenho do sistema, ajudando no controlo de processos.

Também são referidas outras vantagens da implementação dos métodos *Lean* e *Six Sigma*, associados à otimização global do sistema de produção, à integração de processos de tomada de decisão com base nas reações dos clientes e incorporação de um regime estruturado de educação e treino que abrange toda a organização (Arnheiter e Maleyeff, 2005).

2.8 Key Performance Indicators

Um indicador chave de desempenho (*Key Performance Indicator*, KPI), é uma ferramenta que permite obter informações de uma determinada realidade, tendo como principal característica poder sintetizar várias informações e reter o significado essencial dos aspetos analisados (Mitchell, 2004). KPI's permitem "destilar" grandes quantidades que são recolhidas pelas organizações, pois torna-se difícil a gestão da informação quando o seu volume de dados aumenta (Franceschini *et al.*, 2007).

De acordo com Adriaanse (1993), os KPIs têm como objetivo simplificar, quantificar, analisar e comunicar. Os fenómenos complexos são quantitativos e com os KPIs tornam-se compreensivos por vários segmentos da sociedade. Sendo assim, pode dizer-se que os KPI's são ferramentas para monitorizar determinados processos das organizações, especialmente processos críticos, em relação ao alcance dos objetivos de desempenho estabelecidos.

A utilização de indicadores de desempenho é uma forma das organizações obterem vantagem competitiva, no entanto deve ser tido em consideração que uma fraca escolha ou má implementação de KPIs pode gerar efeitos negativos nas empresas, como afastá-las das metas definidas em vez de as aproximar (Pyzdek, 2003).

De acordo com Parmenter (2007), poucas organizações monitorizam os seus verdadeiros KPI's. Existem quatro tipos de indicadores de performance:

- *Key Result Indicators* (KRI) – indicadores chave de resultados: estes indicadores confirmam se o caminho está a ser o certo, mas não fornecem informações do que deve ser feito para melhorar o desempenho. São indicadores que medem resultados e, por este motivo, o seu *output* revela algo que não pode ser alterado, o que não deixa de ser importante pois reflete resultados obtidos com as ações tomadas anteriormente e são indicadores de maior interesse para a gestão de topo;
- *Result Indicators* (RI) – indicadores de resultado: estes indicadores têm como objetivo mostrar o que foi feito até uma determinada altura;
- *Performance Indicators* (PI) – indicadores de desempenho: idênticos aos KPI's, no entanto fornecem maior quantidade de informação e servem de complemento aos KPI's.
- *Key Performance Indicators* (KPI) – indicadores chave de desempenho: indicam o que fazer para aumentar drasticamente o desempenho.

Para uma melhor perceção destas quatro métricas, Parmenter (2007), usa uma analogia que representa as camadas de uma cebola (Figura 2.5):

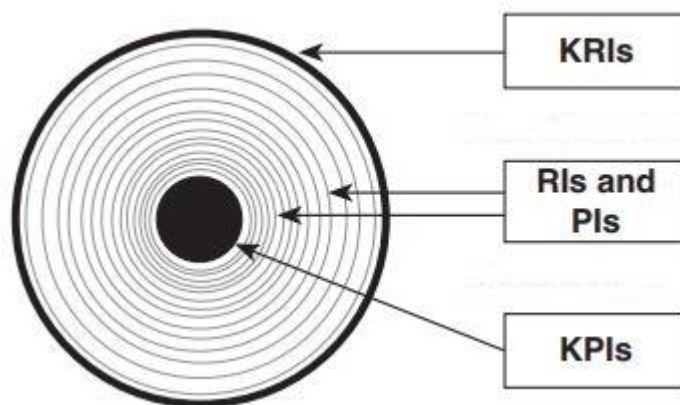


Figura 2.6 - Analogia da Cebola

Adaptado de: Parmenter, 2007

A camada exterior da “cebola” mostra a sua condição geral, ou seja, mostra os resultados que estão a ser obtidos (KRI). Avançando até ao interior da “cebola” é encontrada mais informação em relação ao desempenho da empresa (PI e RI). Cada “camada” representa

resultados e os vários indicadores de desempenho. Por fim, no núcleo pode-se encontrar os KPI's, a informação crítica e de maior relevância para a organização.

Após análises extensas, considerando vários tipos de organizações dentro dos setores público e privado, Parmenter (2007) define sete características de KPI's:

- São medidas não financeiras (não são expressas em unidades monetárias);
- São medidos frequentemente (24/7, diariamente ou semanalmente);
- Devem ter medidas de ação da gestão de topo;
- Devem indicar claramente quais as ações necessárias por parte dos colaboradores;
- A sua responsabilidade deve estar atribuída a uma equipa ou membro;
- Devem ter impacto significativo. O KPI deve estar relacionado com um ou mais fatores críticos da organização;
- Devem incentivar um impacto positivo, ou seja, a melhoria do KPI deve contribuir positivamente noutras medidas de desempenho.

Marr (2017a) faz uma analogia da utilização de KPI's com um navio, onde o capitão e a tripulação necessitam de dados de navegação de forma a perceber onde se encontram em relação à rota planeada. Neste caso, indicadores como dados de localização GPS, velocidade, níveis de combustível ou informações meteorológicas, permitem que a equipa tome decisões sobre a direção a seguir.

Marr (2017a) afirma ser da mesma forma com as organizações. Os KPI's são ferramentas de navegação que permitem a gestão de topo perceber se a situação atual da empresa se encontra direcionada para os objetivos estabelecidos ou a caminhar pelo caminho errado. O conjunto certo de KPIs irá iluminar os aspectos chave do desempenho e destacar as áreas que podem precisar de atenção. Sem o conjunto certo de KPIs, é como se a gestão de topo estivesse a navegar de olhos fechados. O grande problema, é a existência de bastantes KPI's, sendo que o desafio inicial é a escolha correta destes, dependendo do tipo de negócio onde a empresa atua.

Estudos efetuados pela Bernard Marr & Co. mostram que apenas 10% das métricas recolhidas, analisadas e reportadas são usadas na tomada de decisão. Cerca de 90% destas métricas são desperdiçadas, ou em casos piores, podem até revelar resultados que não sejam os corretos e fazer com que a tomada de decisão piore a situação da organização.

2.9 Dashboards

Desenvolver e organizar o conjunto adequado de KPI's e extrair a informação relevante é uma parte fundamental e pode ser um fator diferenciador para as empresas. No entanto, esta informação pode ser inútil caso a informação não seja reportada de forma eficiente, isto porque, numa fase final, os KPI's são apenas eficazes se as pessoas certas receberam a informação de que necessitam, numa forma em que a percebam, para poderem tomar melhores decisões. É neste sentido que os *Dashboards* são uma excelente forma de comunicar a informação e resultados obtidos dos KPI's (Marr, 2017b).

Weiner (2015) afirma que *dashboards* são ferramentas visuais que fornecem informações complexas aos decisores num curto espaço de tempo. Weiner (2015) faz também uma comparação dos *dashboards* com um *cockpit* de um avião, onde é possível observar vários parâmetros de voo instantâneos e desta forma fornecer informações importantes para a tomada de decisão.

De acordo com Kerzner (2011), a apresentação de gráficos e informações de dados é tão importante como o saber escrever. A parte fundamental de um *dashboard* não é a sua estética mas sim o seu conteúdo e a mensagem que transmite, é por este motivo que a sua informação deve ser exata e não abstrata.

Um *dashboard* foca-se nas medidas que realmente importam melhorando assim a capacidade de observar e controlar os indicadores chave de desempenho. As organizações devem ser mais sistemáticas e seletivas na recolha dos seus dados e não se concentrarem apenas em reunir tudo o que for facilmente medido. Recolher e reportar a informação certa, pode levar a gestão de topo a procurar novas oportunidades e identificar problemas específicos (Marr, 2009).

Uma vantagem dos *dashboards* é o facto de poderem ser analisados com dados em tempo real. Esta informação depende da capacidade de acesso às bases de dados e pode ser obtida através de relatórios periódicos (diários, semanais, mensais), muitas vezes usando o *software* Microsoft Excel.

Segundo Kerzner (2011), existem alguns fatores a considerar na elaboração de um *dashboard*:

- O objetivo do *dashboard* é apresentar a informação o mais explícita e sintetizado possível e não um relatório detalhado;
- Devem ser bem definidos os objetivos e as suas métricas pois, caso não sejam, podem não apresentar a informação necessária ou essencial em determinados contextos;

- Mais do que a própria utilização do *dashboard*, a sua informação deve ser recolhida e transmitida da melhor forma. O seu conteúdo deve ser selecionado cuidadosamente para transmitir a mensagem de forma eficaz a todas as partes interessadas.

Vaccarezza & Rizzi (2014) defendem que os *dashboards* são uma maneira eficaz de monitorizar mudanças e impactos, tendo em consideração os objetivos definidos e podem ainda servir como ferramenta de apoio à orientação da mudança. Afirmam também que, para ser eficaz, um *dashboard* deve permitir:

- O constante acompanhamento do processo de forma a possibilitar intervir no momento;
- Limpar informações sobre ações que tenham contribuído, de forma positiva ou negativamente, para o alcance das metas;
- A obtenção de previsões de resultados futuros baseadas na eficácia das iniciativas em curso, de modo a poder tomar decisões antecipadas e ações com capacidade de influenciar de forma positiva o processo.

Os *Dashboards* têm também a capacidade de seguir o progresso de uma atividade, de forma a tomar ações corretivas caso seja necessário e antecipar possíveis erros (Guni, 2014). Não é apenas importante que um *dashboard* tenha capacidade de adaptação, deve ter também capacidade de antecipação. É por isso necessário uma ferramenta estratégica para programas de mudança complexos e com capacidade de orientar a mesma, fornecendo informação preditiva, sistemática (englobar diferentes variáveis na organização) e bidimensional (relacionada com recursos técnicos e humanos) (Vaccarezza & Rizzi 2014).

Ferramentas como o *software* Microsoft Excel começam a ser cada vez mais atrativas para as organizações no que trata ao desenvolvimento de *dashboards*. Se usado de forma correta, é possível retirar importantes decisões para a gestão das organizações (Goldmeier & Duggirala, 2015).

Goldmeier & Duggirala (2015) referem algumas razões pelas quais o *software* Microsoft Excel é uma boa opção na criação de *dashboards*:

- É uma solução comercial *Off-the-shelf* – isto significa que, ao contrário de vários *softwares* que necessitam de certas arquiteturas de dados e “*business intelligence*”, uma solução comercial *Off-the-shelf* como o *software* Microsoft Excel está pronta a usar como se fosse comprado num retalhista e não precisa de tecnologia adicional para a sua implementação e para iniciar operações.
- É flexível e personalizável – o *software* Microsoft Excel apresenta várias soluções para a construção e apresentação de dados.

- Familiaridade e ubiquidade – o *software* Microsoft Excel é das ferramentas mais utilizadas mundialmente e a familiaridade com este produto, requer menos tempo de treino e formação. Muitos utilizadores ainda usam versões antigas do *software* Microsoft Excel, no entanto a Microsoft, como regra geral, torna as novas versões compatíveis com versões anteriores.
- Rápido tempo de resposta – por norma, as operações no *software* Microsoft Excel são mais rápidas do que noutros *softwares* e, caso necessite de modificações, é fácil a formatação no próprio programa sem ser preciso recorrer a linguagem de código do Microsoft Excel VBA (*Visual Basic for Applications*).

A construção de um *design* adequado de *dashboards* é algo a ter em conta, pois este deve conter o número apropriado de KPIs que representem todos os aspectos fundamentais de forma a serem avaliados pela organização (Lohman *et al.*, 2004). Goldmeier & Duggirala (2015) sublinham a importância do uso adequado de programas para apresentação de *dashboards* como o *software* Microsoft Excel. Na melhor das hipóteses, se for mal utilizado poderá ser possível perceber o erro e corrigi-lo imediatamente, no pior dos casos, a organização continuará a seguir um caminho de maus resultados sem a sua percepção.

Capítulo 3

3 Caracterização da Empresa

“Juntos voamos mais alto.”

3.1 Introdução

Ao longo deste capítulo será caracterizada a empresa onde foi realizado este caso de estudo, a OGMA – Indústria Aeronáutica de Portugal. Dedicando-se a serviços de manutenção e fabrico de aeroestruturas, a OGMA conta já praticamente com 100 anos de experiência e com o papel central na fundação da indústria aeronáutica do país.

Os serviços MRO de Aviação de Defesa, Aviação Comercial e Executiva, Motores, Engenharia e Componentes, representam 71% do total de negócios da OGMA. Como já foi apresentado, é notória a importância de KPI's nos serviços MRO, pelo que, começaram a ser estudados e implementados vários métodos de aplicação de KPIs de forma a medir o desempenho atual na OGMA.

O presente caso de estudo foi realizado na área de Qualidade de Manutenção do Produto que lida maioritariamente com reclamações de clientes e auditorias feitas tanto a aeronaves civis como militares. Nesta área já tinham sido implementados alguns KPIs através do *software* Microsoft Excel, relativos a reclamações de clientes tanto na manutenção de aeronaves como na manutenção de motores e componentes.

Também neste capítulo, após a caracterização da empresa, será demonstrado qual a situação atual e quais os KPIs desenvolvidos na OGMA na área de Qualidade e Manutenção do Produto até à data inicial do caso de estudo.

3.2 OGMA – Indústria Aeronáutica de Portugal, S.A.

A OGMA iniciou a atividade a 29 de junho de 1918 com a criação do Parque de Material Aeronáutico. Dez anos depois passou a ser designado por Oficinas Gerais de Material Aeronáutico, mantendo esta designação até ao ano de 1994 onde adquiriu a sua designação que se mantém até hoje OGMA – Indústria Aeronáutica de Portugal.

Qualificada no mercado da aviação civil e militar, a OGMA dedica-se à manutenção, reparação e revisão geral de aeronaves, motores, aviónicos e acessórios. Faz parte da sua atividade a modernização, modificação e integração de aeronaves bem como a fabricação e montagem de componentes e estrutura de aeronaves.

A partir do momento da sua formação até 2003, a OGMA foi um organismo público, sendo que o estado português optou pela sua privatização quase total. Desde 2005, 65% do seu capital é detido pelo consórcio Airholding SGPS, composto pela Embraer, e os restantes 35% são detidos pela Empresa Portuguesa de Defesa SGPS, SA, composta pelo governo português.

Com cerca de um século de feitos históricos, a Indústria Aeronáutica de Portugal é atualmente uma das empresas mais importantes a nível mundial no negócio de manutenção, reparação e revisão geral de aeronaves. Ao longo da sua história e o envolvimento com clientes de todo mundo, a OGMA adquiriu experiência e conhecimento, os quais se traduzem em produtos e serviços de qualidade.

Atualmente, a OGMA detém vários certificados e aptidões incluindo Design Organization Approval (DOA) EASA Part 21 Subpart J, Production Organization Approval (POA) EASA Part 21 Subpart G, Continuing Airworthiness Management Organization (CAMO) EASA Part M Subpart G e Subpart I, Aircraft Maintenance Organization (MOA) EASA Part 145, FAA Part 145, TCCA 573, RBHA 145 e os certificados referentes aos standards ISO 9001:2008, AS 9100, ISO 14001:2004.

A OGMA está sediada em Alverca, possui cerca de 1600 trabalhadores, conta com uma superfície coberta de 150 000 metros quadrados e tem à sua disposição 12 hangares para aviação militar, executiva e comercial, dos quais 10 hangares são para a manutenção aeronáutica e 2 para a manutenção de motores de grande dimensão. O espaço ocupado inclui ainda áreas de fabricação modernas e múltiplas oficinas de apoio. A vasta área da OGMA é também servida por uma pista de 3 km, equipada com torre de controlo de tráfego aéreo disponível 24 horas por dia. Os acessos podem ainda ser feitos via autoestrada, caminho-de-ferro e cais fluvial.

3.2.1 Missão e Valores

“Together We Fly Higher”

O forte compromisso da OGMA com os seus colaboradores, parceiros e clientes é manter a consciência do que é mais importante para o cliente, relativamente a pontualidade, precisão técnica, ter uma abordagem pró-ativa da segurança, sustentabilidade ambiental e flexibilidade. Qualquer que sejam as exigências e expectativas, a OGMA tem como missão superá-las e melhorar continuamente os seus produtos e serviços.

De forma a corresponder à missão e aos seus objetivos, a OGMA centra-se em 5 valores fundamentais. De acordo com o âmbito e objetivos da presente dissertação, salientam-se os seguintes:

- Flexibilidade: conhecer o cliente é um fator chave, é uma forma de compreender e antecipar as suas necessidades e expectativas, acrescentando à capacidade técnica e ao *know-how* da empresa, permitindo oferecer várias hipóteses de resposta aos problemas.
- Eficiência: a OGMA tem conhecimento dos principais problemas dos seus clientes, tais como a pontualidade, confiança, segurança e adaptabilidade. De forma a garantir que os objetivos do cliente são os mesmos que os da empresa. A OGMA compromete-se em aplicar as melhores práticas ambientais, reduzindo desperdícios e custos desnecessários tal como se garante a observar as exigências de saúde e segurança nos seus locais de trabalho.

3.3 Estrutura Organizativa

A estrutura da empresa envolve três direções de negócio principais, Negócio de Aeroestruturas (NA) e Negócio de Manutenção (NM), onde são efetuadas as ações de engenharia, montagem, fabrico, manutenção e planeamento e a área de Administração e Finanças (AF). As restantes são as direções de Engenharia de Suporte e Inovação (CSI),

Recursos Humanos (CRH), Compras Aeronáuticas e Logística (CCA) e Controlo da Qualidade (CQL), a direção onde foi aplicado o projeto da presente dissertação.

Cada direção é dividida em áreas e secções, sendo que a área à qual foi aplicado o caso de estudo foi a Qualidade de Manutenção do Produto (QPM).

Esta informação pode ser observada pelo seguinte organigrama (Figura 3.1):

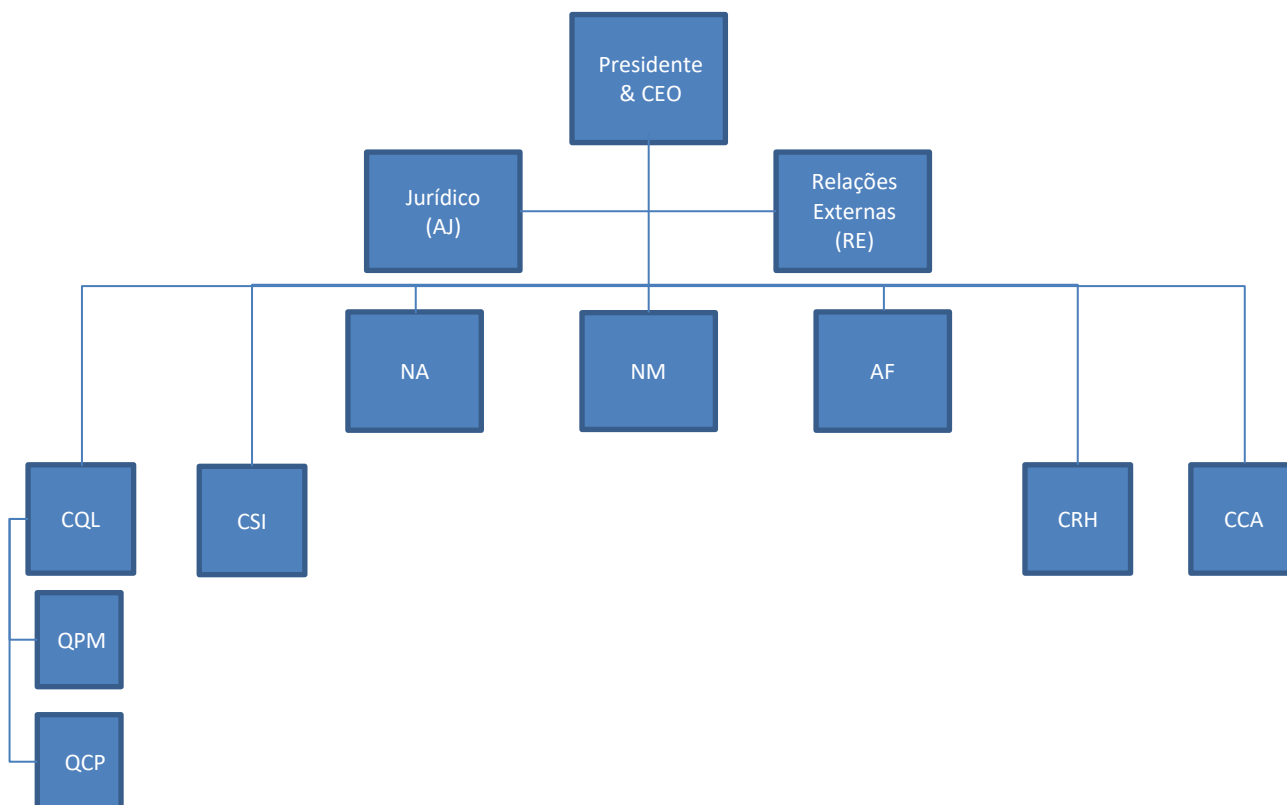


Figura 3.1 - Organigrama OGMA

O estudo dos KPI's será aplicado pela QPM a duas das cinco áreas do Negócio de Manutenção, à área de Manutenção de Aeronáves (MMA) e de Manutenção de Motores e Componentes (MMC).

Dentro da MMA existem cinco secções, Manutenção de Aeronáves de Defesa I (MAA), Manutenção de Aeronáves de Defesa II (MAB), Manutenção de Aeronáves Civis (MAC), Manutenção de Aeronáves de Defesa III (MAD) e Pintura de Aeronáves (MAP).

No caso da MMC, esta divide-se em duas secções, Manutenção de Motores (MMT) e Manutenção de Componentes (MCO), como se pode observar na Figura 3.2:

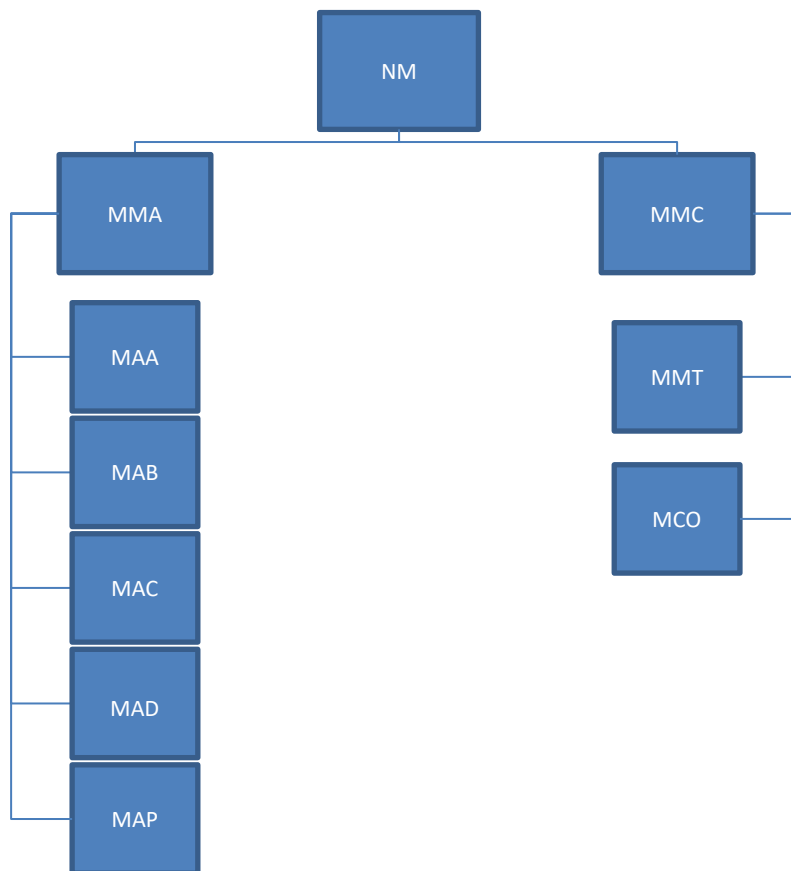


Figura 3.2 - Organograma NM, MMA e MMC

3.4 Quality Product Management

Durante o caso de estudo, a QPM tinha como foco principal dois processos, investigar reclamações recebidas por clientes e a realização e monitorização de auditorias internas.

3.4.1 Reclamações de Clientes

As reclamações estão relacionadas com problemas que ocorrem nas aeronaves ou componentes que tinham sido produzidos ou reparados nas oficinas da OGMA. Estas eram analisadas por um responsável na QPM e passavam por 4 fases até serem dadas como fechadas:

1. A reclamação é recebida pela OGMA, é registada a sua data de ocorrência e entra no estado “Por iniciar investigação”;

2. O responsável autoriza o início da investigação de forma a perceber qual o problema ocorrido e qual a parte responsável (a responsabilidade pode ser do cliente, da OGMA ou partilhada). Passa assim ao estado “Em investigação”;
3. Após conclusão da investigação é dada a resposta ao cliente e espera-se uma decisão final por parte do mesmo. Entra na fase “Em decisão”;
4. Tomada a decisão final pelo cliente, o processo para essa reclamação é concluído e o seu estado é dado como “Fechado”.

3.4.2 Auditorias Internas

Quando um cliente pretende fazer manutenção, revisão ou reparação de aeronaves, é acordado com a OGMA o orçamento e, se aceite pelo cliente, é feito um planeamento de quais as operações a serem executadas relativamente à aeronave de modo a satisfazer as necessidades do cliente. Um dos atributos da QPM é garantir que as operações às aeronaves civis sejam feitas de acordo com vários parâmetros, denominados por cartilha. A cartilha identifica os pontos base da auditoria efetuada ao local onde as aeronaves são intervencionadas. Para o fazer são organizadas equipas técnicas internas para auditar os processos atribuídos à(s) aeronave(s) que são considerados críticos para o seu sucesso.

Para o planeamento de auditorias, o engenheiro responsável tem como missão carregar a informação diariamente da base de dados da OGMA de quais as auditorias a serem feitas (dependendo do tipo de manutenção, revisão ou reparação da aeronave). Posteriormente define qual ou quais as cartilhas a aplicar a cada aeronave e ainda qual o técnico responsável.

Após o planeamento, os técnicos realizam as auditorias e registam os seus resultados em folhas que contêm um conjunto com as cartilhas a verificar. O seu objetivo é verificar se toda a listagem de cartilhas está a ser cumprida (apenas escrevendo no campo “*Status*” um “OK” se a cartilha está conforme os requisitos, ou “NOK” caso contrário) reportando diariamente ao engenheiro. Cada cartilha que não esteja de acordo com o estipulado (“NOK”) é contabilizada como uma anomalia. Na Tabela 3.1 pode-se verificar um exemplo de uma folha com o conjunto de cartilhas a ser preenchido pelos técnicos:

Dia	<input type="text"/>	Matrícula	<input type="text"/>	Projeto	<input type="text"/>	Hangar	<input type="text"/>
Cartilha		Deacrição		Status		Descrição da constatação	
C050.A.1	Bancadas de trabalho	Descrição 1					
C050.A.2	Ligação ao ponto terra	Descrição 2					
C050.A.3	Compartimentos abertos	Descrição 3					
C050.A.4	Obturação	Descrição 4					
C050.A.5	Passagem de Serviço	Descrição 5					
C050.A.6	Plataforma	Descrição 6					
C050.B.1	Estantes/Prateleiras de acondicionamento	Descrição 7					
C050.B.2	Etiquetagem	Descrição 8					
C050.B.3	Obturação	Descrição 9					
C050.B.4	Segregação de material incapaz	Descrição 10					
C050.C.1	Acondicionamento	Descrição 11					
C050.C.2	Embalagem	Descrição 12					
C050.C.3	Rastreabilidade	Descrição 13					
C050.C.4	Prazi vida útil	Descrição 14					
C060.A.1	Calibração	Descrição 15					
C060.A.2	Conferência do inventário	Descrição 16					

Tabela 3.1 - Exemplo de folha de cartilhas

3.5 Situação Atual

Como referido, os objetivos estabelecidos inicialmente para o caso de estudo foram compreender a metodologia produtiva da manutenção aeronáutica e analisar os KPIs e *dashboards* já existentes na QPM para a passagem do formato Excel para o *software* SIGMA 360.

No momento inicial existiam três *dashboards*, um para o coordenador da área de Manutenção de Aeronaves (MMA), um para o coordenador da área de Manutenção de Motores e Componentes (MMC) e um para o chefe da área da QPM.

Os KPIs medidos apresentados nestes *dashboards* são descritos na Tabela 3.2:

KPI	Fórmula	Objetivo
Número de reclamações de clientes por horas trabalhadas em ppm (partes por milhão) (Figura 3.3)	$\frac{\sum \text{Reclamações de clientes}}{\sum \text{Número de horas trabalhadas}} \times 1000000$ <p>(últimos 6 meses)</p>	Análise da evolução e tendência nos últimos 6 meses da relação entre o número de reclamações e horas trabalhadas

Número de reclamações de clientes por horas trabalhadas em ppm (partes por milhão) – Média dos últimos 12 meses (Figura 3.3)	$\frac{\sum \text{Reclamações de clientes}}{\sum \text{Número de horas trabalhadas}} \times 1000000$ <p>(últimos 12 meses)</p>	Análise da evolução e tendência nos últimos 12 meses da relação entre o número de reclamações de clientes e as horas trabalhadas
<i>Lead Time</i> médio de resposta a reclamações de clientes por mês (Figura 3.4)	<p><i>Data de receção da reclamação</i> – <i>Data de resposta ao cliente</i></p>	Obter histórico de tempos médios de resposta aos clientes
<i>Lead Time</i> médio de resposta a reclamações de clientes. Média dos últimos 12 meses (Figura 3.4)	<p><i>Data de receção da reclamação</i> – <i>Data de resposta ao cliente</i></p> <p>(últimos 12 meses)</p>	Análise da evolução e tendência nos últimos 12 meses do tempo médio da resposta ao cliente
Estado das reclamações	Em investigação – Reocorrências – O mesmo problema surge na mesma aeronave	Controlo do estado atual das reclamações

Tabela 3.2 - Indicadores monitorizados pela QPM

Estes *dashboards* tinham os mesmos KPIs agregados de diferentes formas para cada utilizador. O coordenador MMA tinha a visualização de cada secção da MMA (MAA, MAB, MAC, MAD, MAP). São agora apresentadas as figuras dos KPIs descritos na Tabela 3.2, nestas figuras serão só apresentadas as duas primeiras subsecções (MAA, MAB), as restantes podem ser observadas nos Anexos I, Figuras I.1 e I.2.

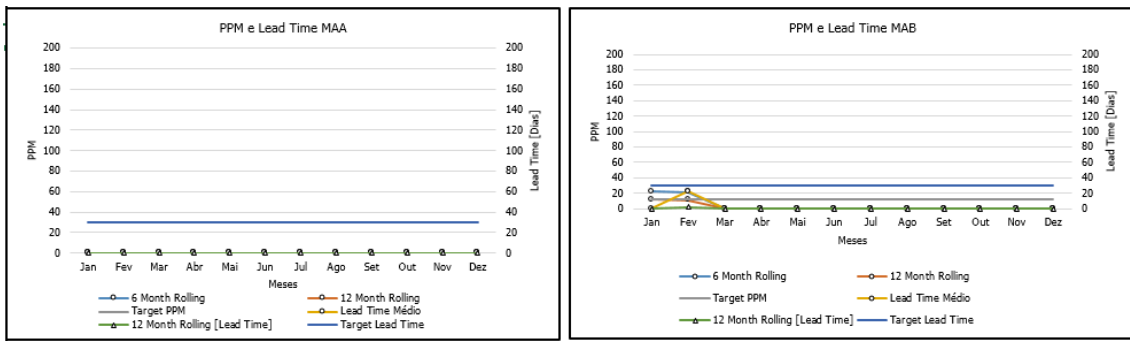


Figura 3.3 - Indicador “PPM e Lead Time”

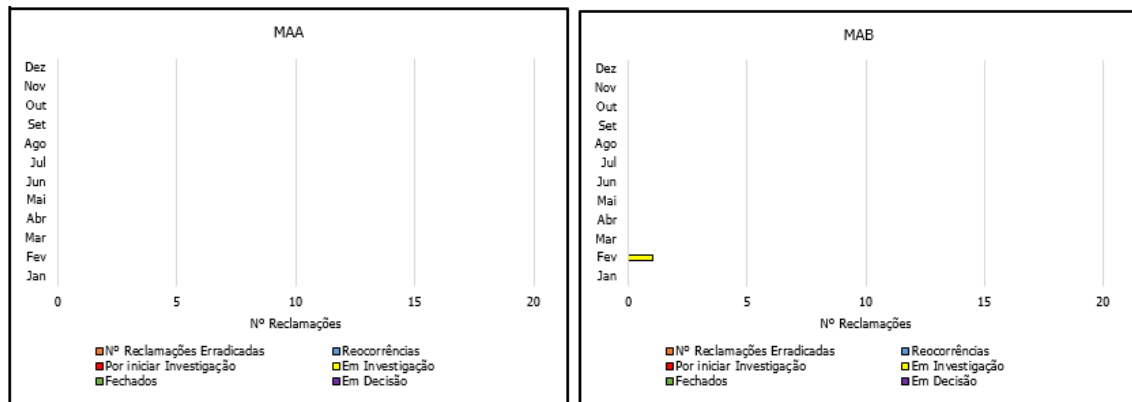


Figura 3.4 - Indicador “Estado das Reclamações”

Semelhante ao coordenador MMA, o coordenador MMC tinha também a visualização das secções da MMC (MMT e MCO).

Por fim, o chefe da area QPM visualizava as duas áreas no seu total, ou seja, todas as secções de MMA eram englobadas num gráfico e as secções MMC englobadas noutra. Tinha também um gráfico com o total da área do Negócio da Manutenção, que contém os mesmos KPIs para o total das sub-secções MMA e MMC.

3.5.1 SIGMA e SIGMA 360

O SIGMA é um *software* de gestão da manutenção usado pela OGMA como base de armazenamento de dados. É nesta base de dados que são guardados todos os dados que a empresa considera relevantes, tais como, horas trabalhadas (operadores e máquinas), vários dados relacionados com produtos produzidos, reclamações, data de origem da reclamação, data de resposta ao cliente, data de receção do cliente, entre outros.

O *software* SIGMA 360 é um complemento do SIGMA que permite trabalhar os dados arquivados de forma a obter vários tipos de KPIs, tal como a extração destas estatísticas possibilitando a análise da manutenção de forma objetiva, via gráficos/relatórios descritivos,

quantitativos, horas, produtividade, tempo de maquina parada (*down time*), *Mean Time To Repair*, *Mean Time Between Failures*, disponibilidade, confiabilidade, custos, entre outros. Os dados em SIGMA 360 são trabalhados com linguagem SQL.

Capítulo 4

4 Caso de Estudo

No presente capítulo serão descritas as etapas para a passagem dos KPIs já existentes no formato Excel para a plataforma SIGMA 360 e as etapas para a criação de KPIs e *Dashboards* com KPIs das auditorias internas da qualidade, tendo como base os conceitos teóricos explícitos no Capítulo 2.

O caso de estudo será dividido em 2 partes, sendo que a primeira descreve a passagem de *dashboards* no formato Excel para o *software* SIGMA 360 e a segunda a criação de KPIs e do *dashboard* para as auditorias internas.

4.1 Parte 1 – Excel para a plataforma SIGMA 360

Na primeira parte do caso de estudo será feita uma abordagem da necessidade que surgiu em passar os dados já trabalhados em Excel para a plataforma SIGMA 360, de seguida será aplicada uma das metodologias *Six Sigma* mencionadas no Capítulo 2, a ferramenta DMAIC.

4.1.1 Define

Como foi demonstrado no Capítulo 3, os KPIs da QPM eram controlados e visualizados através do *software* Microsoft Excel. Para a sua criação foi feito previamente um estudo

relativamente aos objetivos dos KPI's e à estratégia a desenvolver de acordo com o plano definido para o tratamento de reclamações, deste modo a passagem dos *dashboards* para a plataforma SIGMA 360 terá de respeitar todos os critérios definidos inicialmente para cada KPI.

Necessidade de Passagem dos dados em Excel para a plataforma SIGMA 360

Os dados reunidos no formato Excel são dados trabalhados em diferentes áreas da OGMA, ou seja, a área QPM sozinha não contém toda a informação para os KPIs que pretende monitorizar. No caso dos KPIs relativos ao número de reclamações por horas trabalhadas e ao tempo médio de resposta ao cliente, estas são registadas em folhas de Excel dos colaboradores da QPM onde constam as datas de receção, de investigação, de resposta ao cliente e de fecho da reclamação. No entanto, a QPM não reúne a informação do número de horas trabalhadas pelos colaboradores. Neste caso, os dados são estimados para a obtenção do KPI “Número de reclamações de clientes por horas trabalhadas em ppm”.

A necessidade de passar os KPIs para a plataforma SIGMA 360, surge como resolução para problemas relacionados com valores mal estimados relativamente a horas trabalhadas e erro no registo de datas, isto porque, como foi referido, o SIGMA 360 é um aplicativo da base de dados usado pela OGMA e tem a capacidade de ler todos os dados diretamente da sua base de dados.

Os dados relativos às horas trabalhadas são registados automaticamente quando os trabalhadores passam o cartão de identificação à entrada dos seus postos de trabalho e todas as datas do processo de tratamento de reclamações são obrigatoriamente registadas em SIGMA, sendo assim uma fonte mais viável e comum a toda a empresa.

Objetivo

O principal objetivo do projeto é a passagem de *dashboards* do *software* Microsoft Excel para a plataforma SIGMA 360 permitindo a avaliação e monitorização do desempenho do tratamento de reclamações pela área de Qualidade e Gestão do Produto, tendo em conta novas condições críticas para a área.

Recursos Disponíveis

Antes de iniciar o método para a passagem dos KPIs, é importante definir quais os recursos disponíveis. Em termos de desenvolvimento do *software*, é apenas necessário um computador comum com permissões de acesso à base de dados da OGMA. No entanto, existem outros recursos como a informação disponível em SIGMA, tempo e *know-how* considerados críticos para a criação dos *dashboards*.

Inicialmente, o projeto teria duração de 6 meses, de Fevereiro 2017 até Agosto de 2017, durante o qual era necessário:

- Perceber quais os dados inseridos nos *dashboards* criados em Excel;
- Verificar se a informação pretendida se encontrava na base de dados SIGMA;
- Desenvolver conhecimentos sobre a linguagem SQL, visto que a plataforma SIGMA 360 apenas trabalha os dados a partir do SIGMA usando esta linguagem informática.

4.1.2 Measure

Durante esta etapa são definidas e quantificadas as métricas relevantes do projeto, ou características críticas para a qualidade (CTQs), nomeadamente relativas à fiabilidade de informação, apresentação dos *dashboards* e aos utilizadores finais, tendo em conta que os KPIs já estão criados. Sendo assim foram definidas as seguintes características CTQ:

- Permitir a análise do desempenho de reclamações, tendo em conta que o *output* final dos KPIs terá de ser o mesmo dos já criados em formato Excel;
- Fornecer informação relevante, atualizada, fiável e correta;
- Utilizar informação proveniente apenas da base de dados da OGMA;
- Ser de fácil manutenção;
- Ter o mínimo de passos para chegar à informação pretendida;
- Manter a mesma organização dos *dashboards* em Excel para cada utilizador.

Utilizadores

Uma das características críticas é que o uso deste *software* seja feito de igual modo ao uso dos KPIs em Excel. Como referido no capítulo 3 os utilizadores serão:

- Chefe da Secção MMA
- Chefe da Secção MMT
- Chefe da área QPM.

4.1.3 Analyse

Nesta etapa será feita a análise de conflitos e dos dados recolhidos, nomeadamente de quais os dados necessários e qual a forma de os obter para a criação dos KPIs.

Serão tidas em conta algumas características críticas para garantia da qualidade dos dados obtidos já definidas na fase anterior, mais concretamente o facto de que a obtenção dos

KPIs deverá ser feita com dados provenientes apenas da base de dados SIGMA e ter o mínimo de passos para obter a informação pretendida.

Análise de Conflitos

Para iniciar a fase de análise foi planeada uma reunião com o departamento de informática de forma a validar os objetivos da área QPM e do caso de estudo.

Após a reunião foi possível concluir que a plataforma SIGMA 360, juntamente com a linguagem SQL, permite a leitura dos dados sem que haja necessidade de alterar o código do KPI. Permite ainda definir um período de tempo pelo qual se pretende que os KPIs sejam atualizados com os novos dados que vão sendo inseridos na base de dados. Foi deste modo seguro concluir que, retirando a informação necessária da base de dados e após criado o código do KPI, não será necessária nenhuma atividade adicional por parte do utilizador a não ser o acesso ao KPI pretendido, respeitando assim as características críticas.

No entanto, surgiram algumas incompatibilidades ao que estava previsto. O departamento de informática informou que não estavam agendadas formações em linguagem SQL e, devido ao planeamento do orçamento anual de alocação de recursos não era possível disponibilizar nenhum técnico para ser dada formação, contudo, era possível recorrer ao auxílio de um técnico quando este tivesse disponibilidade. Em relação aos KPIs, concluiu-se também não ser possível criar na plataforma SIGMA 360 o KPI “Estado das Reclamações”, pelo facto de que a informação necessária para este KPIs não estava a ser contabilizada na base de dados SIGMA, mais concretamente a informação sobre reocorrências e a informação de quais as reclamações que foram erradicadas. Para estes dados passarem a ser contabilizados, o departamento de informática teria de disponibilizar técnicos e operacionais para proceder ao processo de extração de dados para SIGMA, o qual não era possível efetuar durante o tempo disponível para o caso de estudo devido a outras prioridades por parte do departamento de informática.

Obtenção dos Dados

Para proceder à obtenção dos dados é necessário, em primeiro lugar, aceder à base de dados SIGMA e perceber como seria feita a obtenção dos dados pretendidos. Este acesso é feito com o *software* SQL Developer e foi feito inicialmente com o suporte de um técnico.

A informação em SIGMA está armazenada em forma de tabelas e com este *software* é possível, usando linguagem de código SQL, aceder às tabelas e retirar a informação pretendida. A linguagem SQL tem como propósito recolher informação trabalhada de bases de dados. O código usado é simples e facilmente perceptível, no entanto requer algum tempo e prática para o seu domínio nomeadamente quando a informação necessária envolve várias condições para a sua obtenção e para recolher dados evitando códigos extensos e

desnecessários. Após a criação do código, este é transcrito para a plataforma SIGMA 360 que irá gerar os gráficos com esta informação e editar o seu *design* e apresentação. A Figura 4.1 mostra o fluxo de informação do processo de criação de gráficos na plataforma SIGMA 360.

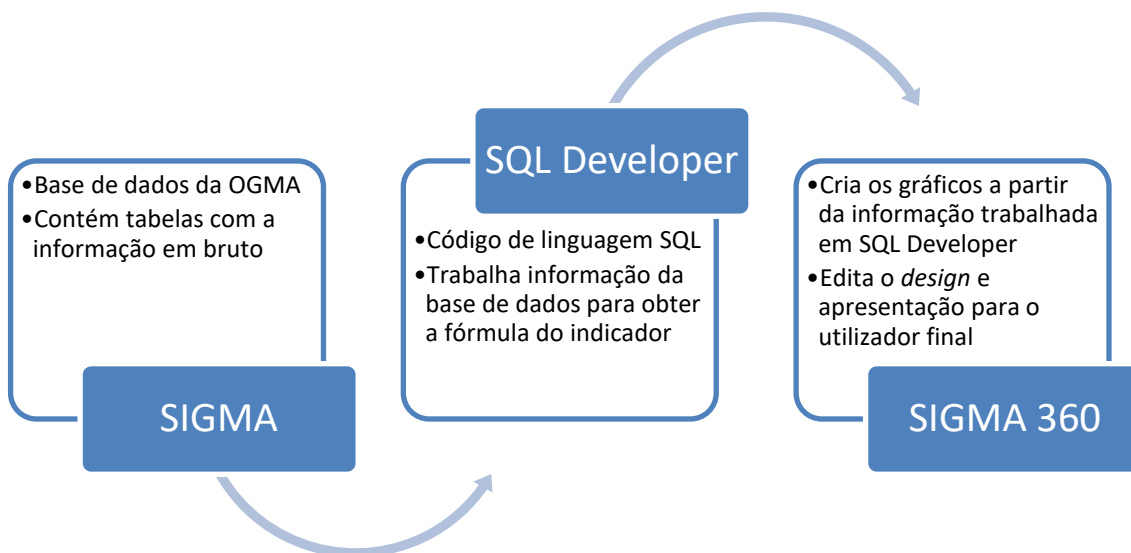


Figura 4.1 – Fluxo de informação de SIGMA para SIGMA 360

Para melhor compreensão deste processo, de seguida é apresentado um exemplo de como são obtidos os dados para o KPI “Número de reclamações de clientes por horas trabalhadas em ppm”.

$$\text{Indicador Reclamações de Clientes} = \frac{\sum \text{Reclamações de clientes (mensal)}}{\sum \text{Número de horas trabalhadas (mensal)}} \times 1000000 \quad (4.1)$$

Como se pode observar pela equação (4.1), o KPI obtém-se dividindo o somatório do número de reclamações pelo somatório de horas trabalhadas e multiplicando este valor por um milhão (os somatórios são efectuados mensalmente), sendo que o valor exibido em cada mês será a média dos últimos 6 meses anteriores incluindo o do próprio mês. Em primeiro lugar, é usado o código para chegar à tabela que contém a informação, neste caso, a informação das reclamações e do número de horas trabalhadas encontram-se em tabelas diferentes. Após

obter cada uma das tabelas, são impostas as condições para obter a fórmula que irá gerar os gráficos, como mostrado na Tabela 4.1:

Matrícula	Área	Data de Receção	Data de Investigação	...
M1	A1	10-11-2015	29-11-2015	...
M2	A2	17-11-2015	23-11-2015	...
M3	A1	07-12-2015	-	...
M4	A4	19-12-2015	-	...
...

Tabela 4.1 - Exemplo da tabela de Reclamações de Clientes

Nesta tabela, o código SQL inserido irá retirar as reclamações que foram recebidas pela OGMA no ano e área ou secção seleccionados pelo utilizador.

No caso das horas trabalhadas, pretende-se da mesma forma retirar o número de horas por ano e por área, sendo que esta tabela contém as horas trabalhadas não só das áreas e das secções como também das suas sub-secções (Tabela 4.2).

Área	Horas Trabalhadas	Mês	...
MAA	H1	Nov	...
MMT	H2	Nov	...
COM	H3	Nov	...
QPM	H4	Nov	...
MMA	H5	Nov	...
...

Tabela 4.2 - Exemplo da tabela de Horas Trabalhadas

Nesta situação as condições impostas variam conforme explicado no Capítulo 3, como por exemplo, o coordenador da secção MMA terá a informação da sua secção como das suas subsecções, já no caso do responsável da área QPM, terá de ter acesso à informação da sua área e das secções MMA e MMC, que por sua vez englobam a informação de cada uma das suas sub-secções.

Após a conclusão do código e obtido o KPI, é iniciada a passagem para a plataforma SIGMA 360. Durante este processo é transcrito o código criado para cada KPI e, recorrendo a linguagem HTML, é feita a gestão visual dos gráficos que constituem os *dashboards*.

Todo este processo, desde a recriação do KPI no *software* SQL Developer até à passagem para SIGMA 360 é iniciado em ambiente de testes e que, quando concluído, é apresentada uma versão teste dos *dashboards*. Esta versão fica pendente de uma validação e, caso seja aprovada, é feita a versão em ambiente produtivo.

4.1.4 Improve

Com base no que foi diagnosticado até à fase *Analyse*, a fase *Improve* tem como função trabalhar no que foi analisado de modo a criar melhorias e propostas de mudança para o processo. Algumas das melhorias implementadas passam pelo cumprimento de características críticas para a qualidade, pois não se verificavam na fase anterior à utilização da plataforma

SIGMA 360. Durante a fase de testes, foram acrescentadas funcionalidades e aspectos técnicos para melhorar o processo, não só em termos da visualização final por parte do utilizador, como também em termos da parte funcional dos *dashboards*.

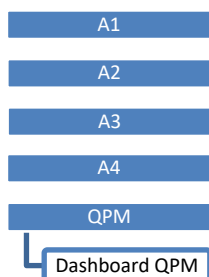
Durante a fase de testes, estavam agendadas reuniões para controlo e *feedback* do projeto, onde eram apresentadas versões de testes e propostas de melhoria. Após a conclusão, foi aprovada a primeira versão a entrar em ambiente produtivo.

Em termos dos utilizadores, para aceder aos *dashboards* terão apenas de ter acesso à plataforma SIGMA 360, e colocar o seu *user* e *password* entrando na página inicial que contém todas as áreas com KPIs criados na plataforma. Nesta página o utilizador seleciona a sua área e de seguida o KPI ou *dashboard*, dependendo da forma como cada área pretende que seja feita a visualização (neste caso, estes foram os primeiros KPIs criados para a área QPM). De seguida será demonstrado um exemplo da visualização da plataforma.

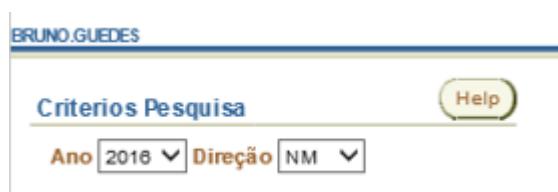
1. O utilizador acede à plataforma e faz o *login* colocando o seu *user* e *password*:



2. De seguida seleciona qual o KPI/*dashboard* que pretende visualizar:



3. Ao entrar na página do *dashboard*, o utilizador terá uma secção onde são introduzidos os critérios de pesquisa:



Esta secção foi uma melhoria proposta e aprovada nas reuniões realizadas. Os critérios de pesquisa permitem selecionar qual o *dashboard* que se pretende visualizar. Ao contrário dos ficheiros em formato Excel onde cada utilizador teria o seu próprio ficheiro, nesta plataforma todos os utilizadores fazem o acesso da mesma forma e serão direcionados à mesma página, só então selecionam quais os critérios que pretendem visualizar. Neste caso os critérios de pesquisa são a área e o ano. Foi também adicionado um botão *Help* que abre uma nova página com as instruções de uso do *dashboard* e descrições de cada KPI. Os novos gráficos na aplicação SIGMA 360 podem ser observados nas Figuras 4.2 e 4.3.

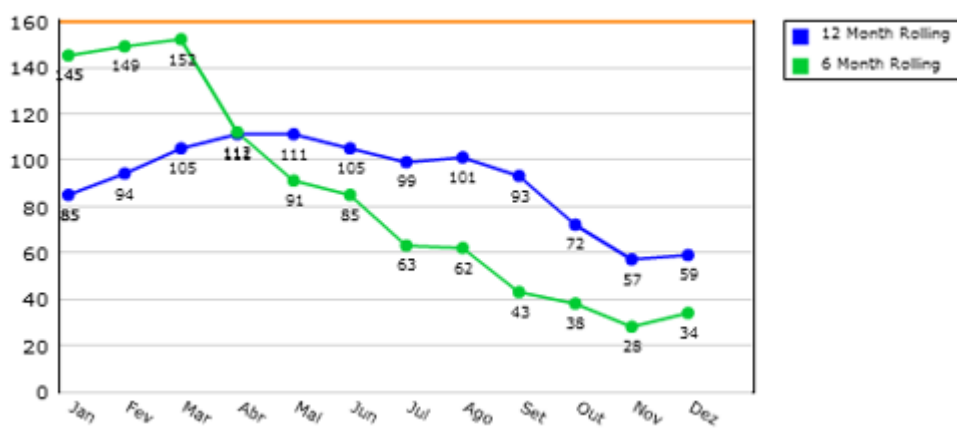


Figura 4.2 - Indicador “PPM”

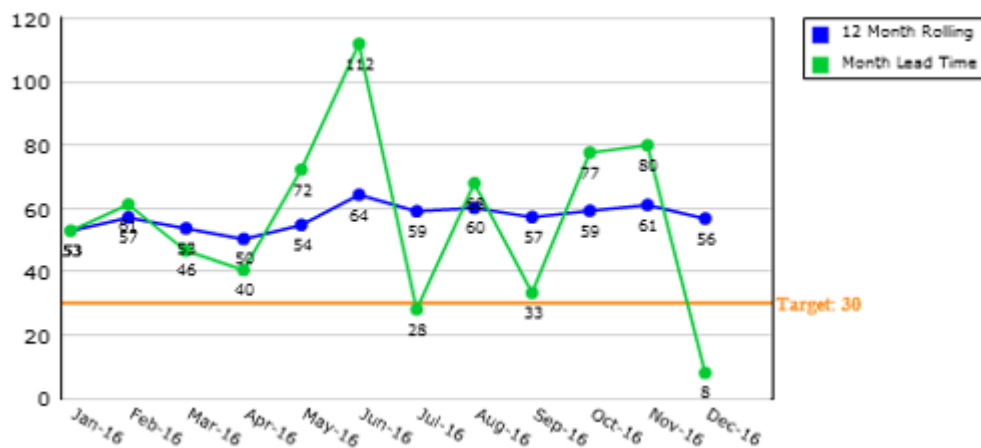


Figura 4.3 – Indicador “Lead Time”

Nas reuniões chegou-se à conclusão que seria interessante obter dados relativamente ao número de reclamações (Figura 4.4) presentes em cada área, foi por isso criado e incluído no *dashboard* um KPI que não tinha sido previsto no início do projecto.

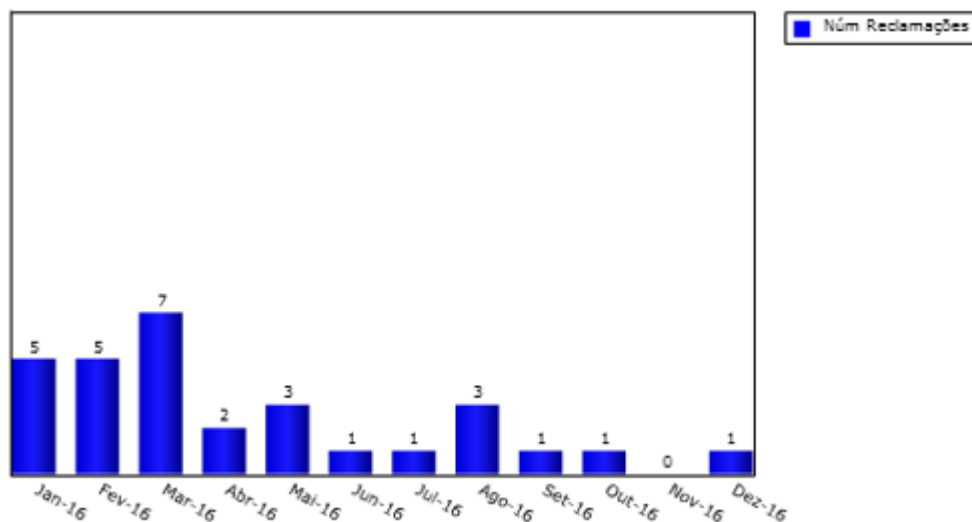


Figura 4.4 – Indicador “Número de Reclamações”

É importante voltar a mencionar o facto de que todos os dados para a construção dos gráficos estão a ser recolhidos diretamente da base de dados da OGMA, sendo que os utilizadores deixam de ter o papel de tratamento de dados necessário para atualizar os gráficos como o que seria necessário realizar no formato Excel.

Por vezes é necessário intervir no código dos KPIs, intervenções essas que podem ocorrer por vários motivos. Podem ser detetados erros, mais frequentemente pelos utilizadores mas também por parte de técnicos, pode ser necessário alterar a fonte onde o KPI vai recolher a informação ou até mesmo aproveitar o código já usado para auxílio na criação de outros KPIs.

No desenvolvimento dos KPIs para a QPM, a OGMA sofreu uma reestruturação, a qual deu origem a mudanças nas atribuições de áreas existentes. Foi assim necessário alterar o código, pois este recolhia a informação pelo nome de cada área ou secção. Verificou-se que, mesmo alterando o nome, todas as áreas têm um código numérico associado e, caso a área não seja eliminada, o código mantém-se. A solução adotada passa por alterar a definição no *software* SQL Developer para que, os dados relativos a essas áreas, fossem recolhidos pelo código de cada área e não pelo seu nome.

Tendo em conta este tipo de situações, foi feito um ficheiro com o mapeamento de cada KPI, permitindo diminuir o tempo perdido na perceção das linhas de código. A linguagem SQL permite também que sejam escritas linhas de texto, dentro do próprio código, que não são

contabilizadas na leitura dos dados. Normalmente este tipo de texto serve para deixar alguma explicação da fórmula e/ou funções aplicadas.

4.1.5 Control

A fase *Control* tem como foco garantir que as melhorias acrescentadas a este projeto são bem implementadas e aplicar métodos de manutenção e detenção de falhas.

Um KPI com informação incorreta pode ter impactos negativos na empresa e influenciar a tomada de decisão desviando o curso dos objetivos propostos. Por este motivo a fonte de onde são recolhidos os dados tem de ser fiável e correta. Pretendia-se com este projeto recolher informação sem estar dependente do tratamento de dados por parte dos utilizadores, passando só a depender da base de dados da OGMA, isto porque, a manutenção da base de dados segue processos mais exigentes e rigorosos a nível de deteção de erros e *backups* e são regularmente propostos planos de otimização de *performance*, o que não acontecia com os utilizadores da área QPM, apenas eram analisados os ficheiros Excel quando surgiam erros no imediato.

Para além da manutenção da base de dados, foram também agendadas reuniões periódicas entre o gabinete de informática e os utilizadores para reportar erros encontrados, discutir valores obtidos que sejam anómalos ou que possam não estar de acordo com a realidade e para sugestões de melhorias.

4.2 Parte 2 – Criação de um *Dashboard* para as auditorias Internas da QPM

Como foi referido no primeiro capítulo da presente dissertação, o caso de estudo tinha como principal foco a passagem dos *dashboards* produzidos em formato Excel para a plataforma SIGMA 360 recorrendo a ferramentas *Six Sigma* durante o período do estágio. No entanto, surgiu um novo projeto na direção da qualidade direcionado para o controlo de auditorias internas de aeronaves civis, para o qual o autor da presente dissertação foi designado, com o objetivo de criar *dashboards* para monitorização de vários KPIs relacionados com as auditorias internas.

Foi então decidido aplicar também o caso de estudo a este novo projeto visto que se relacionava com o tema atual da dissertação e no fim fazer uma análise e comparação dos dois métodos usados tal como das duas formas utilizadas pela QPM para avaliar a *performance*. Desta forma, na Parte 2 do caso de estudo serão demonstrados os passos aplicados recorrendo aos princípios teóricos do Capítulo 2 para a construção de um *dashboard* com KPIs de *performance* para as auditorias internas usando a metodologia *Six Sigma*, DMADV.

4.2.1 Define

Necessidade de um Dashboard

Uma das funções da QPM é fazer a gestão e o controlo das auditorias internas a aeronaves civis. Para auditar, cada técnico contém folhas com o conjunto de cartilhas a serem cumpridas por aeronave. O objetivo do técnico é verificar qual o *status* de cada uma das cartilhas (se a cartilha for cumprida o seu *status* é “OK” caso contrário é “NOK”) e fazer uma descrição caso haja alguma constatação. No fim do dia ocorre a reunião com o engenheiro para tomar medidas relativamente ao que foi verificado nas cartilhas e as folhas utilizadas pelos técnicos ficam armazenadas em *dossiers*.

Não foi preciso muito tempo para perceber que a forma de armazenamento de dados não era a mais adequada, principalmente em aeronaves que tinham de ficar bastante tempo nos *hangares*. Quando se queria verificar o histórico da aeronave havia demasiada informação desordenada e perdia-se demasiado tempo para reunir toda a informação com o número elevado de folhas que eram arquivadas.

Foi então definido um objetivo de melhoria que consistia em criar um *software* de *dashboard* para armazenar e medir o desempenho das auditorias internas realizadas pela QPM.

Definição dos objetivos

O objetivo principal é o desenvolvimento de uma ferramenta informática que armazene os dados recolhidos pelos técnicos, relativamente às auditorias, e a criação de um *dashboard* para a medição do desempenho com estes dados.

Para a medição do desempenho foi definida a implementação de KPI's visto que já foi verificado, noutras aéreas e na própria QPM, melhorias significativas na implementação deste método.

Recursos disponíveis

Na fase inicial é também importante definir quais os recursos disponíveis para o desenvolvimento do *software*. Pretende-se ao máximo simplificar todo o processo de armazenamento de dados de auditorias e não complicar, por este motivo, e pelo facto de ser um pequeno grupo de pessoas envolvidas no processo, apenas será necessário um computador comum para o desenvolvimento da base de dados e do *dashboard*. No entanto, é importante salientar que o tempo e o *know-how* são também considerados críticos para a sua execução.

Este projeto surgiu a meio do estágio curricular e teria a duração de 3 meses, de Março a final de Junho de 2017, durante o qual foram designados dois componentes fundamentais a ser implementados:

- Uma base de dados digital onde era armazenada a informação planeada pelo engenheiro responsável pelas auditorias e recolhida pelos técnicos relativamente às auditorias a aeronaves civis da QPM;
- Um *dashboard* com os dados recolhidos e armazenados pelos técnicos que permite uma análise gráfica do desempenho das auditorias internas.

É importante definir qual a plataforma a ser usada para a criação da base de dados, pois esta define à partida o nível de dificuldade do desenvolvimento do programa por parte do criador e a dificuldade também por parte do utilizador.

No entanto, sendo um projeto com um nível de importância e rapidez elevado, não existe variedade na escolha do programa, isto porque, a empresa teria de adquirir licenças para o programa e formações para os utilizadores. Foi também considerada a hipótese da utilização do SIGMA 360 como foi utilizado na Parte 1 deste caso de estudo, mas, tal como no KPI "Estado das Reclamações" na Parte 1, surgiu o problema dos dados não se encontrarem na base de dados, o qual teria de ser trabalhado com o departamento de informática, implicando mais tempo para a sua implementação e formação dos utilizadores.

Concluiu-se que a única hipótese seria a utilização da ferramenta Microsoft Excel, o que não significa não ter sido a melhor hipótese. A familiaridade da ferramenta Excel é um fator decisivo, pelo facto de que todo o planeamento feito pelo engenheiro responsável é introduzido nesta ferramenta e é também onde os técnicos verificam quais os seus objetivos diários. É da mesma forma familiar ao estudante que aplica o caso de estudo, pois é uma ferramenta bastante usual a nível universitário e o facto de já existir algum conhecimento informático facilita e torna mais rápido o desenvolvimento e manutibilidade do programa, o que é um fator crítico para o bom funcionamento do processo e para a conclusão atempada do projeto. Para além de ser uma ferramenta usual, existe também bastante informação *online* como tutoriais, forums e cursos de curta duração que facilitam a aprendizagem e desenvolvimento de capacidades da ferramenta. Por outro lado, a criação de uma base de dados implica conhecimentos de *Visual Basic for Applications* (VBA), uma linguagem que corre diretamente em Excel para a criação de macros e bastante útil para processos mais complexos, como a criação de *UserForms* com capacidade para armazenamento de dados. Mesmo não tendo um aspecto tão profissional como o SIGMA 360 usando linguagem SQL, o Excel é uma poderosa ferramenta gráfica que permite trabalhar dados de tabelas e apresenta-los de modo apelativo e dinâmico.

4.2.2 Measure

Semelhante à Parte 1, nesta fase devem ser definidos quais os requisitos do cliente e quantificar as características críticas para a qualidade, sobre as quais se irá basear a criação do *dashboard* e os seus KPI's.

Antes do desenvolvimento do *dashboard*, foi convocada uma reunião com os principais intervenientes para apurar as características fundamentais que definem a ferramenta. No final, estas foram as CTQ's definidas:

- Fornecer informação relevante, correta e fiável;
- Substituir o atual método de armazenamento das folhas das cartilhas por um método de armazenamento simples e eficaz;
- Permitir analisar o desempenho das auditorias internas de aeronaves civis da QPM, englobando tarefas e horas planeadas e realizadas, histórico de auditorias por aeronave e tipologia de anomalias encontradas;
- Simplicidade na consulta, tornando-a intuitiva para utilizadores que possam não ter muita experiência com o programa;
- Utilizar o mínimo de ficheiros possível e, de preferência, utilizar apenas os ficheiros habituais nos processos do dia a dia;
- Adicionar o mínimo de trabalhos e rotinas possíveis;
- Incluir todos os técnicos e o engenheiro responsável;

Utilizadores

A construção do *dashboard*, desde a informação que pretende transmitir ao *design* final, deve sempre ter em conta o utilizador final. É por isso importante definir quem são os utilizadores da base de dados e do *dashboard* final, pois estes é que definem o aspecto, interface e complexidade do produto acabado.

Sendo assim, os principais utilizadores da ferramenta são:

- O engenheiro responsável pelo planeamento das auditorias;
- Três técnicos responsáveis pela realização das auditorias e pela recolha de informação;
- O chefe da QPM;
- O diretor da Qualidade.

4.2.3 Analyse

Antes de dar início à construção da base de dados e à criação dos KPIs, é necessário perceber ao pormenor quais as rotinas de importação dos utilizadores finais e a partir daí proceder à resolução de conflitos e ao desenvolvimento de um *High Level Design*.

Engenheiro responsável

O engenheiro responsável tem como função inicial receber a informação de quais são as operações de auditoria a serem efetuadas às aeronaves civis que dizem respeito à QPM e planejar a realização das auditorias para cada técnico, incluindo o próprio engenheiro. Esta informação encontra-se na base de dados da OGMA, o SIGMA e o planeamento do tempo e tarefas de cada técnico é inserido num ficheiro em formato Excel denominado por “Planeamento da Cartilha”. Após o planeamento o engenheiro dirige-se aos hangares para auditar, monitorizar e dar suporte a outras auditorias planeadas. No fim do dia, estão agendadas reuniões com os técnicos para uma revisão do decorrer do dia, mais precisamente do cumprimento do que estava planeado, do tempo gasto em cada tarefa e eventuais imprevistos que possam ter surgido para discutir uma solução ou, em casos com um maior nível de responsabilidade, reportar ao chefe de área e/ou ao diretor. Durante a semana estão também planeadas três reuniões com o chefe da QPM e com o diretor da qualidade, o número de reuniões pode alterar por decisão do diretor ou por situações de elevado grau de importância.

Sucintamente, a função do engenheiro passa pelas seguintes etapas:

1. Descarregar informação relativa às auditorias a serem efetuadas da base de dados SIGMA;
2. Planear as tarefas e estimar os respetivos tempos de realização para cada técnico e para o engenheiro;
3. Colocar o planeamento no ficheiro “Planeamento da Cartilha”;
4. Realizar, monitorizar e assistir às auditorias planeadas;
5. *Briefing* diário com os técnicos;
6. Quando agendada, reunião com o chefe da QPM e diretor da qualidade.

A parte a ser preenchida pelo engenheiro pode ser observada no Anexo II, Figura II.1.

Equipa técnica

A equipa técnica é constituída por três técnicos responsáveis por realizar as auditorias às aeronaves. Após o planeamento ser efetuado e inserido no ficheiro “Planeamento da Cartilha” pelo engenheiro, a primeira tarefa dos técnicos é abrir o ficheiro e verificar quais as suas atribuições diárias. Verificado o ficheiro, dirigem-se para os hangares onde são realizadas as auditorias.

Para auditar, cada técnico tem um conjunto de folhas, estas folhas contém as cartilhas que devem ser verificadas e um campo para uma descrição caso haja alguma inconformidade. Um exemplo de uma folha a ser preenchida pelos técnicos foi já apresentada na Tabela 3.1 no capítulo 3.

Como se pode verificar, na folha deve ser escrito qual o dia da auditoria, a matrícula, o projeto e o hangar. Cada aeronave está associada a um projeto, até porque é recorrente as mesmas aeronaves voltarem a ter operações na OGMA, possibilitando a distinção de datas e histórico de cada aeronave que foi auditada pela QPM.

Durante as auditorias, imprevistos que possam ocorrer são reportados ao engenheiro com o objetivo de tomar ações imediatas para a sua resolução, caso não seja possível, fica em espera como tema a discutir no fim do dia.

Para concluir, no final do dia ocorre o *briefing* com o engenheiro e, caso esteja agendado, com o chefe de área e o diretor da qualidade, onde é revisto qual o tempo e as tarefas planeadas e feita a análise relativamente ao que foi efetivamente realizado. São também expostas as inconformidades e anomalias ocorridas, para no fim serem decididas quais as ações a tomar. Estas reuniões têm por base as folhas preenchidas pelos técnicos e pelo engenheiro. Sendo que por dia há uma média de 3 a 4 auditorias, o conjunto de folhas reunidas é um número elevado provocando alguma desorganização principalmente quando se pretende analisar o histórico de anomalias ocorridas numa ou várias aeronaves, tornando assim a tomada de decisão num trabalho bastante complicado e com o risco de poderem escapar anomalias que tenham ocorrido falhando assim a sua resolução.

Simplificando, as ações dos técnicos seguem os seguintes passos:

1. Consultar as tarefas e tempo para as realizar, planeadas anteriormente pelo engenheiro responsável;
2. Realizar as auditorias planeadas, reportando ao engenheiro quando surgirem imprevistos e anomalias.
3. *Briefing* diário com o engenheiro;
4. Quando agendado, reunião com o chefe da QPM e diretor da qualidade;
5. Arquivar as folhas das cartilhas.

Chefe de área QPM e director da qualidade

Como anteriormente referido, são agendadas reuniões com o chefe da área e o diretor da qualidade, por norma estão agendadas três reuniões semanais, no entanto, como estava a ser dado um nível elevado de prioridade à melhoria do processo de recolha de dados das auditorias a aeronaves civis da QPM, este número tinha tendência para aumentar dependendo dos imprevistos, do número elevado de anomalias e da monitorização por parte do chefe e do diretor.

O estudante esteve presente nas reuniões de forma a perceber que tipo de informação deveria ser transmitida pelos KPIs e apresentada no *dashboard* com o *input* recebido pelo chefe da QPM e pelo diretor. A principal preocupação era uma análise rápida que permitisse perceber quais os fatores críticos de forma a poder tomar medidas e atuar na resolução do problema o mais rapidamente possível.

Resolução de conflitos

Tendo em conta a análise efetuada para cada elemento pertencente ao processo de auditorias, dá-se início à resolução de conflitos. Pretende-se criar um *dashboard* que seja seletivo e sucinto na quantidade de informação que fornece de modo a avaliar e a auxiliar na gestão das auditorias. O *dashboard* deve conter análises diárias para tomar ações corretivas o mais rápido possível tal como o histórico de anomalias encontradas para uma perceção do que deve ser dado especial atenção. Foi então criado um *High Level Design* (Figura 4.5) com quatro níveis de informação:

1. *Dashboard* num ficheiro Excel com 12 KPIs;
2. Ficheiro Excel “Tabelas” onde é feito o tratamento de dados e criação de tabelas dinâmicas para a criação dos gráficos;
3. *Input* dos dados recolhidos, no ficheiro já existente, “Planeamento da Cartilha”.
4. *Input* do planeamento diário no ficheiro “Planeamento da Cartilha”

Níveis de informação

O primeiro nível de informação contém o conjunto de toda a informação trabalhada no que diz respeito aos dados e à gestão visual. É neste nível representado o *dashboard* de KPIs que permite uma análise rápida, sem muitos detalhes, sendo de particular interesse à gestão de topo. As tabelas dinâmicas que dão origem aos gráficos encontram-se também no mesmo ficheiro que o *dashboard*, possibilitando uma análise mais detalhada dos resultados obtidos pelos KPIs caso existam incoerências e necessidade de identificar erros na imputação de dados.

No segundo nível é trabalhada toda a informação inserida na base de dados. É criado um novo ficheiro Excel onde são aplicadas as fórmulas para organizar os dados em tabelas *pivot* que alimentam os gráficos do *dashboard*. Para tornar os gráficos no *dashboard* dinâmicos, o ficheiro do *dashboard* tem também de conter as tabelas trabalhadas neste nível.

No terceiro nível é onde se encontram os dados em bruto, submetidos e guardados numa base de dados pelos técnicos e pelo engenheiro responsável. A imputação dos dados é feita e guardada no ficheiro já existente “Planeamento da Cartilha”. Desta forma o processo continua simples, apenas é acrescentado um novo passo no fim do dia, antes dos *briefings* diários e num ficheiro já conhecido.

Por fim, o quarto nível é onde o engenheiro transcreve para o ficheiro Excel “Planeamento da Cartilha” qual o planeamento feito para o dia e onde os técnicos acedem para o visualizar. Este nível não sofre qualquer alteração relativamente ao modo como decorria o processo antes da aplicação do *dashboard* de KPIs, pelo facto de ser um processo simples e porque alterá-lo, ou criar um novo ficheiro de imputação do planeamento, implicaria uma maior mudança nos hábitos dos técnicos e do engenheiro, o que poderia levar a mais tempo perdido ou até à não adaptação por parte da equipa.

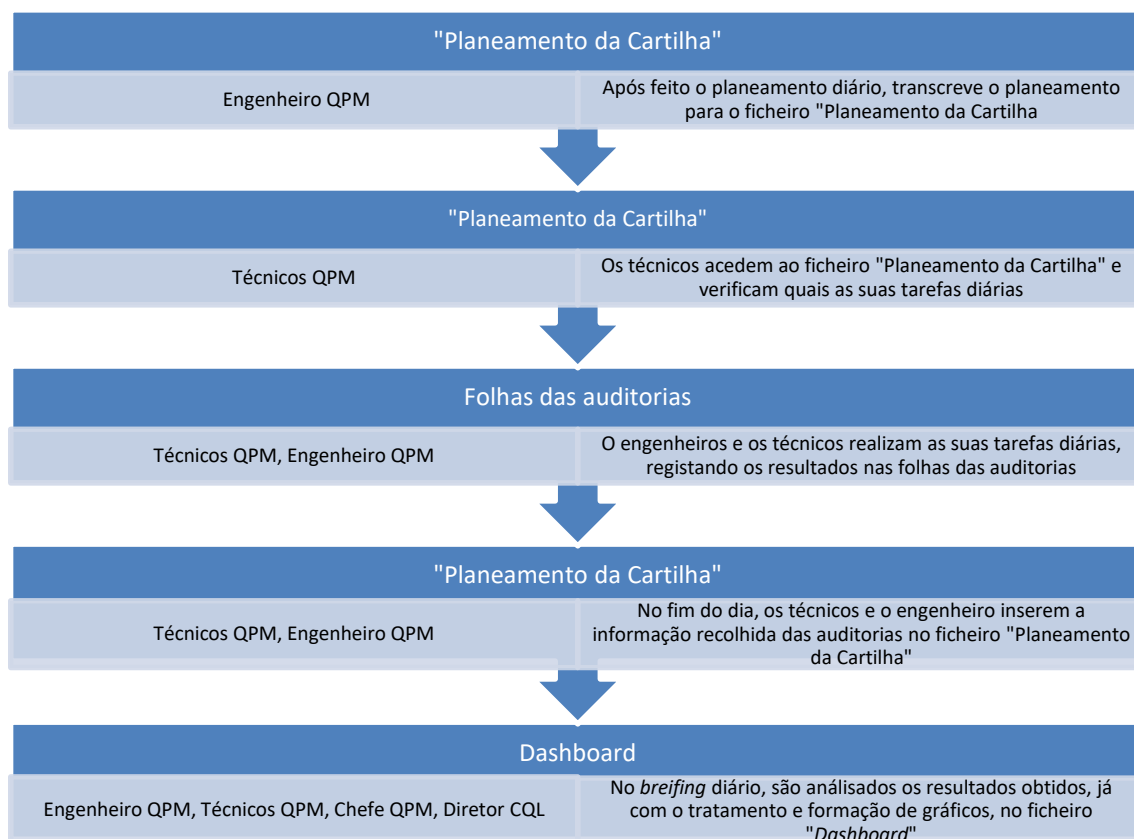


Figura 4.5 - Fluxo de informação

4.2.4 Design

Com base no que foi recolhido até esta etapa, foi aprovado o *High Level Design* (figura 4.6) definido anteriormente, a partir do qual será estruturado o desenvolvimento de todo o processo relativo ao arquivo e análise de dados das auditorias internas da QPM.

Foi também definido que os KPIs seriam divididos em 3 grupos, não só pelo facto de melhorar a organização dos dados guardados e das tabelas criadas, mas principalmente porque a monitorização das auditorias não depende só de um tema, existem vários aspetos a serem avaliados de forma distinta.

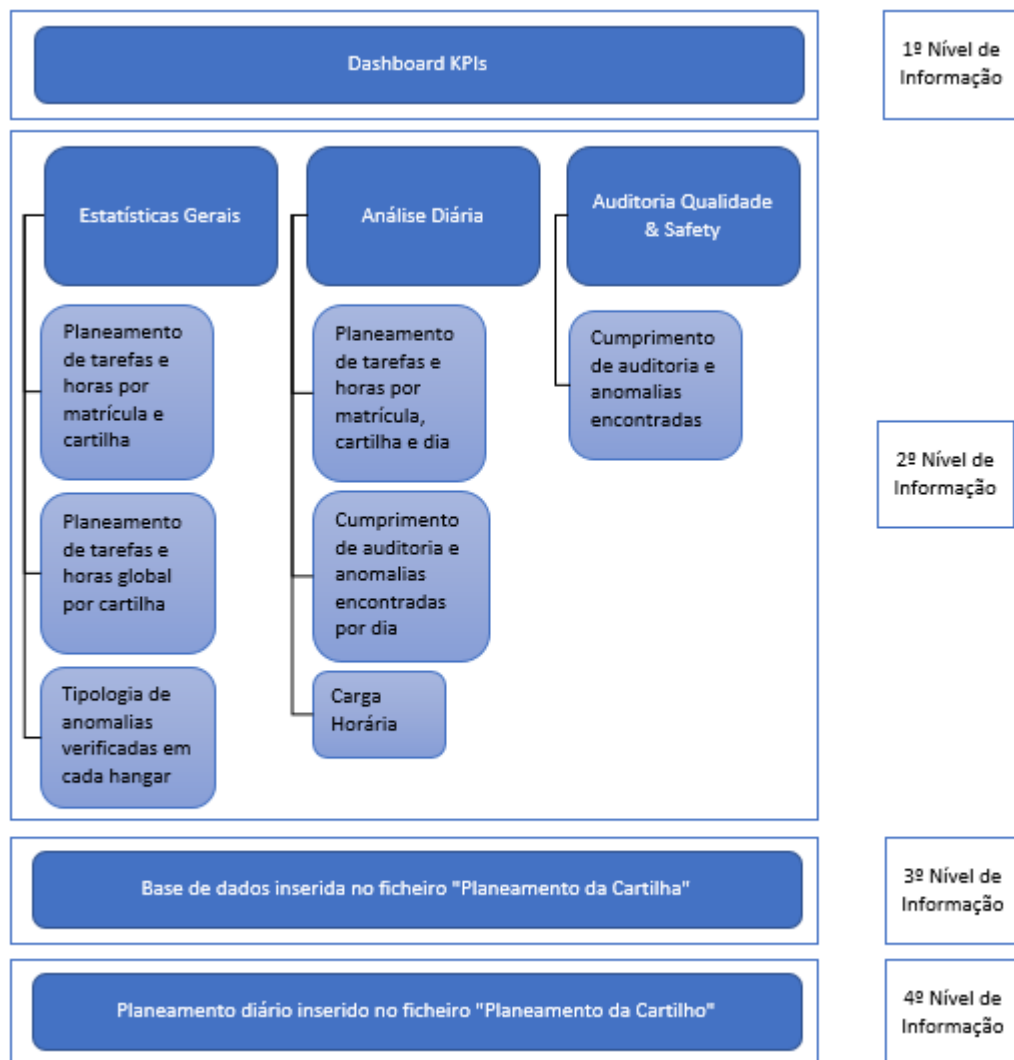


Figura 4.6 - *High Level Design*

Primeiro Nível de Informação - Dashboard KPIs

No primeiro nível encontra-se o *dashboard* final com o conjunto de KPIs escolhidos para monitorizar as auditorias. O *dashboard* é exibido numa folha de um ficheiro Excel onde serão apresentados os KPIs que estão dispostos numa coluna com os títulos de cada grupo de forma a facilitar a sua visualização.

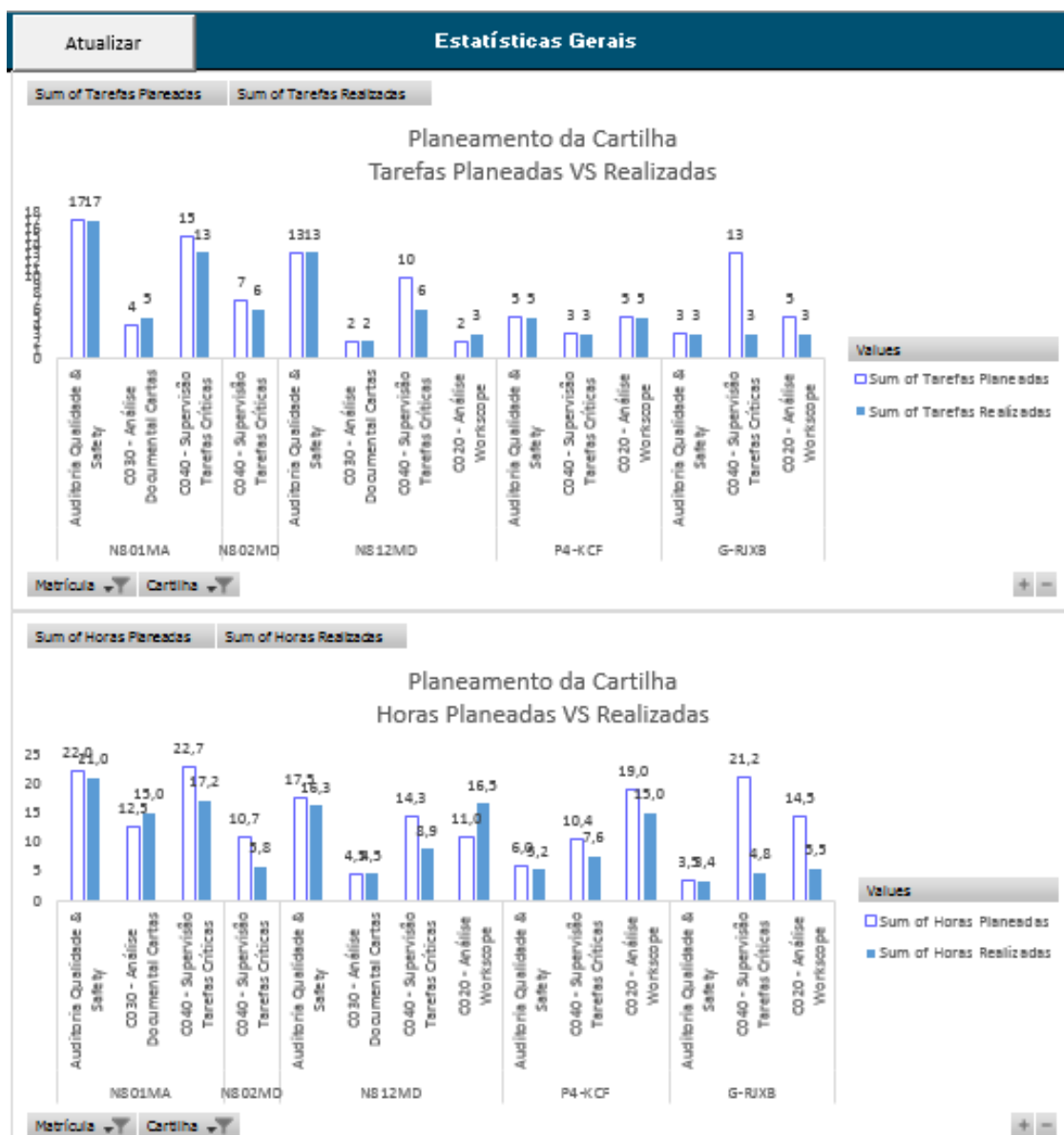


Figura 4.7 – Indicadores das Estatísticas Gerais

O primeiro grupo visível no *dashboard* diz respeito às estatísticas gerais e pode ser observado na Figura 4.5. Este grupo contém também o botão “Atualizar”.

Quando um utilizador pretende observar o *dashboard* deve em primeiro lugar primir no botão com a designação “Atualizar”, que faz correr as macros iniciando a importação dos dados recentemente inseridos na base de dados do ficheiro “Planeamento da Cartilha”, faz passagem para as tabelas no ficheiro “Tabelas” e por fim a atualização dos gráficos do *dashboard*.

Os primeiros dois KPIs apresentados são os KPIs “Tarefas Planeadas VS Realizadas” e “Horas Planeadas VS Realizadas”. Ambos pretendem retirar conclusões relativamente às cartilhas planeadas para cada aeronave e às que foram efetivamente realizadas.

O KPI “Tarefas Planeadas VS Realizadas” fornece uma visão geral de qual a situação atual para cada aeronave sendo assim perceptível qual ou quais as aeronaves que precisam de maior atenção. Tem também como objetivo questionar sobre os motivos pelos quais existem atrasos na realização das tarefas ou quais os problemas a travar a sua realização com o *feedback* dos técnicos e do engenheiro de modo a serem apuradas soluções para a sua finalização.

O KPI “Horas Planeadas VS Realizadas” funciona da mesma forma que o anterior permitindo dar especial atenção a aeronaves com atraso ou impossibilidade de concluir a tarefa. No entanto, ao contrário das cartilhas a aplicar a cada aeronave em que existe um procedimento de tarefas já estipuladas a seguir consoante as operações da aeronave e à segurança, o número de horas é estipulado consoante a experiência do engenheiro e o *feedback* dos técnicos. A partir deste KPI é possível perceber o tempo médio de duração de cada cartilha e assim melhorar o planeamento horário para cada uma, como se pode verificar pela imagem do KPI, existem tarefas que foram concluídas em tempo inferior ao que estava planeado.

Tal como o KPI anterior, este tem também como objetivo questionar o motivo da ocorrência de atrasos relativamente ao que estava planeado. Em tarefas por concluir, os atrasos podem ser devidos ao facto do processo ou operação à aeronave estar lento, levando também ao atraso da auditoria. Pode também ocorrer a situação em que não estão reunidas as condições para a tarefa prosseguir, parando o processo à aeronave e a respetiva auditoria. No caso de tarefas já concluídas, é também possível perceber se, o facto de ter demorado mais tempo que o planeado, foi relacionado com um erro no planeamento ou tem causas associadas às operações na aeronave, ou até na própria auditoria, que deram origem ao atraso. Com esta visão e análise do KPI, torna-se possível perceber os problemas ocorridos e tomar decisões para os solucionar.

Pode ser impossível a um técnico por motivos imprevistos concluir as tarefas planeadas para o dia. Nesses casos, pode dar auxílio a outros técnicos ou ao engenheiro como também pode ser tomada a decisão de executar outras cartilhas que não foram planeadas no início do dia. Por este motivo vão ser verificadas situações no KPI em que foram realizadas tarefas que não estavam planeadas.

Os dados que formam os gráficos são provenientes do ficheiro “Planeamento da Cartilha”, as colunas dos gráficos que dizem respeito às cartilhas, matrículas, tarefas e horas planeadas são adquiridos da área preenchida pelo engenheiro (como se encontra no Anexo II, Figura II.1) e os dados das tarefas e horas planeadas encontram-se no mesmo ficheiro numa parte adicionada durante o projeto de preenchimento pelos técnicos no final do dia de auditorias que será explicada ainda na fase *Design* no subcapítulo “Base de dados” referente ao 3º Nível de Informação.

Uma vantagem significativa do Excel é a hipótese de poder dinamizar os dados utilizando tabelas e gráficos dinâmicos sem despende muito tempo para aprofundar o seu conhecimento. Esta funcionalidade é utilizada em todos os KPIs do *dashboard* das auditorias permitindo filtrar apenas a informação pretendida. Nos dois KPIs iniciais pode-se verificar, no canto inferior esquerdo, dois filtros onde é possível selecionar quais as matrículas (aeronaves) e quais as cartilhas visíveis nos gráficos. Esta funcionalidade permite obter um gráfico mais “limpo” quando se pretende visualizar uma aeronave em específico ou ter uma noção de quais as cartilhas mais aplicadas em todas as aeronaves. A descrição e a fórmula de obtenção do KPI podem ser observados na Tabela 4.3:

KPI - Descrição	Métricas
Tarefas Planeadas VS Realizadas – Exibe o número de tarefas planeadas e o número de realizadas por cartilha e por aeronave	$\sum Tarefas\ planeadas\ por\ matrícula\ e\ cartilha$ $\sum Tarefas\ realizadas\ por\ matrícula\ e\ cartilha$
Horas Planeadas VS Realizadas – Exibe a quantidade em horas de tarefas planeadas e de realizadas por cartilha e por aeronave	$\sum Horas\ planeadas\ por\ matrícula\ e\ cartilha$ $\sum Horas\ realizadas\ por\ matrícula\ e\ cartilha$

Tabela 4.3 – Indicadores das Estatísticas Gerais

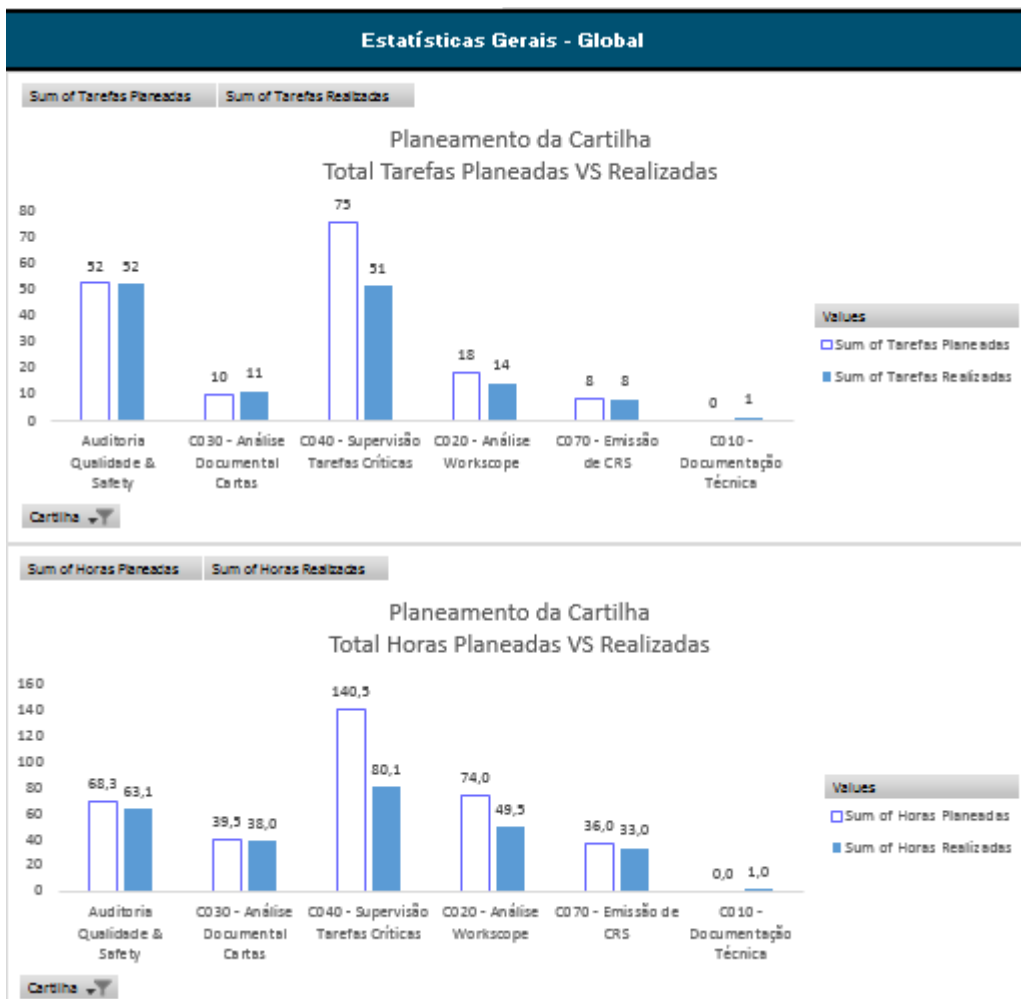


Figura 4.8 – Indicadores Globais das Estatísticas Gerais

Ainda nas estatísticas gerais foram criados dois KPIs com uma visão global relativamente às cartilhas, “Total Tarefas Planeadas VS Realizadas” e “Total Horas Planeadas VS Realizadas” (Figura 4.6), permitindo uma visualização geral de todas as cartilhas a ser aplicadas. Desta forma são conhecidas quais as cartilhas mais aplicadas e quais as que mais variam em relação ao que estava planeado dando a possibilidade de perceber o que pode mudar no planeamento, como por exemplo, dar prioridade a certas cartilhas e gerir de melhor forma o tempo para cada uma otimizando assim os processos diários.

Estes dois KPIs servem também para complementar a informação relativa aos KPIs anteriores “Tarefas Planeadas VS Realizadas” e “Horas Planeadas VS Realizadas”, pois o conjunto da informação adquirida pelos quatro KPIs tem de fazer sentido, sendo que todos são relativos à situação atual, com diferentes perspetivas. Este conjunto permite encontrar e resolver incoerências por parte do que foi inserido nos ficheiros pelos utilizadores ou até das próprias fórmulas e códigos usados para a criação dos gráficos.

O processo de recolha dos dados para estes gráficos é idêntico ao processo dos dois primeiros, os dados são recolhidos do ficheiro “Planeamento da Cartilha” das colunas que dizem respeito às cartilhas, tarefas e horas planeadas com a diferença de que não é incluída a coluna das matrículas das aeronaves. Nestes KPIs, os utilizadores podem filtrar quais as cartilhas que pretendem que sejam exibidas pelos gráficos. A descrição e fórmula de obtenção deste KPI pode ser observado na Tabela 4.4.

KPI - Descrição	Métricas
Total de Tarefas Planeadas VS Realizadas – Exibe o número de tarefas planeadas e o número de realizadas por cartilha	$\sum Tarefas\ planeadas\ por\ cartilha$ $\sum Tarefas\ realizadas\ por\ cartilha$
Total de Horas Planeadas VS Realizadas – Exibe a quantidade em horas de tarefas planeadas e de realizadas por cartilha	$\sum Horas\ planeadas\ por\ cartilha$ $\sum Horas\ realizadas\ por\ cartilha$

Tabela 4.4 – Indicadores Globais das Estatísticas Gerais

Na última parte do grupo de estatísticas gerais encontra-se o KPI “Tipologia”. Este KPI tem como objetivo exibir todas as anomalias encontradas e corrigidas em cada aeronave que se encontre nos hangares. Para as aeronaves civis, a QPM audita no máximo em 4 hangares, sendo que 3 deles têm duas *slots* (cada *slot* pode ter até uma aeronave) e 1 apenas tem uma *slot*. Desta forma foram feitas 7 réplicas do KPI, cada uma delas representa uma *slot* de cada hangar. É de seguida exibido os gráficos do hangar 6 (Figura 4.9). Os restantes gráficos estão apresentados no Anexo III, Figura III.

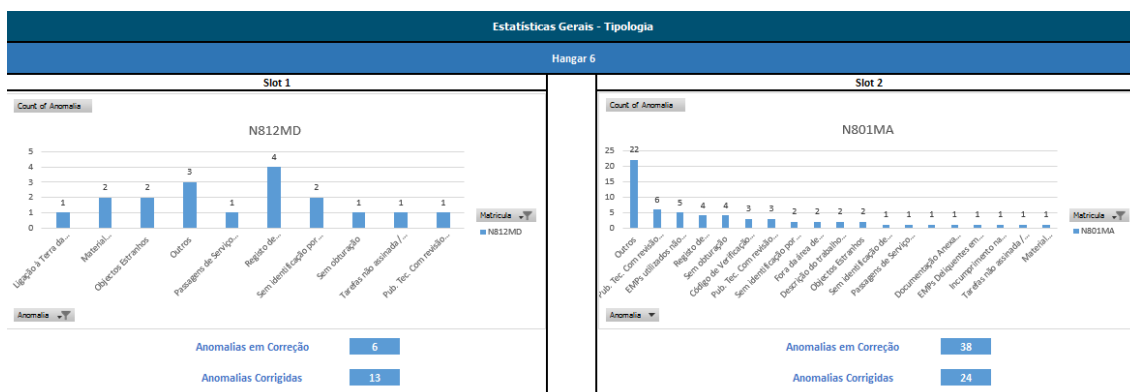


Figura 4.9 - Indicador “Tipologia”

Este KPI permite à equipa analisar a situação de cada aeronave, no seu respetivo hangar, relativamente às anomalias encontradas durante as auditorias, como explicado na Tabela 4.5. Por baixo de cada gráfico é também visível qual o número de anomalias que se encontra ainda em correção.

Com a tipologia podem ser retiradas conclusões relativamente às próprias anomalias, caso existam alguns tipos que se destaquem e estejam presentes em mais que uma aeronave. É também possível analisar a relação entre anomalia e hangar, pois podem ser verificadas anomalias que ocorrem mais frequentemente num certo hangar. Com o número das anomalias que faltam corrigir em cada hangar, é possível definir novas, ou alterar prioridades, dependendo dos objetivos da equipa ou cumprimento de prazos.

Os dados que originam estes gráficos são recolhidos pelos técnicos e pelo engenheiro nas suas folhas de auditoria, e no fim do dia estes dados são carregados para uma base de dados criada no “Planeamento da Cartilha”. A partir da base de dados foi criada uma tabela dinâmica com as matrículas das aeronaves e com as cartilhas descritas como “NOK” no ficheiro “Tabelas”, considerando todos os “NOK” como anomalias para a matrícula selecionada. Caso as anomalias sejam resolvidas, os técnicos e o engenheiro atualizam o status da cartilha correspondente à anomalia de “NOK” para “OK” e é acrescentado “+1” valor no espaço

“Anomalias Corrigidas”. Este processo é também descrito no subcapítulo “Base de dados” referente ao 3º Nível de Informação.

Nestes sete gráficos (Anexo III, Figura III), é possível filtrar qual a matrícula que se pretende visualizar, e assim permite ter cada *slot* de todos os hangares atualizado com a aeronave que se encontra atualmente em cada hangar.

KPI - Descrição	Métricas
Tipologia – Exibe as anomalias encontradas para cada aeronave. Permite dispor aeronaves por <i>slot</i> e hangar.	Contagem de “NOK” atribuídos a cada matrícula.

Tabela 4.5 – Indicador Tipologia

Concluídos os KPIs das estatísticas gerais, são agora apresentados os KPIs que dizem respeito à análise diária (Figura 4.10). Estes KPIs permitem estudar o pormenor de algum incidente ou erros de planeamento porque, ao contrário das estatísticas gerais, aqui é possível analisar o dia-a-dia do que foi planeado e realizado, as anomalias encontradas diariamente e a carga horária diária para cada elemento da equipa.

Os dois primeiros KPIs são semelhantes aos dois iniciais das estatísticas gerais, ambos mostram as tarefas e horas planeadas e realizadas com a diferença de que estes dois acrescentam o filtro “dia”. Para além do objetivo inicial destes dois KPIs, em ter uma abordagem mais detalhada do planeamento, concluiu-se que seriam úteis para serem exibidos nos hangares no início do dia. Ao fazer o planeamento, as colunas no KPI relativas às tarefas e horas planeadas, ficam preenchidas, faltando só atualizar o que foi efetivamente realizado.



Figura 4.10 - Indicadores do Planejamento da Análise Diária

Sendo assim concluiu-se que auxiliaria os técnicos imprimir estes KPIs atualizados com o que estava já planejado para o dia e ser exposto nos hangares para se tornar de fácil acesso caso fosse necessário. Os resultados destes KPIs são observados e discutidos todos os dias no *briefing* e influenciam a tomada de decisão do que deverá ser planejado no próximo dia.

Os dados que formam estes gráficos são introduzidos no ficheiro “Planeamento da Cartilha”, as colunas dos gráficos que dizem respeito ao dia, às cartilhas, matrículas, tarefas e horas planeadas são adquiridos na parte preenchida pelo engenheiro (Anexo II, Figura II.1) e os dados das tarefas e horas planeadas encontram-se no mesmo ficheiro na parte preenchida pelos técnicos.

Nestes dois KPIs existem três filtros que permitem escolher em simultâneo qual o dia, matrícula e cartilha a ser exibidos. Normalmente, sendo uma análise diária, os gráficos encontram-se sempre com todas as matrículas e cartilhas selecionadas e apenas o dia atual

está selecionado. Na Tabela 4.6 pode-se observar a descrição e a fórmula de obtenção deste KPI.

KPI - Descrição	Métricas
Tarefas Planeadas VS Realizadas (Análise Diária) – Exibe o número de tarefas planeadas e o número de realizadas por cartilha, aeronave e dia	$\sum Tarefas\ planeadas\ por\ matrícula,\ cartilha\ e\ dia$ $\sum Tarefas\ realizadas\ por\ matrícula,\ cartilha\ e\ dia$
Horas Planeadas VS Realizadas (Análise Diária) – Exibe a quantidade em horas de tarefas planeadas e de realizadas por cartilha, aeronave e dia	$\sum Horas\ planeadas\ por\ matrícula,\ cartilha\ e\ dia$ $\sum Horas\ realizadas\ por\ matrícula,\ cartilha\ e\ dia$

Tabela 4.6 – Indicadores Tarefas e Horas Realizadas e Planeadas (Análise Diária)

Os próximos dois KPIs dizem respeito ao cumprimento diário da auditoria e às anomalias registadas por dia (Figura 4.11). É possível que os técnicos ou o engenheiro não possam acompanhar toda a lista estipulada nas suas folhas de auditorias às aeronaves. Nestes casos, são introduzidos os dados apenas do que foi auditado, ou seja, todos os “OK” e “NOK” são inseridos na base de dados e caso não tenha sido possível acompanhar certa tarefa, esse campo fica em branco e conta como “não cumprido”. Por outro lado, todos os campos assinalados como “NOK” contam como uma anomalia verificada nesse dia.



Figura 4.11 - Indicadores da Análise Diária - Auditorias

Todos os dados que formam estes KPIs encontram-se na base de dados criada no ficheiro “Planeamento da Cartilha” e são passados para uma tabela dinâmica dando origem aos gráficos.

No KPI “% Cumprimento Diário” é possível escolher qual o dia e a/as aeronaves a serem visualizadas. No KPI “Anomalias/Dia” pode ser filtrado o dia, a matrícula e a anomalia, no entanto, normalmente só é alterado o dia e todos os outros filtros estão selecionados visto que se trata de uma análise diária. Na Tabela 4.7 pode-se observar a descrição e a fórmula de obtenção deste KPI.

KPI - Descrição	Fórmula de Obtenção
% Cumprimento Diário – Mostra qual a percentagem de cumprimento diário da auditoria realizada pelo engenheiro e técnicos por aeronave	$\sum \frac{\text{tarefas em branco}}{16} * 100\% \text{ (por dia e aeronave)}$ <p>Quando o número de “tarefas em branco” = 0 a auditoria foi cumprida a 100%</p>
Anomalias/Dia – Mostra as anomalias encontradas por dia, para cada aeronave	Faz a contagem de quais as anomalias classificadas como “NOK” por aeronave e por dia

Tabela 4.7 – Indicadores “% Cumprimento Diário” e “Anomalias/Dia”

O último KPI do grupo da análise diária é a carga horária designada para cada membro da equipa (Figura 4.12).

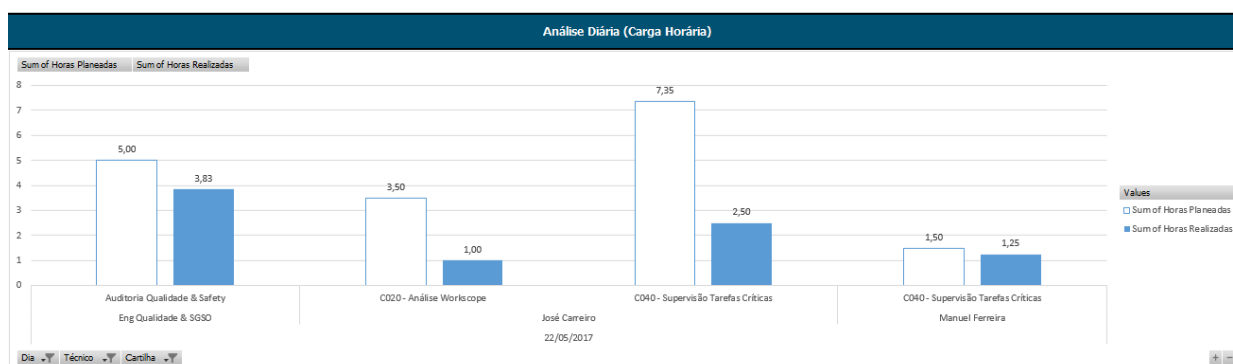


Figura 4.12 - Indicador "Carga Horária"

Este KPI permite ter uma abordagem diferente do planeamento virada para a carga diária, em horas, de cada elemento da equipa que realiza as auditorias. É assim possível ter uma noção do nível de carga que é designado a cada técnico e ao próprio engenheiro, discutindo no final do dia as razões pelas quais o planeamento possa não ter sido finalizado. Não completar as tarefas pode dever-se a factores que levam à incapacidade da sua continuação, ou então, ocorrem certos instantes em que outra tarefa esteja em estado crítico e precise de auxílio, deixando as outras paradas. Este é também outro KPI em que os seus resultados podem ter peso nas reuniões do fim do dia e consequentemente no planeamento dos dias seguintes.

Os dados que geram este KPI são os mesmos que outros já utilizados com o acréscimo da coluna “Técnico”. Os dados são provenientes do ficheiro “Planeamento da cartilha”, das colunas que dizem respeito aos dias, horas planeadas, horas realizadas e aos

técnicos. São também estes os filtros possíveis para este gráfico, no qual normalmente é selecionado apenas o dia atual, no entanto, para analisar de forma individual cada técnico e as suas responsabilidades, é por vezes também selecionado um técnico e vários dias. A sua descrição e obtenção pode ser observada na Tabela 4.8.

KPI - Descrição	Fórmula de Obtenção
Carga Horária – Exibe o número de horas planeadas e realizadas por cartilha e por técnico.	$\sum \text{Horas planeadas por técnico e cartilha}$ $\sum \text{Horas planeadas por técnico e cartilha}$

Tabela 4.8 - Indicador “Carga Horária”

Por fim encontram-se os KPIs que dizem respeito ao último grupo de KPIs “Auditoria Qualidade & Safety” (Figura 4.13) os quais medem de forma geral a percentagem de concretização da equipa de auditorias da QPM. Estes KPIs são “% Concretização Auditoria” e “Tipologia de Anomalias”.

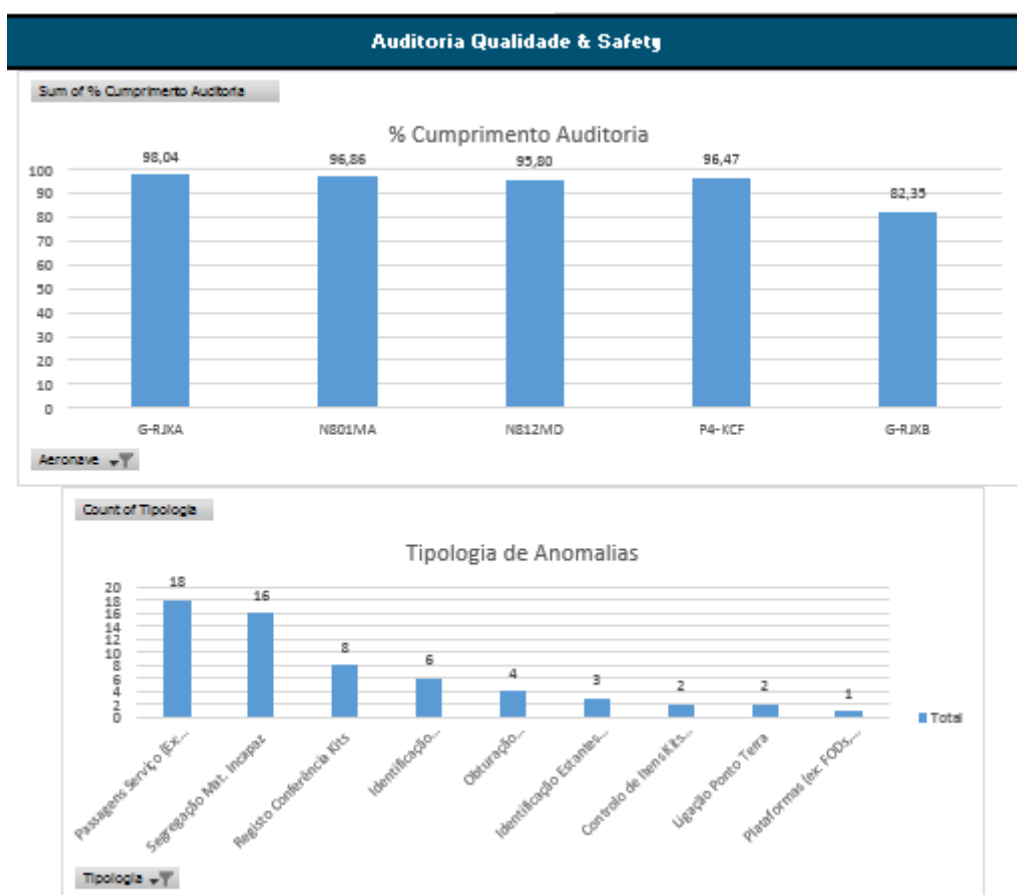


Figura 4.13 - Indicadores "Auditoria Qualidade & Safety"

O primeiro mostra qual o cumprimento das auditorias feitas no total às aeronaves presentes. Funciona da mesma forma que o KPI “% Cumprimento Diário” no sentido em que são consideradas as cartilhas com espaços em branco, significando que não foram verificadas, mas com a diferença de que o KPI “% Cumprimento Auditoria” engloba a percentagem de concretização de todos os dias desde o começo das auditorias em cada aeronave. Este KPI permite perceber e fazer uma comparação relativamente ao que falta concluir, em cada aeronave, com a data objetivo, acrescentando assim mais um fator a ter em consideração no planeamento das auditorias.

No segundo KPI é possível verificar o histórico dos tipos de anomalias encontradas nas aeronaves presentes nos hangares. É também um KPI global que tem como objetivo dar especial atenção ao tipo de anomalias mais recorrentes e para as quais é necessário apurar soluções.

Como foi referido, a obtenção do KPI “% Cumprimento Auditoria” é feita do mesmo modo que o KPI “% Cumprimento Diário” não incluindo o dia (Tabela 4.9), pois é uma visão do total que foi concretizado em cada aeronave. Os dados para KPI “Tipologia de Anomalias” são introduzidos na base de dados do ficheiro “Planeamento da Cartilha” e passados para uma tabela dinâmica no ficheiro “Tabelas”.

Os filtros, no primeiro KPI, permitem a seleção de quais as aeronaves visíveis, no segundo permitem selecionar tipos de anomalias.

KPI - Descrição	Fórmula de Obtenção
% Cumprimento Auditoria – Mostra qual a percentagem do cumprimento da auditoria realizada pelo engenheiro e técnicos por aeronave	$\sum \frac{\text{tarefas em branco}}{16 (\text{tarefas})} * 100\% (\text{por aeronave})$ <p>Quando o número de “tarefas em branco” = 0 a auditoria foi cumprida a 100%</p>
Tipologia de Anomalias – Mostra as anomalias encontradas por dia, para cada aeronave	Faz a contagem de quais as anomalias classificadas como “NOK” por aeronave e por dia

Tabela 4.9 - Indicadores “% Cumprimento Auditoria” e “Tipologia de Anomalias”

Segundo Nível de Informação – Ficheiro “Tabelas”

Todos os gráficos do *dashboard* são criados a partir de tabelas dinâmicas, estas tabelas encontram-se num ficheiro à parte, o ficheiro “Tabelas”. Em primeiro lugar este ficheiro está

dividido por *sheets*, algumas delas alimentam um KPI, outras foram organizadas de modo a alimentar dois KPIs e cada *sheet* tem o nome reduzido do KPI, por exemplo, a informação do primeiro, “Tarefas Planeadas VS Realizadas”, encontra-se na *sheet* “TPvsTR” e é retirada das colunas a preencher pelos técnicos e pelo engenheiro que dizem respeito às tarefas planeadas, realizadas, cartilha a aplicar, matrícula da aeronave e técnico responsável pela aplicação da cartilha.

Esta funcionalidade do Excel permite ao utilizador escolher quais os parâmetros que pretende que sejam exibidos e filtrá-los de forma a obter um aspecto mais simples e de rápida perceção. Este método permite armazenar informação relativamente às aeronaves e auditorias feitas e, tendo em conta que o volume de dados recolhidos vai aumentar, tornando-se numeroso e complexo, as tabelas e gráficos dinâmicos mostram ser uma solução bastante eficaz de forma a conseguir guardar todo o histórico das auditorias e continuar a apresentá-lo de forma clara e objetiva, tudo apenas em formato Excel.

O ficheiro “Tabelas” é a ponte que liga o que é inserido pelo engenheiro e técnicos no “Planeamento da Cartilha” e o *Dashboard* e foi criado à parte para não estar demasiada informação num só ficheiro de forma a manter o processo fluido e simples na perspetiva dos utilizadores. Este ficheiro é atualizado quando um utilizador seleciona o botão “Atualizar” no *Dashboard*, que por sua vez atualiza também os gráficos, significando que, não havendo erros e/ou modificações em termos técnicos, o ficheiro “Tabelas” não precisa de ser acedido por nenhum utilizador.

Terceiro Nível de Informação – Base de Dados

Como já foi referido, foram feitas algumas modificações nos ficheiros no que toca à parte dos utilizadores. O terceiro nível de informação diz respeito à informação em bruto submetida nos ficheiros Excel pelos técnicos e pelo engenheiro e depois programada para preencher as tabelas dinâmicas de forma a alimentar os gráficos. Comparativamente com o processo feito antes de ser decidido armazenar os dados em formato digital e monitorizar as auditorias, foram acrescentados dois novos passos no dia de trabalho dos técnicos e do engenheiro.

Em primeiro lugar foram adicionadas novas colunas no ficheiro “Planeamento da Cartilha”, que passariam a ser preenchidas pelos técnicos e/ou pelo engenheiro com o que foi realizado. A parte já existente é referente ao planeamento do dia, feita pelo engenheiro e com o título de cada coluna preenchido a laranja, como mostrado na Figura III.1. A nova parte contém novas colunas com preenchimento a azul e tem como propósito ser preenchida no fim do dia com o que foi efetivamente realizado. Imagine-se o seguinte exemplo de preenchimento por parte do engenheiro e dos técnicos:

- O engenheiro preenche os campos do lado a laranja com o planeamento de uma tarefa introduzindo:
 - O dia, cartilha, projeto, matrícula, descrição, técnico, prioridade e tempo previsto;
- O técnico responsável abre o ficheiro, vê a tarefa que lhe foi designada e dirige-se aos hangares para realizar a tarefa. No fim do dia, deve voltar ao ficheiro e preencher os seguintes passos, na mesma linha onde está o seu planeamento, mas na zona com as colunas preenchidas a azul:
 - A primeira coluna serve apenas para dizer se a tarefa foi realizada ou não, de seguida deve escrever o nome do técnico que realizou a tarefa (devido à ocorrência de imprevistos, pode não ser o técnico inicialmente designado que tenha realizado a tarefa), o tempo de supervisão da tarefa, escrever observações que ache relevantes e escrever se foram encontradas anomalias durante a auditoria.

A parte adicionada a azul no ficheiro “Planeamento da Cartilha” sobre o preenchimento das tarefas realizadas pode ser observada no Anexo II, Figura II.2

Para armazenamento dos dados de preenchimento das folhas de auditoria foi criada uma base de dados que armazena em espaços pre-definidos de uma *sheet* no ficheiro “Planeamento da Cartilha” de acordo com a matrícula e o dia. Para isso foi usada a aplicação *Visual Basic* do Excel para criar um botão que exhibe um *UserForm* que, semelhante às folhas de auditoria, dispõe as cartilhas e a respetiva descrição com espaços para inserir “OK” ou “NOK” e espaço para “Descrição da constatação” (Figura 4.14).

Cartilha/Auditoria QPM		Status (OK/NOK)	Descrição da Constatação
C050.A.1 Bancadas de Trabalho/Hangar	Verificar bancadas de trabalho quanto a conservação/limpeza, aspecto geral e objetos estranhos. Verificar a ligação à terra nas bancadas ESD ("Electronic Static Discharge")	<input type="checkbox"/>	
C050.A.2 Ligação ao ponto de terra	Verificar se a aeronave está ligada ao ponto de terra e a condição geral do cabo de terra	<input type="checkbox"/>	
C050.A.3 Compartimentos abertos	Verificar os compartimentos abertos no interior e exterior da aeronave quanto a limpeza e ausência de objetos estranhos após a conclusão da tarefa de manutenção	<input type="checkbox"/>	
C050.A.4 Obturação	Verificar as (os) partes/artigos/componentes quanto à obturação na aeronave	<input type="checkbox"/>	
C050.A.5 Passagem de serviço	Verificar os registos de passagem de serviço quanto à descrição sucinta e clara das frases concluídas e pendentes de conclusão, datas e assinaturas	<input type="checkbox"/>	
C050.A.6 Plataforma	Verificar as plataformas quanto à segurança e proteções adequadas para evitar danos à aeronave	<input type="checkbox"/>	
C050.B.1 Estantes/Prateleiras de acondicionamento	Verificar as estantes para acondicionar partes/artigos/componentes quanto ao estado geral e identificação da aeronave	<input type="checkbox"/>	
C050.B.2 Etiquetagem	Verificar as (os) partes/artigos/componentes removidos da aeronave quanto à etiquetagem de acordo com o seu estado	<input type="checkbox"/>	
C050.B.3 Obturação	Verificar as (os) partes/artigos/componentes removidas da aeronave quanto à obturação na estante/prateleira	<input type="checkbox"/>	
C050.B.4 Segregação de material incapaz	Verificar a área de segregação de material incapaz quanto à identificação por aeronave, acesso restrito; verificar se existem materiais incapazes fora das áreas de segregação	<input type="checkbox"/>	
C050.C.1 Acondicionamento	Verificar as condições de acondicionamento do produto novo	<input type="checkbox"/>	
C050.C.2 Embalagem	Verificar o estado geral da embalagem do produto em uso	<input type="checkbox"/>	
C050.C.3 Rastreabilidade	Verificar a rastreabilidade do produto novo ou usado	<input type="checkbox"/>	
C050.C.4 Prazo vida útil	Verificar o prazo de vida útil (PVU) do produto novo ou usado	<input type="checkbox"/>	
C060.A.1 Calibração	Verificar o prazo de validade da calibração do Equipamento de Medida e Ensaio (EMPE)	<input type="checkbox"/>	
C060.A.2 Conferência do Inventário	Verificar a data do último registo da conferência do inventário do Kit de ferramenta individual e/ou do armário partilhado	<input type="checkbox"/>	

Figura 4.104 - Userform

A segunda tarefa adicional dos técnicos e do engenheiro é passar toda a informação das folhas das auditorias para o ficheiro Excel, usando este *UserForm*. Este novo método permite ver as folhas feitas para cada dia e para cada matrícula, ou seja, é possível o utilizador verificar qual o estado do preenchimento da folha dos dias anteriores, preenchendo o primeiro espaço “Dia-Matrícula” e pressionando o botão “Adicionar/Editar”. Caso o “Dia-Matrícula” já exista na base de dados, aparecerão os últimos espaços preenchidos e existe a possibilidade de preencher os restantes em branco ou modificar os existentes.

Os *dossiers* onde eram armazenadas as folhas continuam a existir, ficando agora como reserva caso haja algum problema com os ficheiros ou a nível informático na empresa, no entanto espera-se recorrer às folhas apenas em último recurso.

Quarto Nível de Informação – Planeamento da Cartilha

O quarto e último nível de informação é o momento do dia que dá início ao processo de realização e manutenção das auditorias, onde o engenheiro, após feito o planeamento, o transcreve para o ficheiro “Planeamento da Cartilha” que será visto pelos técnicos antes de dar início às tarefas. Era preferencial, na aplicação do caso de estudo, mudar o menos possível os hábitos dos utilizadores pois pretende-se que o processo seja rápido de forma a iniciar o mais cedo possível e, tratando-se de um projeto crítico, não era possível dispendir tempo de auditorias em formações ou na criação de novas rotinas. Tendo em conta a situação atual, o projeto foi aplicado sem alterações significantes nas rotinas dos utilizadores e a base de dados criada não implica modificações no quarto nível de informação. Tendo também em consideração a opinião do engenheiro, como principal interveniente deste nível, não se justificou haver mudanças na fase inicial que envolve a introdução do planeamento diário no ficheiro “Planeamento da Cartilha”.

4.2.5 Verify

Concluindo a fase *Design*, todo o processo de criação do projeto atual fica terminado e dá-se início à fase *Verify*. Esta fase tem como objetivo garantir que o processo planeado seja implementado de modo a ir ao encontro das necessidades dos utilizadores e de maneira a garantir a continuidade dos ganhos obtidos com a realização das outras fases. Antes de ser oficializado e lançado este novo processo em produção, foram aplicados alguns passos de modo a verificar se a fase *Design* implementada, será a mais apropriada em condições normais de trabalho.

Testes Piloto e correções

De modo a certificar que os ficheiros estavam ligados da forma pretendida e que os gráficos finais do *Dashboard* estariam a ler e apresentar os dados trabalhados de forma

correta, foram feitos vários testes do ponto de vista de todos os utilizadores para garantir o bom funcionamento do processo.

A informação dos gráficos que não estava a ser recolhida da base de dados era verificada de forma simples pelo facto de que os gráficos só se baseiam em informação escrita em colunas sem lhes ser aplicadas fórmulas ou outro tipo de operações para obtê-los, o que significava que, caso fosse encontrado algum erro durante os testes, teria apenas de ser verificado o que foi introduzido nessas colunas e fazer a relação com a tabela dinâmica e os gráficos originados. No entanto, os gráficos que envolviam a informação da base de dados precisavam uma análise mais cuidada pois o código usado para arquivar os dados inseridos no *UserForm* era complexo e despendia de mais tempo para os realizar, com o maior número de variantes possível, de forma a melhorar a sua utilização.

Após a realização dos testes e do correto funcionamento de todos os ficheiros como o que estava planeado, foram ainda inseridos na base de dados a informação das folhas de auditoria arquivadas dos dias anteriores de forma a criar uma análise histórica das auditorias às aeronaves, principalmente das que se encontravam atualmente em operações nos hangares da OGMA.

Documentação do processo

O processo de arquivo de dados de auditorias foi documentado num ficheiro de formato *PowerPoint*. Este ficheiro contém o fluxo completo do processo e uma breve explicação de cada passo. Foi também criado um Manual de Utilizador para cada tipo de interveniente no processo que, para além de incluir um resumo do processo e o seu fluxo, contém de quais os ficheiros onde tem de se dirigir e quais as ações a tomar.

Formação e Validação dos Utilizadores

Após a conclusão dos manuais, no contexto do presente trabalho, foram dadas breves formações sobre a utilização do novo processo e dos dois novos métodos a serem efetuados pelos técnicos e pelo engenheiro. O engenheiro responsável pela gestão e planeamento das auditorias da QPM esteve sempre presente em toda a fase de desenvolvimento do processo, a formação passou por apresentar a conclusão do projeto com o respetivo manual e a partir daí esperar pela validação final. Aos técnicos foram apresentados todos os ficheiros Excel que funcionam como novo arquivo de dados e o *Dashboard* final pois alguns dos gráficos servirão também para imprimir e auxiliar durante a realização das auditorias. Por fim foi também apresentado o *Dashboard* ao Diretor da qualidade e ao chefe da área QPM.

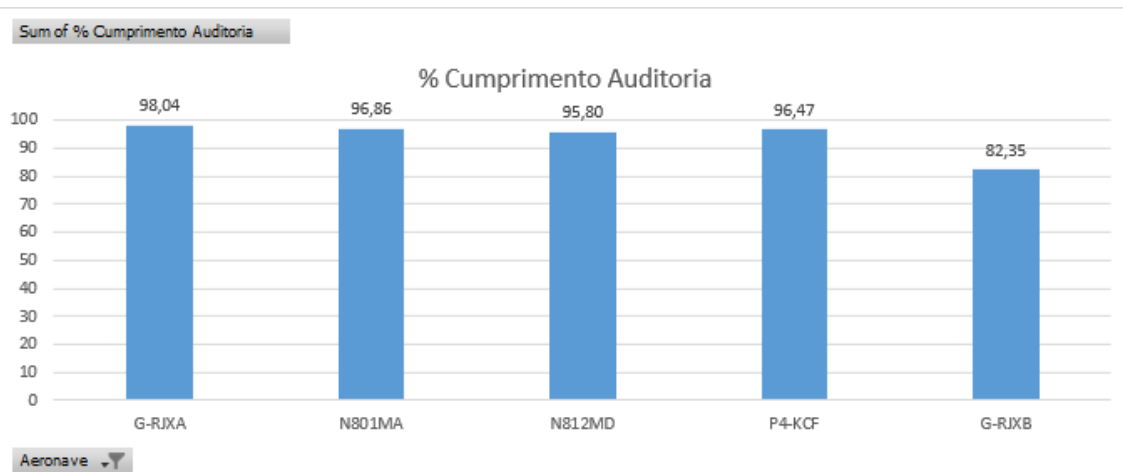
Uma das principais prioridades do projeto era monitorizar e armazenar dados das auditorias realizadas a aeronaves civis pela QPM sem alterações significativas às rotinas dos técnicos e do engenheiro. Até haver uma habituação ao novo método, foi pedido aos técnicos

para introduzirem a informação nos novos ficheiros, mas também levar as folhas para as reuniões diárias e armazená-las como no método antigo, não só pelo facto de ter um método de recurso caso haja algum problema informático, mas também para não haver uma mudança extrema nas rotinas dos técnicos. Por fim, verificou-se que a mudança não levantou problemas por parte dos utilizadores, tanto a nível do engenheiro e dos técnicos que introduzem os dados recolhidos como a nível do chefe da QPM e do diretor da qualidade que analisam os gráficos e tomam decisões relativamente a quais as próximas ações. Foi então oficializada a implementação do novo processo de monitorização e armazenamento de dados das auditorias internas da QPM.

Manutenção

Foram adotados dois métodos para a manutenção dos ficheiros, nomeadamente no armazenamento de dados e na criação dos gráficos presentes no *dashboard*. O código introduzido para o armazenamento de dados a partir do preenchimento do *UserForm* é extenso e complexo e por este motivo foi usado o mesmo método aplicado na Parte 1 onde foram introduzidas linhas de texto que explicam quais as funções de uma ou mais linhas de código. Tal como a linguagem SQL, o *Visual Basic* permite também adicionar linhas de texto no código que não são contabilizadas como linhas de código que executam ações no Excel. Estas linhas servem para dar uma breve descrição do que as linhas de código estão a executar, tornando mais fácil a sua perceção caso haja necessidade de corrigir erros ou fazer modificações ao programa.

Relativamente aos KPIs, foi criado um ficheiro Word com o mapeamento de todos os gráficos criados e apresentados. De igual modo como a manutenção feita para o armazenamento de dados, caso seja encontrado um erro ou seja necessário alterar algum gráfico, pretende-se que haja uma interseção fácil e rápida e o mapeamento contém uma descrição do KPI, qual a origem dos dados e fórmulas ou métodos usados para a sua criação. Na Figura 4.15 é exibido um exemplo do mapeamento do KPI “% Cumprimento Auditoria”.



Auditoria Qualidade & Safety:

-% Cumprimento Auditoria: Qual o estado (em percentagem) da conclusão das auditorias por aeronave.

Dados no "Planeamento da cartilha" Sheet "BDAuditoria" a começar na coluna BC.

1. É feito um INDEX de forma a obter todos os Projetos distintos.
2. É feito um VLOOKUP para associar uma matrícula a cada projeto e ao mesmo tempo um CONCATENATE para obter uma célula com Matrícula-Projeto.
3. COUNTIF para procurar quantas vezes foram feitas auditorias para esse projeto e multiplica-se por 17 (número de checklists de uma auditoria). O resultado é o número de auditorias planeadas.
4. Fez-se um COUNTIF, associado ao projeto, de quantas células com texto (OK e NOK) existem. O resultado é o número de auditorias realizadas.
5. Por último, dividir, para cada matrícula-projeto, o número de auditorias realizadas sobre as planeadas para se obter o cumprimento da auditoria em percentagem.

Figura 4.15 - Mapeamento do Indicador "% Cumprimento Auditoria"

4.3 Impacto dos *Dashboards* na QPM

Tendo em conta o tempo previsto para a realização do projeto e a alteração dos objetivos prioritários da QPM, não foi possível observar os efeitos a longo prazo, tanto no tratamento de reclamações como na monitorização das auditorias. No entanto, numa perspetiva a curto prazo, os *Dashboards* demonstram melhorias significativas em relação ao que estava feito antes do caso de estudo, melhorias essas que vão de encontro aos objetivos propostos para cada uma das partes do projeto.

A Parte 1 do caso de estudo tinha como principal objetivo criar um *Dashboard* na plataforma SIGMA 360 utilizada pela OGMA para visualizar KPIs de desempenho com informação proveniente da base de dados SIGMA, com base num *Dashboard* já existente em formato Excel. Devido há falta de tempo e recursos não foi possível passar todos os KPIs à plataforma SIGMA 360, nomeadamente o KPI "Estado das Reclamações". Os restantes KPIs foram criados, permitindo assim cumprir uma das características críticas para a conclusão do projeto, que consistia em ler os dados diretamente da base de dados da OGMA.

A Parte 2 foi concluída com êxito sendo que foram cumpridas todas as características críticas para a qualidade e os objetivos definidos inicialmente para o projeto. O novo método de armazenamento dos resultados das auditorias permite uma melhor organização de dados tornando assim possível trabalhá-los para adquirir informação essencial para melhorar o processo de tomada de decisão.

Verificou-se nos dois métodos aplicados que as capacidades gráficas associadas aos *Dashboards* permitem a sintetização de informação numa pequena seleção de KPIs, de fácil compreensão e permite detetar problemas como também identificar oportunidades de melhoria.

Capítulo 5

5 Conclusões e Sugestões para Trabalho Futuro

5.1 Conclusões

Este caso de estudo demonstra a utilidade da aplicação de duas metodologias referentes às metodologias *Lean* e *Six Sigma* num contexto industrial. Toda a ideologia usada no processo, também refletida em ambos os métodos aplicados, centra-se no ciclo PDCA (Figura 5.1), na ideia de continuidade da melhoria da qualidade, isto é, quando surgem alterações no processo ou quando o objetivo não é atingido, deve-se voltar ao início do ciclo e começar a definir o problema novamente.

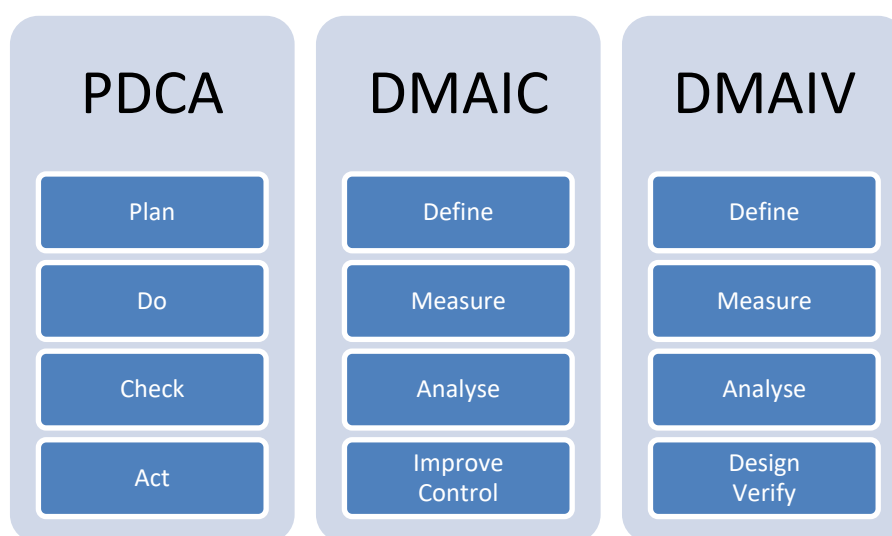


Figura 5.1 - Relação entre os ciclos PDCA, DMAIC e DMADV

DMAIC e DMADV são similares, as suas três primeiras fases são idênticas e dizem respeito à definição do projeto e determinação dos objetivos, à medição e análise da situação atual, tal como os requisitos e especificações por parte dos utilizadores e também à análise das causas raiz dos problemas atuais. As diferenças surgem a partir da quarta fase, DMAIC tem como propósito melhorar o processo eliminando defeitos e controlar a sua *performance* no futuro, é por isso mais indicado para um produto ou processo já existente que não se encontra de acordo com as especificações do cliente ou não está a atuar da melhor forma. Por outro lado, DMADV foca as suas últimas duas fases na criação do *design* que melhor se adequa às necessidades dos clientes e na verificação da *performance* e habilidade do próprio *design* em satisfazer as necessidades dos clientes e, por isso, este método deve ser aplicado em produtos ou processos novos ou em desenvolvimento.

Estes dois métodos foram aplicados na criação de *dashboards* de KPIs e na criação de uma base de dados. Com DMAIC foi possível fazer a transferência de KPIs existentes em formato Excel e com dados introduzidos manualmente pelos utilizadores para a plataforma SIGMA 360 utilizada pela OGMA para apresentação de KPIs de monitorização usando o *software* SQL Developer. A transferência foi feita analisando a situação atual, quais as dificuldades e problemas encontrados e melhorando todo o processo de forma a que estes KPIs fornecessem informação atualizada, fiável e proveniente da base de dados da OGMA que conta com o departamento de informática para o seu controlo e manutenção.

DMADV foi utilizado para a criação de uma base de dados e de um *dashboard* de KPIs em formato Excel para monitorização de auditorias internas. As melhorias associadas a este método mostraram-se bastante úteis pois permitiu a criação de uma base de dados digital. Nesta base de dados é também possível organizar e trabalhar os dados armazenados de forma a criar gráficos para a monitorização do processo de auditorias pela área da qualidade a aeronaves civis.

O caso de estudo foi dividido em duas partes, sendo que a primeira foi referente à passagem dos KPIs já existentes em Excel para a plataforma SIGMA 360 e a segunda foi a criação da base de dados e um *dashboard* em formato Excel. Na primeira parte o caso de estudo foi aplicado em plataformas que estão diretamente relacionadas com a base de dados da OGMA, oferecendo uma solução profissional e de excelente desempenho a nível de velocidade e filtros de informação. É também extremamente competente na gestão de bases de dados, no entanto necessita de ser trabalhada em linguagem de código SQL e numa plataforma à parte para a informação ser apresentada graficamente, envolvendo conhecimentos informáticos que implicam uma aprendizagem morosa e torna a sua manutenção difícil para quem não esteja familiarizado com esta linguagem. Em termos da empresa, surgiram alguns imprevistos na fase *Analyse*, pois a empresa não disponha de

recursos disponíveis para dar formações ou proceder a atividades nas quais é necessário seguir procedimentos de *compliance* da empresa, como por exemplo, contabilizar novos dados para a base de dados. Por este motivo, não foi possível fazer a passagem para a plataforma SIGMA 360 de um KPI, pois este não era contabilizado na base de dados da OGMA.

Na segunda parte do caso de estudo, tanto a base de dados como o *dashboard* criados para armazenamento e monitorização de dados das auditorias internas, foram criados em Excel, usando fórmulas e a linguagem VBA. O Excel mostrou ser uma ferramenta bastante ágil não só em termos de construção de gráficos como também no tratamento de dados e conta com um processo de aprendizagem simples e relativamente rápido na maioria dos casos. O facto de se tratar de uma ferramenta familiar tornou-se também decisivo para a conclusão do projeto nas datas previstas. O processo que se mostrou mais complicado nesta ferramenta foi a construção da base de dados, a qual já depende de um conhecimento mais aprofundado relativamente à linguagem do programa *Visual Basic*. Após concluída a construção da base de dados, os dados são trabalhados de forma simples e recorrendo a tabelas dinâmicas é possível a criação de gráficos dinâmicos permitindo uma análise de várias perspetivas e com a componente do histórico associada.

Ambos os métodos satisfizeram praticamente todas as necessidades e requisitos por parte dos clientes, no entanto existem diferenças significativas no que toca a escolha entre os dois. O caso de estudo tinha inicialmente um propósito, o qual foi finalizado mais cedo do que o esperado e foi atribuído outro projeto à área QPM ao qual foi também decidido aplicar o caso de estudo. Estes dois projetos têm como intuito a monitorização e pode-se verificar que ambos foram atribuídos repentinamente e não com um planeamento prévio. Neste sentido, é difícil para a área em questão optar pela plataforma SIGMA 360, pois este depende do departamento de informática, o qual, na maioria das situações, não terá recursos disponíveis que estarão a dar prioridade ao que foi planeado no planeamento de alocação de recursos anual. É por isso, na maior parte das situações, preferível às áreas optar por realizar o projeto na plataforma Excel, pois esta apresentará mais resultados de forma mais rápida, no entanto não beneficiam do facto de que os gráficos produzidos poderem ler dados diretamente da base de dados da OGMA, que conta com uma manutenção mais cuidadosa e exigente. Um factor crucial pois, como se pode verificar pelo conteúdo teórico da presente dissertação, a qualidade dos KPIs apresentados nos *dashboards* só pode ser tão fiável quanto às suas fontes de informação.

5.2 Sugestões para Trabalho Futuro

Durante a aplicação do caso de estudo foram apontados alguns aspetos interessantes para a área QPM e para a empresa no geral. De maneira a complementar o trabalho desenvolvido, são sugeridos alguns tópicos a serem abordados futuramente:

- Planeamento prévio de métodos de monitorização e independência por parte das áreas;

No desenvolvimento da primeira parte no caso de estudo ocorreram alguns imprevistos pelo facto de que o projeto não estava planeado na alocação de recursos por parte do departamento de informática. Sugere-se que haja um planeamento prévio com o departamento de informática, pois o processo de implementação de KPIs na plataforma SIGMA 360 segue vários requisitos da empresa tornando-se um pouco moroso. Dentro do mesmo tópico, é também sugerido tornar as áreas independentes na criação dos seus KPIs em SIGMA 360, dando formações às áreas interessadas e manuais de utilização, de forma a tornarem-se independentes do departamento de informática, de modo a libertá-lo para outros projetos e tornar todo o processo de implementação de KPIs mais fluido.

- Implementação de mais ações de melhoria;

Sugere-se a melhoria do processo atual de implementação de KPIs na plataforma SIGMA 360. Este processo mostrou ser bastante moroso, depende de vários intervenientes para ser concluído e envolve o cumprimento de várias regras por parte da empresa que dificultam a implementação de melhorias. No presente caso de estudo foram apenas implementadas duas na fase *Control* e, sendo assim, é sugerido a implementação de novas melhorias para o controlo da qualidade e criação dos KPIs.

Verificou-se também o facto de que o Excel é uma ferramenta bastante útil e cumpre os requisitos no que toca à apresentação gráfica de KPIs, no entanto, ao contrário da plataforma SIGMA 360, este não lê os dados diretamente da base de dados da OGMA. Outra solução para tornar o processo mais fluido e fiável, seria obter um método em que seja possível a leitura direta da base de dados e trabalhada em Excel.

- Implementação de outras ferramentas para a criação de KPIs;

Na criação dos *dashboards* de KPIs, houve pouca escolha nos *softwares* a utilizar. É também sugerido que seja feito um estudo de mercado de forma a investigar outras opções para a monitorização e criação de KPIs de desempenho. No presente caso de estudo, as ferramentas utilizadas cumpriram os objetivos propostos e as necessidades dos clientes, no entanto, considerando a importância da monitorização de *performance* e a sua necessidade em qualquer departamento, sugere-se que sejam estudadas e consideradas outras opções que possam trazer novas funcionalidades, oferecendo mais escolhas consoante diferentes necessidades.

Bibliografia

Adriaanse, A. (1993). *Environmental policy performance indicators. General of Environment of the Dutch Ministry of Housing*, VROM, The Hague.

Air Transport Action Group. (2016). *Aviation Benefits Beyond Borders*. Disponível em: <http://aviationbenefits.org/>. Acedido em Setembro de 2017.

Arnheiter E.D., Maleyeff J. (2005). *The integration of Lean Management and Six Sigma*. The TQM Magazine, Vol. 17 Issue: 1, pp.5-18.

Barbosa, G. F., Carvalho, J., & Filho, E. V. G. (2014). *A proper framework for design of aircraft production system based on lean manufacturing principles focusing to automated processes*. The International Journal of Advanced Manufacturing Technology, 72(9), pp. 1257-1273.

Beckford, J. (2002). *Quality: A critical Introduction*. Londres: Routledge, 2ª edição, ISBN-10: 0415259193. Disponível em: <http://goo.gl/E5X49U/>. Acedido em Outubro de 2017.

Bharadwaj, V. N., Shashank, P. S., Harish, M., & Garre, P. (2015). A Review On Lean Manufacturing to Aerospace Industry. *International Journal of Engeneering Research and General Science*, 3(4), pp 429-439.

Chang, H.M., Huang, C., & Torng, C. C. (2013). Lean Production Implement Model for Aerospace Manufacturing Suppliers. *International Journal of Innovation*, 4(2), pp. 248.

Clarke, M. A. (2004). The Evolution of Military Aviation. *The Bridge* (Vol. 34). Washington: National Academy of Engeineering.

Clayton E., Hilz, A. (2015). *2015 Aviation Trends*. Disponível em: <http://www.strategyand.pwc.com/perspectives/2015-aviation-trends>. Acedido em Setembro de 2017.

Crosby, P. (1979). *Quality Is Free: The Art of Making Quality Certain: How to Manage Quality - So That It Becomes A Source of Profit for Your Business*. 1ª Edição ISBN-13: 978-0070145122 pp 1-70.

Decker W.W., Stead L.G., 2008. *Application of lean thinking in health care: a role in emergency departments globally*. Disponível em: <http://www.springerlink.com/content/7670gx771646u627/fulltext.pdf>. Acedido em Outubro de 2017.

Deloitte & Touche LLP. (2017). *Global Aerospace Market Outlook and Forecast*. Disponível em: <http://www2.deloitte.com/global/en/pages/manufacturing/articles/global-a-and-d-outlook.html>. Acedido em Outubro de 2017.

Devane, T., (2004). *Integrating lean six sigma and high-performance organizations: leading the change toward dramatic, rapid and sustainable improvement*. San Francisco: Pfeiffer.

Franceschini, F., Galetto, M., Maisano, D. (2007). *Management by Measurement*. Itália: Springer, pp. 127. Disponível em: <https://goo.gl/uyFCou>. Acedido em Setembro de 2017.

Goldmeier, J., Duggirala, P. (2015). *Dashboards for Excel - Deliver Critical Information and Insight at the Speed of a Click*, pp. 5-37.

Guni, C. (2014). *The Dashboard – Conceptual Dimensions and Evolutions. Economics, Management, and Financial Markets*, Vol. 9, 2014, ISSN: 1842-3191, pp. 445-456.

Harrington, J., (1999) Performance improvement: a total poor-quality cost system, *The TQM Magazine*, Vol. 11 Issue: 4, pp.221-230. Doi: <https://doi.org/10.1108/09544789910272904>.

Henderson, M., Evans, R. (2000). Successful implementation of Six Sigma: benchmarking General Electric Company, *Benchmarking: An International Journal*, Vol. 7 Issue: 4, pp.260-282.

ICF SH&E., (2013). *Global MRO Market Economic Assessment*. ICF SH&E.

Juran, J. (1988). *Juran's Quality Handbook*. McGraw-Hill, ISBN 0-07-034003-X, pp. 1-50.

Kerzner, H. (2011). *Project Management Metrics, KPIs, and Dashboards, A Guide to Measuring and Monitoring Project Performance*. New Jersey, USA: John Wiley & Sons, Inc.

Kuljanic, E. (2005). *Advanced Manufacturing Systems and Technology*. Itália: SpringerWinNewYork, n. 486, ISBN-13 978-3-221-26537-6 pp. 684-690.

Kumar, D., Crocker, J., Chitra T., Saranga, H (2006). *Reliability and Six Sigma*. New York Springer, ISBN-10: 0-387-30255-7, pp. 3-6; 355-359; 363.

Lewis, W. (1998). *PDCA/Test. A Quality Framework for Software Testing* ISBN 0-8493-9980-7 pp. 1-30.

Liker J. (2004). *The Toyota Way: 14 Management Principles from the World's Greatest Manufacturer*. 1 st edition. New York: McGraw-Hill.

Lin C., Chen F., Wan H., Chen Y.M., Kuriger G. (2012). Continuous improvement of knowledge management systems using Six Sigma methodology. *Robotics and Computer-Integrated Manufacturing*, Vol. 29, pp. 95-103. Acedido em Dezembro de 2017.

Lohman, C., L. Fortuin, et al. (2004). Designing a performance measurement system: A case study. *European Journal of Operational Research* 156(2), pp. 267-286. Acedido em Outubro de 2017.

Majumbar, R., Selvi, K. (2014). Six Sigma – Overview of DMAIC and DMADV. *International Journal of Innovative Science and Modern Engineering* ISSN: 2319-6386, Vol. 2, 5ª edição. Disponível em: <http://isindexing.com/isi/journaldetails.php?id=725>. Acedido em Dezembro de 2017.

Mann, R. & Kehoe, D. (1994) - An evaluation of the effects of quality improvement activities on business performance. *International Journal of Quality & Reability Management*. Vol. 11, n.4, p.29-44. Acedido em Dezembro de 2017.

Marr, B. (2009). *Intelligence required – Moving from data to insights*. Canada: CMA Management.

Marr, B. (2017a). *What are Key Performance Indicators (KPIs)? A simple explanation for everyone*. Disponível em: <https://www.ap-institute.com/what-is-a-key-performance-indicator>. Acedido em Setembro de 2017.

Marr, B. (2017b). *Understanding Key Performance Indicator Dashboards*. Disponível em: <https://www.ap-institute.com/kpi-articles/understanding-key-performance-indicator-dashboards>. Acedido em Setembro de 2017.

McLaughlin, P., & Durazo-Cardenas, I. (2013). Callular manufacturing applications in MRO operations. *Procedia CIRP*, 11, pp. 245-259.

Meiling, J. H., Sandberg, M. & Johnsson, H. (2013). A study of a plan-do-check-act method used in less industrialized activities: two cases from industrialized housebuilding. *Construction Management and Economics*, Vol 14, pp. 1-17.

Melton, T. (2005). The benefits of lean manufacturing: What Lean Thinking has to Offer the Process Industries, *Chemical Engineering Research and Design*, 83(A6), pp. 662–673.

Mitchell, G. (2004). *Problems and Fundamentals of sustainable development indicators*. Disponível em: <http://www.lec.leeds.ac.uk/people/gordon.html>. Acedido em Outubro de 2017.

Montgomery D.C., Woodall W.H. (2008). An Overview of Six Sigma. *International Statistical Review*. 76 (3) pp. 329-346.

Nanova, G., Dimitrov, L., Neshkov, T., Apostolopoulos, C., & Savvopoulos, P. T. (2012). Lean Manufacturing Approach in Aircraft Maintenance Repair and Overhaul. *RECENT*. 13(3), pp. 330-339.

Pande, P., Neuman, R., Cavanagh, R. (2000). *The Six Sigma Way: How GE, Motorola, and Other Top Companies are Honing Their Performance*. Estados Unidos da América: McGraw-Hill, pp. Preface xi. Disponível em: <http://doi.contentdirections.com/mr/mgh.jsp?doi=10.1036/0071358064>. Acedido em Outubro de 2017.

Parmenter, D. (2007). *Performance Indicators: Developing, Implementing, and Using Winning KPIs*. John Wiley & Sons, Inc., Hoboken, New Jersey, pp. 1 – 50.

Pendokhare, G., Quazi, T. (2015). A Review of DMADV: Methodology, Customer Satisfaction and Research Area, *International Journal of Scientific & Engineering Research*, Volume 6, Issue 1, January-2015 1536 ISSN 2229-5518, pp.1537-1539.

Pham, H. (2006). Springer Handbook of Engennering Statistics. New Jersey: Springer, e-ISBN: 1-84628-288-8, pp. 957 – 971.

Pyzdek, T. (2003). *The Six Sigma Handbook*. Estados Unidos da América: McGraw-Hill, pp. 56 – 60. Disponível em: <Http://10.1036/0071415963/>.

Reopel, M. (2012). *Smarter MRO 5 Strategies for increasing speed, improving reliability, and reducing costs-all at the same time*. United States: DTTL.

Shiba, S. (1993). *New American TQM*. Productivity press, 1993. p. 320 – 450.

Smith, D., Blakeslee, J., Koonce, R. (2002). *Strategic Six Sigma – Best Practices From The Executive Suite*. New Jersey: John Wiley & Sons, pp. 7-9.

Sokovic, M., Pavletic, D., Pipan, K. (2010). Quality Improvement Metodologies – PDCA Cycle, RADAR Matrix, DMAIC and DFSS. *Journal of Achievements in Materials and Manufacturing Engineering*, Vol. 43, 1ª edição.

Staudter, C., Mollenhauer, Jens-P., Meran, R., Roenpage, O., Hugo, Clemens V., Hamalides, A. (2009). *Design for Six Sigma+Lean Toolset*. Frankfurt: Springer.

Stone, K. (2012). *Four decades of lean: a systematic literature review*. *International Journal of Lean Six Sigma*, College of Business and Leadership, Fort Hays State University, Hays, Kansas, USA, pp. 112-132.

Suzaki K., 1993. *The new shop floor management: empowering people for continuous improvement*. 1ª edição. New York: Free Press.

Taghizadegan, S., 2006. *Essentials of Lean Six Sigma*. 1ª edição. Oxford: Elsevier Inc.

Turulja, L., Bajgolic, N. (2016). *Human Resources or Information technology: What is More Important for Companies in the Digital Era? Business Systems Research*, Vol. 7, 1ª edição. Doi: 10.1515/bsrj-2016-0003. Acedido em Setembro de 2017.

Vaccarezza, A., Rizzi, G. (2014). *Change Management Dashboard: Na Adaptive Approach to Lead a Change Program. People & Strategy*, Vol. 37, 1ª edição.

Weiner, J. (2015). Integrating Strategic and Operacional Decision Making Using Data-Driven Dashboards: The Case of St. Joseph Mercy Oakland Hospital, *Journal of Healthcare Management* Vol. 60, 5ª edição.

Werkema, C. (2004). *Criando a cultura Seis Sigma* (Vol. 1). Nova Lima, Brasil: Werkema Editora Ltda.

Wilson, Lonnie (2010). *How to Implement Lean Manufacturing*. 1ª Edição, McGrawHill.

Womack, J. P., & Jones, D. T. (2010). *Lean Thinking: Banish Waste and Create Wealth in Your Corporation* (2ª edição). Free Press.

Womack, J.P., Jones, D.T., Roos, D. (2007). *The Machine That Changed The World: The Story of Lean Production*. 2ª edição. New York: HarperCollins.

Anexos

I – Restantes indicadores existentes antes da aplicação do caso de estudo

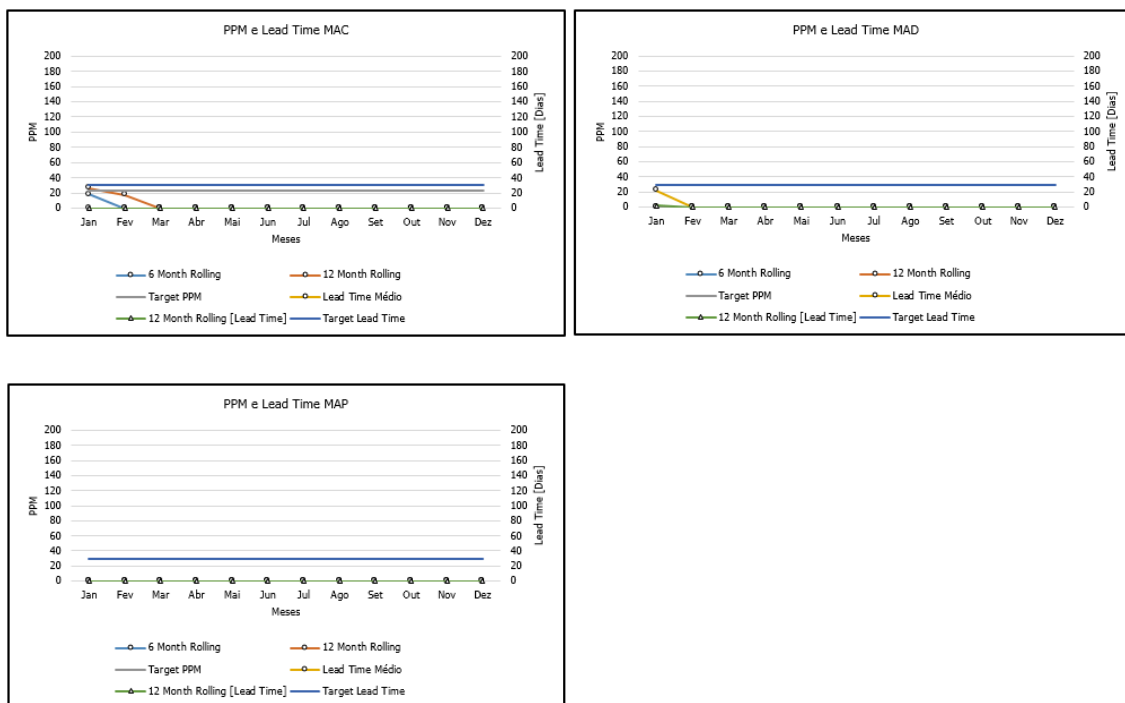


Figura I.1 – Indicadores “PPM e Lead Time”

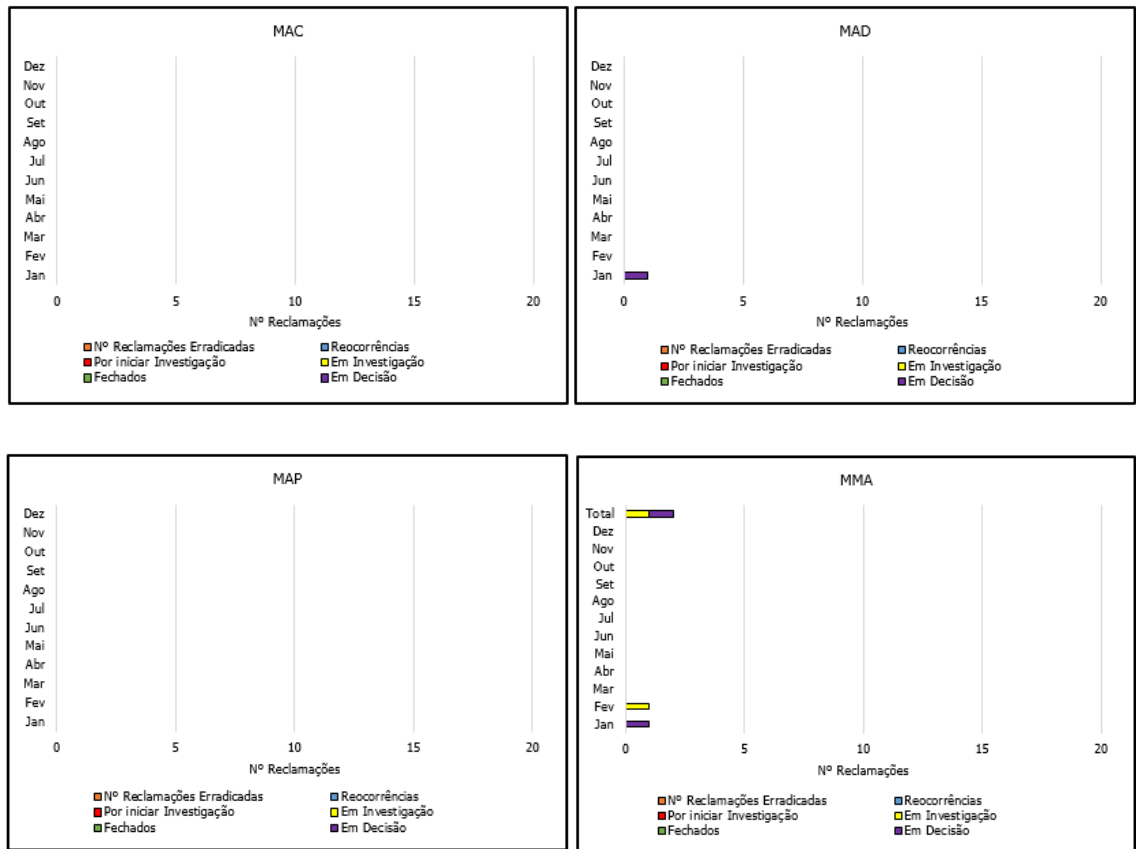


Figura 1.2 – Indicadores “Estado das Reclamações”

II – Preenchimento do planeamento e realização da cartilha (Figura II.1 referente à parte do planeamento a preencher pelo engenheiro e Figura II.2 referente ao que foi realizado a preencher pelos técnicos e/ou pelo engenheiro)

Dia	Cartilha/Atividade	Projecto	Matricula	Descrição	Técnico	Prioridade	Tempo previsto	% Supervisão	Tempo Follow Up (min)	Observações
12-04-2017	C040 - Supervisão Tarefas Críticas	2055746	G-RJXA	Artigo de Trabalho Generico	XXX	Prioridade I	4,25	100,0%	255,00	
12-04-2017	C040 - Supervisão Tarefas Críticas	2055746	G-RJXA	Artigo de Trabalho Generico	XXX	Prioridade I	4,1	100,0%	246,00	
12-04-2017	C040 - Supervisão Tarefas Críticas	2055828	5N-BSM	Functionally Check Tension of Rudder Co	YYY	Prioridade I	4	100,0%	240,00	
12-04-2017	C040 - Supervisão Tarefas Críticas	2055241	N802MD	Artigo de Trabalho Generico	ZZZ	Prioridade II	3,1	100,0%	186,00	

Figura II.1 – Preenchimento das tarefas planeadas

Tarefa Acompanhada / Realizada?	Técnico "C"	Tempo Supervisão (min)	Observação	Detectadas Anomalias?
---------------------------------	-------------	------------------------	------------	-----------------------

Figura II.2 – Preenchimento das tarefas realizadas

III – Indicador “Tipologia” apresentado com a disposição dos hangares auditados pela QPM

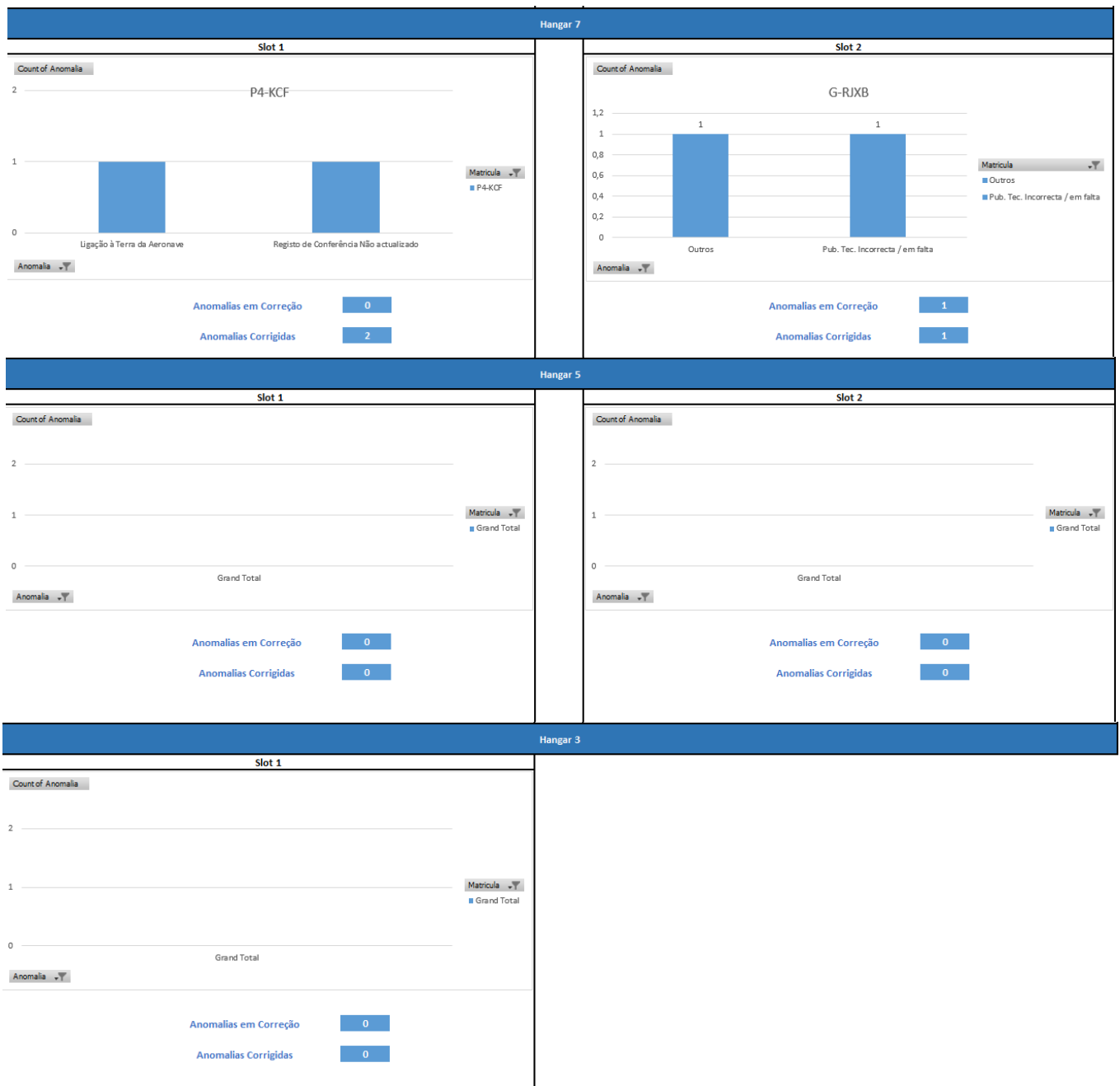


Figura III – Indicador “Tipologia”

IV – Fluxograma da macro do Botão “Atualizar”

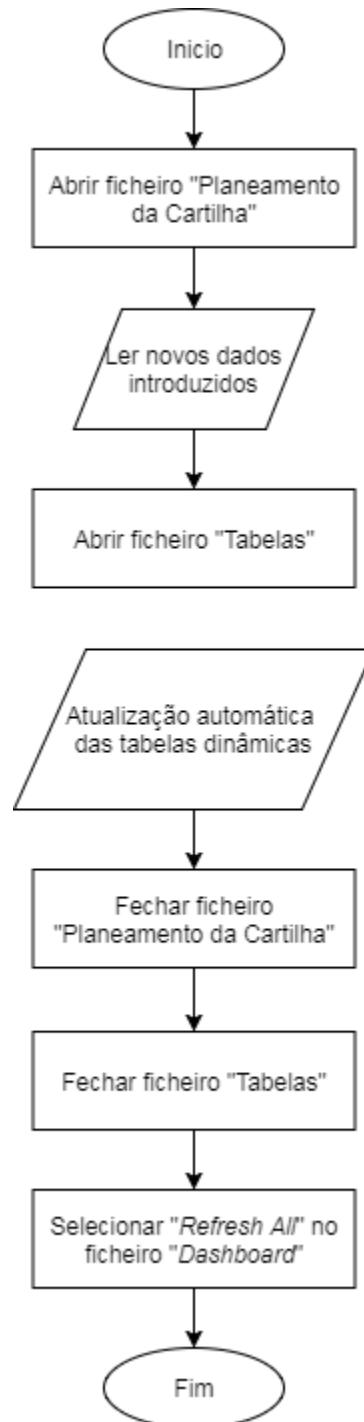


Figura IV – Macro do Botão “Atualizar”

V – Fluxograma do ciclo DMADV utilizado no presente caso de estudo

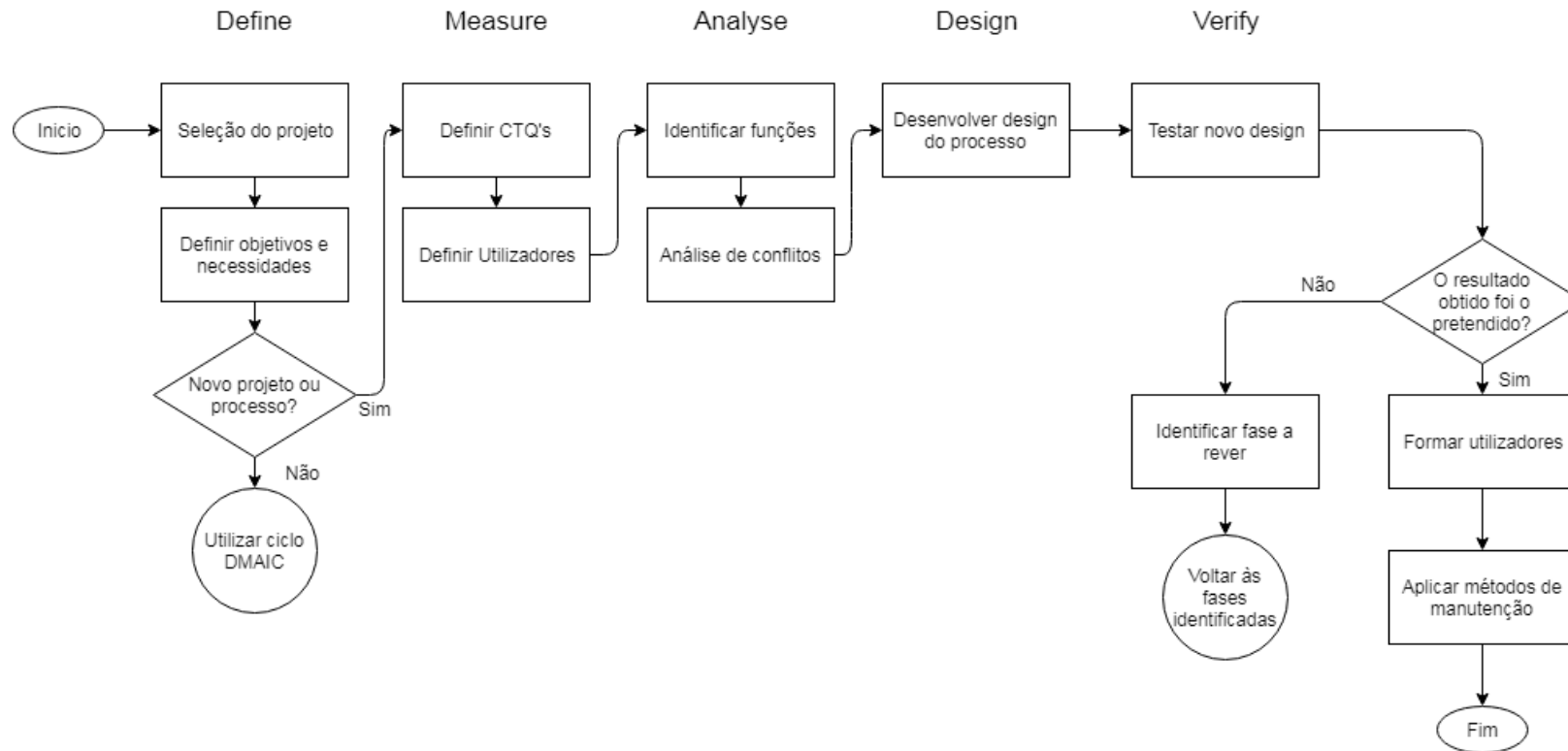


Figura V – Fluxograma DMADV

VI - Fluxograma do ciclo DMAIC utilizado no presente caso de estudo

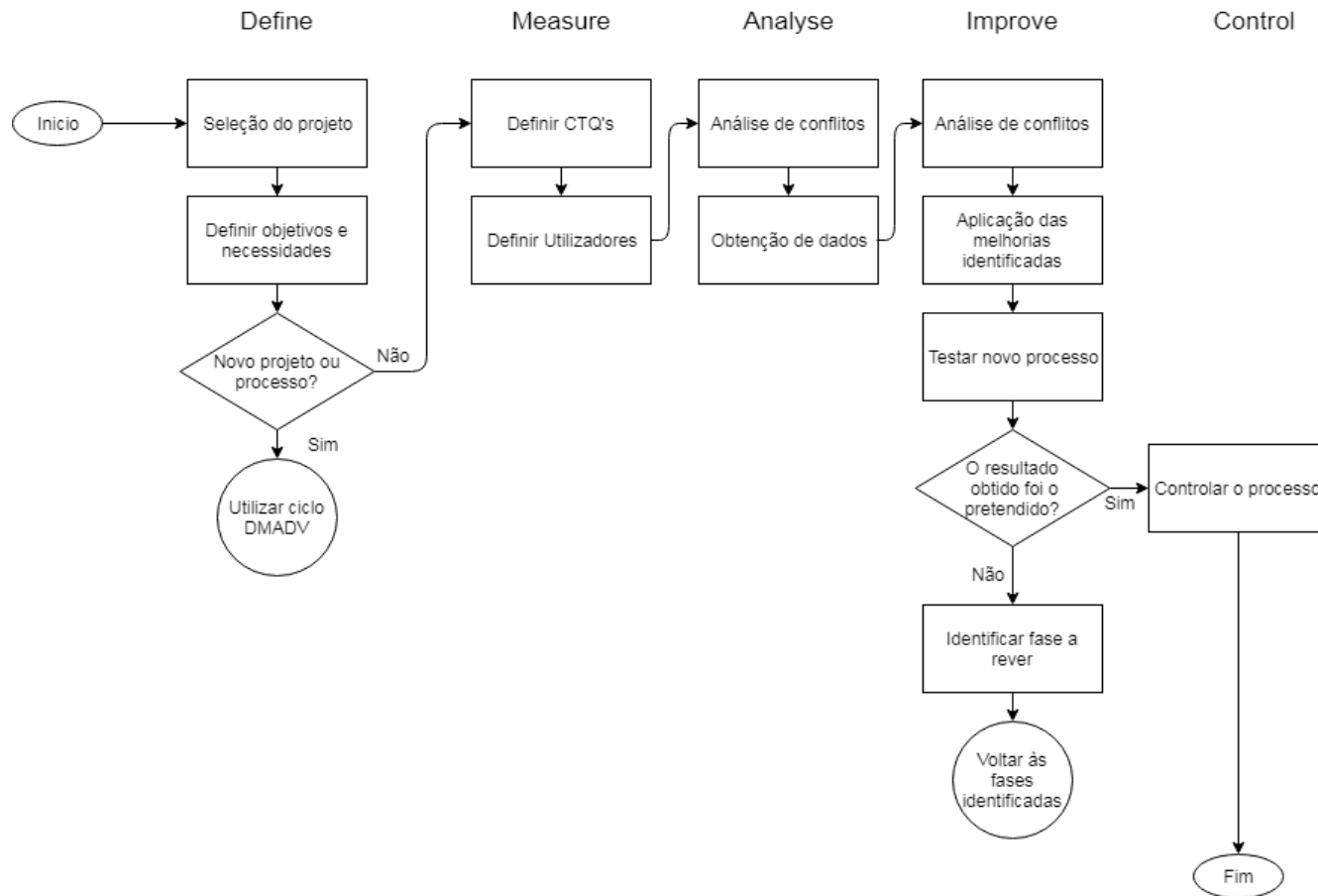


Figura VI – Fluxograma DMAIC