



Universidade do Minho

Escola de Engenharia

João Eduardo Teixeira Marinho

**Melhorias do sistema de auditorias de
processo usando princípios *Lean Thinking*
numa empresa de componentes para a
indústria aeronáutica**

Julho de 2022



Universidade do Minho

Escola de Engenharia

João Eduardo Teixeira Marinho

**Melhorias do sistema de auditorias de
processo usando princípios *Lean Thinking*
numa empresa de componentes para a
indústria aeronáutica**

Dissertação de Mestrado em Engenharia e Gestão Industrial

Trabalho efetuado sob a orientação da

Professora Doutora Anabela Carvalho Alves

Julho de 2022

DIREITOS DE AUTOR E CONDIÇÕES DE UTILIZAÇÃO DO TRABALHO POR TERCEIROS

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

Assim, o presente trabalho pode ser utilizado nos termos previstos na licença abaixo indicada.

Caso o utilizador necessite de permissão para poder fazer um uso do trabalho em condições não previstas no licenciamento indicado, deverá contactar o autor, através do RepositóriUM da Universidade do Minho.

Licença concedida aos utilizadores deste trabalho



Atribuição

CC BY

<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>

AGRADECIMENTOS

A execução deste projeto e dissertação foi um esforço conjunto e não seria possível sem a participação de certas pessoas. Assim, gostaria de agradecer a todos que, direta ou indiretamente, me ajudaram a conseguir atingir esta etapa.

Em primeiro lugar, um agradecimento especial à minha orientadora, a Professora Doutora Anabela Carvalho Alves, por ter aceite este desafio e ter orientado o projeto ao longo destes meses com toda a disponibilidade, profissionalismo, prontidão de resposta a todas as minhas questões e conselhos na vida académica, pessoal e profissional.

De seguida, quero agradecer à empresa que me acolheu, não só pela oportunidade, como também pela maneira que me recebeu e pela disponibilização dos instrumentos necessários e requeridos para a execução do projeto. Assim, é importante agradecer a toda a equipa do departamento da qualidade e de engenharia e, em especial, à engenheira Susana Barbosa, a minha orientadora da empresa, e Cátia Silva, por me terem guiado e integrado na empresa desde o primeiro dia. Não posso também deixar de agradecer aos meus colegas de almoço, engenheira Sandra e Ricardo Lourenço, pela companhia, conselhos, paciência, camaradagem e companhia ao longo de todos os dias dos últimos meses.

Por último, um agradecimento especial aos meus pais e à minha irmã, não só neste período, mas por terem feito parte de todo o meu percurso académico e pessoal e que me moldaram para me tornar na pessoa que sou hoje.

DECLARAÇÃO DE INTEGRIDADE

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

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

Melhorias do sistema de auditorias de processo usando princípios *Lean Thinking* numa empresa de componentes para a indústria aeronáutica

RESUMO

A presente dissertação foi desenvolvida no âmbito do 5º ano do Mestrado em Engenharia e Gestão Industrial do Departamento de Produção de Sistemas da Universidade do Minho, numa empresa do ramo aeronáutico. O foco desta foi a reestruturação do sistema de auditorias internas para uma base diária, através da aplicação de princípios *Lean Thinking* e ferramentas.

A metodologia de investigação seguida foi a metodologia *Action-Research*, que requer um envolvimento direto do investigador no projeto. Este projeto iniciou-se, com uma revisão da literatura, contextualizando o *Lean Production*, as ferramentas *Lean* e da Qualidade e alguns conceitos teóricos relacionados com a temática das auditorias. Paralelamente, foi feita uma análise crítica da situação atual, utilizando ferramentas como diagrama de causa-efeito ou *Deployment diagram*, com o intuito de avaliar os processos de gestão do sistema de auditorias.

Os principais problemas encontrados no sistema de auditorias passavam por fases demoradas que não acrescentavam valor ou a falta de tempo para corrigir as não conformidades identificadas em auditorias internas. Outros problemas identificados foram ao nível de rastreabilidade documental, que passavam pela existência de vários documentos desatualizados e o desconhecimento do local onde os registos se encontravam referenciados. Adicionalmente, verificou-se um custo de subcontratação elevado para os ensaios de receção de entrada de matéria-prima.

Para resolver estes problemas foram planeadas e implementadas algumas propostas. Assim, a nível de auditorias, eliminou-se a atividade que não acrescentava valor, reestruturou-se a periodicidade para diária e espera-se que se obtenha, através dos bons resultados alcançados em futuras auditorias externas, o tempo entre auditorias de 24 meses, permitindo poupar 5000 euros/ano, com a aplicação do *kamishibai*. A rastreabilidade documental foi corrigida com a elaboração de uma matriz que permitiu reduzir o tempo de atualização de uma hora para cerca de cinco minutos e atualizar nove procedimentos desatualizados. A prova do controlo de qualidade dos ensaios de receção de entrada, poderá permitir reduzir, cerca de, 54 ensaios, que se traduzirá numa poupança de 23571 euros/ano, caso a proposta seja aceite pelo cliente.

PALAVRAS-CHAVE

Auditoria, *Kamishibai*, *Lean*, Qualidade

ABSTRACT

This dissertation was developed within the scope of the 5th year of the master's in industrial engineering and Management of the Production Systems Department of the University of Minho, in a company of the aeronautical industry. The focus was the restructuring of the internal audit system to a daily basis, through the application of Lean Thinking principles and tools.

The research methodology followed was the Action-Research methodology, which requires a direct involvement of the researcher in the project. This project started with a literature review, contextualising Lean Production, Lean and Quality tools and some theoretical concepts related to the auditing theme. In parallel, a critical analysis of the current situation was made, using tools such as the cause-effect diagram or Deployment diagram, to evaluate the management processes of the audit system.

The main problems found in the auditing system included time-consuming stages that did not add value or the lack of time to correct non-conformities identified during internal audits. Other problems identified were at the level of documental traceability, which included the existence of several outdated documents and the lack of knowledge of the place where the records were referenced. Additionally, there was a high subcontracting cost for incoming raw material reception tests.

To solve these problems, some proposals were planned and implemented. Thus, at audit level, the activity that did not add value was eliminated, the frequency was restructured to daily, and it is expected to obtain, through good results in future external audits, the time between audits of 24 months, allowing saving 5000 euros/year, with the application of kamishibai. Document traceability was corrected with the preparation of a matrix that allowed reducing the update time from one hour to around five minutes and updating nine outdated procedures. The proof of quality control of the incoming reception tests may allow a reduction of 54 tests, which will translate into a saving of 23571 euros/year if the proposal is accepted by the client.

KEYWORDS

Audit, Kamishibai, Lean, Quality

ÍNDICE

Agradecimentos.....	iii
Resumo.....	v
Abstract.....	vi
Índice.....	vii
Índice de Figuras.....	x
Índice de Tabelas	xiii
Lista de Abreviaturas, Siglas e Acrónimos	xiv
1. Introdução	1
1.1 Enquadramento	1
1.2 Objetivos.....	3
1.3 Metodologia de investigação	4
1.4 Estrutura da dissertação.....	5
2. Revisão bibliográfica	7
2.1 <i>Lean Production</i>	7
2.1.1 Origem do <i>Lean Production: Toyota Production System</i>	7
2.1.2 Definições	11
2.1.3 Princípios <i>Lean Thinking</i>	12
2.1.4 Ferramentas <i>Lean</i>	12
2.1.5 <i>Lean Service e Lean Office</i>	19
2.2 Qualidade	20
2.2.1 Conceito de qualidade	20
2.2.2 Gestão da Qualidade Total	21
2.2.3 Custos da qualidade	22
2.2.4 Ferramentas da Qualidade.....	23
2.2.5 Sistema de Gestão da Qualidade.....	26
3. Apresentação da empresa.....	30
3.1 Área de atuação	30

3.2	Principais clientes e posição na cadeia de fornecimento.....	32
3.3	Objetivos da empresa	32
3.4	Departamentos	33
3.4.1	Departamento e processo produtivo de componentes em material compósito.....	33
3.4.2	Departamento de Engenharia de processo e Engenharia de qualidade.....	38
3.4.3	Departamento de Engenharia de processo	38
3.4.4	Departamento de Engenharia de qualidade	39
4.	Caracterização e Análise crítica do estado atual.....	41
4.1	Descrição do Sistema de Gestão de Qualidade da empresa.....	41
4.2	Gestão de processos, Gestão documental e Controlo de qualidade.....	43
4.2.1	Gestão de processos.....	43
4.2.2	Gestão documental.....	45
4.2.3	Controlo de qualidade.....	47
4.3	Gestão dos ensaios da matéria-prima	53
4.4	Análise crítica e identificação de problemas	54
4.4.1	Não conformidades na qualidade do processo e do produto	54
4.4.2	Falta de rastreabilidade no sistema de gestão documental	62
4.4.3	Elevado número de ensaios de receção.....	63
4.5	Síntese de identificação dos problemas	64
5.	Apresentação, implementação e análise de propostas de melhoria	65
5.1	Reestruturação do sistema de auditorias.....	65
5.1.1	Justificação da seleção da ferramenta <i>Kamishibai</i>	66
5.1.2	<i>Design</i> do quadro	67
5.1.3	Design do cartão	69
5.1.4	Base de dados de questões	69
5.1.5	Distribuição das questões pelos cartões individuais	72
5.1.6	Cartão do Manager	73
5.1.7	Método de trabalho.....	74

5.2	Elaboração de uma matriz de interligação documental do SGQ	75
5.3	Prova de controlo estatístico sobre os resultados de ensaio de matéria-prima.....	77
6.	Análise e discussão de resultados	80
6.1	Reestruturação do sistema de auditorias internas	80
6.1.1	Comparação entre método de auditoria interna antigo e metodologia <i>Kamishibai</i>	80
6.1.2	Diminuição do número de não conformidades e aumento do ciclo de tempo entre auditorias externas.....	81
6.1.3	Envolvimento de colaboradores.....	83
6.1.4	Visão global dos ganhos.....	83
6.2	Melhoria e redução do tempo da atividade de atualização documental	84
6.2.1	Identificação célere de procedimentos desatualizados	84
6.2.2	Diminuição do tempo de atualização de procedimento ou instrução de trabalho	85
6.2.3	Resultados esperados com a matriz documental	85
6.2.4	Visão global dos ganhos.....	86
6.3	Redução do número de ensaios de receção	86
7.	Conclusões.....	89
7.1	Considerações finais	89
7.2	Trabalho futuro	90
	Referências Bibliográficas	92
	Apêndices	99
	Apêndice 1 – Base de dados de Questões.....	100
	Apêndice 2 – Exemplos de cartões kamishibai criados	103
	Apêndice 3 – Fluxograma da metodologia Kamishibai	105
	Apêndice 4 – Lições Aprendidas	109

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 – Casa TPS.....	8
Figura 2 – Kamishibai eletrónico.....	17
Figura 3 - Iceberg dos custos de qualidade visíveis e não visíveis	22
Figura 4 - Diagrama de Pareto	24
Figura 5 - Estrutura de um diagrama de Ishikawa (5M's)	25
Figura 6 – Áreas de atuação do grupo	30
Figura 7 – Regimes de contratação.....	32
Figura 8 – Programa "SER KAIZEN"	33
Figura 9 – Layout do Gemba	34
Figura 10 – Processo produtivo da organização	34
Figura 11 - Quadro KD II do Dept. de Eng ^a . do Processo	39
Figura 12 – Quadro KD II do Dept. de Eng ^a . da Qualidade.....	40
Figura 13 – A perspetiva da empresa para atingir a competitividade.....	41
Figura 14 – Atividades do SGQ da empresa	42
Figura 15 – Princípios de Gestão da Qualidade Total seguidos pela empresa	42
Figura 16 – Organização dos processos da organização segundo o ciclo PDCA	44
Figura 17 – Monitorização, medição e métrica para PR05.2.....	45
Figura 18 – Software GesDoc	45
Figura 19 – Hierarquização e tipos de documentação	46
Figura 20 - Periodicidade, Especificação e Auditores mínimos de um processo de auditoria	48
Figura 21 - Folha de preparação de auditoria interna.....	50
Figura 22 - Deployment Diagram das atividades do processo de Auditorias Internas	51
Figura 23 - Processo produtivo dos produtos da empresa com pontos de controlo	52
Figura 24 - Etiquetas Produtos SCRAP	53
Figura 25 – Esquema do procedimento seguido após a deteção de uma NC	53
Figura 26 – Distribuição das NC/OBS/OM por Objetivo do ano de 2020	55
Figura 27 – Distribuição das NC/OBS/OM por Auditoria Externa e Interna do ano de 2020.....	55
Figura 28 - Distribuição das NC/OBS/OM por Processos no ano de 2020.....	56

Figura 29 - Eficácia das ações corretivas do ano de 2020	56
Figura 30 - Distribuição das NC/OBS/OM por Objetivo do ano de 2021	57
Figura 31 - Distribuição das NC/OBS/OM por Auditoria Externa e Interna do ano de 2021	57
Figura 32 - Distribuição das NC/OBS/OM por Processos no ano de 2021	57
Figura 33 - Eficácia das ações corretivas do ano de 2021	58
Figura 34 - Digrama de Ishikawa das não conformidades na qualidade do processo e do produto	60
Figura 35 - Agrupamento das NC/Obs/OM por afinidade de causa	61
Figura 36 - Causas associadas ao aparecimento de não conformidades	61
Figura 37 – Rastreabilidade de um processo.....	62
Figura 38 - Impresso/Registo sem rastreabilidade.....	63
Figura 39 - Prova do ensaio de um a cada 10 lotes de empresa parceira.....	64
Figura 40 - Project Model Canvas para a reestruturação do sistema de auditorias.....	66
Figura 41 - Zona de Cartões.....	68
Figura 42 - Kamishibai Board.....	68
Figura 43 - Formato gráfico do kamishibai card (A - zona de suporte; B - Zona vermelha de requisitos/questões; C - Zona verde de requisitos/questões; D - Resultado da auditoria; E - Secção e departamento a auditar; F - N° do cartão; G - Período temporal (semanas))	69
Figura 44 - Não conformidades detetadas em auditorias anteriores	70
Figura 45 - Questões sugeridas por chefes de secção.....	70
Figura 46 - Requisitos sugeridos por responsáveis de programas de aviação	71
Figura 47 - Formato gráfico do cartão kamishibai preenchido	73
Figura 48 - Formato físico do cartão kamishibai preenchido.....	73
Figura 49 - Kamishibai Manager card.....	74
Figura 50 - Escalonamento cartões Kamishibai	74
Figura 51 - Matriz de ligação de CA's, IT's e Pc's.....	76
Figura 52 - Alteração do procedimento de controlo e gestão documental	76
Figura 53 - Divulgação da alteração de atualização documental.....	76
Figura 54 - Resultados dos testes para Empresa e Fornecedor da temperatura de transição vítrea	78
Figura 55 - Resultados dos testes para Empresa e Fornecedor de Onset softening temperature	78
Figura 56 - Resultados dos testes para Empresa e Fornecedor do pico de temperatura máxima.....	79
Figura 57 - Resultados dos testes para Empresa e Fornecedor da Entalpia	79

Figura 58 - Identificação da etapa de preparação de auditoria	80
Figura 59 - Deployment diagram de atividades com a metodologis kamishibai	81
Figura 60 - Resultados metodologia Kamishibai.....	82
Figura 61 - Registos referenciados inexistentes em rede.....	84
Figura 62 - Base de dados de requisitos (1/2)	101
Figura 63 - Base de dados de requisitos (2/2)	102
Figura 64 - Exemplo de Cartão Kamishibai (1/4).....	103
Figura 65 - Exemplo de Cartão Kamishibai (2/4).....	103
Figura 66 - Exemplo de Cartão Kamishibai (3/4).....	103
Figura 67 - Exemplo de Cartão Kamishibai (4/4).....	104
Figura 68 - Metodologia Kamishibai (1/4)	105
Figura 69 - Metodologia Kamishibai (2/4)	106
Figura 70 - Metodologia Kamishibai (3/4)	107
Figura 71 - Metodologia Kamishibai (4/4)	108
Figura 72 - Exemplo lição aprendida (1/5)	109
Figura 73 - Exemplo lição aprendida (2/5)	109
Figura 74 - Exemplo lição aprendida (3/5)	110
Figura 75 - Exemplo lição aprendida (4/5)	110
Figura 76 - Exemplo lição aprendida (5/5)	111

ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 1 - Vantagens e desvantagens da aplicação do Lean em áreas administrativas e de serviços ..	19
Tabela 2 - Outras ferramentas usadas no contexto da qualidade.....	26
Tabela 3 – 5W2H para o processo de auditoria interna	51
Tabela 4 – Defeitos mais comuns por peça dos programas de aviação da empresa.....	59
Tabela 5 - Aplicação dos 5Whys à Desatualização/Inexistência de documentos.	61
Tabela 6 - Aplicação dos 5Whys ao Mau/inexistente método de trabalho.	62
Tabela 7 - Síntese dos problemas identificados	64
Tabela 8 - Plano de ações.....	65
Tabela 9 - Tabela de quadro de auditoria	67
Tabela 10 - Tabela da monitorização/ações	67
Tabela 11 - Método de trabalho e execução Kamishibai.....	74
Tabela 12 - Visão global dos ganhos da metodologia kamishibai.....	83
Tabela 13 - Visão global dos ganhos da matriz documental	86
Tabela 14 - Resumo dos ganhos esperados com aceitação da proposta de redução dos ensaios de entrada	88

LISTA DE ABREVIATURAS, SIGLAS E ACRÓNIMOS

APCER – Associação Portuguesa de Certificação
Cp – Capacidade potencial do processo
Cpk – Capacidade efetiva do processo
DSC – *Differential Scanning Calorimetry*
GQT – Gestão da Qualidade Total
IIA – *Institute of Internal Audits*
IPQ – Instituto Português da Qualidade
ISO – *International Organization for Standardization*
IT – Instrução de trabalho
JIT – *Just in Time*
KD – *Kaizen* Diário
LT – Livro de trabalho
NADCAP – *National Aerospace and Defense Contractors Accreditation Program*
NC – Não Conformidade
NDt – *Non-Destructive test*
NOK – *Not Ok*
OBS – Observação(ões)
OEMs – *Original Equipment Manufacturers*
OM – Oportunidade de melhoria
OP – Ordem de Produção
PAF – Prevenção, Avaliação e Falhas
PDCA – *Plan, Do, Check and Act*
PRO – Processo
QAS – Qualidade, Ambiente e Segurança
SAP – *System Analysis Program*
SG – Sistema de Gestão
SGQ – Sistema de Gestão da Qualidade
SPC – *Statistical Process Control*
TPS – *Toyota Production System*
TQM – *Total Quality Management*
VD – *Visual Dimensional*
WIP – *Work in Progress*

1. INTRODUÇÃO

Neste capítulo inicial é feita uma introdução ao enquadramento do tema da dissertação, seguido dos objetivos, metodologia de investigação utilizada e a forma de estruturação e organização deste documento.

1.1 Enquadramento

Nos últimos anos a sociedade e, em particular, todos os que desempenham o papel de clientes têm evidenciado preocupações em relação ao desempenho dos bens/serviços adquiridos. Estas preocupações têm levado a que as organizações repensem as suas estratégias atribuindo uma maior relevância às normas da qualidade (Matias et al., 2012). Para Juran e Gryna (1991), qualidade consiste nas características do produto que vão de encontro às necessidades dos clientes e à ausência de falhas. Embora, com mais de 30 anos, esta definição de qualidade mantém-se.

No entanto, para ir de encontro às necessidades do cliente é fundamental identificar o que é valor para este que segundo Taiichi Ohno (1988) da empresa Toyota é tudo aquilo que ele não está disposto a pagar, ou seja, atividades que não acrescentam valor ao produto e que se torna necessário eliminar. Assim, com este conceito em mente foi projetado o *Toyota Production System* (TPS) que tem como objetivo a eliminação de atividades que não acrescentam valor, i.e., desperdícios ou *muda*, tendo sido criado por Taiichi Ohno após as consequências nefastas da segunda Guerra Mundial no Japão. A implementação dos princípios do TPS permitiu que a empresa conseguisse igualar e superar empresas de topo em relação à produção de automóveis do ocidente, confirmando o seu sucesso (Liker, 2004).

Mais tarde, este sistema foi apelidado de *Lean Production System* por Krafcik (1988), e tornado popular no livro de Womack et al. (1990) que tem como grande premissa a produção com o mínimo de recursos, usando somente o necessário de modo que não sejam produzidos qualquer tipo de desperdícios. Ohno (1988) identificou sete tipos de desperdícios: transporte de materiais, movimentações desnecessárias dos operadores, inventário, esperas, defeitos, sobreprodução e excesso de processamento, sendo que mais tarde foi identificado um oitavo desperdício associado ao potencial humano subaproveitado (Liker, 2004b).

Para eliminar estes desperdícios podem ser usadas várias ferramentas como a técnica 5S que permite uma melhor organização e gestão visual (Monden, 1993a), estratégias *Kaizen* que permitem a introdução de pequenas melhorias feita de forma contínua de modo a reduzir os desperdícios (Imai, 1986) ou o

Kamishibai para avaliar a conformidade do que fora previamente planeado, obrigando os quadros administrativos a ir ao *gemba* o que facilita a identificação de desperdícios, através de pequenas auditorias (Dias, 2016a).

O *Lean Production* foi aplicado pela primeira vez na indústria automóvel, mas dado o seu sucesso tem sido aplicado em outras indústrias (Amaro et al., 2019), nomeadamente, na indústria aeroespacial. Esta indústria é líder mundial no avanço da ciência e tecnologia (Weiss & Amir, 2017) e, portanto, a implementação de estratégias como o *Lean Production* é cada vez mais relevante em indústrias como esta, de tecnologia de ponta. O crescimento do setor aeronáutico implica uma maior concorrência entre empresas, o que obriga a que estas sejam cada vez mais flexíveis, competitivas e eficientes de modo a garantir o seu lugar na cadeia de produção (Martínez Jurado & Moyano Fuentes, 2011). O progresso tecnológico é a base para a competitividade e o avanço da indústria aeroespacial. Esta necessidade advém das inúmeras particularidades desta indústria, onde não existe margem para erros, tendo em conta a fatalidade que um acidente aéreo pode representar.

Outra das características da indústria aeronáutica é a necessidade do cumprimento de normas e requisitos rigorosos, o que resulta em auditorias minuciosas à forma de produção de componentes e de gestão da organização, de modo a garantir a qualidade, funcionalidade e segurança do produto final. Nos dias de hoje, os acidentes aéreos são sempre sinónimo de catástrofe e, portanto, são efetuadas diversas inspeções ao longo do processo de obtenção do produto, de modo a que se cumpram as normas definidas por instituições como a *National Aerospace and Defense Contractors Accreditation Program* (NADCAP) ou exigências do cliente final. Segundo Rossetti e Choi (2005), a empresa devidamente autorizada para o fabrico de uma peça, é responsável pela sua qualidade.

A evolução da qualidade de fabrico e da inovação tecnológica do setor está refletida num estudo realizado pela *Aviation Safety Network*, que demonstra o decréscimo do número de acidentes aéreos registados desde a década de 40, de cerca de 80 para 20 acidentes fatais por ano (Aviation Safety Network, 2020). A pressão da inovação tecnológica do setor, tem como grande consequência o impacto financeiro que esta indústria exige. Aliado a isto, a complexidade dos produtos fabricados, tendo em conta a dimensão dos aviões e a formação e qualificação da mão-de-obra, torna o processo de auditoria crucial para o bom funcionamento da organização e entrega de um bom produto final, que se revelam de alto valor acrescentado (Cagli et al., 2012).

A empresa onde se realizou esta dissertação pertence a esta indústria e como tal possui estas características e exigências. Com a consciencialização por parte da empresa desta crescente competitividade, é urgente a integração de todos os colaboradores na busca desses níveis de qualidade e para isso são necessárias instruções normalizadas e procedimentos bem delineados (Abreu et al., 2017). Desta forma, e tendo em conta os objetivos da empresa em operar sob o paradigma *Lean*, torna-se urgente eliminar os *muda*, que, muitas vezes, se encontram nas áreas indiretas que suportam as áreas diretas da produção (Bicheno, 2008; Tapping & Shuker, 2003). Assim, um dos problemas identificados na empresa foi o número de não conformidades, relacionadas com o processo, detetadas em auditorias internas e externas e o número de defeitos produzidos. Estes problemas deviam-se sobretudo ao não cumprimento de standards ou à utilização de um método de trabalho inadequado.

1.2 Objetivos

O projeto aqui apresentado teve como principal objetivo a realização de uma reestruturação do sistema de auditorias internas do processo de fabrico de componentes para a indústria aeronáutica para uma base diária, aplicando ferramentas *Lean*. Paralelamente, pretendeu-se efetuar uma revisão dos documentos do Sistema de Gestão da Qualidade (SGQ). De modo a cumprir o que foi proposto, foi necessário:

- Recolher as não conformidades, observações e oportunidades de melhoria detetadas em anos anteriores;
- Priorizar os processos e departamentos com maior índice de ocorrência de não conformidades;
- Construir uma ferramenta de escalonamento e monitorização de auditorias internas de processo diárias;
- Aplicar estratégias de melhoria (Kaizen) de modo a reduzir desperdícios.

Como resultados deste projeto, procurou-se:

- Envolver e integrar um maior número de trabalhadores no processo de auditoria de processos;
- Dinamizar a execução deste processo;
- Reduzir desperdícios como não conformidades, esperas, deslocamentos ou sob reprocessamento;
- Aumentar a produtividade do processo de auditoria;
- Reduzir custos.

1.3 Metodologia de investigação

A escolha do tema desta dissertação foi o resultado de uma análise conjunta das necessidades e interesses pessoais e da empresa, dado que a empresa onde este projeto foi desenvolvido tinha um interesse neste tópico, reconhecendo-lhe as potencialidades para melhorar a sua qualidade.

Para a realização e estruturação deste projeto, foram realizadas sessões de tutoria com a orientadora da universidade, bem como com o apoio das pessoas envolvidas no projeto dentro da empresa. Além da ajuda que estas sessões trouxeram no esclarecimento do tema do projeto, revelou-se essencial a revisão bibliográfica feita com recurso a dissertações, artigos, livros ou revistas de modo a atingir os objetivos.

Para a realização desta dissertação, recorreu-se à metodologia Pesquisa-Ação (*Action Research*) que tem como característica principal, a necessidade de envolver o investigador com a investigação (Dresch et al., 2015). Além disso, permite que seja adicionado conhecimento ao fenómeno específico que é investigado (Moura, 2003).

Esta metodologia está assente na premissa do “*learning by doing*”, dado que o investigador atua com um grupo de colaboradores no local de trabalho, participando em situações e problemas reais, permitindo aplicar conhecimentos a situações práticas. Este grupo é responsável pela identificação do problema, elaboração de um plano de resolução e, em caso de um resultado negativo, repetir o processo novamente. As etapas da implementação desta metodologia são cinco: 1) diagnóstico, 2) planeamento das ações, 3) implementação das ações, 4) avaliação dos resultados das ações e 5) especificação da aprendizagem, onde é feito um resumo dos principais objetivos atingidos e alguns problemas que necessitam de ser estudados e resolvidos num futuro caso (O’Brien, 2001).

Assim, numa primeira fase, foi feito um diagnóstico da situação atual do processo de execução de auditorias e descrição do modo de funcionamento do SGQ e gestão documental. Para isso, foram utilizadas algumas ferramentas como o diagrama de *Ishikawa*, os cinco Porquês e o Diagrama de Pareto. Foi também realizada uma análise da documentação da empresa relativa a relatórios de auditoria, com o intuito de perceber as causas das não conformidades e priorizar a zona da ação. Esta fase envolveu também diálogo com os colaboradores, desde operários, chefes de secção até responsáveis por programas de aviação e observação no chão de fábrica, tendo esta fase demorado cerca de um mês e meio.

Numa segunda fase da metodologia, foram identificadas possíveis soluções e a sua viabilidade para melhorar o processo tendo em conta as circunstâncias e modo de trabalhar da empresa. Para isso, em

algumas reuniões com a responsável do processo de auditorias internas, realizadas ao longo de 15 dias, decidiu-se optar por uma ferramenta visual no *Gemba* ao invés de uma ferramenta informática, dado o carácter de inclusão que se pretendia com este projeto. Ainda durante esta fase, foi projetada e preparada a proposta de melhoria o que se revelou um trabalho moroso tendo em conta as constantes adaptações feitas, demorando mais de um mês.

Na terceira fase, foi implementado o programa de ações e monitorizado o resultado consequente, de modo a avaliar o desempenho. Esta fase exigiu um constante diálogo com os auditores selecionados de modo a perceber que tipo de sugestões de melhorias poderiam ser introduzidas na proposta implementada, tornando-a versátil e adequada a todos os intervenientes. Esta fase ocorreu durante a primeira etapa de implementação, durando cerca de duas semanas, tendo uma elevada criticidade no sucesso da proposta e resultados finais.

Na quarta fase, foram discutidos os resultados obtidos e foi feita uma comparação entre resultados de auditorias anteriores com este novo sistema de auditorias, analisando as vantagens das mudanças sugeridas. O número de não conformidades, observações e oportunidades de melhoria identificadas e realizadas constituíram bons indicadores do sucesso das mudanças. Para esta fase, tendo em conta o carácter anual das auditorias externas, foi feita uma estimativa dos ganhos com a implementação do novo sistema, esperando-se que, daqui a um ano se possam observar os ganhos reais. Esta etapa durou cerca de duas semanas.

Na última fase, fez-se um resumo dos resultados obtidos das propostas que foram implementadas com sucesso, apresentando ainda problemas que ficaram por resolver e sugestões de trabalho futuro. Ainda nesta fase, apresentou-se e discutiu-se a aprendizagem realizada e as lições aprendidas.

1.4 Estrutura da dissertação

Para estruturar esta dissertação, foi feita uma divisão em sete capítulos. O primeiro capítulo consiste numa introdução à dissertação, descrevendo o enquadramento do tema em análise, os objetivos da investigação, a sua metodologia e a estrutura adotada.

No capítulo dois é apresentada uma revisão bibliográfica de conceitos e técnicas abordados e relacionados com o tema e metodologias aplicadas na dissertação.

O terceiro capítulo apresenta a empresa onde foi realizado o estágio, fazendo um enquadramento histórico e expondo os objetivos e clientes desta. Ainda neste capítulo, são identificados os departamentos onde esta dissertação se focou – departamento da Engenharia da Qualidade, departamento da Engenharia do processo e Produção de compósitos.

Após os capítulos introdutórios, o capítulo quatro realiza o diagnóstico do estado atual dos departamentos referidos anteriormente, descrevendo a situação da realização de auditorias por parte dos dois departamentos de Engenharia. Em primeiro lugar, é feita uma descrição do atual Sistema de Gestão de Qualidade da empresa, seguida da descrição da Gestão de Processos internos, Gestão documental e controlo de qualidade do processo e do produto. Posteriormente, é feita uma análise e identificação dos problemas do SGQ referido anteriormente e do elevado número de não conformidades detetadas em auditorias.

O quinto capítulo expõe as propostas de ações de melhoria elaborados com o intuito de solucionar os problemas identificados, e demonstra a construção de uma ferramenta e sua aplicação.

No capítulo seis, são apresentados e discutidos os resultados obtidos com a implementação da nova ferramenta e outras propostas e é discutido o impacto resultante, através da comparação com o antes e o depois.

Por último, são explanados no sétimo capítulo, alguns aspetos conclusivos, e qual o trabalho futuro a realizar para sustentar o projeto assim como outras ideias a explorar futuramente.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Neste capítulo é feito um enquadramento aos conceitos que tiveram maior destaque ao longo da dissertação. Assim, é feita uma revisão bibliográfica do estado de arte sobre *Lean Production* e sobre o conceito de Qualidade e a sua importância no mundo atual de negócios e, em concreto, no setor aeronáutico, sendo feita uma introdução a este setor. Outros conceitos e algumas técnicas são também exploradas, desde ferramentas de qualidade até à introdução de normas de qualidade importantes do setor, como a EN9100. Dada a importância do conceito de auditoria ao longo da dissertação, é realizada uma revisão teórica acerca deste tema.

2.1 *Lean Production*

Nesta secção é apresentado e descrito o modelo que deu origem ao conceito de *Lean Production* – o *Toyota Production System* (TPS). De seguida, é feita uma explicação de como este conceito, intrinsecamente ligado à produção, tem vindo a flexibilizar-se e adaptar-se a outras áreas, dando origem a conceitos como *Lean Services* ou *Lean Office* (Bicheno, 2008; Tapping & Shuker, 2003). São também introduzidos e descritos os princípios *Lean Thinking*. Por último, é feita uma referência aos desperdícios comumente definidos no TPS.

2.1.1 Origem do *Lean Production*: *Toyota Production System*

Nos anos 80, começou-se a verificar que os carros japoneses duravam mais que os carros americanos e necessitavam de menos reparações ao longo do seu ciclo de vida. O modelo de produção da Toyota revelava-se mais eficiente e de maior qualidade, tornando-se claro, mais tarde, que havia algo de especial na forma de se produzir os carros (Womack et al., 1990). Mas o sucesso da Toyota começa muito antes, e foi o resultado das adversidades que teve de enfrentar no pós-segunda guerra mundial que deixou muitas empresas perto do declínio (Liker, 2004). Assim, tendo em conta a necessidade da mudança de paradigma de produção existente na altura detetado por Taiichi Ohno, surge o conceito do TPS (Liker, 2004; Ohno, 1988).

2.1.1.1 *Casa TPS*

Segundo Ohno (1988) *“All we are doing is looking at the timeline from the moment the customer gives us an order to the point when we collect the cash. And we are reducing that timeline by removing the non-value-added wastes.”* Por outras palavras, a ideia de Ohno era ter um modelo de organização da produção

que se focasse no cliente procurando a eliminação dos desperdícios, que representavam as atividades que não acrescentam valor ao produto e a entrega atempada de produtos de qualidade a baixo custo, respeitando as pessoas e o ambiente. Assim, Fujio Cho, discípulo de Taiichi Ohno, desenvolveu uma representação simples deste modelo, a casa TPS apresentada na Figura 1 (Liker, 2004).

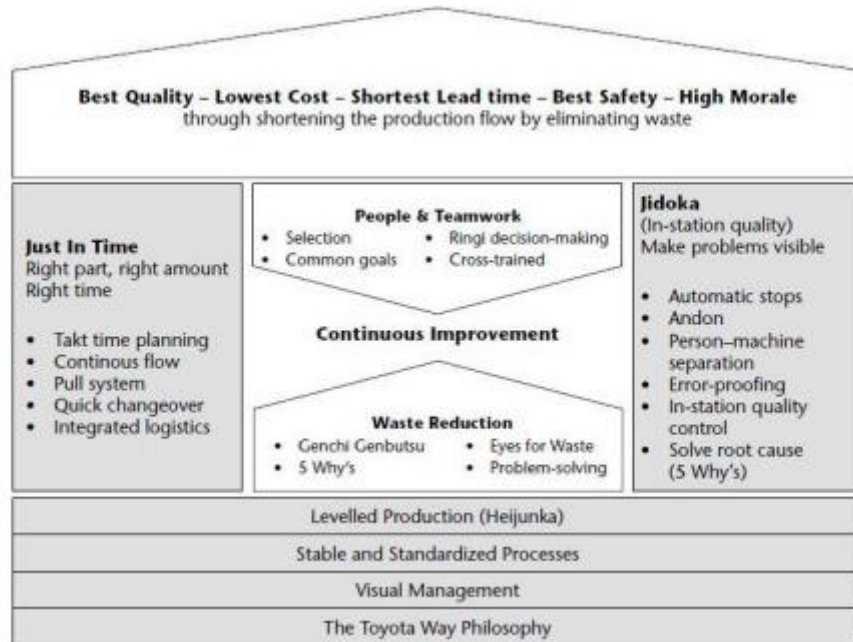


Figura 1 – Casa TPS
(Liker, 2004)

Analisando este diagrama e tendo em conta o conceito de casa e o modo como estas são construídas pode-se notar que as fundações representam os elementos estabilizadores, como por exemplo, a gestão visual, a produção nivelada (*heijunka*), *Toyota Way* e os processos estáveis e padronizados. O centro é composto pelo trabalho de equipa e a importância das pessoas na organização, a diminuição dos desperdícios que serão referidos a jusante e a necessidade de melhoria contínua promovida pelos dois aspetos anteriormente referidos. Os objetivos deste modelo são apresentados no telhado da casa, como por exemplo o baixo custo, curto prazo de entrega ou a melhor qualidade. Este modelo/casa, é suportado por dois pilares laterais, que representam dois conceitos de extrema importância, o *Just in Time* (JIT) e *Jidoka* (Liker, 2004).

A filosofia JIT sugere que se produza a quantidade correta no momento certo, com o objetivo de reduzir o *stock* e o *WIP*. Por seu turno, o *Jidoka*, ou, em americano, *Autonomation* - "Automation with a human touch" ou "intelligent automation" representa a capacidade de facultar ao operador ou à máquina a autonomia de parar o processo sempre que for detetada qualquer anormalidade (Ohno, 1988). Através do

conceito de JIT e *Jidoka*, a empresa consegue adaptar-se facilmente a necessidades, tanto a nível de quantidade como de produto, criando um fluxo de produção contínuo, eficiente e de qualidade.

2.1.1.2. Desperdícios

Entende-se como desperdício qualquer atividade que não acrescenta valor ao produto e que o cliente não está disposto a pagar. Estas atividades exigem tempo, recursos humanos ou matéria-prima, e devem ser minimizadas de modo a diminuir os custos de produção. Em primeiro lugar, é necessário analisar e detetar os desperdícios para depois se implementarem ações de eliminação dos desperdícios (Slack et al., 2013). Taiichi Ohno identificou sete desperdícios ao desenvolver o TPS, que são apresentados de seguida (Ohno, 1988). Além destes, foi identificado por Liker (2004) um oitavo desperdício associado ao potencial humano não aproveitado. Estes desperdícios são descritos sucintamente de seguida:

- **Sobreprodução:** A sobreprodução é a produção elevada de artigos, de forma desnecessária, tendo em conta a procura do cliente. Esta sobreprodução pode ser feita antes do tempo estipulado, o que terá como consequência a acumulação de *stock*, ou então, exceder a quantidade realmente exigida pelo cliente, que resultará em *stock* empatado no armazém. A principal razão da ocorrência deste desperdício está relacionada com o receio do incumprimento dos prazos de entrega por parte das empresas, consciência de que defeitos irão ser produzidos ou para diminuir tempos de *setup* através da produção de lotes de grandes quantidades. É o pior tipo de desperdício pois tem como consequência o agravamento do impacto dos outros desperdícios (Amaro, 2008).
- **Stock:** Entende-se como *stock* qualquer matéria-prima, produtos acabados ou semiacabados armazenados durante um período de tempo desnecessário. É um desperdício criado pelo mesmo motivo da sobreprodução, ou seja, lotes com muita quantidade, produção *push* para dar resposta a variação da procura e incapacidade de produção (Tubino, 2007). Estes representam um grande investimento parado, incorrendo ainda em custos de armazenamento, manuseio ou, possivelmente, custos de materiais que se podem tornar obsoletos.
- **Transporte:** A atividade de Transporte é de importante relevo devido à necessidade de levar a matéria-prima dos stocks/armazéns até às áreas de produção, constituindo um tempo desnecessário e aumentando o custo do produto. Entende-se por transporte a locomoção da matéria-prima, produtos, ferramentas ou informação dentro dos processos que não agregam valor para o produto. Diminuir e eliminar este desperdício é de especial importância, pois os sistemas de transporte, além de representarem um custo por si só, também incorrem em custos

relacionadas com o espaço ocupado, danificação de produtos devido a manuseio e com o aumento do tempo de produção (Bhasin, 2015; Amaro, 2008).

- Sobreprocessamento ou processamento incorreto: O sobreprocessamento representam os processos desnecessários implementados constituindo tarefas nos postos de trabalho que não agregam valor para o cliente ou a empresa (Tubino, 2007). Alguns exemplos deste tipo de desperdício são atividades de segurar ou testar os produtos, adicionar qualidade superior àquela que é pedida pelo cliente, ou repetição de tarefas.
- Movimentos Desnecessários: Todos os movimentos dos operadores que não acrescentem valor ao produto, aquando de uma atividade de um processo, são dispensáveis. Além do movimento de trabalhadores, o excesso de movimento de dados ou informação durante um processo, partes deste desperdício (Melton, 2005).
- Espera: A espera é um tempo perdido no processo produtivo, sendo irre recuperável. Entende-se por espera, todos os tempos em que a mão-de-obra e/ou equipamentos produtivos parados e impossibilitados de realizar uma determinada tarefa, não agregando valor aos clientes. Estes atrasos podem ser provenientes de operadores, máquinas, materiais, informação, transportes, entre outros (Bhasin, 2015).
- Defeitos: Defeitos são os produtos que não atendem às características ou especificações definidas pelo cliente, ou seja, que não estão conformes tendo em conta as necessidades de produto final estabelecidas pelo cliente. Estes produtos requerem normalmente que haja retrabalho/reparação e acréscimo de processos de inspeção, incorrendo em custos (Amaro, 2008).
- Potencial Humano: O oitavo desperdício identificado por Liker (2004) está associado à desvalorização das capacidades de qualquer membro da organização, e consequentemente, descarte de potenciais habilidades ideias ou oportunidades de melhoria, que poderão ser fulcrais para o bom funcionamento de uma empresa (Bhasin, 2015).

Além deste, Liker (2004) definiu outros dois inimigos do Lean: o *muri* e o *mura*. O *muri* pode ser traduzido como a sobrecarga e o *mura* diz respeito às irregularidades ou variabilidade.

O *muri*, resulta do facto de as pessoas, ou os equipamentos, estarem a ser subaproveitados, sobrecarregando outros elementos do processo produtivo. Um dos métodos para ultrapassar esta sobrecarga é padronizar as tarefas, para que todos os meios de produção tenham um desempenho

eficiente. De referir ainda que reduzir o *muri* é crucial, porque um processo ou sistema sobrecarregado tem maior probabilidade de produzir *muda* (Smith, 2014).

Por seu turno, o *mura* diz respeito à irregularidade ou variabilidade, observável durante toda a cadeia de valor. Alguns exemplos de *mura* podem ser observados na variação da procura do cliente, ou da variação de tempos de ciclo que variam de operação para operação ou de colaborador para colaborador. O aparecimento de *muda* pode estar relacionado com a existência de *mura*.

2.1.2 Definições

O conceito *Lean Production System* foi referido pela primeira vez em 1988 por Krafcik (1988). O principal objetivo do sistema de produção *Lean* é a identificação e eliminação de desperdícios nas organizações. Mais tarde, este conceito foi tornado popular no livro “The Machine that changed the world”. Neste livro foram publicados os resultados da comparação do tipo de produção em massa das empresas sediadas na Europa e na América, com a produção flexível, o TPS, das empresas do Japão do ramo automóvel e com a análise da história da própria indústria (Womack et al., 1990).

As metodologias, princípios e ferramentas implementadas na Toyota foram-se desenvolvendo e introduzidas na nova abordagem aos sistemas operativos, conhecida hoje como *Lean Production* ou *Lean Manufacturing* (Drew et al., 2004). Estes autores forneceram, ainda, uma definição mais técnica desta temática: “*Lean é um conjunto de princípios, práticas, ferramentas e técnicas projetadas para combater as causas da baixa performance operacional. É uma abordagem sistemática para eliminar perdas de toda a cadeia de valor de uma empresa, de forma a aproximar a performance atual aos requisitos dos clientes e acionistas.*”

A produção *Lean* não só desafiou, com sucesso, as práticas de produção em massa da indústria automóvel, como alterou de forma significativa o compromisso entre produtividade e qualidade, tornando-se num dos paradigmas de fabrico mais influentes dos últimos tempos (Holweg, 2007).

O conceito *Lean* tem evoluído e tem sido amplamente discutido ao longo dos anos. Browning e de Treville (2021) afirmam que o conceito *Lean* evoluiu ao ponto de ultrapassar o seu próprio nome, reconhecendo que o pensamento e filosofia *Lean* continuarão a fazer parte do vocabulário porque capturam a forma como o pensamento atual utilizado pela Toyota conseguiu mudar dramaticamente a compreensão acerca daquilo que torna uma operação competitiva.

2.1.3 Princípios *Lean Thinking*

O lema do *Lean Thinking* é “doing more with less”, onde menos pode significar espaço, menos recursos, menor esforço humano, menos stock, entre outros. Por outras palavras, “less” refere-se aos desperdícios do processo. Entende-se por desperdícios todas as atividades que não acrescentam valor ao produto na perspetiva do cliente e que este não está disposto a pagar e que já foram referidos na secção 2.1.1.2. Para isto ser atingido, Womack e Jones (1997) definiram cinco princípios *Lean Thinking* para as empresas combaterem o desperdício: Valor, Cadeia de Valor, Fluxo, Produção Puxada, Busca da perfeição. Estes princípios são explicados de forma breve de seguida:

- Valor: Definir aquilo que, na perspetiva do cliente, acrescenta valor ao produto e pelo qual o cliente está disposto a pagar. Esta definição permite identificar desperdícios e eliminá-los.
- Cadeia de Valor: Fazer mapeamento do fluxo de valor do produto, procurando identificar possíveis desperdícios a eliminar. Por outras palavras, traduz a identificação de atividades que acrescentam ou não valor;
- Fluxo: Assegurar o fluxo contínuo de todas as atividades que acrescentam valor ao produto;
- Produção Puxada: Produzir apenas aquilo que é pedido pelo cliente no momento certo, com a criação de uma relação cliente-fornecedor que resulta numa sequência produtiva contínua de atividades que acrescentam valor permitindo eliminar desperdícios.
- Busca da perfeição: Colocar todos os esforços da empresa na busca da perfeição, procurando eliminar desperdícios e criar valor, aplicando a metodologia Kaizen, que traduz o processo de melhoria contínua.

2.1.4 Ferramentas *Lean*

Nesta secção são apresentadas ferramentas *Lean* que foram essenciais em algum momento da realização desta dissertação. Alguns exemplos são o Standard Work, Kaizen, a técnica 5S, ferramentas de gestão visual e o *kamishibai*.

2.1.4.1 *Standard Work*

Entende-se por *Standard* uma regra ou exemplo que fornece instruções claras e que tem como particularidades serem específicos e científicos, ou seja, baseiam-se em factos e análise. Além disso devem ser respeitados, seguidos, documentados e comunicados para que toda a gente os conheça e possa seguir

(TPPD, 2002). Segundo Osentoski e Taubitz (2014) os principais benefícios adjacentes a este conceito são:

- Representam a melhor, mais fácil e mais segura forma de fazer um trabalho;
- Preservam o *know-how* e o conhecimento organizacional;
- Fornecem um meio para melhorar o desempenho;
- Fornecem a base para a sustentação e melhoria;
- Facilitam a formação;
- Criam uma base para auditoria ou análise;
- Previnem erros recorrentes;
- Reduzem a variabilidade e/ou irregularidade (muda).

No contexto fabril, a aplicação de standards permite garantir a qualidade e cumprimento das especificações dos produtos para eliminar defeitos nos produtos e auxilia na análise e melhoria do processo para eliminar desperdício, incluindo os defeitos (TPPD, 2002). O *Standard Work* (em português, trabalho normalizado), é a definição e descrição minuciosa de métodos e sequências de trabalho ideais, para cada processo e operador. Esta técnica é importante para rever o desempenho dos trabalhadores, avaliar e auxiliar o processo de produção e atingir uma produção sincronizada (Monden, 1993; Wilson, 2010).

Assim, caso o operador siga de forma rigorosa as instruções de trabalho padronizadas e os erros prevalecem, então algo está errado no standard do processo e este precisa de ser alterado (Liker & Meier, 2006; Monden, 1993). Masaaki Imai (1986) no seu livro “Kaizen: The Key to Japan’s Competitive Success” demonstrou a sua importância para a melhoria contínua ou *kaizen* (Imai, 1986).

Além do exposto, o processo de padronização representa a prática de estabelecer, comunicar, monitorizar e melhorar os standards sendo que processos dependem da *standardization* para promover consistência através de critérios e práticas uniformes. A filosofia de melhoria contínua de standards é o caminho para métodos fiáveis e representa o 4ºS da técnica 5S apresentada na secção 2.1.4.3 (Alves, 2020). Alguns exemplos de tipos de standard são, por exemplo, as *checklists*, instruções de trabalho ou controlos visuais. A aplicação desta ferramenta permitiu comprovar que, através da implementação do *standard work*, é possível reduzir qualquer tipo de desperdício (Fernandes, 2014; Pinto, 2014; Ribeiro et al., 2014).

2.1.4.2. Kaizen

O conceito *Kaizen* foi criado por Masaaki Imai em 1986 e representa atividades para promoção de melhoria contínua e redução o desperdício. Esta metodologia, surgiu inicialmente na Toyota, dado que um dos

objetivos desta metodologia passa por reduzir o desperdício e melhorar a eficiência dos processos produtivos.

A palavra *Kaizen* é constituída por duas palavras de origem japonesa “Kai” e “zen” que significam mudança e melhoria, respetivamente. Esta estratégia tem como raio de ação três grandes áreas: o desperdício (Muda), a inconsistência/irregularidade (Mura) e sobrecarga (Muri) (Imai, 1986). O processo desta filosofia é gradual e feito através de pequenas mudanças ao longo do tempo, envolvendo a participação do maior número de colaboradores possível, de modo a atingir melhorias a longo prazo. Deste modo, a adaptação dos trabalhadores é feita de forma lenta, facilitando a implementação.

A filosofia *Kaizen* baseia-se em três princípios chave:

- **Processos e Resultados:** Frequentemente, é observável que a orientação das empresas é em torno dos resultados, pois estes representam o método mais fiável para representar o cumprimento ou não de objetivos determinados. Assim, é determinante balancear o foco da organização entre os processos e os resultados, tendo em conta que processos consistentes e eficazes culminarão em resultados congruentes com o previamente definido.
- **Não culpar e não julgar:** Um dos intervenientes mais importantes da filosofia Kaizen são as pessoas, tendo as organizações de valorizar e maximizar o seu potencial, de modo que estas participem ativamente e construtivamente em como fazer melhor a sua parte do trabalho. Todos os problemas devem ser percecionados como oportunidades de melhoria e, portanto, o ato de culpar ou julgar terá consequências negativas em situações futuras, condicionando a comunicação e dando origem a um ambiente de medo e falta de confiança. Se o foco for no problema ao invés do colaborador, isto resultará na criação de uma relação aberta, transparente e de confiança.
- **Sistemas globais:** este conceito vem opor-se ao sistema de divisão funcional. Acredita-se que a criação de divisões funcionais na empresa, resulta em grupos dentro da própria empresa que promovem a especialização e otimizam o desempenho. No entanto, esta divisão tem como consequências negativas os problemas de comunicação e conflitos. O princípio de sistemas globais debruça-se sobre a necessidade de criar valor, fazendo a organização agir como um todo.

O processo de melhoria está dividido em cinco etapas:

1. **Definição de Valor:** mapeamento das atividades que acrescentam valor, de forma a identificar oportunidades de melhoria;

2. Definição de Metas e de Equipas Kaizen: formação de equipas e definição dos objetivos a atingir;
3. Ir para o Terreno (Gemba): deslocamento até ao local onde o valor é gerado para mudar processos e hábitos de trabalho.
4. Procura: identificação de fatores associados à perda de valor – muda (desperdício), mura (variabilidade dos processos) e muri (dificuldade).
5. Melhoria contínua (Kaizen): implementação e padronização da melhoria definida.

Os grandes entraves à implementação e manutenção desta linha de pensamento são a resistência à mudança. Coimbra (2009) afirma que o ser humano possui dois tipos de hábitos: físicos e de pensamento. Ao serem confrontados com uma nova ideia, reagem, normalmente, de acordo com esses hábitos. Segundo este autor, existem mais dois tipos de pessoas, as que possuem mentalidade fixa e as de mentalidade de crescimento. As pessoas de mentalidade fixa têm hábitos rígidos e entendem que foi isso que as fez obterem bons resultados no passado. Estas pessoas têm dificuldade em mudar os seus hábitos (e, conseqüentemente, em adoptar Kaizen). No entanto, as empresas têm cada vez mais optado por esta metodologia, tendo em conta os resultados positivos que esta tem vindo a apresentar (Almeida, 2014; Ismael, 2015; Trancoso, 2012; Xavier, 2018).

2.1.4.3. Técnica 5S

A técnica 5S é uma ferramenta usada para definir uma abordagem sistemática com o objetivo de reduzir desperdícios. O recurso a esta técnica permite que se descarte tudo o que é desnecessário e constitui desperdício. O nome das várias fases tem origem no Japão, começando todas elas pela letra S (Seiri, Seiton, Seiso, Seiketsu e Shitsuke) (Monden, 1993). As fases são descritas de seguida, generalizando a sua aplicação:

- Seiri (1ºS): separar tudo o que não é necessário à operação. Frequentemente, são usadas etiquetas vermelhas, denominadas Red Tags, que sinalizam o que é desnecessário.
- Seiton (2ºS): organizar os objetos/aspetos importantes à realização de tarefas da operação. É comum o recurso a caixas/temáticas, com o nome do item e a sua quantidade ou até uma imagem da forma do objeto, para sinalizar onde o guardar.
- Seiso (3ºS): limpar com frequência o posto de trabalho de modo a manter tudo organizado e limpo. É uma etapa básica de limpeza de senso comum do trabalhador.
- Shitsuke (4ºS): ação de padronização das regras de limpeza e organização do posto de trabalho definidas na etapa 3. Estas regras devem ser formuladas pelos próprios operadores de cada posto com o auxílio do

dono de processo, almejando a melhoria contínua e incentivando as propostas de ideias por parte de todos, de modo que se sintam mais recetíveis à mudança. Esta fase baseia-se na ferramenta do Standard Work descrita na secção 2.1.3.1.

- Seiketsu (5ºS): incutir o hábito e as rotinas inerentes à prática dos três primeiros S's definidos a todos os intervenientes na organização, promovendo a autodisciplina e manutenção deste método no planeamento diário.

Os resultados da aplicação dos 5S são normalmente visíveis em termos de fluxo, organização da preparação, redução de tempos, rastreabilidade de defeitos, aumento da segurança e redução dos defeitos por motivos de manuseio (Monden, 1993).

Atualmente, existem vários estudos do benefício prático da implementação desta técnica. Um estudo de caso de Colares (2014), demonstrou que a aplicação prática dos 5S contribuiu positivamente para um maior envolvimento dos colaboradores e resultou num aumento percentual dos resultados positivos das auditorias do programa. Os benefícios da aplicação desta ferramenta foram ainda demonstrados em outros estudos de caso (Maia, 2021; Sá, 2019).

2.1.4.4. Gestão Visual

A Gestão ou Controlo Visual permite que a informação flua através de ferramentas visuais interativas e atrativas, permitindo que esta seja transmitida de forma intuitiva, simples e direta e com enorme acessibilidade a todos os intervenientes da organização. Segundo um estudo, cerca de 80% da informação que o ser humano recolhe é através do sentido da visão e, deste modo, o processo de aprendizagem é facilitado e acelerado, dado que o cérebro retém por mais tempo a informação que lhe chega de forma visual (Trancoso, 2012). Deste modo, na indústria, a gestão visual permite características como a prontidão e rapidez em gerar ações preventivas, diminuindo a ocorrência de problemas, ao torná-los visíveis a todos os colaboradores.

A monitorização de processos, operações e tarefas fica mais facilitada, com o uso de mecanismos visuais, permitindo fornecer instruções de trabalho de forma imediata (Rodrigues, 2012). Assim, é possível criar um sentido de responsabilidade e autonomia nos colaboradores com a consciencialização do plano organizacional, através da exposição visual dos objetivos e das análises de desempenho, aumentando a eficiência, a produtividade ou a motivação. Esta ferramenta é usada, frequentemente, na segunda fase da técnica 5S, descrita na secção 2.1.4.3, através da promoção e criação de métodos visuais para facilitar a organização pretendida.

As vantagens da implementação destas ferramentas de gestão visual foram comprovadas em diversos estudos, demonstrando que estas ferramentas apresentam, por exemplo, melhorias ao nível da transparência e compreensão (Medeiros, 2018; Rodrigues, 2020; Torres, 2019).

2.1.4.5. Quadro Kamishibai

O conceito Kamishibai advém da cultura japonesa, sendo traduzido como “teatro de papel”. O Kamishibai era usado na educação das crianças, com a criação de histórias fictícias através de desenhos em papéis coloridos. Na Toyota, principal impulsionadora e criadora do novo paradigma de produção TPS, como já foi referido, começou-se por chamar de Kamishibai a uma ferramenta de auditoria interna, na qual se incentivava quadros administrativos e diretores de departamentos a ir ao Gembu verificar se tudo se encontrava conforme previamente definido (Dias, 2016).

Geralmente, um quadro Kamishibai é organizado através de vários cartões de dupla face idênticas, mas de cores distintas – verde e vermelho, como apresentado na Figura 2.

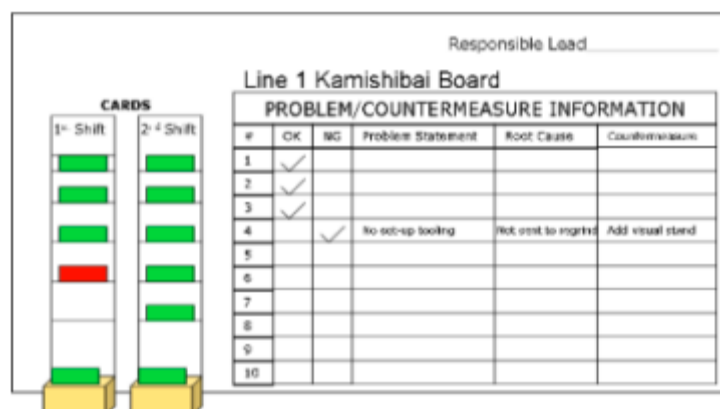


Figura 2 – Kamishibai eletrônico
(Kaizen Institute, 2013)

Os cartões representam diferentes setores da fábrica e contêm normas/requisitos referentes ao local/processo, que devem ser cumpridas/os e seguidos de forma rigorosa. No caso de os requisitos presentes no Kamishibai serem cumpridos na totalidade, este é colocado no quadro no *Gembu* com a face de cor verde visível. Caso contrário é apresentada a face de cor vermelha.

Com a utilização de um quadro Kamishibai é possível qualquer pessoa fazer uma auditoria de forma intuitiva e simples e perceber a situação do processo/procedimento/empresa. Esta ferramenta visual, permite a quem a usa obter um status quo de forma imediata, através do código de cores que é utilizado. O principal objetivo deste é o de treinar as pessoas a perceber os problemas e desenvolver mecanismos para os resolver (Barros, 2010), sem culpabilizar ninguém.

Esta ferramenta passou a ser usada no sistema produtivo da Toyota, como um instrumento de auditorias internas, aumentando o contacto entre as chefias e as equipas da linha de produção, devido ao facto de essa avaliação ter de se realizar no gembu da fábrica (Shea, 2018).

Niederstadt (2018) afirma que o Kamishibai funciona em qualquer tipo de Gembu, seja ele área de fabrico ou administrativo, constituindo uma estratégia para apoiar, criar e sustentar processos, através de sinais visuais permitindo ver de forma rápida e fácil situações incongruentes com o standard definido, culminando numa ação de reposição, eliminando o desperdício.

Knop e Ulewicz (2018) analisaram a possibilidade de usar as auditorias Kamishibai numa área de inspeção da qualidade, concluindo que esta ferramenta apresenta vantagens como:

- pouco tempo necessário para realizar uma auditoria, não havendo um grande esforço por parte do auditor;
- a auditoria não é anunciada, o que torna possível verificar a condição real dentro de uma determinada área;
- a auditoria permite a identificação e eliminação de desvios das normas na área/processo analisado, bem como a melhoria de normas e processos de inspeção de qualidade propriamente ditos.

Normalmente, estes quadros representam uma ferramenta de auxílio à limpeza e organização, tendo sido comprovadas as suas vantagens a este nível em diversos estudos de caso (Miranda, 2021). As principais desvantagens estão relacionadas com a falta de consistência de realização, de aceitação, visto que pode ser um pouco invasiva, ou a falta de envolvimento.

Paralelamente ao quadro Kamishibai, pode ser utilizada uma técnica auxiliar, bastante útil na definição de um determinado problema e organização de determinada proposta de melhoria – a técnica 5W2H. Esta técnica apresenta como características principais a sua utilidade e eficiência, podendo ser usada de forma auxiliar com várias ferramentas Lean. Alguns autores, como Rabelo et al. (2014) afirmam que as principais características desta ferramenta são o facto de ser simples, intuitiva e bastante utilizada. Estes autores afirmam que as perguntas implícitas à técnica seriam derivadas das iniciais das palavras no idioma inglês. Assim, para os 5w's, as palavras seriam What (o quê?), When (quando?), Why (o quê?), Where (onde?) e Who (quem?), e os 2h's referem-se à palavra How (Como?) e à expressão How Much (quanto custa?) que também pode ser de How many ou How often.

2.1.5 Lean Service e Lean Office

A adaptação do modelo organizacional *Lean Production* ao setor dos serviços resultou de um processo natural dada a generalidade dos princípios *Lean Thinking*. Assim, foi possível aplicar estes princípios da mesma forma a várias áreas relacionadas com prestação de serviços, tendo em conta o mesmo objetivo: aumentar produtividade e reduzir custos através da eliminação de desperdícios (Alves et al., 2017; Matos et al., 2016).

O *Lean Office* surge do conceito de *Lean Services* abordado anteriormente, embora o local de atuação seja direcionado especificamente para as áreas administrativas. Assim, a aplicação dos conceitos e princípios *Lean Thinking* em áreas administrativas tem o nome de *Lean Office*. Segundo Tapping e Shuker (2003), 60% a 80% dos custos envolvidos para responder às necessidades de um cliente são resultado da função administrativa e, portanto, uma atuação nesta área é cada vez mais essencial. Ao aplicar-se determinadas ferramentas em atividades administrativas ou de escritório faz com que a informação flua de maneira mais visível (Ferro, 2005).

Desta forma, a aplicação do sistema *Lean Office* é baseada nos princípios *Lean*, porém voltados para a área de prestação de serviços. A aplicação de *Lean Office* é uma das mais recentes abordagens desta filosofia, mas já existem vários exemplos das vantagens da aplicação destas ferramentas em áreas diversas (Cardoso & Alves, 2013; Huls, 2005; Landmann et al., 2009; Matos, 2011; Oliveira et al., 2012; Simone, 2018). Um resumo das vantagens e desvantagens referidas nestes autores estão apresentadas na Tabela 1.

Tabela 1 - Vantagens e desvantagens da aplicação do Lean em áreas administrativas e de serviços

Vantagens	Desvantagens
Melhor organização do espaço de trabalho, com diminuição de material desnecessário e acesso facilitado ao material necessário.	Incompreensão da necessidade de aplicação desta metodologia a áreas não produtivas
Aumento da produtividade como resultado do aumento da agilidade de trabalho	Pouco envolvimento das pessoas.
Simplificação e desburocratização de processos	Difícil de padronizar tendo em conta variedade de situações que ocorrem diariamente.
Menor tempo de resposta na alteração de documentos e processos e do tempo de ciclo dos processos de comunicação.	Resistência inicial dos colaboradores pode revelar-se difícil para ultrapassar.
Mapeamento eficaz do fluxo de valor do processo de prestação de serviços.	Difícil identificação das atividades que acrescentam ou não valor.

Segundo Oliveira et al. (2012) a aplicação do *Lean Office* a um processo de auditoria de certificação de sistema de gestão da qualidade aeroespacial permitiu efetuar o mapeamento do fluxo de valor dos vários processos administrativos e reduzir o *lead time* substancialmente, diminuindo o tempo de resposta ao cliente.

2.2 Qualidade

Esta secção apresenta a evolução do conceito de qualidade, com a visão acerca do tema de diversos autores. De seguida é apresentada a fase mais recente da evolução do conceito de qualidade e a filosofia associada, bem como o tipo de custos relacionados com a falta de qualidade numa empresa e o impacto desta temática nas organizações. Por último, são apresentadas algumas ferramentas da qualidade que tiveram especial interesse ao longo da dissertação e também é discutida a importância de uma empresa possuir um SGQ organizado e coeso, introduzindo e explicando o conceito de auditoria.

2.2.1 Conceito de qualidade

O conceito de qualidade é extremamente debatido e tem evoluído ao longo do tempo. De forma breve, entende-se por qualidade o grau de excelência de algo, a totalidade das características que satisfazem as necessidades, a adequação ao uso, a qualidade de design ou o grau com que um conjunto de características intrínseca satisfaz determinados requisitos (Kolarik, 1995).

Durante os anos 70 e 80, surgiram várias visões de várias personalidades, denominadas hoje em dia por gurus de qualidade, com ênfase em diferentes aspetos. Assim, Crosby (1979) colocou a ênfase na produção, afirmando que Qualidade significa conformidade com os requisitos. Também Gilmore (1974) define qualidade tendo em conta o aspeto produtivo defendendo que qualidade é o grau em que um produto específico está em conformidade com um desenho ou especificação.

Outra das visões acerca do conceito de qualidade, surgiu por Leifler (1982), ao afirmar que a qualidade refere a quantidade de atributos não cotados contidos em cada unidade do atributo de preço. Para este autor, a ênfase é colocada no produto e não na forma de produção.

Além do foco no produto e na produção, foi definida ainda a qualidade tendo em conta o valor. Assim, para Broh (1982) qualidade é o grau de excelência a um preço aceitável e o controlo da variabilidade a um custo aceitável.

Por último, a qualidade foi definida por dois gurus tendo em conta a ênfase no cliente. Para Juran & Gryna (1988), qualidade é a aptidão para a utilização, enquanto para Deming (1968), o conceito de qualidade representa a capacidade para satisfazer necessidades. A qualidade é, cada vez mais, um conceito diferenciador no mundo competitivo dos dias de hoje, porque o cliente procura qualidade e valor, na totalidade de serviços e produtos que adquire (Silva & Saraiva, 2012).

2.2.2 Gestão da Qualidade Total

A filosofia para a gestão da qualidade denomina-se *Total Quality Management* (TQM) e representa a fase mais recente da constante evolução do conceito de qualidade ao longo dos últimos anos. Para Lakhe & Mohanty (1994), esta é uma filosofia de gestão integrada e orientada para o mercado, que caracteriza a dinâmica comportamental de uma organização, considerando-a um sistema total (sociotécnico), onde todas as atividades são realizadas com o objetivo de atender aos requisitos dos clientes com eficiência e eficácia. Dahlgaard-Park (2011) definiu os 10 princípios e conceitos fundamentais do TQM da seguinte forma:

- Foco no cliente;
- Comprometimento da gestão;
- Melhoria contínua;
- Envolvimento total das pessoas;
- Trabalho em equipa;
- Foco no processo;
- Tomada de decisão baseada em evidências;
- Formação contínua;
- Relação próxima com os fornecedores;
- Uso de aproximações sistemáticas.

Segundo Powell (1995) o sucesso desta filosofia está dependente de fatores intangíveis, como o comprometimento a longo prazo por parte da gestão e chefias, cultura organizacional e capacitação (o denominado *empowerment*) de todos os colaboradores, menosprezando fatores básicos de gestão da qualidade como o *benchmarking*, formações, entre outros.

2.2.3 Custos da qualidade

Os custos da Qualidade, ou também designados, “Custos de má Qualidade”, consistem nos custos incorridos na obtenção de um produto/serviço não conforme. Por outras palavras, sempre que é exigido à empresa/organização qualquer tipo de retrabalho ou reparação, o custo da Qualidade aumenta (Feigebaum, 1956).

Generalizando, os custos de qualidade podem representar custos na inspeção do produto e/ou serviço para detetar não conformidades e avaliar o cumprimento de requisitos, custos da ocorrência destas não conformidades ou incumprimentos que exigirão retrabalho, reparações ou, em último caso, descarte da peça e todos os custos que a empresa tem na prevenção ou implementação de sistemas que previnem não conformidades.

Os custos de não qualidade são pouco visíveis nas empresas, não se lhe dando grande importância, na medida em que derivam do somatório de grandes quantidades de pequenos desvios (Capricho & Alves, 2007). Frequentemente, é associada a figura de um Iceberg (Figura 3) aos custos da qualidade, devido à maioria destes custos não serem visíveis. Os custos da qualidade não são, normalmente, fáceis de identificar e quantificar (Martins, 2012). Os mais óbvios representam as falhas no produto ou o feedback direto do cliente enquanto os menos visíveis consistem em falhas no processo produtivo ou a degradação gradual da reputação da empresa.



Figura 3 - Iceberg dos custos de qualidade visíveis e não visíveis
(adaptado de De Feo, 2001)

Existem alguns modelos de avaliação dos custos de Qualidade como, por exemplo, o Modelo PAF (Prevenção, Avaliação e Falhas) (Juran, 1951). O modelo PAF define o seguinte:

- Custos de Prevenção: todos os sistemas destinados a evitar defeitos (por exemplo, Poka-Yoke, planeamento, preparação, formação ou manutenção preventiva);
- Custos de Avaliação: Inspeção, auditoria, calibração, teste e medição.
- Custos de falha interna (detectadas na organização): Retrabalho, desperdício, redesign, modificações, ação corretiva, tempo de paragem, entre outros.
- Custo de falha externa (detectadas no cliente): Garantia, tratamento das reclamações, reclamações na garantia, entre outros.

2.2.4 Ferramentas da Qualidade

Nesta secção são apresentadas ferramentas da Qualidade que foram usadas durante a realização desta dissertação. Alguns exemplos são o Diagrama de Pareto ou o Diagrama de Ishikawa que fazem parte das ferramentas tradicionais e ainda algumas novas ferramentas da qualidade como o *Affinity Diagram*. Por último, são apresentadas outras ferramentas que podem ser usadas no contexto da qualidade.

2.2.4.1. Diagrama de Pareto

O Diagrama de Pareto é uma das sete ferramentas básicas da qualidade desenvolvida por Vilfredo Pareto (1848-1923), ao constatar que grande parte da riqueza existente estava na posse de um número reduzido de pessoas. Mais tarde, Joseph Juran adaptou este princípio à gestão da qualidade considerando que 80% dos problemas existentes num processo produtivo são causados por 20% das causas passíveis de os provocar (Requeijo & Pereira, 2008). De forma breve, esta ferramenta é representada por um gráfico de barras ordenado das frequências das ocorrências, da maior para a menor, e demonstra graficamente a contribuição de cada causa para o problema em análise. O Diagrama de Pareto revela-se útil ao permitir uma fácil visualização das causas e/ou problemas de maior relevância, permitindo priorizar o raio da ação, acelerando o processo de resolução naquelas que realmente têm impacto significativo.

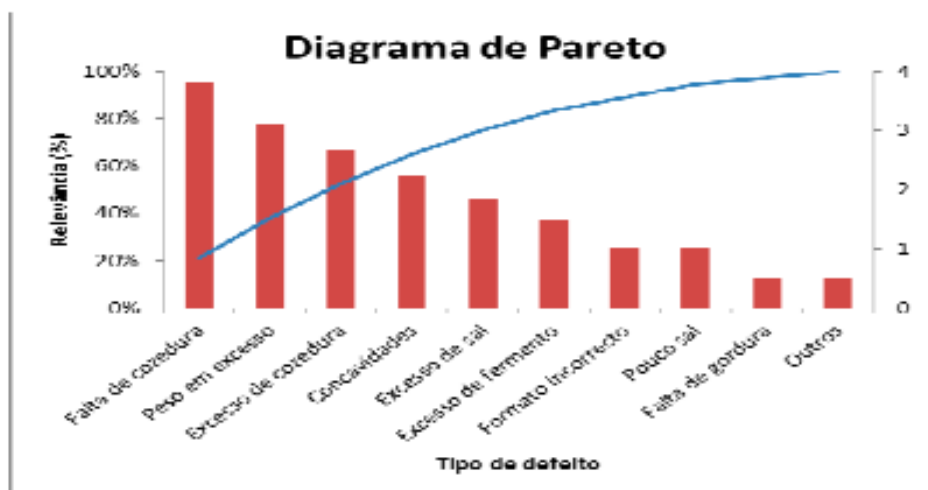


Figura 4 - Diagrama de Pareto
(retirada de Requeijo & Pereira, 2008)

2.2.4.2. Diagrama de Ishikawa

O Diagrama de Causa-e-Efeito, também chamado de Diagrama de Ishikawa ou Diagrama em Espinha-de-Peixe, foi desenvolvido por Kaoru Ishikawa em 1943. Com o uso desta ferramenta, é estabelecida uma relação entre os fatores/causas que influenciam e/ou podem originar um determinado efeito/problema.

A construção de um Diagrama de Causa-e-Efeito deve ser efetuada de acordo com as seguintes fases (Requeijo & Pereira, 2008):

- Definir o problema a ser analisado: O problema deve ser definido de forma concreta e incisiva, para que seja possível especificar as causas passíveis de o provocar. Depois de definido o problema, traça-se uma linha horizontal central e descreve-se o problema (efeito) à direita do diagrama.
- Identificar as causas que originam o problema definido: Com recurso à técnica Brainstorming, são identificadas as causas reais ou potenciais, que podem ser analisadas com maior ou menor detalhe, desde as causas principais às causas mais gerais, pelo que cada categoria de causa pode ser dividida tantas vezes quantas as necessárias.



Figura 5 - Estrutura de um diagrama de Ishikawa (5M's)
(Kaizen Institute, 2015)

2.2.4.3 Affinity Diagram

O Diagrama de Afinidade é a representação gráfica de grupos de dados afins, que são conjuntos de dados verbais (ideias, opiniões, comentários, etc.) que têm, entre si, alguma relação natural que os distinguem dos demais (Dellaretti, 1996). Por outras palavras, é uma forma de *Brainstorming* que, usando o processo criativo, procura desenvolver novas perspectivas através de situações passadas. Esta ferramenta revela-se útil pois auxilia a direcionar a solução do problema, organizar as causas do problema, fornecer suporte para uma possível solução, organizar as informações necessárias à solução de um problema, entre outros.

2.2.4.4 Controlo estatístico de Processo

O controlo estatístico do processo (Statistic Process Control, SPC) é uma técnica poderosa para monitorizar, gerir, analisar e melhorar o desempenho do processo através da utilização de métodos estatísticos (Rungasamy et al., 2002). Esta técnica surgiu na América, mas foi no Japão que ganhou notoriedade, permitindo que este se tornasse líder mundial de qualidade. Na última década, os Estados Unidos voltaram a incluir o controlo do processo estatístico para ajudar na busca da melhoria contínua (Berk & Berk, 2000).

O objetivo desta ferramenta é avaliar a variabilidade de um processo de produção e ativar ações para controlar ou melhorar os resultados obtidos. Além disso, conduz a um maior conhecimento sobre o processo e melhora o seu desempenho subsequente (Guerra et al., 2016).

2.2.4.5 Outras ferramentas

Na Tabela 2 são apresentadas outras ferramentas que podem ser usadas no contexto da qualidade e que representam um complemento às ferramentas tradicionais e novas da qualidade.

Tabela 2 - Outras ferramentas usadas no contexto da qualidade.

Ferramenta	Descrição
<i>Deployment Diagram</i>	Ferramenta adaptada ao paradigma Lean que consiste no mapeamento de todas as atividades de um determinado processo de forma sequencial e visual, com a alocação de cada uma destas atividades a um determinado recurso. Estes recursos podem ser máquinas, ferramentas ou, mais frequentemente, recursos humanos.
Matriz GUT	O objetivo desta técnica é orientar e direcionar decisões mais complexas, permitindo definir quais as prioridades das diversas alternativas de ações. De acordo com (Bastos, 2014) a técnica GUT foi desenvolvida por Kepner e Tregoe, especialistas para a resolução de questões organizacionais. Primeiramente, é necessário qualificar os problemas de acordo com a sua Gravidade (G), Urgência (U) e Tendência (T), e de seguida, atribuir uma pontuação correspondente às variáveis estabelecidas nesta matriz, priorizando deste modo as ações.
PDCA (<i>Plan, Do, Check, Act</i>)	O ciclo PDCA é uma ferramenta que assenta numa filosofia de melhoria contínua a nível organizacional, cujo objetivo é a aprendizagem contínua e a criação de conhecimento (Sangpikul, 2017). As siglas desta ferramenta representam as suas 4 fases: Plan, onde são identificadas as oportunidades de melhoria, é analisada a situação atual sugeridas soluções para resolver problemas; Do, onde são implementadas as ações planeadas; Check, são monitorizados os resultados das ações implementadas nas fase anterior e analisada a concretização de objetivos; Act, consiste no desenvolvimento de métodos cujo objetivo é standardizar as melhorias atingidas ou recolhidos dados para efetuar nova melhoria.
<i>A3 Problem Solving</i>	Metodologia de resolução de problemas desenvolvido pela Toyota baseada nas quatro fases do ciclo PDCA (Plan, Do, Check, Act). A nomenclatura tem origem no formato da folha de papel A3, sendo uma importante ferramenta de comunicação/informação acerca de determinado problema, dos objetivos a que se propõem, causas do problema, plano e implementação de ações, resultados e feedback acerca da padronização das soluções satisfatórias. Segundo (Matthews, 2011), esta ferramenta permite uma abordagem metódica para resolução de problemas, possibilitando a apresentação de factos de forma sucinta. Representa uma forma eficiente de documentar e registar possíveis ações e consequentes resultados para que os colaboradores possam entender determinadas decisões, constituindo uma linguagem e metodologia universal dentro da empresa, fomentando e cultivando alguns dos conceitos do Lean Production System, constituindo uma base sólida para mudanças no futuro. Esta ferramenta é, frequentemente, complementada com a técnica dos 5Whys que consiste na realização de perguntas sobre determinada afirmação, até encontrar a causa raiz do problema, sendo uma técnica simples e eficaz.

2.2.5 Sistema de Gestão da Qualidade

A opção pela implementação de um SGQ, com base na norma ISO 9001, é uma decisão estratégica da organização. Independentemente do setor de atuação do mercado ou do tipo de gestão de topo da empresa, existem vários benefícios com a implementação de um SGQ. O primeiro fator de sucesso da adoção do SGQ depende do compromisso e dedicação demonstrado pelas chefias e gestão de topo organizacional não só perante os seus colaboradores, mas perante a sociedade em geral e os intervenientes diretos e indiretos da empresa.

A adoção de um SGQ traz benefícios para a organização como a clarificação de responsabilidades e obrigações, melhor qualidade nos produtos e consequente diminuição de reclamações, rejeições ou não

conformidades, melhoria da vantagem competitiva, melhoria da qualidade de fornecedores, entre outros (Félix & Sampaio, 2018).

2.2.5.1. Família de normas ISO 9000

A sigla ISO denomina a “International Organization for Standardization”, ou seja, Organização Internacional de Normalização. Em Portugal, o Instituto Português da Qualidade (IPQ) é responsável pela aprovação e homologação das Normas Portuguesas e assegura a representação nacional na ISO.

A série ISO 9000 ou família de normas ISO 9000 é um conjunto de normas que constituem um modelo de gestão da qualidade para organizações que podem certificar os seus sistemas de gestão através de organismos de certificação.

Apesar da padronização ter surgido nas indústrias e para a fabricação, atualmente a norma de requisitos desta família (norma ISO 9001) é adotada por outros tipos de organizações.

As principais normas referentes aos sistemas de Gestão da Qualidade são:

- ISO 9000:2015 - Sistemas de gestão da qualidade. Fundamentos e vocabulários;
- ISO 9001:2015 - Sistemas de gestão da qualidade. Requisitos;
- ISO 9004:2018 - Gestão da qualidade; Qualidade de uma organização; Orientação para alcançar o sucesso sustentado;
- ISO/TS 9002:2016 - Sistemas de gestão da qualidade — Diretrizes para aplicar a ISO 9001:2015;

No setor aeronáutico existem ainda outras normas importantes no que diz respeito aos requisitos do setor. Segundo a Associação Portuguesa de Certificação (APCER), a EN 9100 estabelece requisitos de gestão da qualidade específicos para a indústria aeronáutica. É baseada na ISO 9001, apresentando requisitos comuns com esta e outros requisitos adicionais discutidos mais à frente, destinados à produção, com especial enfoque nas questões da qualidade, segurança e tecnologia em todas as vertentes da indústria e ao longo da cadeia de fornecimento. Fabricantes como a Airbus, Boeing ou Rolls-Royce, adotaram esta norma, exigindo-a nos contratos com os vários integrantes da cadeia de fornecimento do setor aeronáutico.

Além deste conjunto de normas ISO para o setor, alguns dos maiores fabricantes acima referidos, exigem outro tipo de certificação nos seus contratos. Exemplo disso é o programa NADCAP, que representa um programa global cooperativo de acreditação para engenharia aeroespacial, defesa e indústrias relacionadas.

De acordo com a ISO 9001, os objetivos a atingir com a implementação de um SGQ são:

- Penetração em novos mercados, ou manutenção dos atuais;
- Aumento da confiança, interna e externa, nos métodos de trabalho;
- Reorganização da empresa;
- Aumento da motivação dos colaboradores;
- Maior controlo dos custos de não qualidade e sua diminuição;
- Aumento da satisfação dos clientes;
- Reconhecimento quase mundial.

Os sete princípios relacionados às normas (também denominados de princípios de gestão da qualidade):

- Foco
- Liderança
- Comprometimento das pessoas
- Abordagem por processos
- Melhoria
- Tomada de decisões baseada em evidências
- Gestão de relacionamentos

2.2.5.2. Auditorias

Segundo a NP EN ISO 19011:2019, define-se auditoria como um processo sistemático, independente e documentado, para obter evidências de auditoria, e respetiva avaliação objetiva, com vista a determinar em que medida os critérios da auditoria são satisfeitos (Instituto Português da Qualidade, 2019).

A norma ISO 19011:2019 apresenta as linhas de orientação para auditorias a sistemas de gestão. As auditorias podem ser classificadas como internas ou externas, estando a principal diferença no vínculo estabelecido com a entidade auditada por parte do auditor. Por norma, um auditor externo não apresenta qualquer tipo de ligação à empresa, enquanto o auditor interno pertence aos quadros da empresa ou a um serviço partilhado num caso de um grupo de empresas. De seguida, será feita uma abordagem às auditorias internas.

- Auditoria interna

O *Institute of Internal Audits* (IIA) define a auditoria interna como sendo uma atividade independente, de garantia e consultoria, com o objetivo de acrescentar valor e melhorar as operações da organização (Institute of Internal Auditors, n.d.). Auxilia no cumprimento de objetivos, com uma abordagem sistemática

e disciplinada, permitindo avaliar e melhorar a eficácia dos processos de gestão de risco, controlo e prevenção.

Apesar de apresentarem algum tipo de vínculo para com a empresa, os auditores internos devem permanecer íntegros, imparciais, fazer julgamentos fundamentos e manter a confidencialidade. Qualquer realização de uma auditoria interna deverá ser assente na independência de modo a garantir a imparcialidade e objetividade e seguir uma abordagem baseada em evidências de modo a verificar o exposto.

- Etapas para a realização de uma auditoria

O processo de auditorias numa organização começa na programação de todas as auditorias a realizar num determinado período de tempo até ao seguimento da auditoria (se aplicável) ou fecho de todas as auditorias planeadas. Assim, as etapas de um processo de auditoria são as seguintes:

1. Elaboração do programa de auditorias internas e externas num determinado período de tempo: deve ser registado o programa, revisto e controlado mediante novas informações ou datas;
2. Planeamento da auditoria: atribuição de tarefas e especificação de aspetos como o auditor, processo a auditor, datas concretas, entre outros;
3. Preparação da auditoria: estudo dos requisitos a auditar, documentos relevantes do SG, atribuição de tarefas;
4. Execução da auditoria;
5. Preparação e distribuição do relatório da auditoria;
6. Fecho da auditoria;
7. Seguimento da auditoria (quando aplicável).

3. APRESENTAÇÃO DA EMPRESA

Este capítulo apresenta a empresa onde foi realizado este projeto de dissertação. Atendendo à confidencialidade pedida pela empresa, ao longo desta dissertação, vai ser usada a designação simples de Empresa ou Organização. Assim, são apresentados neste capítulo, aspetos como a área de atuação, os principais clientes e a posição na cadeia de fornecedores e os objetivos da organização. De seguida, são apresentados os departamentos de produção, engenharia de processo e engenharia da qualidade da empresa, sendo feita uma descrição breve do processo produtivo de material compósito da empresa.

3.1 Área de atuação

A empresa alvo de estudo atua numa área de negócio de um grupo com mais de 100 empresas, na Europa e África e, distribuídas por várias áreas de negócio como a indústria, distribuição, retalho automóvel e serviços, como demonstrado na Figura 6.

Indústria	Automóveis	Outros
Autocarros	Distribuição e Retalho:	Energias Renováveis
Componentes Aeronáuticos	- Espanha;	Outros investimentos financeiros
	- Portugal;	
	- África;	
	Serviço de Mobilidade:	
	- Rent-a-car;	
	- Partilha de automóvel;	
	- Gestão da frota;	
	Equipamentos industriais.	

Figura 6 – Áreas de atuação do grupo
(Empresa, 2021)

Esta empresa ocupa uma área de 3500 m², e dedica-se à produção de material compósito para aeronáutica e à montagem de aeroestruturas de pequena e média dimensão.

A empresa foi fundada em 2012 e, o fabrico das primeiras peças, em alumínio, deu-se em 2013, culminando no primeiro fornecimento. De modo a assegurar um crescimento, sobretudo a nível tecnológico e de *global sourcing*, foi realizado em agosto de 2014, um acordo de investimento de 50% com uma empresa externa, concedendo à empresa uma posição mais forte e sólida no mercado, resultando em novas oportunidades de negócio.

A existência deste acordo veio permitir a troca de meios e conhecimentos, a ambas as partes, das suas áreas de especialização e recursos. A intenção, de ambas as partes, com este acordo foi fomentar e promover os seguintes objetivos, no âmbito da sua área de atuação industrial:

- Melhoria contínua dos processos produtivos e da qualidade dos seus produtos e serviços a clientes;
- Redução de custos mediante o uso compartilhado de recursos;
- Aumento do conhecimento mediante a transmissão de experiência e conhecimentos entre ambos;
- Aumento de sinergias e redução de duplicações de atividades;
- Fomentar o grau de especialização entre empresas, ainda que no âmbito de colaboração dentro de um grupo industrial dedicado ao sector aeronáutico.

Os pontos específicos deste acordo são:

- Acordo sobre a utilização de equipamentos calibrados;
- Acordo sobre a utilização comum de auditores, verificadores e pessoal certificado;
- Acordo sobre o controlo e manutenção de ferramentas por parte de ambas as partes;
- Acordo de atividades de subcontratação, seleção e seguimento de fornecedores entre ambas as partes.

Atualmente, apresenta uma estrutura de pequena e média empresa e conta, nos seus quadros, com aproximadamente 130 colaboradores, estando em franco crescimento tecnológico e de recursos humanos qualificados desde a sua fundação.

A empresa apresenta qualificação na indústria aeronáutica, e está certificada de acordo com as normas EN 9100, relativas aos requisitos de gestão de qualidade específicos para a indústria aeronáutica, e ISO 9001, que descreve um grupo de normas técnicas para estabelecer um modelo de gestão da qualidade para organizações em geral, de qualquer tipo ou dimensão. O seu funcionamento, tem ainda em conta as normas dos *Original Equipment Manufacturers* (OEMs) e os mais elevados padrões de qualidade exigidos pelos seus clientes.

Além dos requisitos do sistema de Gestão da Qualidade padronizados pela indústria aeroespacial (ISO 9100), a companhia está certificada pelos principais fabricantes de aviação mundial.

3.2 Principais clientes e posição na cadeia de fornecimento

Os principais clientes de produtos de material compósito englobam grandes empresas da aviação mundial, integrando a cadeia de fornecimento aeronáutico, produzindo componentes e fazendo montagens de subcomponentes para alguns programas de aviação, tanto comercial como militar.

A organização do setor aeronáutica é feita por uma classificação na cadeia de fornecedores e por fabricantes de aeronaves. As várias empresas que a constituem organizam-se de forma garantir o abastecimento da cadeia de fornecimento aeronáutico. Desta forma, os fornecedores organizam-se em regimes de contratação TIER3, TIER2 e TIER1, onde o cliente final são as empresas responsáveis pela montagem de aeronave e venda. A empresa alvo da investigação está inserida nos regimes de contratação de TIER2. A relação entre os regimes de contratação pode ser observada na Figura 7.

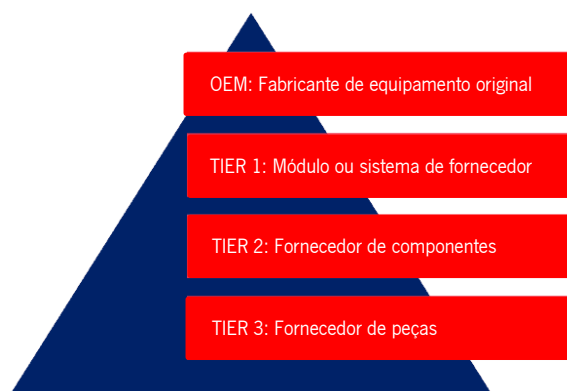


Figura 7 – Regimes de contratação
(Liegl, 2022)

3.3 Objetivos da empresa

A empresa tem vindo a fortalecer a sua posição enquanto empresa de referência no desenvolvimento da indústria aeronáutica nacional e internacional especializada na fabricação de componentes metálicos e compósitos.

A introdução e aplicação das metodologias do *Lean Production System* e a constante busca pela integração da tecnologia de ponta do setor nos seus processos, vão de encontro aos objetivos da empresa de oferecer aos seus clientes uma maior flexibilidade, reforçada por um curto tempo de resposta e elevada competitividade.

Além disso, foi feita uma aposta na metodologia Kaizen, sustentada pelo programa da empresa “SER KAIZEN”, Figura 8, que procura a melhoria contínua em todos os processos da empresa, desde a

administração à produção, almejando a excelência organização e o estabelecimento de padrões de sucesso.



Figura 8 – Programa "SER KAIZEN"
(Empresa, 2021)

3.4 Departamentos

A empresa possui dois departamentos semi-independentes, o departamento dos Metálicos e o dos Compósitos, que produzem respetivamente, componentes metálicos – titânio, alumínio e aço – e componente em material compósito, como o carbono, para o setor aeronáutico e fabrico de aviações. Existe ainda uma área comum do Armazém, de receção, no caso de matéria-prima e envio, no caso de material acabado ou material para subcontratado. No entanto, no âmbito desta dissertação, apenas a produção de componentes compósitos irá ser abordada, dada a extinção planeada do departamento dos componentes metálicos.

3.4.1 Departamento e processo produtivo de componentes em material compósito

A integração de componente em material compósito, sobretudo fibra de carbono, em produtos aeroespaciais é o resultado do crescimento das restrições de peso e características mecânicas neste setor.

O espaço tem cerca de 3500m² de instalações dedicadas a este material, onde:

- 615m² de sala limpa;
- Desenvolvimento de *Open Space*;
- 1 Autoclave (max. Ø 3,5 m x L 8 m);
- 1 Autoclave (max. Ø 3,5 m x L 16 m);
- 1 câmara de refrigeração (Nevera), com volume de 320m³;
- 1 máquina de corte automático;
- 1 forno de pré-aquecimento;
- 5 equipamentos de projeção laser;
- 1 equipamento de *scan Pulse-echo*;

- Inspeção automática ultrassônica (11 metros);
- Teste de estanquicidade;
- 250 m² cabines de corte e finalização, pintura e reparação de partes.

O layout 2D pode ser consultado na Figura 9.

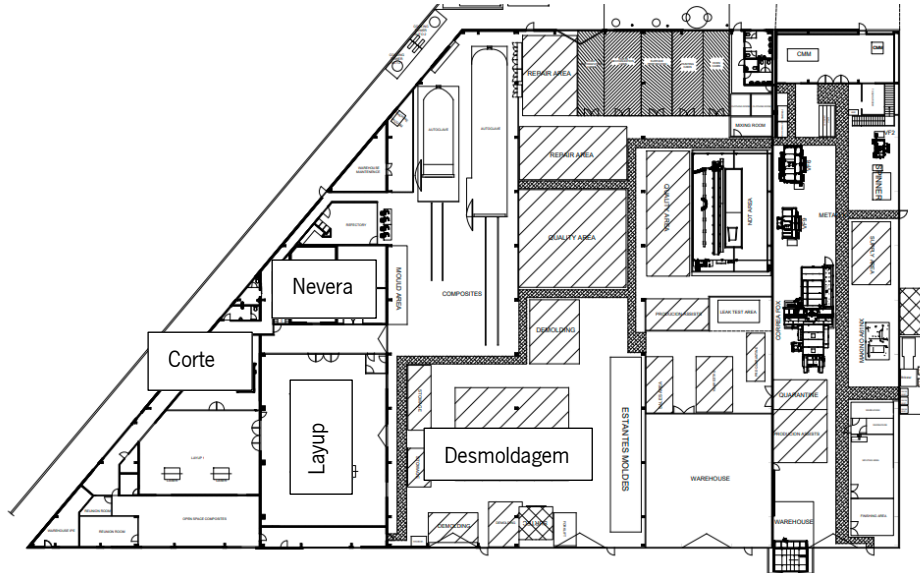


Figura 9 – Layout do *Gemba*
(Empresa, 2021)

É ainda utilizado o método *Hand Lay up*, para a produção de séries curtas ou de elementos com geometrias complexas, mediante a aplicação manual de telas pré-impregnadas e posterior processo de cura em autoclave.

Por último, e de modo a controlar a qualidade dos componentes fabricados em material compósito, a empresa realiza testes que garantem que não haja qualquer deterioração dos componentes inspecionados. Estes ensaios baseiam-se na aplicação de tecnologias como a Medição Tridimensional e Manual e Ultrassom.

O processo de transformação dos materiais compósitos em produto acabado, desde a receção de matéria-prima até ao armazenamento de produto acabado. O processo é apresentado de forma sequencial na Figura 10 e descrito, brevemente, de seguida.

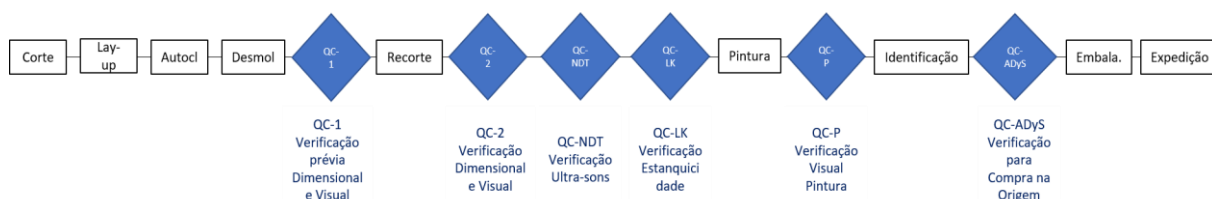


Figura 10 – Processo produtivo da organização
(Empresa, 2021)

3.4.1.1. Receção e armazenamento de matéria-prima

A matéria-prima e produtos auxiliares de produção como por exemplo, determinados químicos, dão entrada na fábrica, sendo registados e preenchidos todos os campos necessários, como data de entrada, data de validade, fornecedor, validação do fornecedor, lote, entre outros. Este registo é efetuado em SAP por um determinado colaborador, sendo gerada uma etiqueta com um código de barras para colar na matéria-prima ou produto auxiliar. A importância da informação contida na etiqueta está relacionada com os requisitos do setor aeronáutico a nível de caducidades do material ou validação e certificação do fornecedor. É através desta etiqueta e código de barras que o colaborador, nos diversos postos de trabalho, consegue validar a ordem de produção e não correr o risco de incorporar na peça um determinado material obsoleto. Após todo este registo, o material é armazenado até ser alocado a uma ordem de produção.

É ainda da responsabilidade da função de Receção de matéria-prima, o processamento dos relatórios dos fornecedores com os ensaios ao produto enviado relativamente a determinadas propriedades físicas e mecânicas. Além disso, após a receção, o recetor deve ainda efetuar novo ensaio, através da subcontratação de uma empresa certificada para o efeito. Assim, para determinado lote, são contabilizados e processados os ensaios efetuados no fornecedor e ainda os ensaios efetuados a pedido do cliente. Esta realização de ensaios é uma das normas do setor aeronáutico para garantir a utilização de matéria-prima com as qualidades e propriedades desejadas.

3.4.1.2. Corte de matéria-prima

Quando necessário, é efetuado o corte de matéria-prima numa sala de corte. O fornecimento das dimensões a cortar é efetuado pelo Departamento da Engenharia de Processo.

3.4.1.3. Preparação de Moldes

A preparação de molde representa uma operação de *setup* estritamente necessária e crucial para o bom funcionamento das tarefas de *Lay up*. Esta operação acontece no posto destinado à Desmoldagem, logo após a retirada da peça do molde após processamento no Autoclave. Quando prontos, os moldes são enviados para o *lay up*.

3.4.1.4. Lay up

A operação de *Lay up* representa o *core* de operações mais técnicas, alienando um conjunto de tarefas minuciosamente definidas pela Engenharia de Processo. Esta operação acontece sobre condições ambientais controladas dados os requisitos exigidos para a produção de peças aeronáuticas. Além destas condições controladas, os trabalhadores devem seguir uma série de normas como o uso de bata ou luvas

de algodão, de modo a não comprometer a matéria-prima. A área destinada a este passo do processo é denominada de “Sala Limpa”.

Este processo inicia-se com a verificação do molde a utilizar e previamente preparado, de modo a perceber se a limpeza foi efetuada e se não há danos que possam danificar a peça e/ou geometria. De seguida é feito o aprovisionamento do kit, cujos materiais devem ser deixados ambientar. Entenda-se como *peel-ply* uma camada extra de material de tecido que é colocada sobre a superfície exterior do compósito durante o fabrico. Esta camada destina-se a ser delaminada numa operação a jusante. A lona de pele é um tecido em vidro ou fibra de carbono. Posteriormente, é feita uma aplicação de *peel-ply* antes do núcleo seguindo as indicações da projeção laser. Esta projeção laser é resultado de um programa informático que fornece uma ajuda para o posicionamento de *peel-ply* de modo que a tela gasta seja a menor possível. Esta tarefa é feita de forma cuidada para não criar rugas ou bolhas de ar na tela.

Antes de uma segunda aplicação de *ply*, é feita a preparação do núcleo estabilizado, avaliando o estado da superfície e a sua conformidade para prosseguir aplicação.

Segue-se então uma segunda aplicação de *peel-ply* após o núcleo tendo, de novo, atenção à possibilidade de criação de rugas na tela ou bolhas de ar.

Por último, é feita a aplicação do saco de vácuo à peça, verificando a boa aplicação e as condições de pressão controladas. Este é um requisito necessário para a ocorrência de um bom processo de cura no autoclave. Nesta fase do processo é feita uma laminação até à linha de creche da peça.

3.4.1.5. Autoclave

Como foi referido, a empresa possui dois autoclaves. Um autoclave é uma grande câmara onde é possível controlar as condições de pressão e temperatura de modo a uniformizar e otimizar o processo de cura das peças.

Primeiramente, o autoclave é preparado e carregado com o material semiacabado que transita do *lay up*. Após a preparação e carregamento inicia-se a cura. Este processo é feito sob regras específicas presentes nas instruções de trabalho.

3.4.1.6. Desmoldagem

Após a cura, o material é retirado do autoclave e, depois de descer até determinada temperatura inicia-se a desmoldagem.

Esta desmoldagem deve acontecer de forma controlada, retirando materiais auxiliares e sacos de vácuo e confirmando visualmente que a peça não foi danificada.

3.4.1.7. Recorte/Recanteio

Após a desmoldagem, a peça avança para a cabine de recorte onde são realizadas as operações de recanteio e furação necessárias. Assim, depois da laminação ocorrida no *lay up* até à linha de creche, é feito o recorte até à linha de peça final.

3.4.1.8. Inspeção VD/ Estanquicidade/NDt

Tendo em conta as exigências do setor e dos clientes em termos da qualidade do produto e determinadas tolerâncias a nível de valores de condições de controlo, é necessário efetuar uma bateria de testes com recurso à tecnologia.

Assim, para despistar possíveis defeitos de porosidade e delaminações, realiza-se uma inspeção à zona de laminado por ultrassons, ou *Non Destructive test* (NDt). Para as espessuras das peças, é feita uma inspeção visual dimensional (VD) a superfícies exteriores, peças e superfícies interiores, podendo ainda ser realizado uma inspeção tridimensional com recurso a uma máquina tridimensional industrial.

Por último, para verificar a ausência de poros, trincas ou furos é feito um teste de estanquicidade, através de um tanque com parâmetros aquáticos controlados.

3.4.1.9. Reparações

Caso, dos testes surja alguma não conformidade ou necessidade de reparação da peça fabricada, são executadas as medidas necessárias, se possível, para colocar a peça conforme e reparar algum tipo de defeito funcional.

3.4.1.10. Selante/Pintura

Após ser feita toda a bateria de testes exigidos e as reparações necessárias, inicia-se o processo de selagem e pintura. A sequência de tarefas desta operação é a seguinte:

1. Selagem de arestas
2. Verificação da aplicação do selante
3. Mascaramento 1
4. Preparação de superfície
5. Aplicação de *flash* primário
6. Aplicação de tapaporos
7. Aplicação de primário

8. Remoção de mascaramento
9. Verificação de primário
10. Mascaramento 2
11. Preparação de superfície Tedlar
12. Aplicar pintura antifricção
13. Remoção de mascaramento
14. Verificar pintura visualmente

3.4.1.11. Armazenamento de Produto Acabado

Após a conclusão do processo de fabrico de determinado componente, este é embalado e armazenado com toda a documentação anexa e fica pronto para expedição.

3.4.2 Departamento de Engenharia de processo e Engenharia de qualidade

Como referido anteriormente, a empresa começará em breve a produzir apenas componentes de material compósito e, portanto, ao longo da dissertação será feita referência apenas aos processos e funções inerentes a este tipo de material.

3.4.3 Departamento de Engenharia de processo

O departamento de Engenharia de Processo é composto por um Diretor de Engenharia com as funções de gestão, suporte ou a promoção de boas práticas de segurança e melhoria contínua. Além do Diretor de Engenharia, operam neste departamento cinco engenheiros de processo que, entre outras funções, são responsáveis cada um deles por um só programa de um dos aviões referidos na secção 3.2. Entre as principais funções atribuídas por estes Engenheiros de processo, podem ser referidas as seguintes:

- Elaboração de ordens de trabalho;
- Elaboração de ordens de retrabalho;
- Elaboração de roteiros;
- Elaboração de livros de retrabalho;
- Elaboração de livros de trabalho;
- Elaboração de marcas;
- Coordenação de remarcações.

A organização deste departamento é feita através de várias plataformas informáticas:

- *Microsoft Teams* – realização de reuniões e comunicação;
- GesDoc – consulta e depósito de documentos;
- SAP – registo de matérias-primas, produção de etiquetagem, ordens de produção, ordens de serviço ou registo e etiquetagem de equipamentos;
- Ferramentas de Gestão visual – utilização de um quadro KD II onde constam indicadores diários, plano de trabalhos individual, plano de ações (PDCA), *skill matrix*, presenças, kamishibai ou sugestões;
- *Outlook* – marcação de reuniões e troca de documentos.

A atualização do quadro KD II, Figura 11, é feita através de uma reunião diária, onde é obtido o feedback do dia anterior de operações e programadas atividades futuras a realizar.

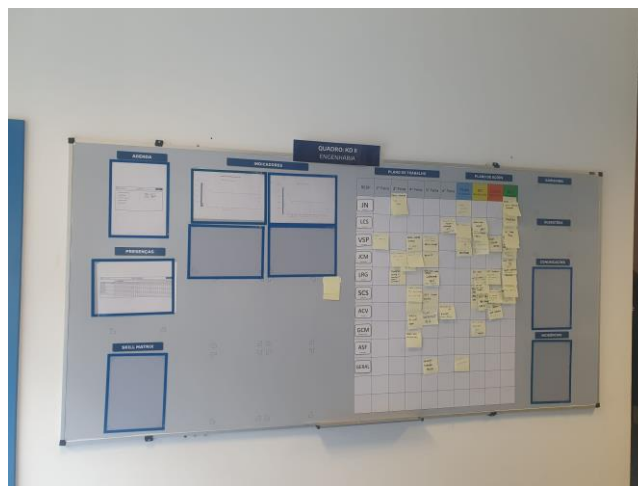


Figura 11 - Quadro KD II do Dept. de Eng^a. do Processo

3.4.4 Departamento de Engenharia de qualidade

O departamento de Engenharia de Qualidade é dirigido por uma Diretora de Qualidade, responsável pela gestão, suporte ou a promoção de boas práticas de segurança e melhoria contínua. Além desta, constam ainda neste departamento sete Engenheiros de Qualidade que, entre outras funções, são responsáveis pelo Sistema de Gestão de Qualidade (SGQ), pelo sistema de Qualidade, Ambiente e Segurança (QAS), Metrologia e procura de soluções para não conformidades detetadas.

Da mesma forma que o anterior, a organização deste departamento é feita através de várias plataformas informáticas:

- *Microsoft Teams* – realização de reuniões e comunicação;
- GesDoc – consulta e depósito de documentos;

- SAP – registo de matérias-primas, produção de etiquetagem, ordens de produção, ordens de serviço ou registo e etiquetagem de equipamentos;
- Ferramentas de Gestão visual – utilização de um quadro KD II onde constam indicadores diários, plano de trabalhos individual, plano de ações (PDCA), *skill matrix*, presenças, *kamishibai* ou sugestões;
- *Outlook* – marcação de reuniões e troca de documentos.

A atualização do quadro KD II, Figura 12, é feita através de uma reunião diária, onde é obtido o *feedback* do dia anterior de operações e programadas atividades futuras a realizar.

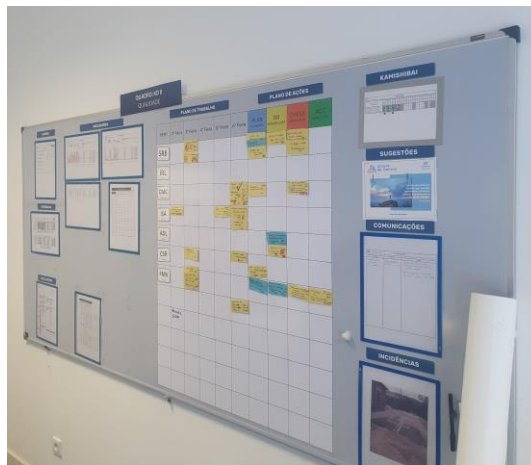


Figura 12 – Quadro KD II do Dept. de Eng^a. da Qualidade

De salientar que os dois departamentos anteriormente descritos são, de forma conjunta, responsáveis pelo planeamento e elaboração de planos de auditoria interna e, conseqüente realização e avaliação de resultados. Assim, a função conjunta e principal missão do trabalho desenvolvido nestes dois departamentos passa pela deteção e/ou correção de não conformidades detetadas ou passíveis de ocorrer.

4. CARACTERIZAÇÃO E ANÁLISE CRÍTICA DO ESTADO ATUAL

Neste capítulo descreve-se a situação atual dos departamentos analisados nesta dissertação, importantes para a concretização dos objetivos iniciais anteriormente referidos. Relativamente ao Sistema de Gestão de Qualidade, é feita uma descrição do modo de administração intra-organizacional, desde as atividades relevantes até aos princípios de gestão. De seguida são abordados os vários processos da empresa, o modelo de organização documental e as atividades para controlo de qualidade. Neste último ponto, é descrito todo o processo de auditoria interna, desde o seu programa até ao fecho de auditoria e também o processo de controlo de qualidade do produto com a apresentação dos vários pontos de inspeção existentes. Por último, são analisados os principais problemas identificados nas atividades de controlo de qualidade de processo e de produto, culminando na decisão sobre as áreas de atuação. Paralelamente, é ainda analisada a falta de rastreabilidade de documentos do SGQ e o possível impacto deste problema.

4.1 Descrição do Sistema de Gestão de Qualidade da empresa

A competitividade de uma empresa depende da sua capacidade para colocar no mercado produtos e serviços que atendam aos padrões de qualidade dos mercados locais e mundiais a preços competitivos e proporcionem rendimentos face aos recursos utilizados ou consumidos na sua produção. Esta relação pode ser observada na Figura 13.



Figura 13 – A perspetiva da empresa para atingir a competitividade
(Empresa, 2021)

Através desta premissa, a empresa solidificou o seu Sistema de Gestão de Qualidade que dissemina e promove entre os seus trabalhadores. Na sua perspetiva, o SGQ é um conjunto de elementos interligados, integrados na organização de uma empresa, que funcionam como uma engrenagem para atender à política da qualidade e aos objetivos da entidade.

É uma ferramenta que traz controlo e padronização dos processos, permitindo também a avaliação da eficácia das ações tomadas, com foco na satisfação do cliente e na busca da melhoria contínua da produção respetiva de produtos ou serviço prestado pelas empresas. Por outras palavras, o SGQ é definido como todas as atividades que possam de algum modo afetar a qualidade do produto e/ou serviço, ou o

modo como a qualidade é entendida pelo cliente/consumidor. As atividades consideradas no SGQ da empresa são apresentadas na Figura 14.

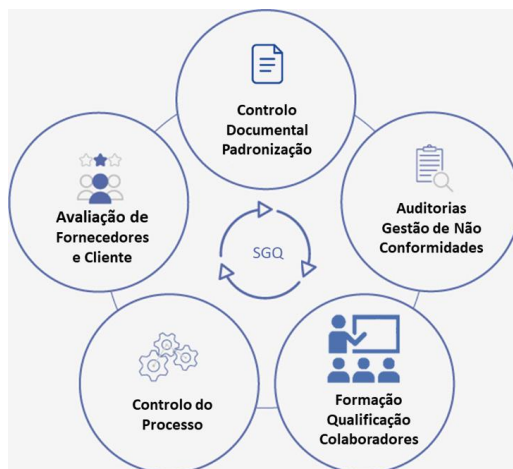


Figura 14 – Atividades do SGQ da empresa
(Empresa, 2021)

Contudo, antes de falar da importância destas atividades e da forma como o seu não controlo afeta os objetivos da empresa, é importante abordar os princípios em que o SGQ se baseia. O SGQ baseia-se nos princípios da Gestão da Qualidade Total (GQT), dos quais fazem parte, por exemplo, a melhoria contínua, o foco no cliente ou a liderança. Todos os princípios podem ser observados na Figura 15.



Figura 15 – Princípios de Gestão da Qualidade Total seguidos pela empresa
(Empresa, 2021)

O modelo de gestão da qualidade da empresa é ainda orientado de acordo com as normas da série ISO9000 que designa um grupo de normas técnicas a ter em conta em organização.

Na empresa, especificamente, são de maior relevância os seguintes conjuntos de normas:

- ISO 9000:2005: Fundamentos e vocabulário;

- ISO 9001:2015: Requisitos;
- ISO 9004:2011: Gestão do Sucesso sustentado de uma organização;
- ISO 19011:2011: Linhas de Orientação para auditorias ao SG.

Paralelamente a estas normas, ganha especial importância uma série destinada ao setor aeronáutico: a série 9100, que agrega as normas ISO9001 com os requisitos de Qualidade para o Espaço e Defesa. Além das referidas, é seguida a norma EN9100 que estabelece requisitos de gestão da qualidade específicos para a indústria aeronáutica. Esta baseia-se na ISO 9001, tendo requisitos comuns com esta e requisitos adicionais, dos quais se destacam:

- Gestão de Riscos Operacionais;
- Segurança do Produto;
- Requisitos Especiais;
- Itens Críticos;
- Gestão da Configuração;
- Entrega a tempo;
- Peças Falsas;
- Requisitos ampliados para produção e subcontratados externos.

4.2 Gestão de processos, Gestão documental e Controlo de qualidade

Nesta secção são descritos os processos da empresa, como se relacionam e como são geridos. Posteriormente, são introduzidos alguns conceitos de organização e gestão documental, de modo que a compreensão da descrição do processo de auditorias seja facilitada ao longo do capítulo. Por último, é apresentado o método de controlo de qualidade dos processos e do produto.

4.2.1 Gestão de processos

Um processo é um conjunto de atividades inter-relacionadas ou que interagem e que transformam *inputs* em *outputs*. A abordagem por processos permite uma visão sistêmica do funcionamento da empresa como um todo, possibilitando o alcance mais eficiente dos resultados desejados. A empresa apresenta treze processos distintos:

- Gestão corporativa (PR01.0);
- Gestão de Programas (PR02.0);

- Ofertas (PR03.0);
- Engenharia (PR04.0);
- Produção (PR05.0), que se subdivide em Planeamento e Controlo da Produção (PR05.1) e Produção (PR05.2);
- Compras (PR06.0);
- Cadeia de abastecimento (PR07.0);
- Qualidade (PR08.0);
- Recursos Humanos (PR09.0);
- Manutenção (PR10.0);
- Ambiente e SST (PR11.0);
- Logística (PR12.0);
- ICT (PR13.0).

A função destes processos pode ser observada na Figura 16, com recurso ao ciclo PDCA.

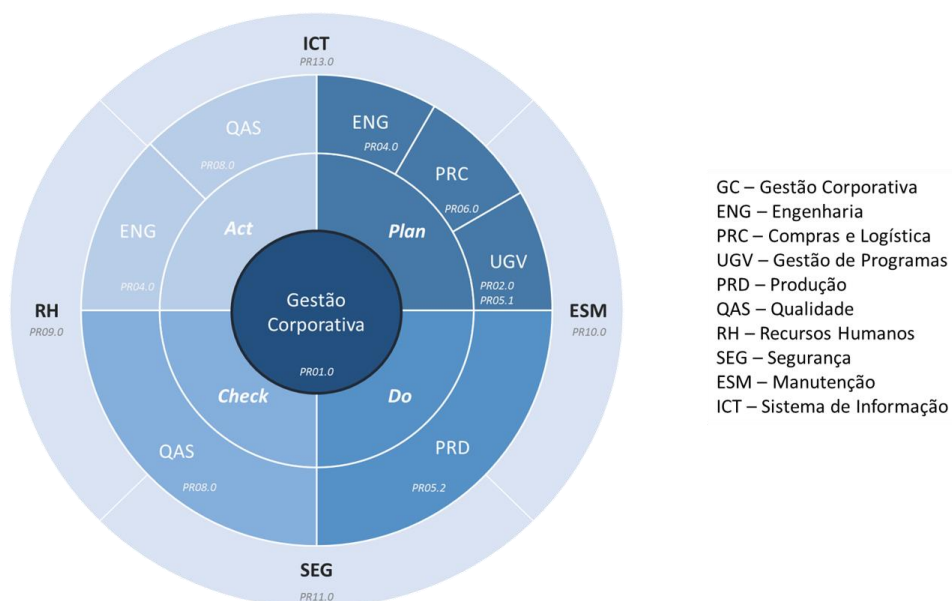


Figura 16 – Organização dos processos da organização segundo o ciclo PDCA
(Empresa, 2021)

A avaliação dos processos é feita através da monitorização e medição, para posterior comparação com a métrica definida internamente. A título de exemplo, é apresentado na Figura 17, a forma de apresentação da monitorização, medição e métrica de um dos processos da empresa, onde para o processo de produção se mede o seu desempenho com recurso ao cálculo das peças feitas de forma correta à primeira, permitindo calcular a qualidade do processo.

E/O	Processo	Objetivo	Indicador	Métrica	Unidade	Meta		Periodicidade				
						2021	2022	Mensal	Trimestral	Semestral	Anual	
E	PRO5.2	Aptos à Primeira (RFT - Right First Time) (Melhorar)	RTF_Metálicos	$1 - \frac{\text{Peças Afetadas}}{\text{Peças terminadas} + \text{Peças Afetadas}} * 100$	%	>	99,8%	100%	x			
			RTF_Compósitos	$1 - \frac{\text{Peças Afetadas}}{\text{Peças terminadas} + \text{Peças Afetadas}} * 100$	%	>	87%	92%	x			

Figura 17 – Monitorização, medição e métrica para PR05.2
(Empresa, 2021)

4.2.2 Gestão documental

A gestão da documentação é feita, com recurso a dois softwares: Gesdoc e SAP. Relativamente ao Gesdoc, Figura 18, a sua utilidade passa pelo arquivo de documentos digitais, ativos ou obsoletos, permitindo uma consulta rápida e acessível, pois permite que o arquivo seja feito de forma organizada, de acordo com clientes, processos ou datas.



Figura 18 – Software GesDoc
(Empresa, 2021)

Por outro lado, o SAP é um software de gestão com mais funcionalidades e utilidades já que permite, além do arquivo documental, registar transações de saída e entrada de material, transações financeiras, elaboração de etiquetagem ou visibilidade de instruções de trabalho para o trabalhador do posto, assim como as ordens de produção. Este *software* apresenta uma abrangência maior que o GesDoc.

A variedade de tipo de documentos que circulam internamente exige que seja feita uma hierarquização destes. Assim, é feita de seguida uma apresentação dos tipos de documentos da empresa e a relação entre eles, retratada na Figura 19.



Figura 19 – Hierarquização e tipos de documentação
(Empresa, 2021)

De forma a clarificar cada documento, é importante referir que a empresa define cada um dos documentos da seguinte forma:

- Impressos/Registos: Os impressos são formatos/modelos que se destinam ao preenchimento manual ou informático. Estes impressos, após preenchimento, transformam-se em registos e constituem evidências objetivas sobre as atividades realizadas ou os resultados obtidos;
- Instruções de trabalho: Documentos que caracterizam em detalhe as tarefas a realizar em cada atividade, definindo as regras e sequências de atuação face a parâmetros pré-definidos;
- Procedimentos: Documentos que descrevem o modo de realizar atividades ou processos;
- Processos: Conjunto de atividades utilizando recursos, gerido de forma a permitir a transformação de entradas em saídas;
- Manual da Qualidade: Documento que descreve o SGQ;
- Política da Qualidade: Compromisso da Gestão de Topo relativamente à Qualidade.

Podem ainda ser referidos outro tipo de documentos como a Ordem de Produção (OP), que designa o documento que especifica as tarefas a serem realizadas naquele produto ou a Lista Técnica, que diz respeito à documentação de referência e aplicável para cada OP. Com o intuito de facilitar a comunicação, a empresa determinou as seguintes nomenclaturas:

- Processo – PR;
- Procedimento – PC;
- Instrução de trabalho – IT;
- Livro de trabalho – LT;

- Impressos/Registos – CA;

4.2.3 Controlo de qualidade

Nesta secção é apresentado o método de controlo de qualidade e de cumprimento de requisitos definidos por entidades externas e internas, tanto do processo como também da conformidade do produto fabricado.

4.2.3.1 Controlo de Qualidade dos Processos

A monitorização e verificação do Sistema de Gestão da Qualidade implementado pela empresa e dos processos da empresa descritos anteriormente é feita através da realização de auditorias. Como referido previamente, são realizadas dois tipos de auditorias: internas e externas. Dada a importância das auditorias externas, as auditorias internas são um meio fiável de preparação e, portanto, antes de qualquer auditoria por parte de uma entidade externa, como por exemplo, a NADCAP, são elaboradas auditorias intensivas aos processos internos por parte de pessoal interno (pertencente à empresa ou serviços partilhados) ou auditores externos devidamente selecionados pela direção da qualidade. Estas auditorias internas são despoletadas para seguimento dos processos internos implementados na organização e verificação do cumprimento de requisitos de normas internacionais e de clientes.

Para a execução das auditorias internas, é necessário estabelecer as ações e responsabilidades necessárias para a programação, planificação e realização de auditorias, desde o planeamento às ações corretivas de não conformidades. De forma breve, os passos para a execução de uma auditoria interna na empresa são os seguintes:

1. Programa de auditorias

O responsável SGQ elabora um programa Anual de Auditorias para determinar se o Sistema de Gestão de Qualidade:

- está conforme com as disposições planeados, com os requisitos das normas NP EN ISO19001 e EN9100 e com os requisitos do Sistema de Gestão da Qualidade estabelecidos pela empresa;
- está implementando e mantido com eficácia.

Este programa de auditorias tem em consideração a funcionalidade, complexidade e nível de maturidade do sistema, bem como dos resultados de auditorias anteriores. O plano é, de seguida, distribuído aos colaboradores.

Para cada uma destas auditorias é necessário ter em conta a periodicidade, as especificações a seguir e qual o número mínimo de auditores presentes na realização de auditorias. Algumas destas regras são:

- Os processos especiais deverão ser auditados pelo menos uma vez ao ano;
- Para processos auditados pela NADCAP deverão, em auditoria interna, ser sempre seguidos pela *checklist* correspondente ao processo.

Um exemplo de quadro resumo da periodicidade, especificações e auditores mínimos pode ser consultado na Figura 20.

ÁREA AREA	PROCESSO PROCESS	PERIODICIDADE FREQUENCY	ESPECIFICAÇÃO SPECIFICATION	AUDITORES MÍNIMOS MINIMUM AUDITORS
COMPOSITOS COMPOSITES	NADCAP Compositos NADCAP Composites	12 meses 12 months	AC7118; I+D-P-233	Resp. da Certificação do Processo + Auditor Interno Responsible for the Certification of the Process + Internal Auditor
	NADCAP Pintura NADCAP Painting		AC7108, AC7108-1, AC7108-4 I+D-P-060; I+D-P-358;	
	NDCAP M&I		AC7130; AC7130-1; AC7130-6	
	NADCAP END NADCAP NDT		AC7114, AC7114-S, AC7114-3 I+D-E-275; I+D-E-280; I+D-E-282; I+D-E-294, I+D-E-295; (verificar 5.4.3 / check 5.4.3)	Resp. da Certificação do Processo + Auditor Interno + N3R Responsible for the Certification of the Process + Internal Auditor + RL3
	Estanquidade Leak Test		I+D-E-336	Resp. da Certificação do Processo + Auditor Interno Responsible for the Certification of the Process + Internal Auditor
	Reparações Repairs		I+D-P-412	
	Mecanização de Peças Parts Mechanization		I+D-P-387	

Figura 20 - Periodicidade, Especificação e Auditores mínimos de um processo de auditoria (Empresa, 2021)

2. Planeamento e Preparação da Auditoria

As auditorias são realizadas com base nos requisitos legais, normativos e documentação aplicáveis e incluem questões relacionadas com NC (atividades ou ações em incumprimento com o procedimentado) de auditorias anteriores. Assim, o plano de auditoria é elaborado pelo auditor coordenador, sendo posteriormente analisado pelos auditados, para caso sejam necessárias alterações. Os auditores analisam as auditorias anteriores de modo a verificar o cumprimento das ações corretivas, preventivas e verificação da eficácia das mesmas e ainda os documentos de referência como o processo, procedimentos ou manuais.

O plano de auditoria é elaborado de forma personalizada, de acordo com os requisitos/processos a ser auditados, ou seja, tendo em conta as diferenças de requisitos e normas que existem entre as exigidas pelos clientes, EN9100, NADCAP e outros.

A preparação da auditoria exige que o auditor faça uma revisão de conteúdos internos e externos, com o intuito de planear aquilo que irá verificar naquela auditoria em concreto.

3. Execução da Auditoria

A execução de uma auditoria na empresa é iniciada com uma reunião entre o auditor e o responsável do processo a auditar onde se apresenta a equipa de auditoria, é feita uma breve explicação sobre o processo e confirmação do plano de auditoria elaborado. Ao longo do processo, é realizada uma entrevista com o auditado, são analisados documentos e registos, atividades e processos e verifica-se se a aplicação prática dos procedimentos e instruções documentados está a ser cumprida.

Excecionalmente, uma auditoria de NDt deve ainda inclui pontos específicos como:

- Revisão de requisitos base da *checklist* Nadcap para auditorias;
- Revisão dos requisitos do cliente;
- Revisão dos requisitos das normas standard;
- Revisão da adequação das instruções e especificações do processo;
- Revisão de certificação de pessoal;
- Revisão do funcionamento, verificação de equipamentos de inspeção, ensaio e controlo;
- Revisão de ensaios de controlo de processo.

Durante esta fase, são anotadas todas as respostas e observações feitas pelo auditor no plano previamente elaborado, de modo a facilitar a próxima etapa da auditoria. A Figura 21 retrata a folha de preparação e anotações de um auditor numa auditoria interna realizada ao processo PR06.0.

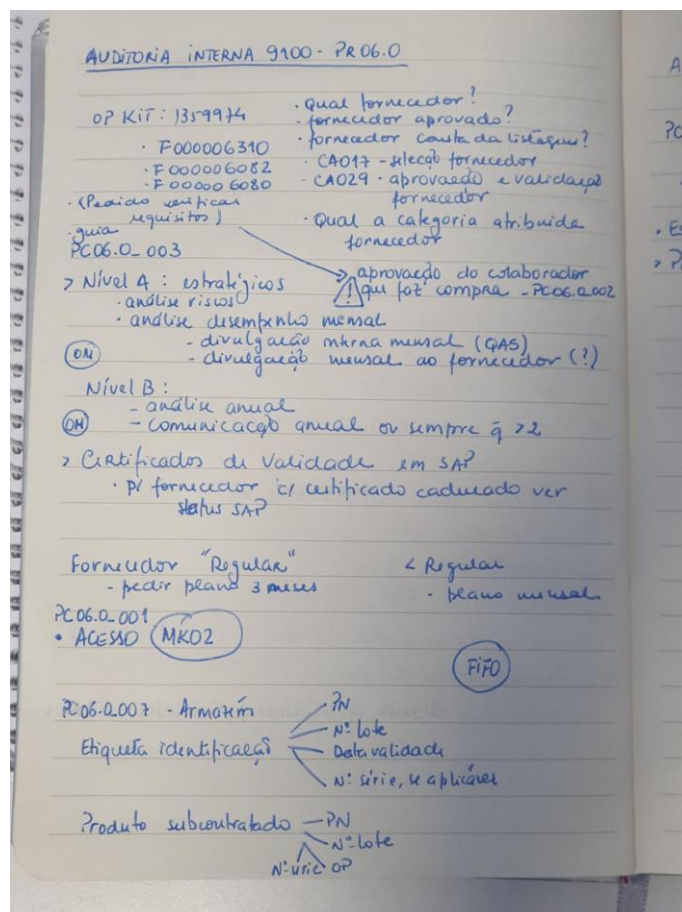


Figura 21 - Folha de preparação de auditoria interna

4. Relatório da Auditoria

Após a realização da auditoria, cabe ao auditor coordenador, a elaboração do relatório de auditoria que terá como base as evidências objetivas recolhidas durante a auditoria e envia-o ao responsável SGQ. Neste relatório constam as não conformidades detetadas, devidamente sustentadas com as evidências, observações pertinentes e oportunidades de melhoria identificadas.

5. Resposta/Fecho da Auditoria

Após entregar o relatório de auditoria, o responsável do processo auditado reúne com o responsável SGQ de modo a definir as respetivas ações corretivas e/ou preventivas que devem ser incluídas no impresso CA_XX. Fica também estipulado a forma como se efetua a verificação da eficácia das ações, tendo estas que ser documentadas num documento designado Lista de Ações, assim como a análise da sua eficácia. No caso de as ações não serem eficazes, os responsáveis pelos processos elaboram e remetem novas ações ao responsável SGQ. O *Deployment Diagram*, apresentado na Figura 22, ilustra o funcionamento do processo de auditorias na empresa e respetivos responsáveis.

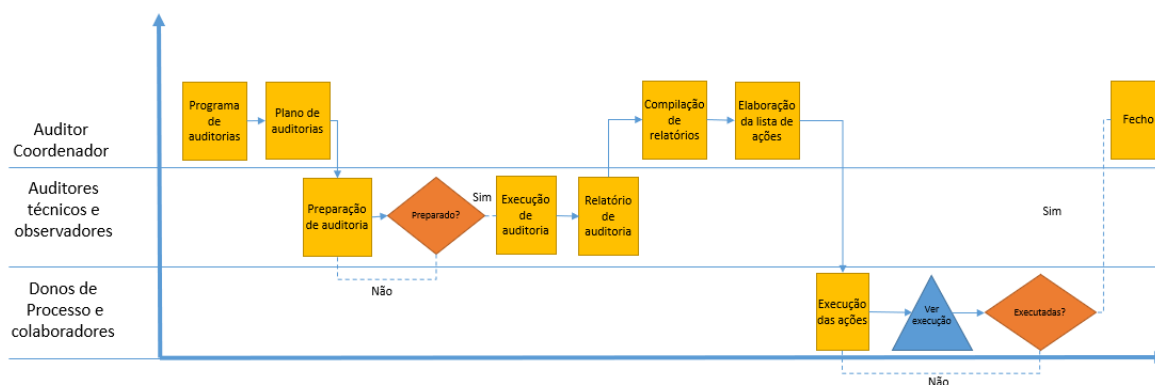


Figura 22 - Deployment Diagram das atividades do processo de Auditorias Internas

4.2.3.2 Resultados de auditorias internas – suporte para entidades externas

A realização das auditorias internas na empresa acontece, apenas, como meio de preparação para uma auditoria externa, acontecendo, normalmente, um ou dois meses antes da visita de um auditor externo. Esta realização é uma formalidade necessária, visto que os resultados são enviados para a entidade externa que irá auditar.

É ainda importante referir, que os resultados em auditorias externas, determinam o ciclo ou período de tempo, durante o qual a certificação/acreditação para os processos auditados é válido e, portanto, é de extrema importância um resultado positivo, pois além do impacto positivo na reputação da empresa perante os parceiros de negócio, permite uma poupança de custos tendo em conta o montante avultado a pagar por uma auditoria externa.

Assim, normalmente, uma auditoria externa de determinada entidade acontece com intervalos de 12 meses. No entanto, perante uma primeira avaliação positiva, esse período pode ser estendido para os 18 meses. No caso de haver uma segunda avaliação positiva no final desses 18 meses, o período é alargado para os 24 meses. A Tabela 3 apresenta, resumidamente, aspetos do processo de auditoria interna com recurso à ferramenta 5W2H.

Tabela 3 – 5W2H para o processo de auditoria interna

TÉCNICA	PERGUNTA	DESCRIÇÃO
5W	What?	Auditoria interna de processos/ procedimentos.
	Why?	Para preparação para auditorias externas e documento informativo para entidades externas auditoras.
	When?	1 a 2 meses antes de uma auditoria externa.
	Where?	Em todos os processos da empresa.
	Who?	Auditores coordenadores, auditores técnicos, observadores e donos de processo.
2H	How?	Seguimento do processo de auditoria interno: Programa, Plano, Preparação, Execução, Relatório, Fecho.
	How much?	Montante salarial correspondente a cerca de 1 a 4 semanas.

4.2.3.3 Controlo de Qualidade do Produto

A exigência do setor aeronáutico relativamente à qualidade do produto fabricado torna obrigatório que ao longo do fabrico de componentes sejam realizadas inspeções frequentes determinados requisitos como os valores das medições e respetivas tolerâncias, funcionalidade do produto ou mesmo aspeto visual. O processo produtivo dos produtos da empresa apresenta seis pontos de inspeção, representados na Figura 23.

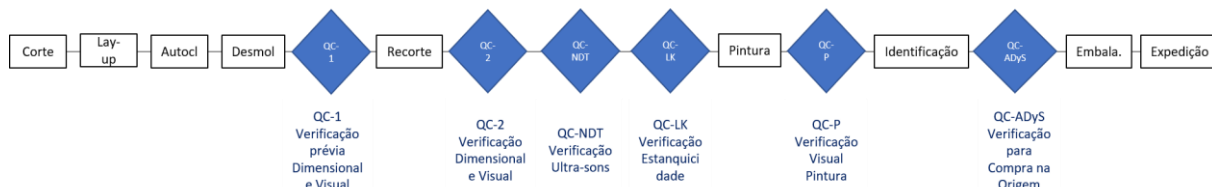


Figura 23 - Processo produtivo dos produtos da empresa com pontos de controlo (Empresa, 2021)

Após a realização de cada uma das inspeções, podem resultar duas decisões: conformidade e não conformidade do produto. Como foi referido previamente, uma conformidade retrata um produto que cumpre com todos os requisitos definidos, enquanto uma não conformidade é verificada quando é detetado um produto com algum defeito que não cumpre com os requisitos definidos. Ao verificar uma não conformidade, esta deve ser relatada ao dono do processo, preenchendo uma folha de não conformidade, sendo usada a sigla HNC que significa *Hoja de No Conformidade*. O passo seguinte passa pela colocação de uma etiqueta na peça para identificação da NC e posterior envio para a zona da quarentena, juntamente com documentação anexa, como por exemplo, a ordem de produção (OP) ou o relatório de NC. A partir deste momento, é responsabilidade da Engenharia da Qualidade a avaliação da NC, para posterior tomada de decisão.

Após análise e avaliação da NC por parte do departamento da Engenharia da Qualidade, é tomada a decisão acerca da disposição a executar. Esta disposição pode ser de três tipos:

- Aceite: o defeito da peça é aceite por parte da Eng. da Qualidade tendo em conta os Critérios apresentados na norma de fabricação de peças do Cliente;
- Pedido de disposição: Solicitação ao Cliente, em Plataforma do próprio, de solução para a NC existente em determinada peça. O resultado pode ser uma disposição parcial, disposição não definitiva, para descrever ações a tomar antes de chegar à disposição final, ou uma disposição final, que retrata uma ação a tomar com a peça previamente definida como não conforme.

- Scrap: Os produtos que não podem ser reparados/retrabalhados e que em sistema tenham disposição de SCRAP deverão estar identificados com etiqueta vermelha (CA_XY), apresentada na Figura 24, colocada na peça pela Eng. da Qualidade.



Figura 24 - Etiquetas Produtos SCRAP
(Empresa, 2021)

De forma a resumir o procedimento seguido após detecção de uma NC, é apresentada de seguida a Figura 25.

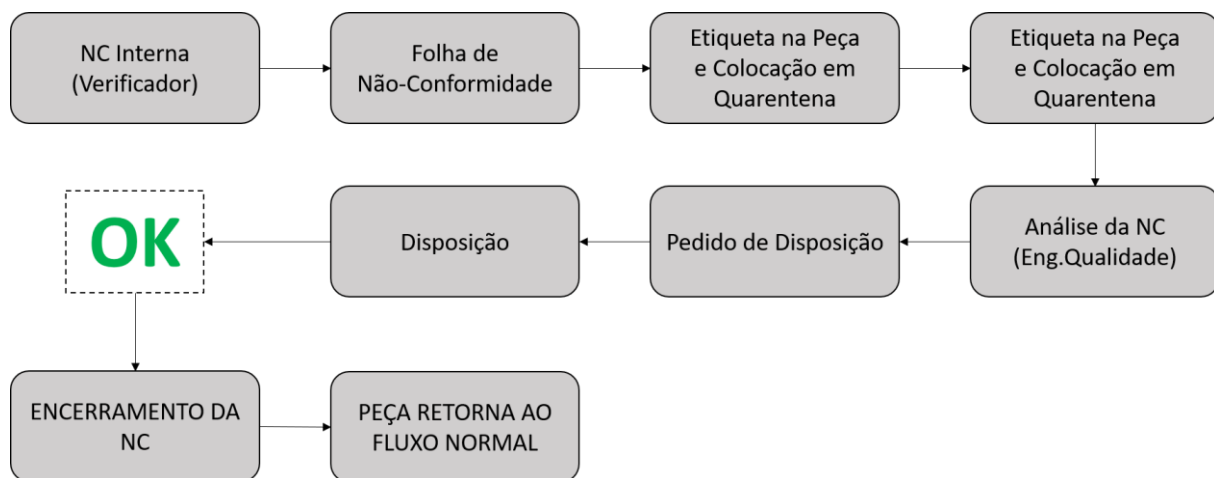


Figura 25 – Esquema do procedimento seguido após a detecção de uma NC
(Empresa, 2021)

4.3 Gestão dos ensaios da matéria-prima

A garantia da condição ideal da matéria-prima a ser utilizada na conceção do produto final é de total responsabilidade do produtor. Para isso, a empresa exige ao fornecedor que sejam efetuados ensaios à matéria-prima que fornecem. Estes ensaios são feitos a determinadas propriedades mecânicas e/ou físicas que o cliente final exige que sejam controladas, estabelecendo determinados limites de especificação para cada uma destas propriedades.

Além dos ensaios no fornecedor, outra das normas do setor aeronáutico corresponde aos ensaios de receção de entrada. Assim, adicionalmente aos ensaios na fonte, são exigidos ensaios de receção sendo que a entidade que realiza estes testes deve estar certificada para tal ou subcontratar uma empresa para o fazer. A matéria-prima só deve ser introduzida no processo de transformação caso esteja dentro dos limites de especificação tanto nos ensaios na fonte como no recetor.

No caso da empresa em estudo, os ensaios de receção são realizados numa empresa externa subcontratada para o efeito. Os materiais alvos destes testes centram-se sobretudo nas telas de carbono usadas, sendo analisado uma pequena porção do lote recebido.

Contudo, o cliente final, apenas exige a realização destes ensaios no caso de pelo menos uma das seguintes condições não se verifique:

1. Condições de transporte em desacordo com a norma X.
2. Excesso do prazo de transporte.
3. Vedação do saco à prova de humidade violada.
4. Inexistência de controlo de qualidade.

Analisando a matéria-prima de maior rotação – tela de carbono Y – verifica-se que:

- São realizados, em média, cerca de 60 pares de ensaios (60 ensaios mecânicos e 60 ensaios físicos), tanto no fornecedor como na empresa (ensaios de receção);
- O conjunto de um ensaio mecânico e físico tem o custo de 436,50 euros (na empresa certificada);

Adicionalmente, a necessidade de subcontratar uma empresa certificada para a realização dos testes de receção, tem custos associados de mão-de-obra e de transporte (não determinados).

4.4 Análise crítica e identificação de problemas

Nesta secção são apresentados e analisados os problemas identificados no processo de controlo de qualidade e de gestão documental. A recolha e análise dos dados para posterior identificação de problemas foi feita através de uma análise documental ao histórico dos documentos de Engenharia de Qualidade e de Engenharia de Processo, presentes na rede online da empresa. Paralelamente, acedeu-se ao software GesDoc para recolher determinados standards de controlo e de execução de tarefas e analisar impressos/registos para avaliar a sua rastreabilidade. Foi ainda realizada uma discussão com diretores de departamento e donos de processo com o intuito de perceber a justificativa para o incumprimento de standards e recolher alguma informação no terreno que não constasse nos documentos analisados.

4.4.1 Não conformidades na qualidade do processo e do produto

Esta secção apresenta a análise realizada às auditorias internas e externas efetuadas durante os anos de 2020 e 2021 na empresa. Assim, foram recolhidos os resultados das não conformidades, observações e

oportunidades de melhoria detetadas, sendo realizado um tratamento de dados com o intuito de perceber a prevalência de determinados processos e a eficácia das ações propostas e concluídas pela empresa.

De forma similar, recorreu-se ao histórico da empresa para analisar os defeitos do período temporal entre junho de 2021 e janeiro de 2022, com o intuito de perceber os tipos de defeitos mais comuns no processo produtivo, de modo que uma futura proposta de melhoria incida sobre estes.

4.4.1.1 Qualidade do processo

Como referido anteriormente, a empresa apresenta 13 processos documentados e procedimentos no Sistema de Gestão. Além das auditorias internas e externas realizadas a estes processos de acordo com as normas EN9100, o programa de auditorias engloba ainda auditorias de clientes, auditorias de requisitos NADCAP e auditorias a processos especiais como reparações, pinturas ou processos químicos.

Fazendo uma análise dos relatórios de auditorias internas e externas a um período de dois anos (2020 e 2021) e à lista de planeamento, implementação e monitorização de ações, foi possível retirar observações acerca do *status quo* e do processo atual de auditar. Durante o ano 2020 foram detetadas 30 não conformidades, 28 observações e 24 oportunidades de melhoria. Relativamente a estas, foi feita uma análise à sua distribuição, apresentada nos gráficos da Figura 26 e Figura 27.

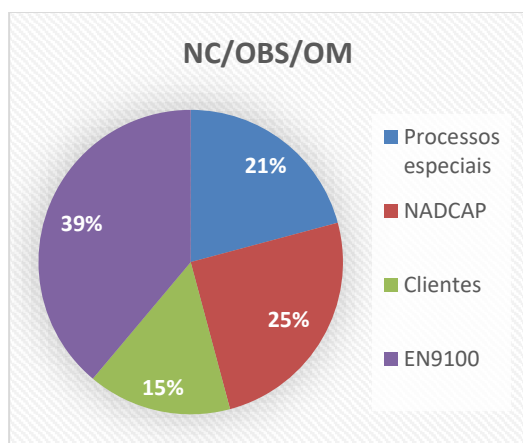


Figura 26 – Distribuição das NC/OBS/OM por Objetivo do ano de 2020

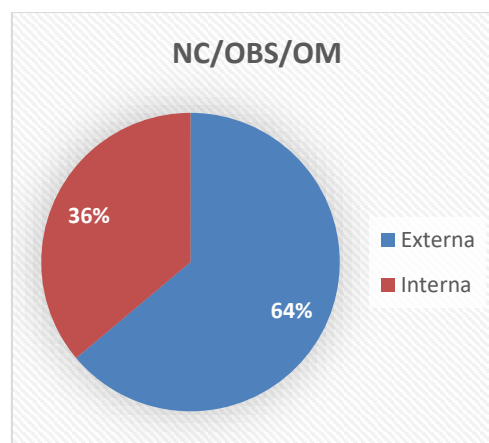


Figura 27 – Distribuição das NC/OBS/OM por Auditoria Externa e Interna do ano de 2020

Pela análise dos gráficos é possível verificar-se que a maior parte das não conformidades está relacionada com requisitos EN9100 e NADCAP e são resultado das auditorias externas.

Após associação, quando possível, das várias não conformidades (NC), observações (OBS) e oportunidades de melhoria (OM) a cada um dos 9 processos da empresa, obtém-se a Figura 28.

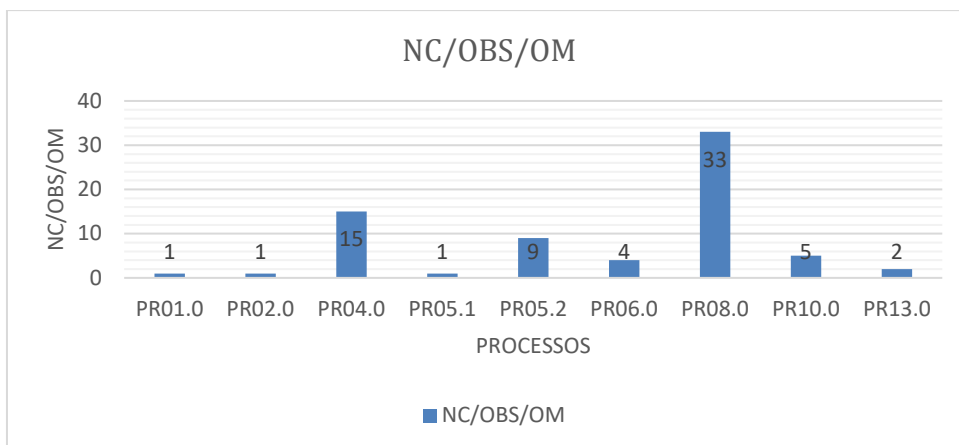


Figura 28 - Distribuição das NC/OBS/OM por Processos no ano de 2020

Para cada uma destas não conformidades, observações e oportunidades de melhoria foi definida uma determinada ação corretiva que, segundo os dados da empresa, em algumas situações se demonstraram ineficientes, como é comprovado pela seguinte Figura 29. Esta análise analisou todas as ações corretivas planeadas e executadas. Para cada uma destas, a empresa avaliou-as como eficazes ou não eficazes após a sua execução.

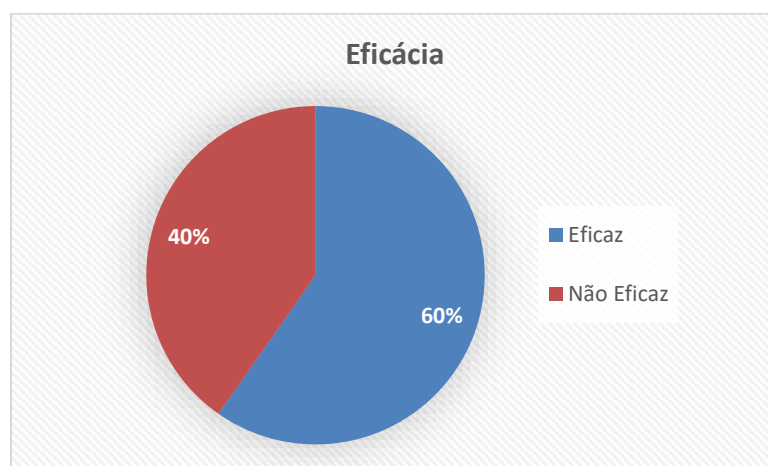


Figura 29 - Eficácia das ações corretivas do ano de 2020

Como é possível observar, as ações despoletadas apresentaram uma baixa taxa de eficácia durante o ano de 2020.

Durante o ano civil 2021 foram detetadas 84 não conformidades, 59 observações e 40 oportunidades de melhoria. Foi realizada uma análise similar à sua distribuição, presente nas Figura 30 e Figura 31.

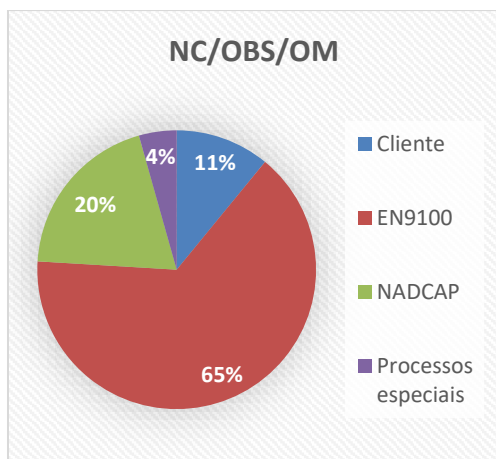


Figura 30 - Distribuição das NC/OBS/OM por Objetivo do ano de 2021

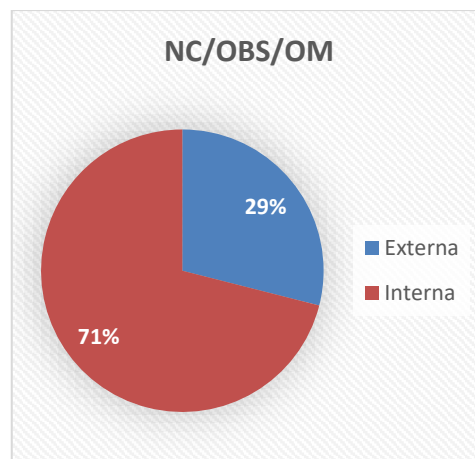


Figura 31 - Distribuição das NC/OBS/OM por Auditoria Externa e Interna do ano de 2021

Pela análise dos gráficos, tal como no ano transato, é possível verificar-se que a maior parte das não conformidades está relacionada com requisitos EN9100 e NADCAP sendo, no entanto, resultado das auditorias internas.

Após associação, quando possível, das várias não conformidades, observações e oportunidades de melhoria a cada um dos 13 processos da empresa, obtém-se a Figura 32.

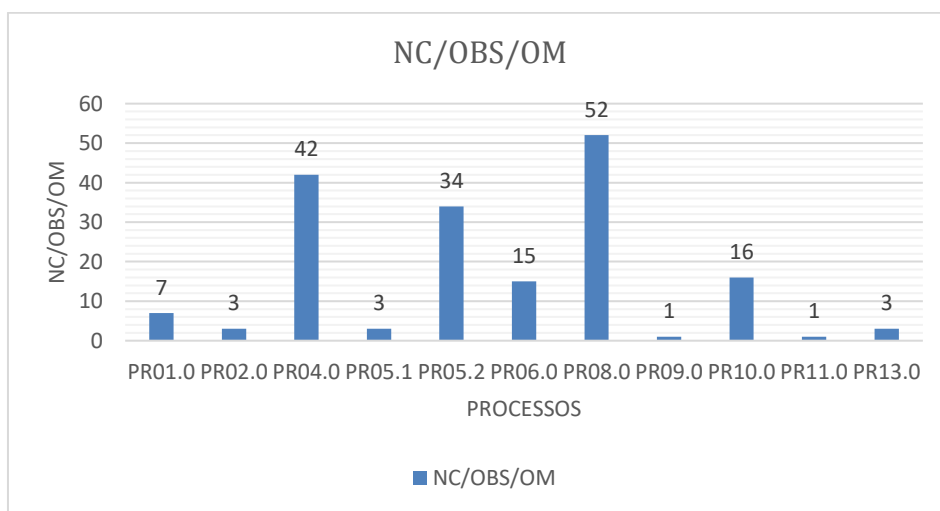


Figura 32 - Distribuição das NC/OBS/OM por Processos no ano de 2021

Para cada uma destas não conformidades, observações e oportunidades de melhoria foi definido uma determinada ação corretiva que, segundo os dados da empresa, em algumas situações se demonstraram ineficientes, como é comprovado na Figura 33. Com esta análise analisaram-se todas as ações corretivas planeadas e executadas. Para cada uma destas, a empresa avaliou-as como eficazes ou não eficazes após a sua execução.

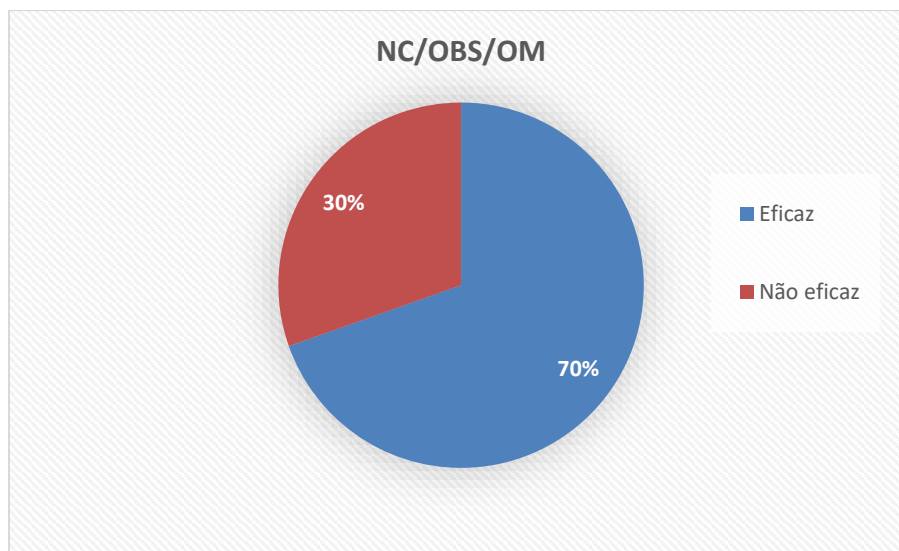


Figura 33 - Eficácia das ações corretivas do ano de 2021

Como é possível observar, as ações despoletadas apresentaram uma baixa taxa de eficácia durante o ano de 2020.

Pela análise conjunta dos gráficos relativos a 2020 e 2021, algumas ilações foram tiradas:

- Aumento do número de NC/OBS/OM detetadas;
- Prevalência do maior número de NC/OBS/OM detetadas nas auditorias de requisitos NADCAP e relativos à norma EN9100;
- Os processos PR04.0, PR05.2 e PR08.0 são os que apresentam maior número de NC/OBS/OM neste período de dois anos;
- A percentagem de ações implementadas consideradas como eficazes é insatisfatória, o que se traduz em desperdícios quer de mão-de-obra, tempo, movimentação ou mesmo desperdício do potencial intelectual humano.

4.4.1.2 Qualidade do produto

Relativamente à qualidade do produto, foram usados dados da empresa acerca do número e tipo de defeitos de cada um dos programas de aviação e respetivas peças que a empresa produz. O escopo temporal representa o período de junho de 2021 a janeiro de 2022. Os dados são apresentados de forma cumulativo ao longo deste período temporal. Assim, foi construída uma tabela, Tabela 4, onde constam os vários programas e peças, apresentando os defeitos que se verificaram com maior frequência e o total de defeitos.

Tabela 4 – Defeitos mais comuns por peça dos programas de aviação da empresa

Programa_peça	Defeitos mais comuns			Total de defeitos registrados
	Defeito 1	Defeito 2	Defeito 3	
ProgramaX_1	Raio NOK - 128	Peel-ply distinto entre peça e provete - 83	Fibra de Vidro NOK - 54	615
ProgramaY_1	Deformações negativas - 52	Espessura NOK-47	Rugas - 35	330
ProgramaX_2	Ciclo NOK – Entrada de pressão - 131	Erro no registo de termopares - 60	Delaminação - 56	278
ProgramaX_3	Ciclo NOK – Entrada de pressão - 46	Erro no registo de termopares - 18	Delaminação - 13	91
ProgramaY_2	Ciclo NOK – Entrada de pressão - 10	Rugas - 9	Desvios geométricos - 7	35
ProgramaY_3	Rugas - 7	Recolhimento de Núcleo - 7	Deformações negativas - 5	35
ProgramaX_4	Espessura NOK - 4	Falta de material - 3	Ciclo nok – Entrada de pressão - 2	14

No total, ocorreram cerca de 1400 defeitos nas peças fabricadas. Após o processo de disposição referido anteriormente ou reparações por autonomia interna da organização, parte delas resultou em *Scrap*, o que constituiu uma perda monetária de cerca de 170 mil euros durante o período de tempo analisado. Da tabela apresentada a montante, Tabela 4, destacam-se os defeitos de:

- Ciclo NOK – Entrada de Pressão;
- Raio NOK;
- Erro no registo de termopares.

4.4.1.3 Causas das não conformidades do processo e do produto

Para perceber o motivo da ocorrência do número elevado de não conformidades detetadas em auditorias externas e internas, foram aplicadas algumas ferramentas, frequentemente usadas na identificação e resolução de problemas.

Inicialmente, identificaram-se possíveis causas que possam afetar a qualidade do processo e do produto, com recurso ao Diagrama de *Ishikawa* presente na Figura 34.

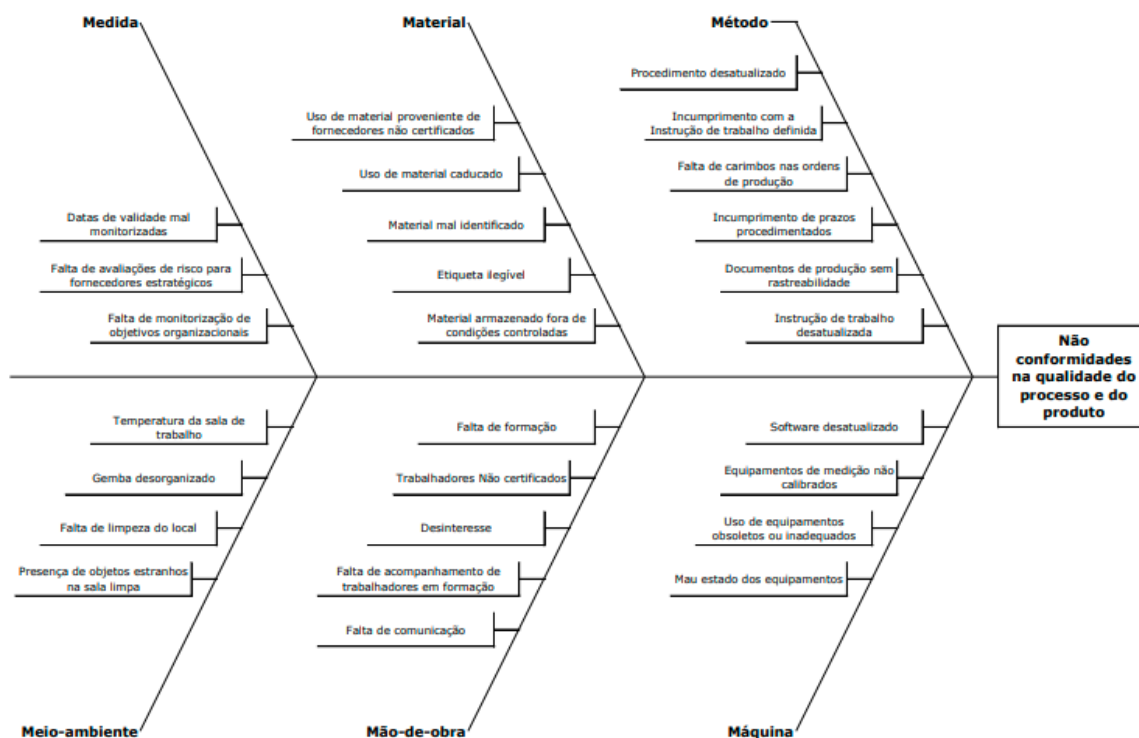


Figura 34 - Digrama de Ishikawa das não conformidades na qualidade do processo e do produto

Com a elaboração deste diagrama foram identificadas causas com possível impacto na qualidade exigida pelos clientes. Assim, aspetos como a desatualização do software, a não certificação de trabalhadores, o uso de material caducado, a falta de rastreabilidade de documentos ou a desatualização de documentos que integram a rotina do trabalhador podem originar diversas não conformidades e afetar o padrão qualitativa definido pela organização.

De seguida, através dos documentos Excel da empresa relativos à compilação de auditorias dos anos de 2020 e 2021, procedeu-se ao agrupamento por afinidade das várias NC/Obs/OM de acordo com as causas identificadas no Diagrama de Ishikawa anterior. Este agrupamento foi feito adicionando uma coluna à tabela dinâmica do documento, assinalada a amarelo na Figura 35.

E/I	Origem	Data da Auditoria	Tipo	Grau	Descrição	Causa
I	EN 9100:2018	08/01/2021	OBS	-	Na avaliação de riscos do processo, encontrava-se definidas ações para fecho em Abril/Maio. No entanto as ações estavam encerradas sem atualização do documento.	Desatualização/inexistência de documentos
I	EN 9100:2018	08/01/2021	OBS	-	Processo não foi atualizado com os novos procedimentos e CAs criados em 2020.	Desatualização/inexistência de documentos
I	EN 9100:2018	13/01/2021	NC	me	Nas diversas áreas produtivas, não é seguida a instrução IT, sendo o preenchimento de OPs incorreto: •OP [redacted] já se encontrava carimbada, quando a operação (curar em autoclave) ainda estava a decorrer •Operação [redacted] (Recanteio) da OP [redacted] encontrava-se validada só pelo colaborador em processo de formação •Operação [redacted] (curar em autoclave) da OP [redacted] não preenchida corretamente, falta assinatura do colaborador	Mau/inexistente método de trabalho
I	EN 9100:2018	13/01/2021	NC	me	Utilização de versão do CA [redacted] não disponível em GESDOC	Software desatualizado

Figura 35 - Agrupamento das NC/Obs/OM por afinidade de causa

O resultado de algumas das causas associadas ao aparecimento de não conformidades é apresentado na Figura 36. De referir que foi realizado o mesmo procedimento para ambos os documentos dos dois anos analisados.

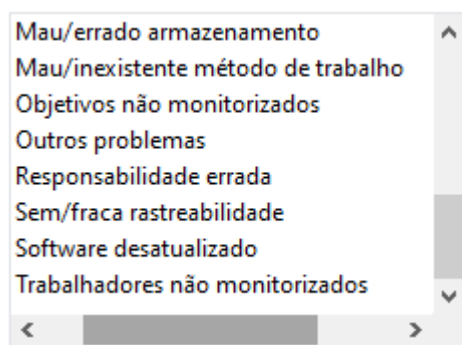


Figura 36 - Causas associadas ao aparecimento de não conformidades

Após a conclusão da associação por afinidades, foi identificado que as causas mais recorrentes das NC/Obs/OM assinaladas em auditorias externas e internas estavam relacionadas com um mau ou inexistente método de trabalho e ainda devido à desatualização/inexistência de determinados documentos importantes para o colaborador.

Assim, por último, aplicou-se a técnica dos 5Whys a cada uma destas técnicas, presentes na Tabela 5 e Tabela 6, de modo a perceber se constituíam causas-raízes ou, pelo contrário, se eram originadas por outros aspetos. A Tabela 5 descreve a aplicação dos 5Whys à Desatualização/Inexistência de documentos.

Tabela 5 - Aplicação dos 5Whys à Desatualização/Inexistência de documentos.

Problema	Desatualização/Inexistência de documentos
Why?	Falta de aviso por parte dos colaboradores às chefias de documentos obsoletos/inexistentes.
Why?	Falta/incumprimento do standard de atualizar ou criar de forma imediata o documento em falta.
Why?	Colaborador não utiliza informação física presente no posto de trabalho/disponível em GesDoc.
Why?	Receio de os documentos estarem obsoletos/desatualizados.
Why?	Matriz de interligação de documentos inexistente.

Da mesma forma, foi aplicada a técnica dos 5Whys, mas desta vez sobre o problema do Inadequado/Inexistente método de trabalho, presente na Tabela 6.

Tabela 6 - Aplicação dos 5Whys ao Mau/inexistente método de trabalho.

Problema	Mau/inexistente método de trabalho
Why?	O colaborador não cumpre com o método descrito.
Why?	Falta de formação após atualização de documentos; Falta de consulta.
Why?	Metodologia de oficialização de documentos alterada recentemente; indisponibilidade de documentos no posto de trabalho.
Why?	Método de distribuição de cópias controladas ineficiente.
Why?	Registo de CC realizado em GESDOC e não permite enumeração da quantidade disponibilizada.

Após aplicação das ferramentas apresentadas a montante, é possível observar que o principal problema da empresa passa pela inexistência de um plano de monitorização do cumprimento de standards, tanto do processo como de produto, o que leva à realização de um elevado número de não conformidades detetadas nas várias auditorias que se realizam ao longo do ano, tendo um impacto direto na qualidade oferecida pela empresa e, consequentemente, na sua reputação perante os parceiros de investimento.

4.4.2 Falta de rastreabilidade no sistema de gestão documental

O sistema de Gestão documental da empresa apresenta cerca de 300 impressos/registos (CA's) sem qualquer tipo de rastreabilidade. A Figura 37 apresenta um exemplo de um processo, onde é possível verificar a existência de um campo denominado "Registos", que nos indica a documentação de referência daquele documento.

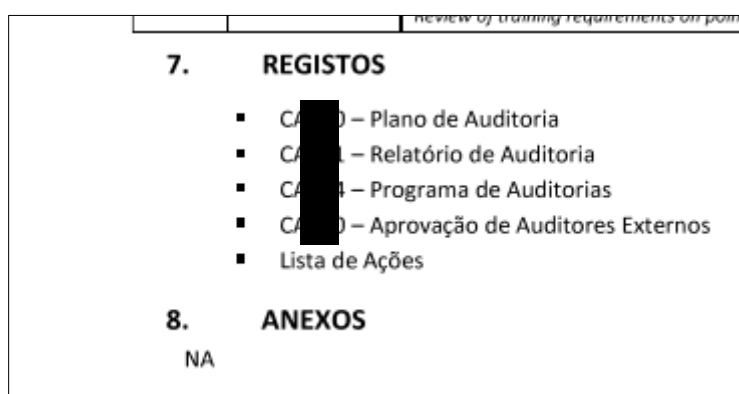


Figura 37 – Rastreabilidade de um processo
(Empresa, 2021)

No sentido inverso, ou seja, relativamente à rastreabilidade nos CA's, esta é inexistente como se pode comprovar pela Figura 38.

EMPRESA / PROCESSO / PRODUTO A AUDITAR			
OBJETIVO E ÂMBITO DA AUDITORIA			
DATA		LOCAL DA AUDITORIA	
DURAÇÃO DA AUDITORIA		NORMAS DE REFERÊNCIA	
CONSTITUIÇÃO DA EQUIPA AUDITORA	EQUIPA	NOME	
	Auditor Coordenador:		
	Auditores Técnicos:		
	Observador:		
IDENTIFICAÇÃO DOS COLABORADORES DA EMPRESA COM RESPONSABILIDADE DIRETA NO OBJETIVO E ÂMBITO DA AUDITORIA			
DOCUMENTAÇÃO DE REFERÊNCIA			
IDIOMA UTILIZADO EM AUDITORIA			

Figura 38 - Impresso/Registo sem rastreabilidade
(Empresa, 2021)

Assim, ao eliminar um Impresso/Registo, tendo em conta a sua falta de indicação dos documentos onde este é referido, a respetiva instrução de trabalho, procedimento ou processo fica automaticamente incorreto e inválido, podendo incorrer numa desinformação do colaborador que consulta estes documentos. Isto pode originar não conformidades devido à desatualização dos documentos ou ainda variabilidade no processo e no produto. Da mesma forma, a criação de um CA exige que este seja referenciado em algum procedimento ou IT, justificando a sua criação.

Além disso, a procura e existência destes documentos obsoletos constitui um desperdício. De modo a quantificar esse desperdício, foi determinado, de forma empírica, que uma pessoa inexperiente ou um novo funcionário demoraria, em média, cerca de três horas a verificar todos os procedimentos e IT's para eliminar ou acrescentar um CA que tenha sido eliminado ou criado. Foi ainda questionado o responsável do SGQ que indicou um tempo estimado de uma hora para fazer este mesmo trabalho.

4.4.3 Elevado número de ensaios de receção

O conhecimento das normas do setor aeronáutico é de extrema importância, de modo a realizar-se apenas o necessário não incorrendo em desperdícios. Assim, tendo em conta as normas existentes para a inexistência de um controlo de receção, é relevante que a empresa avalie o cumprimento ou não destas normas de modo a reduzir o número de ensaios realizados.

No caso da empresa realizar todos os ensaios de receção, ainda que cumprisse as normas definidas, desperdícios como sobreprocessamento, transporte ou esperas estavam associados a este processo.

O sobreprocessamento verifica-se quando a empresa faz ensaios quando não é necessário. A realização de ensaios tinha como consequência o aparecimento dos outros dois desperdícios referidos, o transporte associado à necessidade de subcontratação de uma empresa externa para testagem e a espera para que o material ficasse aprovado. Enquanto os resultados não eram validados pelo responsável de receção de matéria-prima, esta ficava com o rótulo de aceitação provisória.

Foi feita uma breve análise de *benchmarking*, comparando a empresa deste estudo com a empresa parceira de investimento. Desse modo, percebeu-se que, atualmente, devido ao cumprimento das normas referidas no ponto anterior, a empresa parceira de investimento apenas realizava ensaios de receção em 1 a cada 10 lotes, o que representava uma enorme diminuição em aspetos como os custos, processamento, transportes e esperas. Essa confirmação é demonstrada na Figura 39.

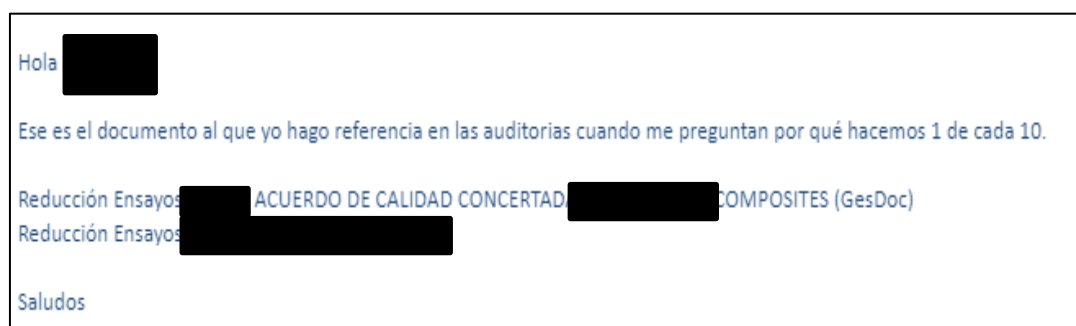


Figura 39 - Prova do ensaio de um a cada 10 lotes de empresa parceira

4.5 Síntese de identificação dos problemas

De modo a sintetizar os problemas identificados, é apresentado na Tabela 7 - Síntese dos problemas identificados, um quadro resumo do problema, respetiva causa, consequência e desperdícios associados.

Tabela 7 - Síntese dos problemas identificados

Problema	Causa	Consequência	Desperdício
Inadequado/inexistente método de trabalho	Registo de CC realizado em GESDOC e não permite enumeração da quantidade disponibilizada.	Colaborador guia-se por documento obsoleto ou desatualizado.	Sobreprocessamento
Desatualização/Inexistência de documentos	Matriz de interligação de documentos inexistente.	Documento não é atualizado com nova versão.	Defeitos
Peças com defeitos	Mau estado dos materiais auxiliares de produção.	Falta de manutenção dos materiais auxiliares de produção.	Defeitos
Elevado tempo para iniciar auditoria	Necessidade de preparação do que se vai auditar	Falta de produtividade e processo longo e moroso	Sobreprocessamento Esperas Defeitos
Elevado número de ensaios	Normativas da indústria aeronáutica	Custos associados ao envio e receção de matéria-prima e subcontratação de empresa certificada de testagem	Custos Esperas Sobreprocessamento Transporte

5. APRESENTAÇÃO, IMPLEMENTAÇÃO E ANÁLISE DE PROPOSTAS DE MELHORIA

Neste capítulo são apresentadas as propostas de melhoria desenvolvidas para resolver os problemas identificados e mencionados a montante, relacionados com as não conformidades de processo e de produto. As propostas de melhoria sugeridas e implementadas tiveram em conta o modelo organizacional, os trabalhadores e ainda o método de trabalho, de maneira que estas fossem mais facilmente aceites e implementadas. Todas as indicações das chefias administrativas foram tidas em conta e incorporadas nas soluções de modo a obtermos um projeto final inclusivo e adequado à empresa deste estudo. A Tabela 8 apresenta o plano de ações para as propostas de melhoria apresentadas ao longo do capítulo.

Tabela 8 - Plano de ações

TÉCNICA	PERGUNTA	DESCRIÇÃO
5W	What?	a) Reestruturação do sistema de Auditorias.
		b) Elaboração de uma matriz de interligação documental do SGQ.
		c) Proposta para redução do número de ensaios à matéria-prima.
	Why?	a) Peças com defeitos. Elevado tempo para iniciar auditoria. Inadequado/inexistente método de trabalho.
		b) Desatualização/Inexistência de documentos. Inadequado/inexistente método de trabalho.
		c) Elevado número de Ensaios.
	When?	A partir de abril de 2022.
	Where?	a) Gemba
		b) Gesdoc e Sistema de rede da empresa.
		c) Departamento da Qualidade, Armazém e laboratório.
	Who?	a) Estagiário e departamento da Qualidade.
		b) Estagiário.
		c) Estagiário e responsável pela receção de matéria-prima.
2H	How?	a) Implementação da metodologia Kamishibai no Gemba.
		b) Análise de documentos existentes e construção de uma matriz de rastreabilidade documental e standardização do novo processo de criação de documentos.
		c) Elaboração de uma prova de controlo estatístico aos últimos 60 ensaios realizados para o material de maior rotação.
	How much?	Montante salarial correspondente a cerca de 4 semanas e ao custo dos materiais para construção da ferramenta visual.

5.1 Reestruturação do sistema de auditorias

O objetivo desta proposta de melhoria passa pela construção de uma ferramenta versátil, flexível e adaptável que auxilie no escalonamento, execução e monitorização do processo de auditorias aumentando a sua frequência de ocorrência. O modelo do projeto elaborado é sucintamente apresentado e descrito no *Project Model Canvas* apresentado na Figura 40.

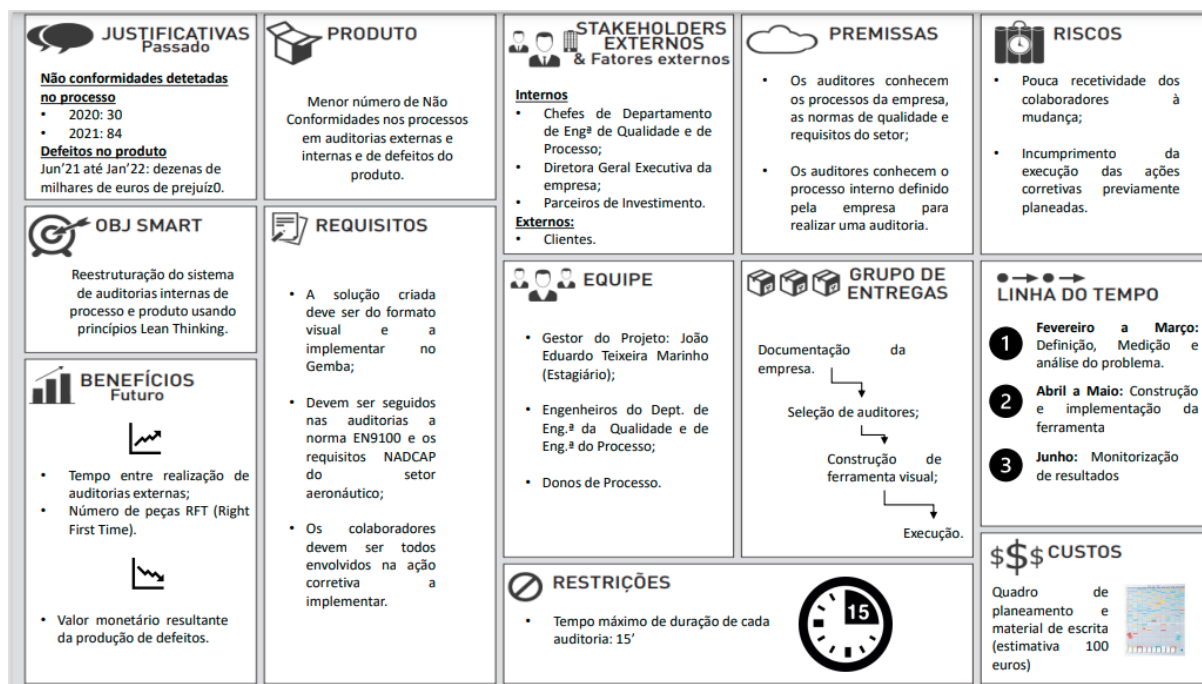


Figura 40 - Project Model Canvas para a reestruturação do sistema de auditorias

Para a implementação desta ferramenta definiu-se uma área piloto da fábrica, com o intuito de perceber o impacto e a viabilidade das ações a implementar. Esta área piloto inclui a zona da *Nevera*, Corte, *Lay up* e Desmoldagem.

Tendo em conta esta área piloto, foram definidos ainda cinco departamentos com impacto direto nestas zonas e das quais é do interesse aumentar o controlo interno, atendendo aos indicadores obtidos no capítulo anterior na análise de não conformidades de anos anteriores. Desta forma, foram estudados e abordados os departamentos da Produção (onde se inclui a Engenharia), Qualidade, Logística, Manutenção e Segurança.

As secções seguintes apresentam as etapas necessárias para a criação da proposta, desde a justificação da ferramenta selecionada até ao método de trabalho a seguir, contendo ainda todos os passos para a elaboração do sistema físico da ferramenta.

5.1.1 Justificação da seleção da ferramenta *Kamishibai*

Como referido anteriormente, as auditorias são da responsabilidade do departamento da Engenharia da Qualidade e, sendo este um departamento extremamente visual, optou-se pela construção de uma ferramenta também ela visual, que pudesse ser implementada no *Gemba*, com o intuito de ficar visível a todos os colaboradores para, mais tarde, incluir um maior número de trabalhadores. Além disso, esta

ferramenta deveria ser simples e de fácil implementação e utilização, de modo que não se verificasse algum absentismo na sua execução.

Deste modo, decidiu-se pela implementação a larga escala do *Kamishibai*. Esta ferramenta era conhecida pela empresa e pelo departamento, dado a sua aplicação no contexto do cumprimento da agenda das reuniões diárias, implementada no quadro *Kaizen* Diário II dos departamentos. A implementação desta ferramenta, como referido em cima, focou-se nas áreas da *Nevera*/Armazém, Corte, *Lay up* e Desmoldagem baseando-se nos departamentos de Qualidade, Produção, Logística, Manutenção e Segurança. Com esta ferramenta, atinge-se determinados requisitos definidos no início do projeto como a frequência de execução, a possível inclusão de um grande número de trabalhadores e variedade de requisitos que será possível auditar.

5.1.2 Design do quadro

O design do quadro é a primeira fase da elaboração desta ferramenta. Deste modo, para a construção desta ferramenta, o design foi independente, ou seja, sem adaptações de outras empresas. As características do quadro são o resultado das necessidades da empresa, do processo de auditoria seguido por esta e ainda do normal funcionamento deste tipo de ferramenta.

Assim, foi construído um quadro onde constasse um espaço para colocar os cartões com o respetivo resultado da auditoria de acordo com o departamento ao qual se referiam as questões e a secção fabril onde foi realizada a auditoria. Este espaço consiste numa tabela, como demonstrado na Tabela 9.

Tabela 9 - Tabela de quadro de auditoria

Secção/Dept.	Produção	Qualidade	Logística	Manut. E Seg.
Lay up				
Sala de corte				
Desmoldagem				
Nevera				

O segundo espaço consiste numa outra tabela, Tabela 10, onde constam as ações a executar de acordo com as não conformidades detetadas.

Tabela 10 - Tabela da monitorização/ações

Nº do Cartão	Requisito	Zona	Reposição de standard/ação	Responsável	Data máx. de conclusão	Status

Esta tabela apresenta campos como o número do cartão a que se refere a não conformidade, o requisito que não foi cumprido, a zona fabril a que se refere, o standard a ser reposto, o responsável pela ação, uma data de conclusão máxima e ainda o status da sua execução.

Esta monitorização é de extrema importância para garantir que as não conformidades detetadas são corrigidas, assegurando que não há NC que perduram no tempo como se tem vindo a verificar na empresa. De forma anexa a este quadro, está presente ainda uma zona de armazenagem de todos os cartões, como demonstrado na Figura 41.



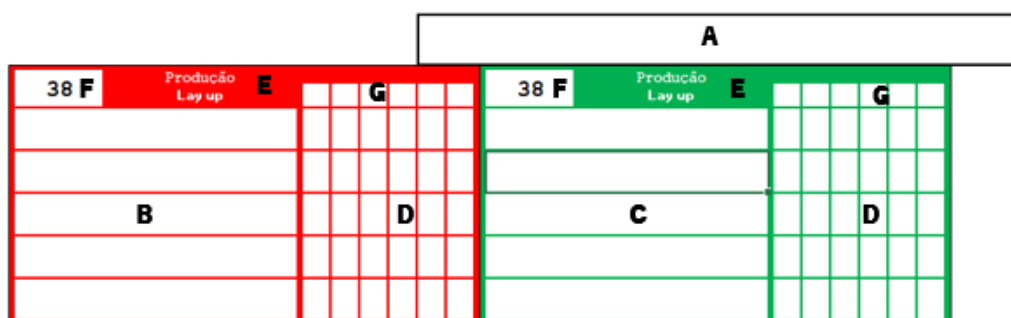
Figura 41 - Zona de Cartões

O resultado final da proposta física implementada é apresentado na Figura 42, contendo todos os elementos mencionados.



Figura 42 - Kamishibai Board

Para a implementação do kamishibai, utilizou-se um mecanismo de cartões adaptado do sistema de auditorias utilizado pela empresa parceira investidora, fazendo pequenas mudanças e adições ao seu formato. Este cartão, apresentado na Figura 43 apresenta duas faces, verde e vermelha, contendo ambas os mesmos requisitos a auditar.



Tendo em conta a área piloto definida e os departamentos envolvidos, o cabeçalho do cartão apresenta também campos para a inserção destes dados. Para uma melhor rastreabilidade de cartões e facilitar a identificação do requisito na tabela de monitorização, estabeleceu-se também a numeração de todos os cartões, de forma sequencial. Esta numeração foi também importante no aspeto do escalonamento pois permitirá que se aloque cartões de diferentes áreas uniformemente, através da distribuição dos vários cartões por todos os departamentos.

Depois de decidido o formato do quadro a implementar no Gemba, das tabelas a incluir no quadro e do design dos vários cartões *kamishibai*, foi necessário fazer um levantamento de questões a incluir nos cartões que traduzissem os requisitos a auditar.

- Não conformidades, observações ou oportunidades de melhoria detetadas nas auditorias realizadas nos anos de 2020 e 2021, apresentados na Figura 44;

Requisito
A verificação de fugas de sacos de vácuo está a ser realizada de acordo com os procedimentos? (operação 0180 e requisito AIPS)
A adição de película adesiva entre o núcleo e a pele pré-curada está a ser realizada apenas se necessário?
A faixa de calibração do material coincide com a temperatura da peça a ser inspecionada?
A lista de fornecedores aprovados apresenta algum fornecedor que esteja sem aprovação ou com certificado inválido?
A OP está corretamente preenchida?
A OP está corretamente preenchida?
A revisão do desempenho do pessoal está dentro do prazo determinado pela norma (12 meses+12 dias)?
A velocidade de scan da inspeção foi realizada à mesma velocidade de scan (ou capacidade comprovada) que o padrão de calibração?
Análise da Gestão de riscos está incluída na revisão do SGQ?
Análise da modificação CCB.C.E.ADS.A320NED_04 em SAP: executada pelo QAS?
Análise de FALs: encontra-se atualizado?
Análise de matéria-prima: A etiquetagem é feita de forma correta (legibilidade, etiqueta única, datas de caducidade, indicação de fornecedor, registo SAP)?
Análise de matéria-prima: a matéria-prima utilizada estava dentro da data de validade indicada na etiqueta?
Análise de matéria-prima: é possível fazer a rastreabilidade da MP usada nas zonas de união entre o núcleo e a cama?
Análise de Op: avaliar a gestão da configuração?
Análise de OP: colaborador apresenta registo de formação para tarefa desempenhada?
Análise de OP: matéria-prima usada encontra-se aprovada?
Análise de OP: todas as operações da Op apresentam rastreabilidade?
Análise de registo maquinaria
Análise de riscos dos fornecedores feita de acordo com o procedimento PC06.0_003
Análise moldes: Molde apresenta etiqueta de identificação e etiqueta de revisão?
Análise um ficheiro FAL: Encontra-se totalmente e corretamente preenchido?
Área de Segregação de materiais apresenta proteção?
As amostras de referência apresentam boas condições de armazenamento e bom estado físico?
Autocontrolo está a ser realizado a uma amostra de 3 peças?

Figura 44 - Não conformidades detetadas em auditorias anteriores

- Requisitos de auditorias *Gemba Walk* implementados na empresa;
- Requisitos de chefes de secção, apresentados na Figura 45;

iv
A data de calibração do EMM é válida?
A data de verificação do EMM é válida?
As operações são carimbadas pelo operador no fim da execução e são verificadas os carimbos anteriores?
Avaliação por parte da Engenharia a necessidade de segregação de pisas?
Avaliar conteúdo das caixas de trabalho individuais (cumprimento com inventário? Existem possíveis FOD's no lay up?)
Avaliar cumprimento da metodologia 5S
Avaliar evidências de fecho, ação corretiva e imediata de não conformidades detetadas em auditoria
Avaliar ID's (datas, rastreabilidade de números, data de resposta)
Avaliar maquinaria (nº SAP, local correto, dept correto)
Avaliar preenchimento e atualização do registo controlo / listagem de equipamentos (CA423)?
Avaliar preenchimento e atualização do registo controlo / listagem de equipamentos (CA423)?
Avaliar rastreabilidade entre OP de núcleo, OP KIT, OP de peça.
Avaliar registo da comprovação da eficácia manual (periodicidade diária)?
Avaliar registo da revisão periódica dos moldes de recorte
Avaliar registo de certificação do EMM.
Avaliar registo de manutenção de cabines
Avaliar registo de manutenção preventiva (periodicidade semanal)
Carimbo pertence a colaborador certificado para operação?
Colaborador em função apresenta qualificação/certificação para trabalho em execução? Se não, está a ser supervisionado?
Confirmar envio e registo do provetes semanalmente (FMV excel de registo)
Cumprimento do painel de Kanbans

Figura 45 - Questões sugeridas por chefes de secção

- Requisitos comuns da empresa portuguesa e empresa parceira de investimento com sistema de auditorias definidos;

- Requisitos de responsáveis de programas de aviação tendo em conta os defeitos identificados e assinalados a montante, apresentados na Figura 46.

A delaminação das telas, peel plies e fibras de vidro está a ser feita de forma correta segundo as sequências e posições determinadas no livro de trabalho?
Aplicação de peel plies e fibras de vidro feita de maneira correta?
Os colaboradores estão a efetuar o pause and play do laser entre execuções?
Verifica-se o correto posicionamento do peel ply laranja na peça por parte dos colaboradores (sobreposição)?
Os colaboradores realizam o corte da manta e, se sim, é feito da maneira mais correta?
Confirma-se a verificação de pelo menos 60% termopares OK no molde, posicionados no sítio correto, forma correta (chapéu) e com colocação de mastik?
A aplicação da tela na zona de reforço (parte inferior da peça) está a ser realizada em forma de escada e com distância uniforme?
A colocação das pinças está a ser feita de maneira correta na peça, de modo a não provocar fissura na tela?
As válvulas estão a ser colocadas na parte plana da peça?
Estão a ser utilizadas por parte do colaborador as mangueiras corretas de pressão exigidas no livro de trabalho?
No PNM361A42008, as pinças de fecho de saco estão a ser colocadas no local correto?
Na desmoldagem, os trabalhadores colocam a fita branca na placa antes do freekot?
Os operadores da desmoldagem avaliam a existência e o bom estado do tooltek?
Os operadores da desmoldagem efetuam a limpeza dos moldes?
Verifica-se a existência de correspondência entre as OPS e o kit correspondente no carrinho?
O trabalhador avalia o correto preenchimento dos carimbos de Kits?
Verifica-se a existência de limpeza das películas, pelo menos, no início dos turnos?
O trabalhador mede o vácuo (pedir medição para confirmar valor entre 500 mm Hg e 600 mm Hg)?
O mastik é colocado em dobro nos pontos críticos da forma correta (termopar e cantos)?
Os operadores da desmoldagem efetuam a desmoldagem na gama de temperaturas correta e iniciam a desmoldagem pelas peças mais pequenas?
Na desmoldagem, é efetuada a limpeza dos moldes (profile) nas arestas?
O operador, no layup, verifica a limpeza do molde dos profiles?

Figura 46 - Requisitos sugeridos por responsáveis de programas de aviação

De seguida, tendo em conta a informação recolhida, foi necessário efetuar um tratamento de dados. Para isso, aplicou-se a técnica 5S a todos os dados recolhidos:

- Separação

Em primeiro lugar, efetuou-se uma separação dos requisitos com o intuito de perceber e identificar aqueles que diziam respeito apenas à área piloto definida, de modo a não incluir requisitos de outras áreas não estudadas nos cartões.

- Organização

Para cada um dos requisitos que resultaram da aplicação da primeira fase dos 5S, foi realizada uma alocação ao departamento correspondente (Produção, Qualidade, Compras & Logística, Manutenção e Segurança);

- Limpeza

Tendo em conta o tempo máximo definido para cada auditoria (15min.) e periodicidade diária estabelecida, foi necessário perceber quais os requisitos que seriam impossíveis de ser auditados de acordo com estas restrições. Assim, foi feita uma limpeza eliminando todos os requisitos que, por força da velocidade de produção ou tempo de observação não se encaixavam nas regras definidas.

- Padronização de requisitos

Foi definido um standard para a inclusão de futuros requisitos na base de dados de questões desenvolvida. Este standard definia os critérios utilizados na fase anterior da técnica de 5S. Assim, qualquer novo requisito a auditar terá de passar por um processo de análise relativamente ao tempo que demorará e ainda a sua periodicidade de ocorrência, de modo que não se incorra no erro de colocar um requisito que não seja possível auditar regularmente.

- Hábito e disciplina

Relativamente ao 5º S, foi incentivada em todos os colaboradores envolvidos a pro-atividade de sugerir requisitos ou questões que possam ser incluídos neste sistema de cartões, que possam melhorar determinado aspeto subvalorizado. Esta pro-atividade é também um fator importante do paradigma da melhoria contínua perseguido pela empresa.

Após a lista final dos requisitos, foi associada uma pergunta de sim ou não a cada um deles, com linguagem simples e breve, acrescentando, em alguns casos, algumas dicas ou sugestões para uma auditoria mais eficaz. Esta etapa é de extrema importância tendo em conta o objetivo futuro da empresa de envolver vários colaboradores neste processo. O resultado final da *database* de questões desenvolvida é apresentado no apêndice 1.

5.1.5 Distribuição das questões pelos cartões individuais

As mais de 100 questões originadas pelos requisitos recolhidos foram distribuídas pelos vários cartões. Assim, foi definido um máximo de três requisitos por cartão a auditar, tendo em atenção que determinados requisitos poderiam demorar mais a auditar e, portanto, deviam ser únicos no cartão ou ser auditados juntamente com requisitos mais simples.

Os critérios de distribuição consistiram no tempo estimado de auditoria e na carga de trabalho que auditar determinada questão possuía. Além disso, tendo em conta o design do cartão, cada um destes possuía questões relativas ao mesmo departamento e à mesma zona fabril, diminuindo deslocamentos desnecessários. Na Figura 47 é apresentado um exemplo de cartão a auditar, em formato digital.

48	Manager Kamishibai Board						
Verifica-se a realização das auditorias Kamishibai na frequência indicada?							
O quadro de monitorização de ações está a ser cumprido e atualizado?							
O quadro kamishibai está organizado e em bom estado?							

48	Manager Kamishibai Board						
Verifica-se a realização das auditorias Kamishibai na frequência indicada?							
O quadro de monitorização de ações está a ser cumprido e atualizado?							
O quadro kamishibai está organizado e em bom estado?							

Figura 49 - Kamishibai Manager card

5.1.7 Método de trabalho

O método de trabalho é descrito sucintamente com recurso à técnica dos 5W2H, apresentado na Tabela 11.

Tabela 11 - Método de trabalho e execução Kamishibai

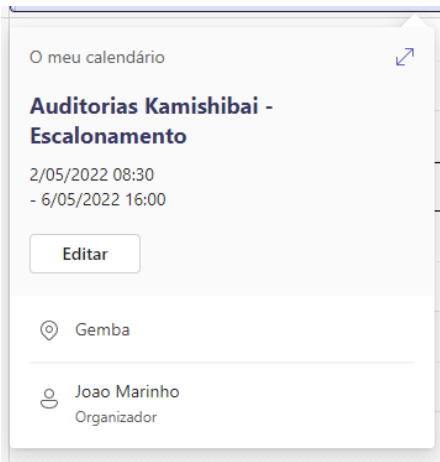
TÉCNICA	PERGUNTA	DESCRIÇÃO
5W	What?	Sistema de auditorias diárias através de um mecanismo de cartões Kamishibai.
	Why?	Para diminuir o número de não conformidades do processo e defeitos do produto e aumentar o controlo interno.
	When?	A partir do início de maio de 2022, a qualquer altura do dia normal de trabalho (8h30-17h30).
	Where?	Zona piloto definida: Nevera, Sala de corte, Lay up e Desmoldagem.
	Who?	Integrantes do departamento de Engenharia de Qualidade e departamento da Engenharia de Processo, chefes de secção fabril e responsáveis de programas de aviação.
2H	How?	O processo definido para a realização das auditorias diárias é o seguinte: No final de cada semana de trabalho é elaborado um escalonamento de auditoria para a semana seguinte, contendo o nome dos auditores e o número do cartão kamishibai que lhes compete auditar na semana seguinte. Esta informação chega via email aos auditores envolvidos. Este email consiste numa marcação do tipo "Compromisso" que permite marcar na agenda do <i>Microsoft Teams</i> dos envolvidos a atividade de auditoria com recurso ao kamishibai, como <i>demonstrado na Figura 50</i>.  Para este processo, algumas premissas são tidas em conta:

Figura 50 - Escalonamento cartões Kamishibai

		○ Um cartão cujo resultado foi negativo na semana transata, transita para a semana seguinte de modo que seja feita nova auditoria, permitindo que se efetue uma monitorização precisa; ○ Um auditor não verifica as mesmas questões em semanas consecutivas; ○ Não são auditados mais do que 2 cartões por semana da mesma secção e do mesmo departamento. Durante a semana, o auditor escolhe o dia mais conveniente para a realização da auditoria dos requisitos contidos no cartão. Durante este processo, o auditor recolhe, na zona de cartões do quadro no Gemba, o cartão que lhe foi alocado, executando de seguida a auditoria. No final, se todos os requisitos estiverem em conformidade com o padronizado, a face verde fica visível no quadro. Caso contrário, ou seja, pelo menos um requisito não conforme é detetado, o cartão é colocado com a face vermelha visível. Este requisito deve, obrigatoriamente, originar uma reposição de standard na segunda tabela de monitorização, preenchendo todos os campos da tabela. Adicionalmente, esta reposição de standard origina ainda, paralelamente, um <i>post it</i> laranja com a ação que deve ser colocado no quadro KD do departamento aplicável. Uma vez executada a ação, o <i>post it</i> retorna ao responsável do quadro que apaga a ação do quadro de monitorização de ações. No final da semana, cabe, a um responsável, a limpeza dos cartões do quadro de auditoria, registando quais os números dos cartões vermelhos que devem ser novamente auditados na semana seguinte. De seguida, coloca-os na zona de cartões do quadro. O processo é flexível e adaptável e, portanto, podem ser adicionadas questões a qualquer cartão, de acordo com o seu departamento e zona, ou criados cartões com um conjunto de novos requisitos. O processo acima descrito pode ser consultado no fluxograma presente no apêndice 3.
	How often?	Periodicidade diária.

De modo a padronizar o preenchimento de cartões e criar um método de trabalho sólido, foram criadas algumas lições aprendidas ao longo da implementação com informação visual acerca da melhor maneira de executar o *kamishibai*. Desta forma é facilmente aprendido e compreendido. Estas lições aprendidas podem ser consultadas no apêndice 4.

5.2 Elaboração de uma matriz de interligação documental do SGQ

Atendendo ao problema identificado relativamente à desatualização de determinados documentos no posto de trabalho, devido ao mau registo das cópias controladas por parte do departamento de gestão documental, foi desenvolvida uma matriz de interligação de documentos que permitisse um rastreio rápido e simples.

Assim, foram analisados vários impressos/registos (CA's) que constituem os documentos mais simples, instruções de trabalho (IT's) que podem conter CA's e Pc's e Procedimentos (Pc's) que podem conter CA's e IT's.

Para a construção da matriz, foram listados na primeira coluna todas as IT's e Pc's da empresa, enquanto na primeira linha listou-se a documentação de referência sugerida em cada documento e todos os CA's que iam sendo indicados na IT ou PC analisada. O descrito pode ser observado na Figura 51.

Documentos	Documentação de referência	CA007	CA009	CA010	CA011	CA014	CA034	CA036	CA048	CA073	CA074	CA078	CA085	CA132	CA138	CA139	CA142
PC01_0_002	ISO 9001/9100	X															
PC02_0_001				X													
PC02_0_002			X		X												
PC02_0_003																	
PC04_0_002	EN 9102 CASA_1073					X											
PC04_0_003	ISSO 100007 IT_1068																
PC04_0_005			X	X						X	X						
PC04_0_006																	
PC04_0_007						X		X	X								
PC04_0_009						X		X									
PC04_0_013	CASA_1041 PRD-012 APRD-012																
PC06_0_008														X	X		
PC06_0_003	PC06_0_004 PC08_0_007 PC05_1_001 PC05_1_002						X										

Figura 51 - Matriz de ligação de CA's, IT's e Pc's

Desta forma foi possível atualizar todos os documentos de forma rápida e eficaz quando determinado CA é eliminado ou a sua numeração alterada. Esta alteração levou ainda à alteração do procedimento de gestão documental, permitindo assim padronizar esta nova metodologia, como apresentado na Figura 52.

cuja versão devem ser controladas, deve assinalar-se a atualização da versão do documento e, se aplicável, assinalar as alterações e introduzi-las através de uma lista de alterações ao documento. A elaboração de registos, segue a regra estabelecida no ponto 5.1.1 (Codificação de documentos) deste procedimento, adicionalmente tem que ser registado pelo SGQ na matriz de documentos. Quando há a necessidade de eliminação de um registo, deve-se consultar a matriz de forma a proceder à atualização da documentação em que este se encontrava referenciada. 3/4/5. The responsibility for the development and review of all internal documents is established in this procedure. When it comes to reviewing documents whose versions must be controlled, it should be identified the updated version of the document and, if applicable, mark the	R – Definida no mapa R- Defined on the map	Controlo de Documentos Internos Matriz de documentos Control Map of Internal Documents Document matrix
---	--	--

Figura 52 - Alteração do procedimento de controlo e gestão documental

Para que todos os colaboradores fossem alertados desta alteração, foi enviado um email para toda a instituição, como demonstrado na Figura 53.

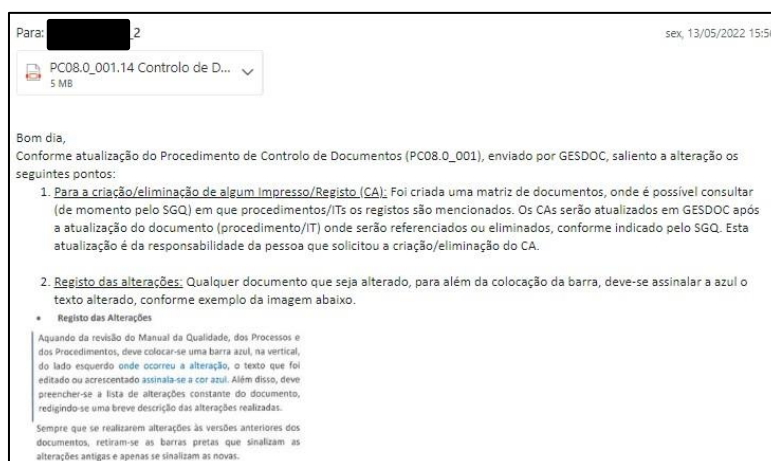


Figura 53 - Divulgação da alteração de atualização documental

5.3 Prova de controlo estatístico sobre os resultados de ensaio de matéria-prima

Após o conhecimento dos requisitos normativos do cliente para não realizar o controlo de receção de materiais, foi proposto pela empresa a comprovação estatística do controlo de qualidade do processo de ensaios. Em primeiro lugar, foi necessário garantir junto do responsável de receção de matéria-prima o cumprimento dos primeiros três dos quatro requisitos, sendo eles:

1. Condições de transporte em desacordo com a norma X.
2. Excesso do prazo de transporte.
3. Vedação do saco à prova de humidade violada.
4. Inexistência de controlo de qualidade.

Após esta garantia, foi necessário realizar a prova de controlo qualidade exigida no requisito número quatro. Para isso, foi questionada a empresa parceira de investimento acerca de alguns aspetos incluídos na proposta de redução de ensaios feita anteriormente por este ao cliente, bem como o que foi realizado. Assim, determinou-se que a prova de controlo estatístico deveria conter aspetos como:

- Cerca de 60 resultados dos ensaios no fornecedor (número médio anual);
- Cerca de 60 resultados dos ensaios de entrada (número médio anual);
- Inclusão de limites específicos para cada uma das propriedades ensaiadas;
- Prova de controlo para todas as propriedades testadas, incluindo alusão ao método de testagem;
- Esta comprovação da existência de controlo da qualidade poderia ser justificada através da prova de que os resultados dos ensaios no fornecedor e ensaios de receção se encontram dentro dos limites de especificação impostos pelo cliente.

Por indicação da empresa, decidiu-se realizar este estudo para o material de maior rotação – tela de carbono 1 – para as quatro propriedades físicas ensaiadas todas pelo mesmo método, *Differential Scanning Calorimetry* (DSC):

- Temperatura de transição vítrea;
- Temperatura de amolecimento;
- Pico de temperatura máxima;
- Entalpia de reação corrigida para 100% de teor de resina;

Para a realização desta prova foram recolhidos os resultados de 59 ensaios correspondentes ao período de maio de 2021 a maio de 2022. Assim, relativamente à temperatura de transição vítrea, os resultados são apresentados na Figura 54.



Figura 54 - Resultados dos testes para Empresa e Fornecedor da temperatura de transição vítrea

Na Figura 55, são apresentados os resultados dos testes da temperatura de amolecimento (*onset softening temperature*).

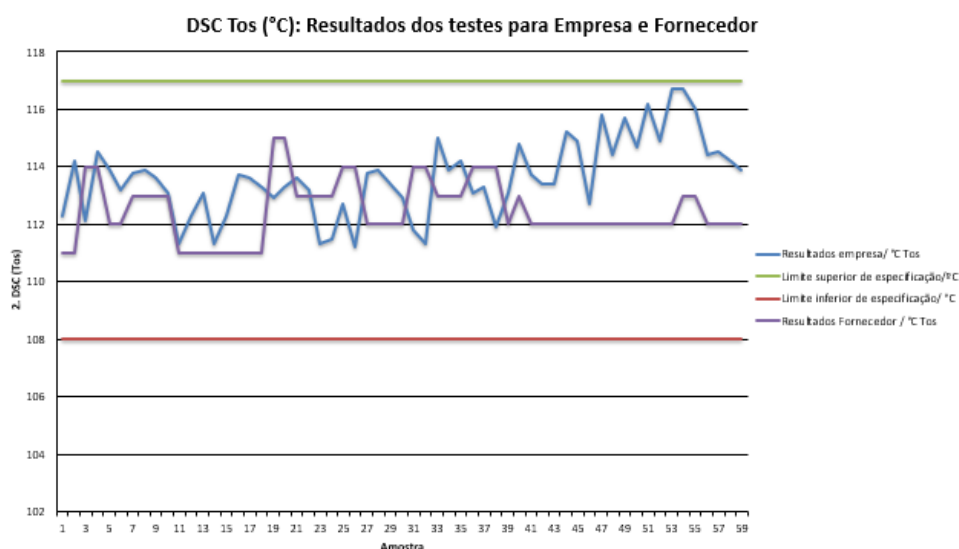


Figura 55 - Resultados dos testes para Empresa e Fornecedor de Onset softening temperature

Analogamente, os resultados da propriedade pico de temperatura máxima são expostos na Figura 56.

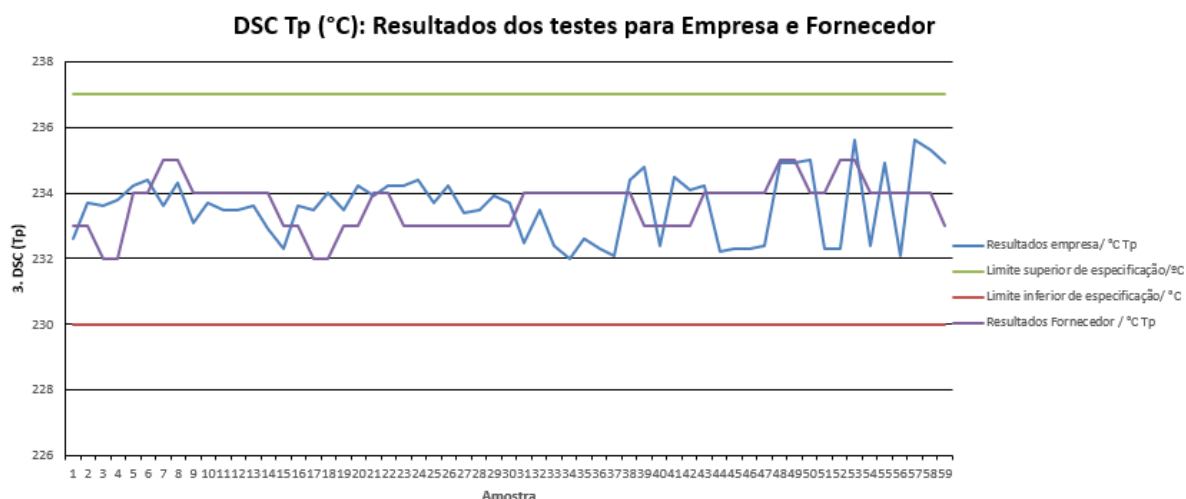


Figura 56 - Resultados dos testes para Empresa e Fornecedor do pico de temperatura máxima

Por último, são exibidos na Figura 57 os resultados dos ensaios realizados à entalpia de reação corrigida para 100% de teor de resina.

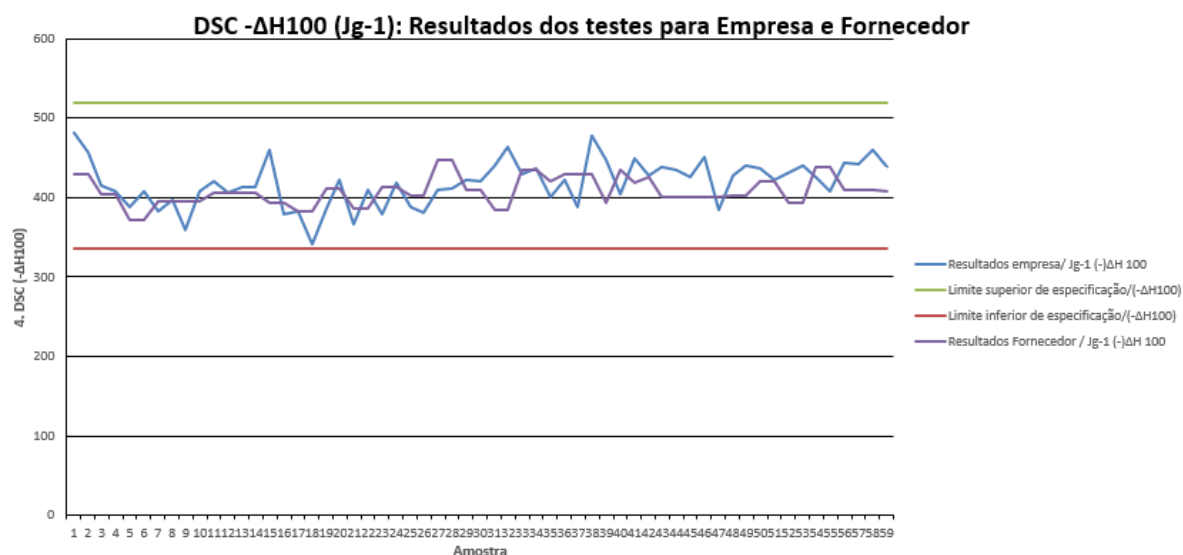


Figura 57 - Resultados dos testes para Empresa e Fornecedor da Entalpia

Com estes resultados, seria possível elaborar uma proposta de pedido de redução de ensaios ao cliente. A ideia da empresa passava por replicar a proposta da empresa parceira de investimento, o que permitiria reduzir os ensaios para um a cada 10 lotes da tela de carbono 1.

6. ANÁLISE E DISCUSSÃO DE RESULTADOS

Este capítulo apresenta uma análise e discussão dos resultados obtidos após a aplicação das ações de melhoria em cada um dos processos analisados. Com o objetivo de estimar custos monetários para alguns dos resultados obtidos ou que se espera obter, foram utilizados os valores indicados pela empresa para a execução de determinadas atividades. Assim, cada auditoria externa tem um preço médio de 5000 euros e a subcontratação de uma empresa certificada para a realização de um ensaio de receção às propriedades físicas e mecânicas tem um custo de 436,50 euros.

6.1 Reestruturação do sistema de auditorias internas

Esta secção apresenta os resultados obtidos e esperados da reestruturação do sistema de auditorias internas, consequência das ações propostas e implementadas.

6.1.1 Comparação entre método de auditoria interna antigo e metodologia *Kamishibai*

A metodologia de auditoria interna que estava implementada na empresa apresentava uma série de fases, sendo um processo demorado e intensivo. Das fases desta auditoria interna destacava-se a preparação, assinalado na Figura 58.

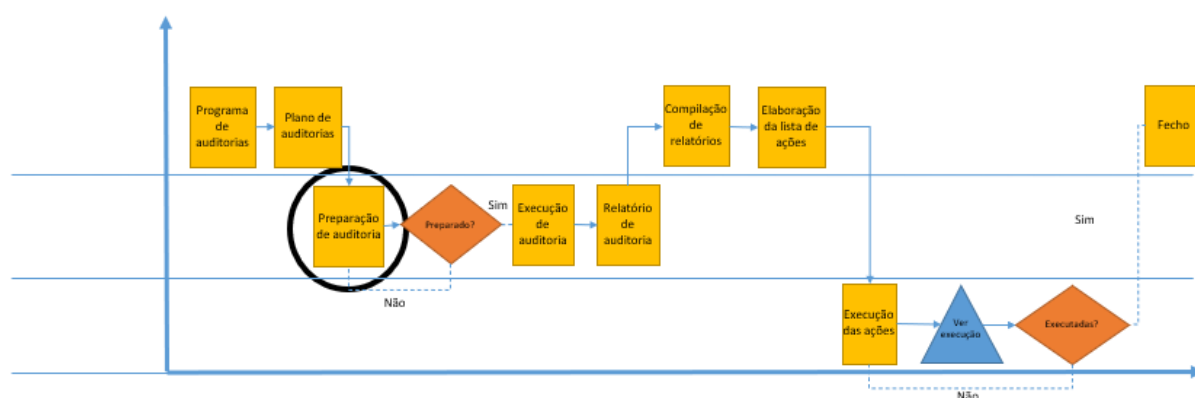


Figura 58 - Identificação da etapa de preparação de auditoria

Esta fase exigia um esforço conjunto de dois auditores, que reuniam durante um tempo estimado de cerca de uma hora (valor determinado empiricamente) discutindo aspetos relativos à auditoria a realizar, como, por exemplo, as perguntas a fazer ao colaborador ou quais as normas a ter em atenção. Com a metodologia *Kamishibai*, foi possível eliminar esta fase, como demonstrado no *Deployment Diagram* presente na Figura 59.

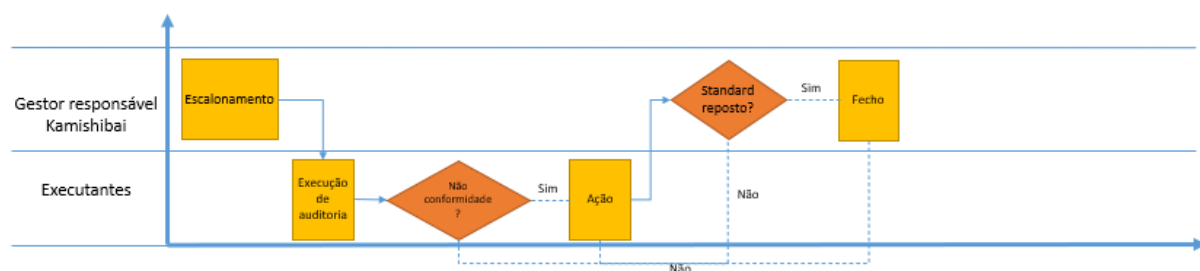


Figura 59 - Deployment diagram de atividades com a metodologis kamishibai

Tendo em conta que foi feita uma recolha e tratamento dos requisitos a auditar e incluir nos vários cartões, não era necessário preparar a auditoria *kamishibai*, pois os requisitos a avaliar já estão pré-determinados através do escalonamento.

Desta forma, sendo a preparação uma das fases que não acrescentava valor, foi possível através da nova metodologia, uma redução do sobreprocessamento deste processo. Adicionalmente, visto que uma das restrições deste projeto estava relacionada com a duração máxima de auditoria diária 15 minutos para esta metodologia, tornar-se-ia impossível continuar com esta fase no processo.

6.1.2 Diminuição do número de não conformidades e aumento do ciclo de tempo entre auditorias externas

Nesta secção são apresentados, primeiramente, algumas estatísticas numéricas da implementação do *kamishibai* e os resultados obtidos. De seguida, são discutidos os resultados esperados a longo prazo.

6.1.2.1 Resultados obtidos

Durante este projeto foram monitorizados os resultados durante cerca de seis semanas, nos quais foi possível auditar mais de cem requisitos do setor aeronáutico. Alguns dos resultados obtidos durante essas várias semanas pode ser consultado na Figura 60.

Neste período de tempo foram realizadas cerca de 42 auditorias, cada uma com dois ou três requisitos, tendo sido detetadas várias não conformidades o que despoletou cerca de 30 ações de correção. Os resultados expostos permitiram tirar algumas ilações relativamente a esta metodologia. Em primeiro lugar, em comparação com a auditoria interna, normalmente realizada um mês antes das auditorias externas, a metodologia *kamishibai*, devido à sua frequência, permite detetar e corrigir mais cedo as não conformidades detetadas, minimizando algum trabalho subjacente às auditorias internas realizadas num período próximo às auditorias externas.

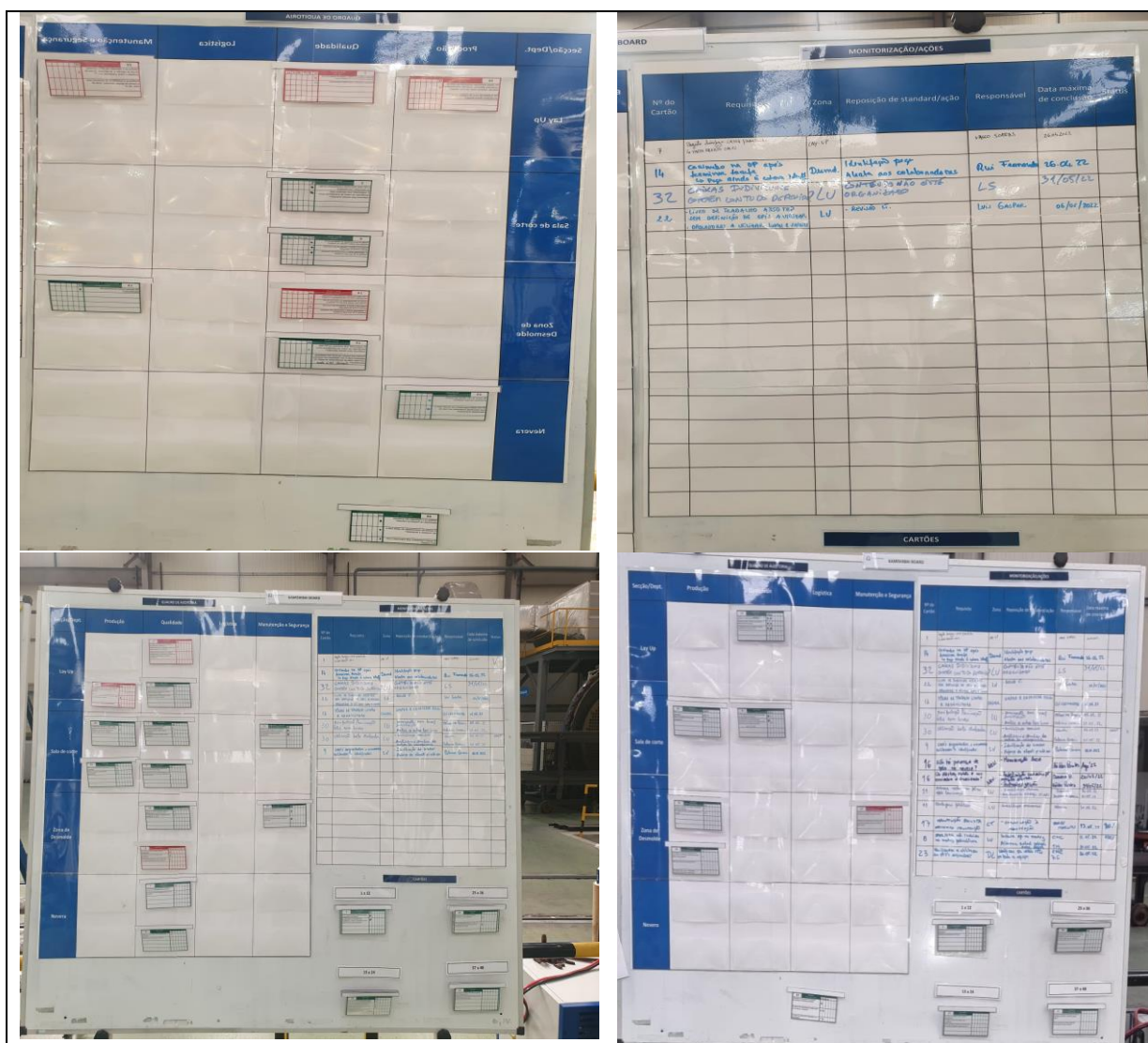


Figura 60 - Resultados metodologia Kamishibai

6.1.2.1 Resultados esperados

A longo prazo, e tendo em conta a periodicidade diária de realização, esta metodologia poderá resultar num maior controlo interno de pontos críticos do processo como, por exemplo, o cumprimento das instruções de trabalho ou a constante atualização da polivalência dos trabalhadores. É expectável que este maior controlo interno tenha também como consequência uma diminuição dos defeitos verificados e documentados no capítulo 4, através da consolidação da standardização inerente à crescente consciencialização.

A longo prazo, o grande objetivo da implementação desta metodologia passava pela redução de não conformidades detetadas em auditoria externa NADCAP. Estas auditorias realizavam-se com intervalos de 12 meses, para vários processos da empresa. Assim, a concretização deste objetivo permitirá, numa primeira fase, aumentar este período de tempo para 18 meses e, numa segunda fase, para 24 meses.

Tendo em conta que o preço de cada auditoria ronda os 5000 euros, atingir o período de 24 meses entre auditorias, poderá permitir efetuar uma poupança de 5000 euros/ano e por auditoria realizada.

6.1.3 Envolvimento de colaboradores

Um dos objetivos secundários da implementação desta metodologia passava pelo envolvimento de trabalhadores, não só de hierarquias superiores, como também mão-de-obra de produção. Durante a implementação desta proposta, foi possível incluir nesta atividade nove engenheiros, cinco chefes de produção e duas a três dezenas de operadores que diariamente iam sendo auditados e envolvidos no conhecimento das normas incluídas nos cartões.

Ao longo de várias semanas, os operadores do *Gemba* foram tomando conhecimento desta nova metodologia colaborando sempre com grande pro-atividade. Paralelamente, o facto de não saberem quando podiam ser auditados, fez com que existisse uma crescente consciencialização da necessidade de cumprimento de requisitos, o que é um aspeto relevante na solidificação de padrões e métodos de trabalho.

Adicionalmente, esta metodologia revelou-se benéfica também entre as equipas de engenheiros e chefes de processo, aumentando o número de oportunidades de melhoria e observações identificadas quando visitavam determinados processos. Além disso, permitiu uma troca de informação elevada entre departamentos, sustentada nas ações corretivas despoletadas pela ocorrência de não conformidades.

6.1.4 Visão global dos ganhos

De modo que se possa ter uma visão global dos ganhos, obtidos e esperados, da metodologia Kamishibai, foi elaborada a tabela seguinte, Tabela 12, com o resumo das vantagens da implementação e uso desta ferramenta.

Tabela 12 - Visão global dos ganhos da metodologia kamishibai

Problema	Antes	Depois	Ganho
Tempo entre auditorias	12 meses	24 meses	12 meses (100%)
Custo de auditoria	5000 euros/ano	5000 euros/2 anos	5000 euros/ano
Não conformidades	Detetadas cerca de 30 não conformidades	Cerca de 30 não conformidades corrigidas	100%
Sobreprocessamento no tempo de preparação de auditoria	Cerca de 1 hora por auditoria	0	100%

6.2 Melhoria e redução do tempo da atividade de atualização documental

Nesta secção são apresentados os resultados obtidos e esperados com a elaboração da matriz documental e da standardização do processo de gestão documental da empresa, com a alteração do procedimento do departamento da qualidade.

6.2.1 Identificação célere de procedimentos desatualizados

Após a elaboração da matriz em que se fez a correspondência entre os registos/impressos e os vários procedimentos e instruções de trabalho existentes na empresa, foi possível fazer uma análise aos vários CA's relativamente ao estado deles no sistema de documentos da empresa – o Gesdoc. Assim, o sistema englobava os vários registos ativos e os registos obsoletos, ou seja, que existiram no sistema, mas já se encontravam em desuso, existindo ainda registos que uma vez referenciados, não se encontravam no estado ativo ou obsoleto no sistema.

A análise realizada permitiu concluir que, dos cerca, de 165 registos presentes nos PC's e IT's da empresa, nove não se encontravam na rede documental da empresa (5,5 % dos documentos), como apresentado na Figura 61.

Nº CA	Status
CA041	Não existe
CA083	Não existe
CA091	Não existe
CA408	Não existe
CA906	Não existe
CA907	Não existe
CA918	Não existe
CA924	Não existe
CA926	Não existe

Figura 61 - Registos referenciados inexistentes em rede

Após a identificação dos documentos que não estavam acessíveis em rede, foram identificados os nove procedimentos onde estes estavam referenciados com recurso à matriz criada. Estes nove procedimentos representavam 12,3 % dos 73 procedimentos analisados.

Por conseguinte, em primeiro lugar, foram analisados os registos inexistentes em rede, de modo a perceber a sua relevância ou não no documento. De seguida, foram atualizados todos os procedimentos desatualizados de modo a não provocar qualquer tipo de não conformidade numa possível auditoria ou de induzirem o colaborador em erro quando tivesse a necessidade de consultar estes documentos.

6.2.2 Diminuição do tempo de atualização de procedimento ou instrução de trabalho

A inexistência de uma matriz indicadora dos CA's que estavam contidos em cada procedimento ou instrução de trabalho fazia com que a criação ou eliminação de um CA pudesse, automaticamente, tornar qualquer documento obsoleto de acordo com o teor do CA criado/eliminado.

Como referido anteriormente, foi estimado que a verificação de todos os PC's e IT's para determinar se continham determinado CA demoraria cerca de uma hora, caso fosse realizado por um membro experiente do Sistema de Gestão da Qualidade e cerca de três horas caso esta verificação fosse realizada por um membro inexperiente.

Depois de implementada a proposta, foi determinado que a identificação e atualização dos vários PC's e IT's no momento de eliminação de um CA poderia ser realizada em menos de cinco minutos com recurso à nova matriz documental. Esta nova metodologia, devidamente descrita na atualização do procedimento de gestão documental, representava um ganho de cerca de 55 minutos em relação ao operador experiente (uma redução de cerca de 92 %), representando uma tarefa de fácil realização para qualquer colaborador da empresa.

6.2.3 Resultados esperados com a matriz documental

A matriz documental poderá permitir, a longo prazo, diminuir os erros a nível documental encontrados na empresa em várias auditorias internas e externas. Assim, poderá permitir que o trabalhador possua sempre, no seu local de trabalho, acesso ao sistema documental da empresa onde constassem apenas documentos atualizados, com procedimentos e instruções de trabalho com a última versão e livres de erros a nível dos registos neles contidos.

Adicionalmente, postos de trabalho com documentos atualizados poderá permitir consolidar o padrão do trabalho, aspeto essencial no setor aeronáutico tendo em conta as normas rígidas desta indústria. Paralelamente, a existência de documentos atualizados obrigará a uma substituição dos documentos do posto o que auxiliará na fiscalização das cópias controladas diminuindo possíveis cópias controladas obsoletas ou com erros.

Por último, tendo em conta que os auditores externos se regem, normalmente, pela documentação da empresa, dando especial importância à gestão da configuração, possuir documentação constantemente atualizada, possibilitará que o número de não conformidades seja diminuído, uma vez que, muitas vezes,

o trabalhador já se encontrava a operar de acordo com o novo padrão, apesar de a documentação não estar atualizada, o que constitui uma não conformidade na visão do auditor.

6.2.4 Visão global dos ganhos

De modo que se possa ter uma visão global dos ganhos desta matriz documental, foi elaborada a tabela seguinte, Tabela 13, com o resumo das vantagens da implementação e uso desta ferramenta.

Tabela 13 - Visão global dos ganhos da matriz documental

Problema	Antes	Depois	Ganho
Tempo de atualização	1 hora	5 minutos	55 minutos (92 %)
CA's referenciados não existentes	9 (5,5% dos registos referenciados)	0	100%
Procedimentos desatualizados	9 (12,3% dos procedimentos)	0	100%

6.3 Redução do número de ensaios de receção

A elaboração dos gráficos dos resultados dos ensaios para as quatro propriedades físicas testadas ao material tela de carbono 1 permitiram possuir uma visão geral dos ensaios realizados no espaço de um ano e se estes se encontravam dentro dos limites de especificação definidos pelo cliente.

Assim, algumas ilações podem ser retiradas das cartas de controlo elaboradas. Relativamente à propriedade física de temperatura de transição vítrea, os valores resultantes de ensaios no fornecedor e de receção encontravam-se dentro dos limites de especificação definidos (-7°C e 4°C). No entanto, é de salientar que as curvas dos resultados de ensaios de receção apresentavam sempre valores acima dos resultados de ensaios de fornecedor.

Algumas das causas desta observação poderiam estar relacionadas com os equipamentos usados nos ensaios, dado tratar-se de empresas diferentes, das condições de armazenamento e transporte entre fornecedor e empresa ou ainda da distância entre estes dois parceiros de negócio. Contudo, aconselhou-se uma análise mais profunda às causas deste resultado. Ainda assim, observou-se estatisticamente que a qualidade do material relativamente a esta propriedade se encontrava controlada, dentro dos limites de especificação.

No que diz respeito aos resultados dos ensaios de temperatura de amolecimento, observou-se que esta se encontrava estável e dentro dos limites de especificação definidos pelo cliente (108°C e 117°C). Analogamente, a prova estatística que incidiu no pico de temperatura máximo demonstrou que esta

propriedade se encontrava devidamente controlada, apresentando valores dentro dos limites de especificação (230°C e 237°C) nos ensaios realizados ao longo do último ano.

Por último, os ensaios realizados à propriedade entalpia de reação corrigida para 100% de teor de resina apresentaram também valores consistentes e dentro do intervalo definido pelos limites de especificação (335°C e 520°C). O cliente exige que sejam realizados ensaios de receção caso alguma das seguintes condições não seja verificada:

1. Condições de transporte em desacordo com a norma X.
2. Excesso do prazo de transporte.
3. Vedação do saco à prova de humidade violada.
4. Inexistência de controlo de qualidade.

Relativamente às condições de transporte, estas eram asseguradas pelo fornecedor e confirmadas pelo responsável de matéria-prima. O prazo de transporte não excedia o determinado pelo cliente dada a proximidade entre empresa e fornecedor. A boa condição e utilização do saco era também garantida pelo armazém no momento de receção de matéria-prima. Assim, restava apenas a comprovação da existência de controlo de qualidade para garantir que todas as condições para a redução de ensaios se verificavam.

A elaboração dos gráficos apresentados permitiu provar a existência do controlo de qualidade o que permite, realizar uma proposta de redução de ensaios ao cliente final. Esta proposta seria similar à realizada pela empresa parceira de investimento e consistiu num pedido de redução dos ensaios de entrada para 1 a cada 10 lotes.

Uma vez aceite a redução dos ensaios de receção, poderão passar a ser realizados, em média, apenas seis ensaios por ano o que poderá ter como consequência a redução de custos e diminuídos desperdícios como esperas, sobreprocessamento e transporte. Como já foi referido, o custo de subcontratação para estes ensaios rondava os 436,50 euros.

Relativamente aos custos de subcontratação, pretendeu-se diminuir cerca de 54 ensaios anuais o que, atendendo ao preço unitário de 436,50 euros permitiria poupar cerca de 23571 euros por ano. Uma vez que se reduziu ensaios em 54 lotes, iria permitir que esta matéria-prima não ficasse com o rótulo de aceitação provisória enquanto se esperava pelos resultados, o que reduziria as esperas em comparação com o modelo atual de ensaios a todos os lotes.

Tendo em conta que a empresa não apresentava certificação para a realização destes ensaios, necessitava de subcontratar uma empresa certificada. Esta subcontratação exigia que as amostras fossem transportadas entre empresas. Com a redução do número de ensaios, reduziu-se de igual forma o transporte de matéria-prima entre empresas.

Por último, e analogamente, poderá passar-se a processar-se menos 54 ensaios e todos os aspetos inerentes ao seu manuseamento, desde relatórios de ensaios, mão de obra e outra documentação necessária.

Na Tabela 14 apresentam-se os resultados esperados da aceitação desta proposta de redução de ensaios de entrada para um a cada 10 lotes.

Tabela 14 - Resumo dos ganhos esperados com aceitação da proposta de redução dos ensaios de entrada

Desperdício	Antes	Depois	Ganho/ano
Custos	60 ensaios x 436,50 euros = 26190 euros	6 ensaios x 436,50 euros = 2619 euros	23571 euros.
Transporte	Transporte inerente às 60 amostras para ensaio.	Transporte inerente a 6 amostras para ensaio.	54 transportes entre empresa e empresa certificada para ensaios (cerca de 324 horas anuais de transporte rodoviário – 6 horas por viagem)
Esperas	Necessário aguardar por 60 resultados para libertar matéria-prima para produção.	Necessário aguardar por 6 resultados para matéria-prima ser totalmente aceite para produção. Restante segue logo para produção.	54 momentos de espera (cerca de 270 dias/ano a menos – o intervalo de tempo entre envio e receção de resultado totaliza em média 5 dias úteis. Enquanto isso, a matéria-prima é utilizada com rótulo de aceitação provisória).
Sobreprocessamento	60 ensaios 60 relatórios	6 ensaios 6 relatórios	54 ensaios (diminuição da energia consumida no método DSC utilizado nos ensaios em cerca de 90%) 54 relatórios

7. CONCLUSÕES

Neste capítulo são apresentadas as considerações finais do projeto realizado na empresa. São ainda descritas e apresentadas algumas propostas para trabalho futuro.

7.1 Considerações finais

Após o término deste projeto, pode-se concluir que os objetivos delineados no início deste trabalho foram atingidos. O intuito deste trabalho consistiu na reestruturação do sistema de auditorias internas para uma periodicidade diária. Após uma primeira análise da complexidade das normas envolvidas nesta indústria, decidiu-se pela restrição do estudo a quatro áreas piloto (zona de corte, lay up, desmoldagem e nevera).

Para esta reestruturação foram aplicados o pensamento e as ferramentas *Lean* que permitiram implementar um sistema de auditorias diárias ao processo e ao produto de modo a diminuir não conformidades e defeitos, respetivamente, garantindo o cumprimento dos procedimentos padronizados. Paralelamente, foi feita uma revisão do Sistema de Gestão da empresa, onde foram implementadas estratégias de organização de modo a possibilitar a rastreabilidade de documentos de forma mais eficaz. Adicionalmente, foi feita uma prova de controlo de qualidade para as propriedades físicas de um determinado material para pedido de redução dos ensaios de entrada ao cliente.

No que diz respeito ao sistema de auditorias internas antigo, identificou-se uma atividade que não acrescentava valor, mais concretamente, a preparação da auditoria, que totalizava cerca de uma hora. Além disso, estas auditorias eram realizadas um mês antes de uma auditoria externa, o que exigia uma correção de não conformidades rápida e eficaz. Para combater este problema, reestruturou-se o sistema de auditorias para uma base diária com recurso à metodologia *kamishibai*, o que permitiu detetar auditorias mais cedo e facilitar a sua correção.

Durante o período de monitorização foram detetadas e corrigidas cerca de 30 não conformidades. Adicionalmente, esta nova metodologia permitiu eliminar a etapa de preparação de auditoria, diminuindo assim o desperdício de sobreprocessamento identificado. A longo prazo espera-se que esta metodologia auxilie a passagem do tempo entre auditorias externas de 12 para 24 meses, o que permitirá uma poupança de 5000 euros/ano/auditoria.

Para corrigir o problema de rastreabilidade de documentos, foi elaborado uma matriz de rastreabilidade, onde foram analisados cerca de 400 PC's e IT's e rastreados mais de 150 CA's. A ausência desta matriz

tinha como consequência que, a criação ou eliminação de um registo, resultava num tempo total de cerca de uma hora por um membro de SGQ para procurar e atualizar todos os procedimentos e instruções que iriam conter ou continha esse registo. Este problema culminava em muitas vezes, procedimentos desatualizados e obsoletos. A elaboração da matriz possibilitou reduzir o tempo de atualização documental para menos do que cinco minutos, permitindo, no imediato, identificar nove registos inexistentes em rede e corrigir nove procedimentos desatualizados.

Relativamente à prova de controlo de qualidade para redução dos ensaios de entrada, esta constituía uma obrigação para que o cliente aceitasse esta proposta de redução. Na empresa eram realizados cerca de 60 ensaios de receção de entrada por ano, com o custo de subcontratação de 436,5 euros. Assim, recolheu-se os resultados dos ensaios de um período de um ano, provando-se graficamente que estes se encontravam dentro dos limites de especificação determinados pelo cliente. Como todas as propriedades testadas se encontravam dentro dos limites definidos, esta atividade permitiria fazer uma proposta ao cliente de redução de ensaios de entrada para um a cada 10 lotes, o que constituiria uma redução de 60 ensaios anuais para seis, com uma poupança associada de 23571 euros.

No que diz respeito aos ganhos, a nível pessoal, assinala-se o rigor profissional vivido na empresa e nesta indústria, que permitiriam fortalecer *soft skills*, sobretudo na relação interpessoal, como também desenvolver competências relativamente a aspetos da indústria aeronáutica como novos materiais ou fenómenos aerodinâmicos. Este período de estágio possibilitou ainda o conhecimento de novas ferramentas, como o *kamishibai* e, consequentemente, a sua aplicação em contexto industrial.

7.2 Trabalho futuro

O tema deste projeto, apesar de ser muito concreto, exigia uma ampla área de aplicação, tendo em conta os vários processos auditados pela empresa no conjunto de auditorias que, frequentemente eram feitas. Assim, relativamente ao tópico de reestruturação do sistema de auditorias internas propõem-se, de seguida, as seguintes futuras atividades.

A metodologia *kamishibai* implementada abrangeu quatro áreas piloto, indicadas pela engenharia da qualidade como as mais críticas do processo, constituindo etapas iniciais que se revelaram fulcrais na qualidade do produto. No entanto, para um controlo interno total era necessário alargar estas auditorias diárias às restantes áreas da empresa, como a inspeção, autoclave, reparações, armazém e zonas de corte auxiliar, o que exigia o levantamento e tratamento de requisitos para estas zonas.

Em segundo lugar, de modo a envolver mais trabalhadores, tornou-se importante proceder a uma gradual inclusão de mais auditores neste processo, o que permitiria auditar mais requisitos e consequentemente, detetar um maior número de não conformidades, corrigindo-as atempadamente. As vantagens da inclusão e envolvimento de mais trabalhadores foram discutidas na secção 6.1.3.

Relativamente a esta metodologia, por último, seria importante torná-la mais digital. Assim, ferramentas digitais como o *Google Forms* poderiam constituir uma alternativa viável e prática ao sistema de cartões criados. Para monitorização, utilizar um software como o *Power Bi*, poderia constituir uma vantagem competitiva importante no que diz respeito ao acompanhamento dos resultados de determinados requisitos, permitindo que, rapidamente, se tivesse uma visão estatística do departamento e/ou com maior número de não conformidades, do requisito que se encontraria mais vezes em desacordo com o standardizado ou, pelo contrário, um requisito constantemente conforme que possa ser auditado menos frequentemente ou substituído. A utilização desta ferramenta informática permitira construir um histórico mais eficaz do que o sistema atual implementado.

Por último, no que diz respeito à prova de existência de controlo de qualidade realizada para o material de maior rotação, sugere-se a realização, em primeiro lugar, de uma prova similar para o segundo material de maior rotação de modo a reduzir os ensaios nesta matéria-prima permitindo uma maior poupança. Adicionalmente, seria importante realizar cartas de controlo para estas propriedades para perceber se, além do controlo dentro dos limites de especificação, também se encontram entre os limites de controlo e se este processo se encontra devidamente controlado e com capacidade através do cálculo de métricas como a capacidade potencial do processo (C_p) e Capacidade efetiva do processo (C_{pk}).

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Abreu, M. F., Pereira, A. C., Silva, A., Silva, F., Ferraz, F., Alves, A. C., Oliveira, J. A., Gomes, M., Analide, C., Cardoso, J., & Vicente, S. (2017). Collaborative process mapping to improve work instructions and standardized work. *Advances in Intelligent Systems and Computing*, 569, 603–615. https://doi.org/10.1007/978-3-319-56535-4_60
- Almeida, A. (2014). *Melhoria do processo produtivo na Sakthi Portugal - Aplicação da metodologia Kaizen* [Tese de Mestrado]. ISEP.
- Alves, A. (2020). *Técnicas e ferramentas de identificação, análise e resolução de problemas. Slides de apoio à leção de várias unidades curriculares. 8ª edição.*
- Alves, A. C., Flumerfelt, S., & Kahlen, F.-J. (2017). *Lean Education: An Overview of Current Issues*. Springer International Publishing. <https://doi.org/10.1007/978-3-319-45830-4>
- Amaro, A. (2008). *Roadmap para implementar o lean thinking* [Dissertação de Mestrado, Universidade Lusíada]. <http://repositorio.ulusiada.pt>
- Amaro, P., Alves, A. C., & Sousa, R. M. (2019). Lean Thinking: A Transversal and Global Management Philosophy to Achieve Sustainability Benefits. In *Lean Engineering for Global Development* (pp. 1–31). Springer International Publishing. https://doi.org/10.1007/978-3-030-13515-7_1
- Barros, J. (2010). *Engenharia de Produção Industrial. Metodologia Kamishibai*. <http://engenhariadeproducaoindustrial.blogspot.com/2010/12/metodologia-kamishibai.html>
- Bastos, M. (2014). *Portal Administração - Tudo sobre administração. Ferramentas Da Qualidade – Matriz Gut*. <https://www.portal-administracao.com/2014/01/matriz-gut-conceito-e-aplicacao.html>
- Berk, J., & Berk, S. (2000). Statistical Process Control: A secret weapon we gave to Japan.... *Quality Management for the Technology Sector*, 88–105. <https://doi.org/10.1016/B978-075067316-7/50010-3>
- Bhasin, S. (2015). *Lean Management Beyond Manufacturing*. Springer International Publishing. <https://doi.org/10.1007/978-3-319-17410-5>
- Bicheno, J. (2008). *The Lean Toolbox for Service Systems*. PICSIE Books.
- Broh, R. (1982). *Managing quality for higher profits: A guide for business executives and quality managers*. McGraw-Hill.
- Browning, T. R., & de Treville, S. (2021). A lean view of lean. In *Journal of Operations Management* (Vol. 67, Issue 5, pp. 640–652). John Wiley and Sons Inc. <https://doi.org/10.1002/joom.1153>

- Cagli, A., Kechidi, M., & Levy, R. (2012). Complex product and supplier interfaces in aeronautics. *Journal of Manufacturing Technology Management*, 23(6), 717–732. <https://doi.org/10.1108/17410381211253308>
- Capricho, L., & Alves, A. (2007). *Manual de Gestão da Qualidade*. Editora RH.
- Cardoso, G., & Alves, J. (2013, January). Análise crítica da implementação do Lean Office: um estudo de casos múltiplos. *GEPROS. Gestão Da Produção, Operação e Sistemas*, 23–25. <https://doi.org/https://doi.org/10.15675/gepros.v0i1.1003>
- Coimbra, E. (2009). *Total Flow Management: Achieving Excellence with Kaizen and Lean Supply Chains*. Kaizen Institute Consulting Group Ltd.
- Colares, C. B. (2014). *Implementação dos conceitos do Lean Manufacturing numa empresa de compostos termoplásticos* [Dissertação de Mestrado]. Universidade do Minho.
- Crosby, P. B. (1979). *Quality is Free*. McGraw-Hill.
- Dahlgaard-Park, S. M. (2011). The quality movement: Where are you going? *Total Quality Management & Business Excellence*, 22(5), 493–516. <https://doi.org/10.1080/14783363.2011.578481>
- de Feo, J. A. (2001). The Tip of the Iceberg. When accounting for quality, don't forget the often hidden costs of poor quality. *Quality Progress*, 34(5), 29–37.
- Dellaretti, O. F. (1996). *As sete ferramentas do planeamento da qualidade*. Fundação Christiano Ottoni.
- Deming, W. E. (1968). Quality Progress. *The Meaning of Quality*, 37.
- Dias, M. (2016). *Metodologias Lean numa Empresa de Produção de Mobiliário* [Dissertação de Mestrado]. FEUP.
- Dresch, A., Lacerda, D. P., & Miguel, P. A. C. (2015). Uma análise distintiva entre o estudo de caso, a pesquisa-ação e a design science research. *Revista Brasileira de Gestao de Negocios*, 17(56), 1116–1133. <https://doi.org/10.7819/rbgn.v17i56.2069>
- Drew, J., McCallum, B., & Roggenhofer, S. (2004). *Journey to Lean: Making Operational Change Stick*. Palgrave Macmillan.
- Empresa. (2021). *Introdução ao Sistema de Gestão de Qualidade e Cultura Aeronáutica*.
- Feigebaum, A. V. (1956). Total quality control. *Harvard Business Review*, 34(6), 93.
- Félix, L., & Sampaio, P. (2018). *Implementação do Sistema de Gestão da Qualidade no Serviço de Imagiologia Médica* [Dissertação de Mestrado]. Universidade do Minho.
- Fernandes, H. (2014). *Implementação de Ferramentas Básicas da Qualidade e Criação de Rotinas Standard Work na fábrica da IKEA INDUSTRY* [Dissertação de Mestrado]. Universidade do Minho.

- Ferro, J. R. (2005, September 21). *Lean Institute Brasil*. Novas Fronteiras de Aplicação Do Sistema Lean Em Serviços. <https://www.lean.org.br/artigos/72/novas-fronteiras-de-aplicacao-do-sistema-lean-em-servicos.aspx>
- Gilmore, H. (1974). Quality Progress. *Product Conformance Cost*, 16–19.
- Guerra, L., Sousa, S. D., & Nunes, E. P. (2016). Statistical process control automation in the final inspection process: An industrial case study. *2016 IEEE International Conference on Industrial Engineering and Engineering Management (IEEM)*, 876–880. <https://doi.org/10.1109/IEEM.2016.7798002>
- Holweg, M. (2007). The genealogy of lean production. *Journal of Operations Management*, 25(2), 420–437. <https://doi.org/10.1016/j.jom.2006.04.001>
- Huls, K. (2005). The Antioch Company brings lean into the office. *Journal of Organizational Excellence*, 24(4), 31–38. <https://doi.org/10.1002/joe.20068>
- Imai, M. (1986). *Kaizen: The Key to Japan's Competitive Success*. McGraw-Hill Education.
- Institute of Internal Auditors. (n.d.). *The Institute of Internal Auditors*. The Definition of Internal Auditing.
- Instituto Português da Qualidade. (2019, May 14). *Linhas de orientação para auditorias a sistemas de gestão*. Linhas de Orientação Para Auditorias a Sistemas de Gestão.
- Ismael, A. (2015). *Gestão de Empresas por metodologias Kaizen-Lean* [Tese de Mestrado]. IST.
- Juran, J. M. (1951). *Quality control handbook*. McGraw-Hill.
- Juran, J. M., & Gryna, F. M. (1988). *Juran's Quality Control Handbook* (4th ed.). McGraw-Hill.
- Juran, J. M., & Gryna, F. M. (1991). *Controle da qualidade handbook: conceitos, políticas e filosofia da qualidade* (Vol. 1). Makron Books.
- Kaizen Institute. (2013). *Kamishibai*. Kamishibai. <https://kaizeninstituteindia.wordpress.com/2013/05/03/kamishibai/>
- Kaizen Institute. (2015). Kaizen Institute. In *Estrutura de um diagrama de Ishikawa (5M's)*.
- Knop, K., & Ulewicz, R. (2018). *Analysis of the possibility of using the Kamishibai audit in the area of quality inspection process implementation*. 3(43). <https://doi.org/10.29119/1899-6116.2018.43.3>
- Kolarik, W. (1995). *Creating Quality: Concepts, Methods, Strategies and Tools*. McGraw Hill Book Co.
- Krafcik, J. F. (1988). Triumph of the Lean Production System. *MIT Sloan Management Review*, 30, 41–52.
- Lakhe, R. R., & Mohanty, R. P. (1994). Total Quality Management. *International Journal of Quality & Reliability Management*, 11(9), 9–33. <https://doi.org/10.1108/02656719410074279>

- Landmann, R., Bittencourt, E., Schwitzky, M., & Wyrebski, J. (2009). *Lean office: aplicação da mentalidade enxuta em processos administrativos de uma empresa do setor metal-mecânico*.
- Leifler, K. (1982). Ambiguous Changes in Product Quality. *American Economic Review*, 956–967.
- Ligl, P. (2022, March 25). *Ecosio*. What Is a Tier Supplier? <https://ecosio.com/de/blog/was-ist-ein-tier-supplier-oder-tier-lieferant/>
- Liker, J. K. (2004). *The Toyota way: 14 management principles from the world's greatest manufacturer*. McGraw-Hill.
- Liker, J. K., & Meier, D. (2006). *The Toyota Way Fieldbook: A Practical Guide for Implementing Toyota's 4Ps* (McGraw-Hill, Ed.).
- Maia, S. (2021). *Aplicação de 5S e Redução de Desperdícios numa Empresa de Cutelarias* [Dissertação de Mestrado]. Universidade do Minho.
- Martínez Jurado, P. J., & Moyano Fuentes, J. (2011). Lean production y gestión de la cadena de suministro en la industria aeronáutica. *Investigaciones Europeas de Dirección y Economía de La Empresa*, 17(1), 137–157. [https://doi.org/10.1016/S1135-2523\(12\)60048-3](https://doi.org/10.1016/S1135-2523(12)60048-3)
- Martins, S. (2012). *A Gestão dos custos da qualidade: Modelo a.b.q.c. aplicado à Mercauto* [Dissertação de Mestrado]. ISCAL.
- Matias, D., Sampaio, P., & Braga, A. (2012). Certificação segundo a norma ISO 9001: perspectiva do cliente. *Revista Qualidade*.
- Matos, A., Alves, A., & Tereso, A. (2016). Lean Principles in an Operating Room Environment: An Action Research Study. *Journal of Health Management*, 18(2), 239–257. <https://doi.org/10.1177/0972063416637716>
- Matos, I. (2011). *Aplicação de técnicas Lean Services no bloco operatório de um hospital* [Dissertação de Mestrado]. Universidade do Minho.
- Matthews, D. (2011). *The A3 Workbook Unlock your Problem-Solving Mind*. Productivity.
- Medeiros, H. (2018). *Modelo visual para identificação e valorização económica de desperdícios em sistemas produtivos* [Tese de Doutoramento]. Universidade do Minho.
- Melton, T. (2005). The Benefits of Lean Manufacturing. *Chemical Engineering Research and Design*, 83(6), 662–673. <https://doi.org/10.1205/cherd.04351>
- Miranda, D. (2021). *Melhoria da gestão de embalagem e processos de expedição numa empresa fornecedora da indústria automóvel* [Dissertação de Mestrado]. Universidade do Minho.

- Monden, Y. (1993). *Toyota Production System*. Springer US. <https://doi.org/10.1007/978-1-4615-9714-8>
- Moura, A. (2003). Desenho de uma pesquisa: Passos de uma investigação-ação. *Educação*, 28(1), 09–32.
- Niederstadt, J. (2018). *Kamishibai Boards: A Lean Visual Management System That Supports Layered Audits*. CRC Press.
- O'brien, R. (2001). *Um exame da abordagem metodológica da pesquisa ação [An Overview of the Methodological Approach of Action Research]*. www.web.ca/~robrien/papers/arfinal.html
<http://www.web.ca/~robrien/papers/arfinal.html>
- Ohno, T. (1988). *Toyota Production System*. Productivity Press. <https://doi.org/10.4324/9780429273018>
- Oliveira, G., Cardoso, A., & Alves, J. M. (2012, October 15). Lean office aplicado em um processo de auditoria de certificação de sistema de gestão da qualidade aeroespacial. *Desenvolvimento Sustentável e Responsabilidade Social: As Contribuições Da Engenharia de Produção*.
- Osentoski, L., & Taubitz, M. (2014). *Standard Work. Presentation slides of course ISE581*.
- Pinto, L. (2014). *Implementação de Standard Work numa secção de têmpera e limpeza de limas* [Dissertação de Mestrado]. Universidade do Minho.
- Powell, T. C. (1995). Total quality management as competitive advantage: A review and empirical study. *Strategic Management Journal*, 16(1), 15–37. <https://doi.org/10.1002/smj.4250160105>
- Rabelo, R. J., Costa, S. N., & Romero, D. (2014). *A Governance Reference Model for Virtual Enterprises* (pp. 60–70). https://doi.org/10.1007/978-3-662-44745-1_6
- Requeijo, J. F. G., & Pereira, Z. L. (2008). *Qualidade: Planeamento e Controlo Estatístico de Processos*. . Prefácio.
- Ribeiro, L., Alves, A. C., Moreira, J. F. P., & Ferreira, M. (2014). Applying Standard Work in a paint shop of wood furniture plant: a case study. *22nd International Conference on Production Research*.
- Rodrigues, L. (2020). *Implementação de ferramentas de Gestão visual numa empresa automóvel* [Dissertação de Mestrado]. Universidade do Minho.
- Rodrigues, M. (2012). *Implementação de práticas Lean numa linha de produção eletrónica* [Dissertação de Mestrado]. FEUP.
- Rossetti, C., & Choi, T. (2005). *On the Dark Side of Strategic Sourcing: Experiences from the Aerospace Industry*. 19(1), 46–60.

- Rungasamy, S., Antony, J., & Ghosh, S. (2002). Critical success factors for SPC implementation in UK small and medium enterprises: some key findings from a survey. *The TQM Magazine*, 14(4), 217–224. <https://doi.org/10.1108/09544780210429825>
- Sá, J. (2019). *Aplicação de SMED e outras Ferramentas Lean Production numa Empresa de Produção de Componentes para a Aeronáutica* [Dissertação de Mestrado]. Universidade do Minho.
- Sangpikul, A. (2017). Implementing academic service learning and the PDCA cycle in a marketing course: Contributions to three beneficiaries. *Journal of Hospitality, Leisure, Sport and Tourism Education*, 21, 83–87. <https://doi.org/10.1016/j.jhlste.2017.08.007>
- Shea, G. (2018). “Kamishibai Cards to Sustain Evidence-Based Practices to Reduce Health Care–Associated Infections.” *American Journal of Infection Control* 000.
- Silva, S., & Saraiva, M. (2012, June 8). A Gestão da Qualidade como diferencial competitivo na Satisfação e Fidelização de clientes. *III Encontro de Tróia 2012 – Qualidade, Investigação e Desenvolvimento*. <http://hdl.handle.net/10174/5175>
- Simone, S. (2018). *Aplicação do conceito Lean Office aos processos administrativos em Instituições de Ensino Superior* [Dissertação de Mestrado]. IPL.
- Slack, N., Johnston, R., & Brandon-Jones, A. (2013). *Operations Management* (7th ed.). Pearson.
- Smith, S. (2014). Muda, Muri and Mura. *ASQ Six Sigma Forum Magazine*, 13(2), 36–37.
- Tapping, D., & Shuker, T. (2003). *Value Stream Management for the Lean Office*. Productivity Press. <https://doi.org/10.1201/b16934>
- Torres, A. (2019). *Implementação e análise de uma ferramenta de gestão visual numa empresa de produção de autocarros* [Dissertação de Mestrado]. Universidade do Minho.
- TPPD. (2002). *Standard Work for the Shopfloor*. Productivity Press.
- Trancoso, F. (2012). *Implementação do TFM na Sakthi Portugal com recurso à metodologia Kaizen* [Dissertação de Mestrado]. ISEP.
- Tubino, D. (2007). *Planejamento e Controle da Produção*. Atlas.
- Weiss, S., & Amir, A. (2017). Aerospace Industry. In *Encyclopedia Britannica*.
- Wilson, L. (2010). *How to implement lean manufacturing* (Mcgraw-Hill, Ed.).
- Womack, J., Jones, D., & Roos, D. (1990). *The Machine that Changed the World: The Story of Lean Production*. New York: Rawson Associates.

- Womack, J. P., & Jones, D. T. (1997). Lean Thinking—Banish Waste and Create Wealth in your Corporation. *Journal of the Operational Research Society*, 48(11), 1148–1148. <https://doi.org/10.1038/sj.jors.2600967>
- Xavier, A. (2018). *Aplicação da Metodologia Kaizen numa Instituição de Ensino Superior: Processo de Aquisição de Bens e Serviços e Processo de Formação Contínua* [Dissertação de Mestrado]. Universidade do Minho.

APÊNDICES

APÊNDICE 1 – BASE DE DADOS DE QUESTÕES

Secção/Dep	Produção	Qualidade	Manutenção e Segurança	Logística
Lay Up	As espátulas estão limpas e são adequadas (espátulas de teflon são proibidas – cor branca)? As telas, depois de retirada a proteção, são manipuladas com luvas? Nas BBSS, a laminação na zona de reforço é feita conforme definido na LT (orientação, distância, forma)? A versão da projeção laser corresponde com a pedida na OP? O embrulho da peça 2.08 é feita de acordo com o definido no LT? Comprova-se o uso de bata abotoada? Telas organizadas por sequência definida na OP? O material usado está dentro do tempo de vida útil (verificar se a data de laminação é anterior à data de caducidade)? Na compactação ou no fecho do saco, as peças estão sem perda de vácuo (testar com vacuómetro se não há perdas)? No fecho do saco, as válvulas e os termopares são colocados de acordo com o definido no LT (número e posição)? No fecho do saco, as pinças são colocadas na zona correta indicada no LT? É utilizado o mastik duplo nos pontos críticos de acordo com o definido no LT? (cantos e termopares)	Existem evidências de FOD's, o registo de limpeza (CA104) encontra-se preenchido e os moldes encontram-se limpos? Os EMM's estão organizados e arrumados no local destinado, encontram-se calibrados/verificados, identificados e estão a ser usados na gama de uso definido? As mesas de trabalho estão limpas e organizadas? A OP está preenchida corretamente (todas as operações carimbadas e com as rastreabilidades corretas)? O colaborador que carimbou está identificado na matriz de polivalência como autónomo para aquela operação? Tarefas que exigem pessoal com qualidade delegada estão a ser realizados por pessoas com esta valência identificadas na matriz de polivalência? Versão da documentação de referência da OP coincide com versão indicada em GesDoc? Colaborador efetua o carimbo da sua operação apenas no final da execução? O colaborador avalia a caducidade dos materiais inerentes à OP que está a realizar? O colaborador coloca visto nas pilas depois de as laminar? O colaborador realiza a contagem dos plásticos descartados conforme definido na OP/IT_1060?	O monitor exterior à sala limpa está operativo? Verifica-se a utilização dos EPI's definidos (luvas de algodão e, se aplicável, óculos de proteção e batas compridas) no LT? Verifica-se a inexistência de líquidos na Sala limpa? prod Verifica-se a inexistência de químicos junto a pontos de ignição (tomadas, fonte de calor, etc.)? O semáforo da sala limpa apresenta indicação de conformidade das condições do espaço (verde)?	Em análise.
Sala de corte	A identificação das telas é legível e estão corretamente identificadas (número de ply, referência, número do processo, part number e data, tipo de material)? WIP encontra-se bem armazenado sem telas dobradas? Plies com defeitos devidamente segregadas?	Os impressos estão devidamente preenchidos de acordo com a periodicidade definida (CA313 e CA052)? As ferramentas estão organizadas e arrumadas no local destinado? As mesas de trabalho estão limpas e organizadas? Os quadros da zona de trabalho estão atualizados? A OP está preenchida corretamente (todas as operações carimbadas)? O colaborador que carimbou está identificado na matriz de polivalência como autónomo para aquela operação? Tarefas que exigem pessoal com qualidade delegada estão a ser realizados por pessoas com esta valência identificadas na matriz de polivalência? Versão da documentação de referência da OP coincide com versão indicada em GesDoc? Colaborador efetua o carimbo da sua operação apenas no final da execução? O colaborador avalia a caducidade dos materiais inerentes à OP que está a realizar?	A Lectra encontra-se identificada? Verifica-se a utilização dos EPI's definidos (luvas de nitrilo, protetores auriculares e luvas anti-corte na troca da faca)? As botoneiras de segurança estão operacionais? A manutenção prevista da Lectra foi realizada (verificar CA313)?	Em análise.

Figura 62 - Base de dados de requisitos (1/2)

Desmoldagem	As peças estão a ser corretamente acondicionadas após o desmolde? É isolada com fita a zona de aplicação do mastik? Embalagem de químicos disponíveis no local estão corretamente identificados (lote, data de caducidade), se aplicável? As caixas individuais encontram-se com os conteúdos definidos, contendo apenas estes? As ferramentas das caixas utilizadas encontram-se em bom estado? A identificação das peças é legível e estão corretamente identificadas? WIP encontra-se bem armazenado? Os TH's não contém resina? Frekote é aplicado com pano, na direção e intervalo definido? A desmoldagem está a ser feita de forma correta como definido no LT?	Estado do tooltek e raiadores está de acordo com a IT_1079 e IT_1010? A aplicação de frekote é realizada como definido na IT_1010? As mesas de trabalho estão limpas e organizadas? O quadro da zona de trabalho está atualizado? A OP está preenchida corretamente (todas as operações carimbadas e com as rastreabilidades corretas)? O colaborador que carimbou está identificado na matriz de polivalência como qualificado para aquela operação? Tarefas que exigem pessoal com qualidade delegada estão a ser realizados por pessoas com esta valência identificadas na matriz de polivalência? Versão da documentação de referência da OP coincide com versão indicada em GesDoc? Colaborador efetua o carimbo da sua operação apenas no final da execução? O colaborador avalia a caducidade dos materiais inerentes à OP que está a realizar? Molde apresenta etiqueta de identificação e de revisão (avaliação de pelo menos 2)?	Os equipamentos encontram-se identificados? Verifica-se a utilização dos EPI's definidos? (óculos de proteção e luvas anti-corte) O condutor do empilhador apresenta qualificação para a tarefa na matriz de polivalência? O manuseador de pontes rolantes apresenta qualificação para a tarefa na matriz de polivalência? Verifica-se a inexistência de químicos junto a pontos de ignição (tomadas, fontes de calor, etc.)?	Em análise.
	Os kits estão organizados de acordo com a sua caducidade (ordenados por data de caducidade crescente)? Os sacos de kits, dentro da nevera, encontram-se bem selados? O material na zona vermelha está identificado (com etiqueta de produto suspeito/não conforme) e regularizado em SAP? Existe evidências de material caducado na nevera (verificação de 3 materiais aleatórios confirmando data de caducidade)? Na zona de descongelamento, os suporte estão operacionais e o rolo está bem apoiado nos suportes? Na zona de descongelamento, o saço está selado? Na zona de descongelamento, confirma-se que os KIT não se	Os impressos destinados ao local estão devidamente preenchidos de acordo com a periodicidade definida (CA323)? A temperatura da arca frigorífica encontra-se abaixo dos -18°C? Os kits não se encontram dobrados? Se não estiverem dobrados, colocar na parte verde. Verifica-se a inexistência de FOD's?	Não há presença de gelo na nevera? Verifica-se a utilização dos EPI's definidos (casaco e luvas, gorros)? Os trabalhadores respeitam o limite máximo de 12 minutos dentro da nevera? Não há presença de gelo nos permutadores da Nevera? A abertura da arca está operacional (porta e cortina abrem e fecham corretamente)? Os alertas de arca estão a ser reportados à qualidade (confirmar com RMP)?	Em análise.

Figura 63 - Base de dados de requisitos (2/2)

APÊNDICE 2 – EXEMPLOS DE CARTÕES KAMISHIBAI CRIADOS

37	Produção Lay up								
O embrulho da peça 2.08 é feita de acordo com o definido no LT?									
Verifica-se a correspondência entre as OP's e Kit do carrinho de 2.08?									

Figura 64 - Exemplo de Cartão Kamishibai (1/4)

13	Qualidade Desmoldagem								
As mesas de trabalho estão limpas e organizadas?									
O quadro da zona de trabalho está atualizado?									
Molde apresenta etiqueta de identificação e de revisão (avaliação de pelo menos 2)?									

Figura 65 - Exemplo de Cartão Kamishibai (2/4)

10	Qualidade Lay up								
Versão da documentação aplicável da OP coincide com versão indicada em GesDoc? (amostragem)									
Colaborador efetua o carimbo da sua operação apenas no final da execução?									
O colaborador avalia a caducidade dos materiais inerentes à OP que está a realizar?									

Figura 66 - Exemplo de Cartão Kamishibai (3/4)

12	Qualidade Desmoldagem								
Estado do tooltek e raiadores está de acordo com a IT_1079 e IT_1010?									
A aplicação de frekote é realizada como definido na IT_1010?									

12	Qualidade Desmoldagem								
Estado do tooltek e raiadores está de acordo com a IT_1079 e IT_1010?									
A aplicação de frekote é realizada como definido na IT_1010?									

Figura 67 - Exemplo de Cartão Kamishibai (4/4)

Kamishibai Audit Flowchart

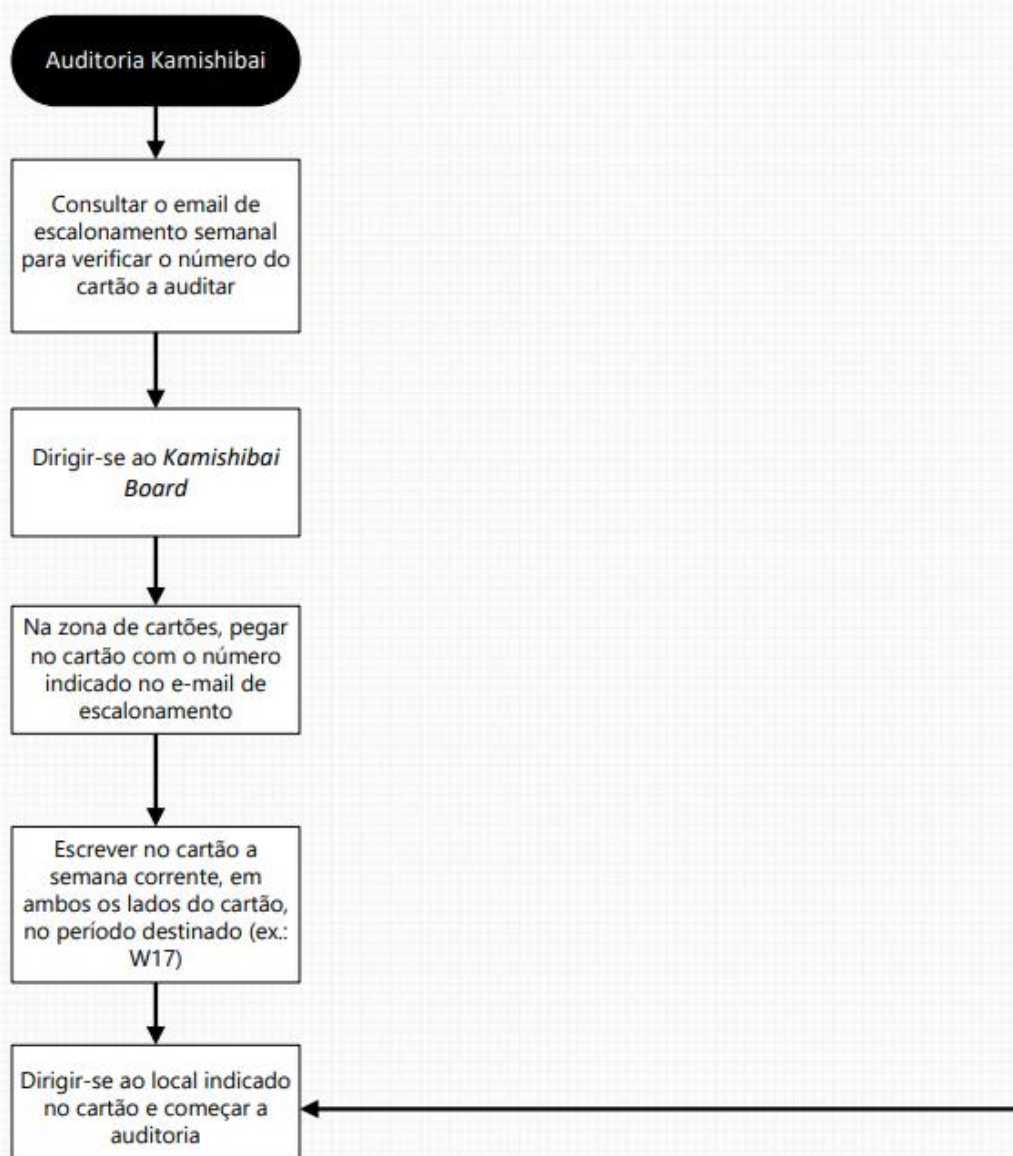


Figura 68 - Metodologia Kamishibai (1/4)

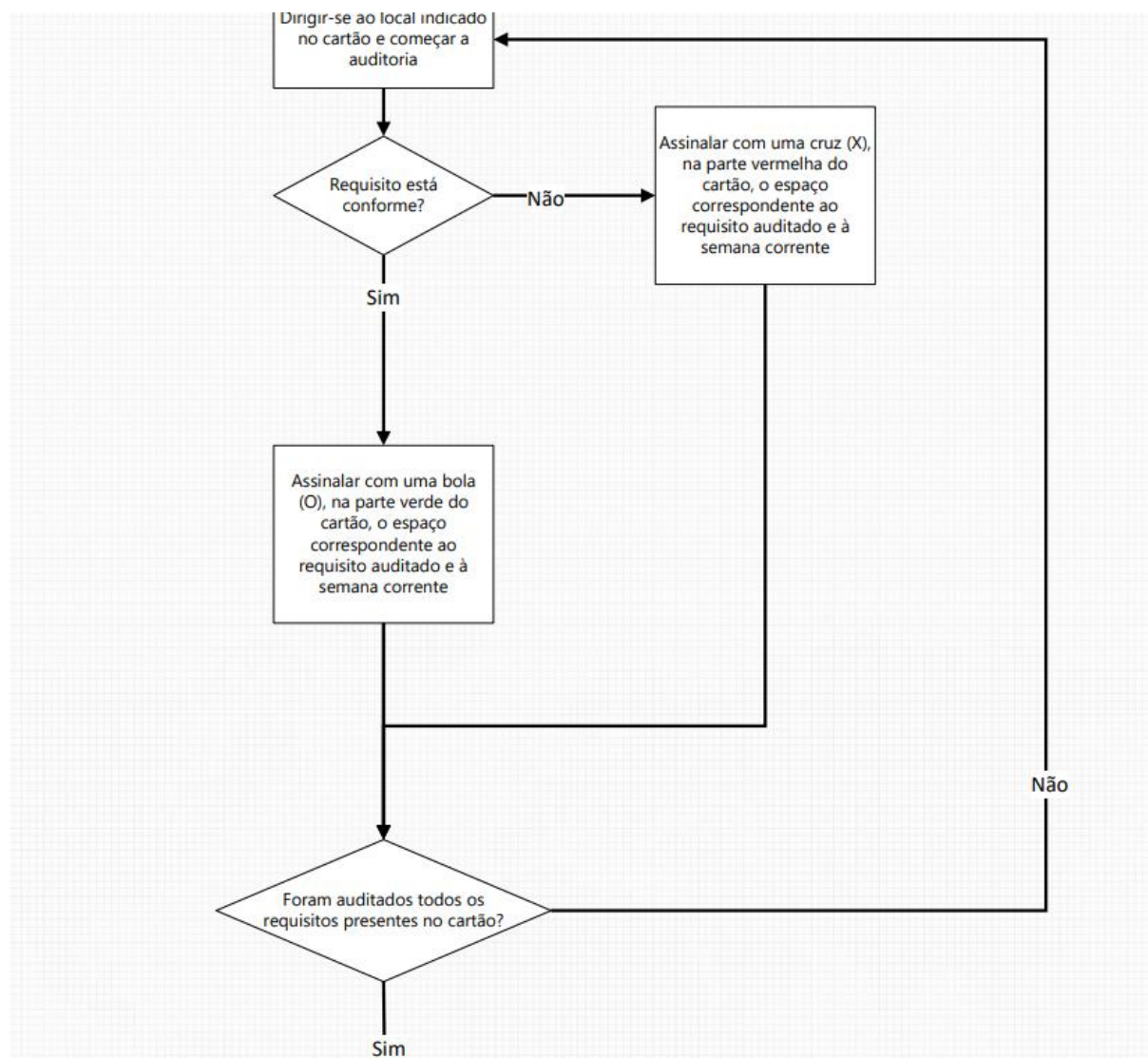


Figura 69 - Metodologia Kamishibai (2/4)

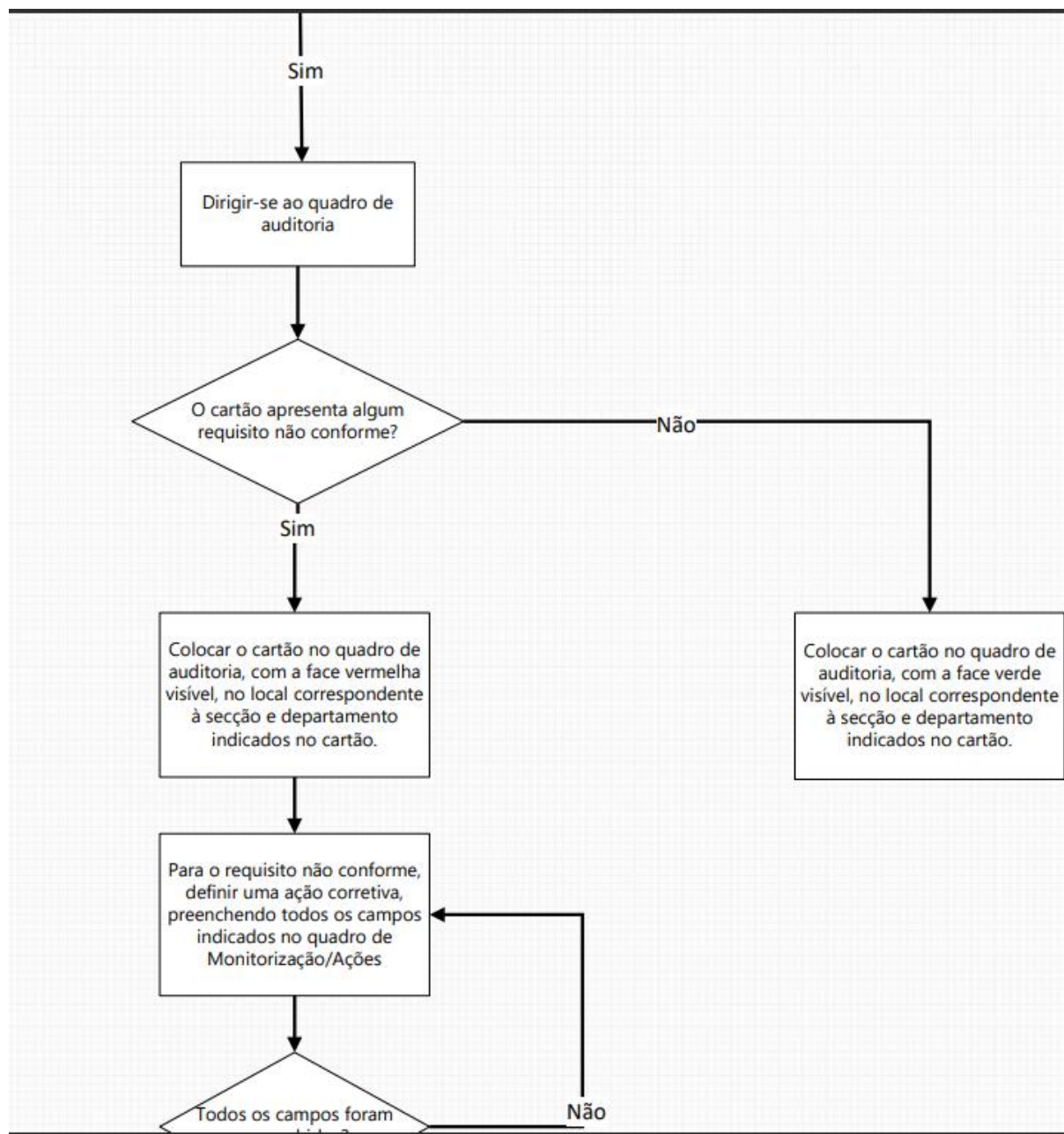


Figura 70 - Metodologia Kamishibai (3/4)

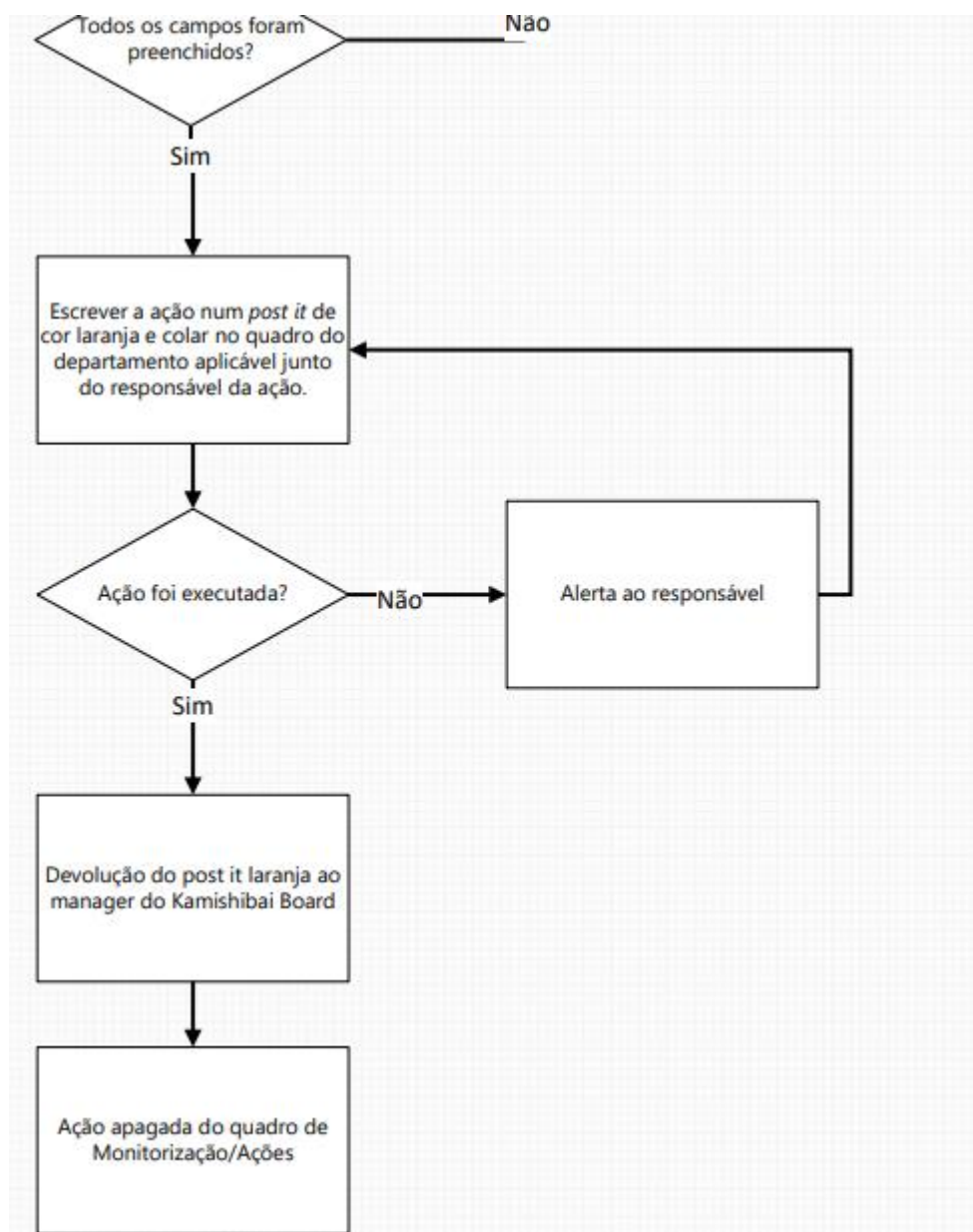
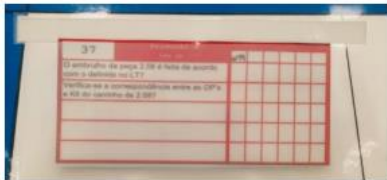


Figura 71 - Metodologia Kamishibai (4/4)

APÊNDICE 4 – LIÇÕES APRENDIDAS

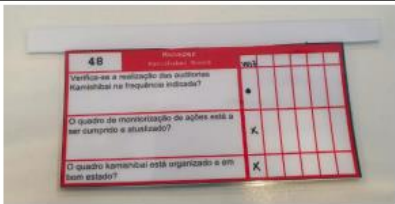
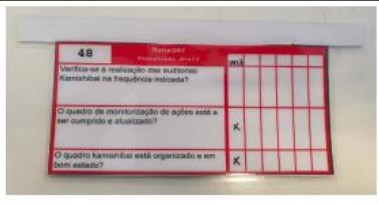
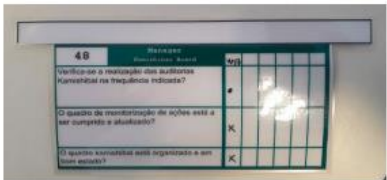
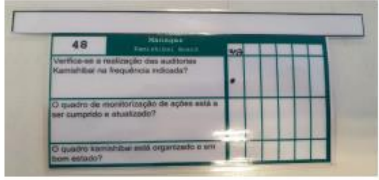
AS NOSSAS LIÇÕES APRENDIDAS		QAS 05/2022
☒ INCORRECTO: Se o cartão não apresenta nenhum requisito NOK, colocar com a parte vermelha visível no quadro e vice-versa. Exemplo:	☒ CORRECTO: Se o cartão apresenta pelo menos um requisito NOK, colocar com a parte vermelha visível no quadro. Se todos os requisitos estão OK, colocar com a parte verde no quadro. Exemplo:	
		
AO CUMPRIR ESTA REGRA ESTÁ A: CUMPRIR COM A METODOLOGIA DE AUDITORIA KAMISHIBAI		

CA375.01

Data: 20-05-2021

Elaborado por: Eduardo Marinho

Figura 72 - Exemplo lição aprendida (1/5)

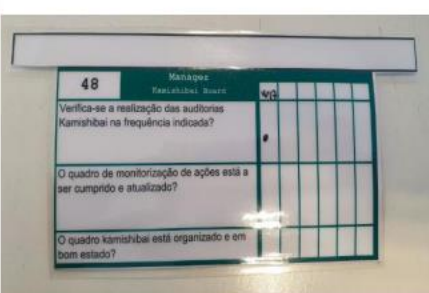
AS NOSSAS LIÇÕES APRENDIDAS		QAS 05/2022
☒ INCORRECTO: Preencher os resultados dos requisitos em ambos os lados ou apenas num lado quando há uma mistura de requisitos NOK e OK.	☒ CORRECTO: Se o requisito está NOK, preencher com uma cruz (X) apenas na parte vermelha. Se o requisito está OK, preencher com uma bola (O) apenas na parte verde	
		
		
AO CUMPRIR ESTA REGRA ESTÁ A: CUMPRIR COM A METODOLOGIA DE AUDITORIA KAMISHIBAI		

CA375.01

Data: 20-05-2022

Elaborado por: Eduardo Marinho

Figura 73 - Exemplo lição aprendida (2/5)

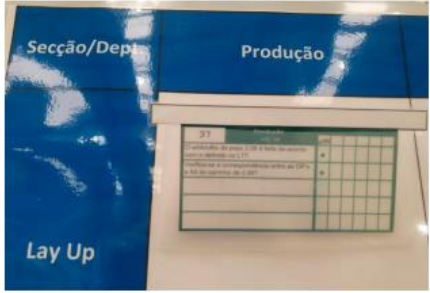
AS NOSSAS LIÇÕES APRENDIDAS		QAS 05/2022
☒ INCORRECTO:		☒ CORRECTO:
Escrever apontamentos no cartão.		Escrever apenas a semana corrente e o resultado de auditoria.
Exemplo:		Exemplo:
		
AO CUMPRIR ESTA REGRA ESTÁ A: CUMPRIR COM A METODOLOGIA DE AUDITORIA KAMISHIBAI		

CA375.01

Data: 20-05-2021

Elaborado por: Eduardo Marinho

Figura 74 - Exemplo lição aprendida (3/5)

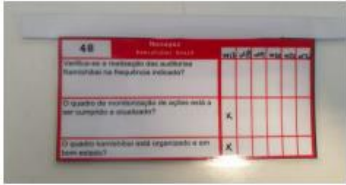
AS NOSSAS LIÇÕES APRENDIDAS		QAS 05/2022
☒ INCORRECTO:		☒ CORRECTO:
Não colocar o cartão no local do quadro em conformidade com o a secção/departamento indicados no cartão.		Colocar o cartão no local do quadro em conformidade com o a secção/departamento indicados no cartão.
Exemplo:		Exemplo:
		
AO CUMPRIR ESTA REGRA ESTÁ A: CUMPRIR COM A METODOLOGIA DE AUDITORIA KAMISHIBAI		

CA375.01

Data: 20-05-2021

Elaborado por: Eduardo Marinho

Figura 75 - Exemplo lição aprendida (4/5)

		AS NOSSAS LIÇÕES APRENDIDAS		QAS 05/2022	
☒ INCORRECTO:		☒ CORRECTO:			
Escrever todas as semanas consecutivas ou escrever apenas de um lado do cartão a semana.		Escrever apenas a semana corrente em ambos os lados do cartão.			
Exemplo:		Exemplo:			
					
					
AO CUMPRIR ESTA REGRA ESTÁ A:					
CUMPRIR COM A METODOLOGIA DE AUDITORIA KAMISHIBAI					

CA375.01

Data: 20-05-2021

Elaborado por: Eduardo Marinho

Figura 76 - Exemplo lição aprendida (5/5)