



Universidade de
Aveiro
2021

**PEDRO EMANUEL
GONZAGA NOGUEIRA
GUIMARÃES**

**MELHORIA DO PROCESSO DE GESTÃO DA
DOCUMENTAÇÃO NO CONTROLO E INSPEÇÃO DA
QUALIDADE: O CASO DE UMA EMPRESA
PRODUTORA DE PÁS EÓLICAS**



Universidade de
Aveiro
2021

**PEDRO EMANUEL
GONZAGA NOGUEIRA
GUIMARÃES**

**MELHORIA DO PROCESSO DE GESTÃO DA
DOCUMENTAÇÃO NO CONTROLO E INSPEÇÃO DA
QUALIDADE: O CASO DE UMA EMPRESA
PRODUTORA DE PÁS EÓLICAS**

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

Dedico este trabalho à minha família.

o júri

Presidente

Doutor João Carlos de Oliveira Matias
Professor Catedrático, Universidade de Aveiro

Doutora Ângela Maria Esteves da Silva
Professora Adjunta, Escola Superior de Ciências Empresariais do
Instituto Politécnico de Viana do Castelo

Doutora Maria João Machado Pires da Rosa
Professora Auxiliar, Universidade de Aveiro

agradecimentos

À Professora Doutora Maria João Rosa pela disponibilidade e ajuda demonstrada ao longo de todo o projeto.

À empresa acolhedora pela oportunidade e a todos os envolvidos que contribuíram para a concretização do projeto.

Aos meus colegas e amigos pelos momentos partilhados ao longo de todo o curso.

À minha família por me proporcionar condições que me permitiram atingir este objetivo.

A todos, muito obrigado!

palavras-chave

Processo, Qualidade, Melhoria, BPM, BPMN, *Lean*, Documentação

resumo

O panorama económico atual, globalizado e cada vez mais competitivo tem levado as empresas a procurar soluções para se diferenciarem dos seus concorrentes. O compromisso com uma gestão da qualidade eficaz e eficiente, capaz de entregar valor ao cliente por meio de produtos e serviços que atendam às suas expectativas e necessidades é vista como uma forma de uma organização garantir um bom posicionamento no mercado em que atua.

Um dos caminhos possíveis para garantir esse compromisso com a qualidade é através de uma gestão baseada na procura constante pela melhoria dos processos críticos da organização.

Nesse sentido o presente projeto reflete o trabalho desenvolvido numa empresa do setor das energias renováveis com o objetivo de melhorar a eficácia e eficiência do processo da gestão da documentação envolvida em todo o controlo e inspeção da qualidade ao processo produtivo e produto acabado. Para melhorar este processo, eliminando ou reduzindo os desperdícios que pudesse apresentar, bem como estabilizando e padronizando atividades para garantir um melhor fluxo da documentação e informação, foram combinadas as práticas de BPM, BPMN, Gestão da Qualidade e *Lean Thinking*.

As ações de melhoria implementadas culminaram num fluxo da documentação mais eficiente, num maior controlo, organização e padronização do processo da gestão da documentação, numa melhor definição de responsabilidades, melhor comunicação entre as equipas envolvidas e num aumento da percentagem de documentos devidamente preenchidos e conformes, bem como num acesso mais rápido à documentação por parte das equipas, que ficou distribuída em pontos estratégicos por todo o chão de fábrica.

Tendo em conta os resultados obtidos, pode-se concluir que a combinação das práticas de BPM/BPMN, Gestão da Qualidade e *Lean* foi consideravelmente positiva para a análise e melhoria do processo selecionado, o que permite concluir que é vantajosa a sinergia entre vários paradigmas da gestão para a melhoria do desempenho organizacional.

keywords

Process, Quality, Improvement, BPM, BPMN, *Lean*, Documentation

abstract

The current globalized and increasingly competitive economic scenario has led companies to seek for solutions to differentiate themselves from their competitors. The commitment to effective and efficient quality management, capable of delivering value to the customer through products and services that meet their expectations and needs is seen as a way for an organization to ensure a good position in the market in which it operates.

One of the possible ways to guarantee this commitment to quality is through a management based on the constant search for the improvement of the organization's critical processes.

In this sense, this project reflects the work developed in a company in the renewable energy sector with the aim of improving the effectiveness and efficiency of the documentation management process involved in all quality control and inspection of the production process and finished product. To improve this process, eliminating or reducing the wastes it could present, as well as stabilizing and standardizing activities to ensure a better flow of documentation and information, the practices of BPM, BPMN, Quality Management and *Lean Thinking* were combined.

The implemented improvement actions culminated in a more efficient documentation flow, greater control, organization and standardization of the documentation management process, a better definition of responsibilities, better communication between the teams involved and an increase in the percentage of properly completed and compliant documents, as well as faster access to documentation by the teams, which was distributed at strategic points throughout the shop floor.

Considering the results obtained, it can be concluded that the combination of BPM/BPMN, Quality Management and *Lean* practices was considerably positive for the analysis and improvement of the selected process, which allows to conclude that the synergy between various paradigms of management is advantageous to improve organizational performance.

Índice

Índice de Figuras.....	iii
Índice de Tabelas.....	v
Lista de Abreviaturas, Siglas e Acrónimos.....	vi
1. Introdução.....	1
1.1. Motivação e contextualização do trabalho.....	2
1.2. Objetivos e Metodologia	2
1.3. Estrutura do documento.....	5
2. Enquadramento teórico	7
2.1. Qualidade e Gestão da Qualidade.....	7
2.2. Gestão de Processos de Negócio	11
2.2.1. Modelação de processos de negócio.....	15
2.3. Lean Thinking	17
2.3.1 Lean Information Management	22
2.4. Considerações sobre os conceitos abordados	24
3. Melhoria do processo da gestão da documentação.....	27
3.1. Siemens Gamesa Renewable Energy	27
3.1.1 Ria Blades S.A.	28
3.1.2. O produto	29
3.1.3. Processo de fabrico da pá eólica.....	31
3.2. Aplicação do ciclo de vida do BPM ao processo de gestão da documentação no controlo e inspeção da qualidade.....	34
3.2.1. Identificação do processo	34
3.2.2. Descoberta do processo.....	35
3.2.3. Análise do processo.....	41
3.2.4. Redesenho do processo	43
3.2.5. Implementação do processo.....	44
3.2.5. Controlo e monitorização do processo	64
4. Conclusões, Limitações e Trabalho Futuro	67
5. Referências Bibliográficas	69
Anexos	73
Anexo A – Organograma da Siemens Gamesa Renewable Energy Blades S.A.	73
Anexo B – Layout fabril da Siemens Gamesa Renewable Energy Blades S.A.....	74

Anexo C – Modelo “As-Is” moldes	75
Anexo D – Modelo “As-Is” Sub-processo Registo NCRs	76
Anexo E – Modelo “As-Is” Sub-processo validação final RI.....	77
Anexo F - Modelo “To-Be” moldes.....	78
Anexo G - Modelo “To-Be” Sub-processo Registo NCRs	79
Anexo H – Modelo “To-Be” Sub-processo validação final RI	80
Anexo I – Resumo dos campos alterados por RI	81
Anexo J – Checklist documentação SG145.....	82
Anexo L – Novas etiquetas	83

Índice de Figuras

Figura 1 - Ciclo de vida do BPM (Adaptado de Dumas et al., 2018).....	4
Figura 2 - Diagrama causa-efeito	10
Figura 3 - Elementos básicos da notação BPMN (Adaptado de Recker, 2010).....	16
Figura 4 - Exemplo de um diagrama de <i>spaghetti</i>	22
Figura 5 - Instalações da <i>Siemens Gamesa Renewable Energy Blades S.A.</i>	28
Figura 6 - Componentes de uma turbina eólica.....	29
Figura 7 - Modelo das pás	30
Figura 8 - Turbina SG145	30
Figura 9 - Componentes de uma pá eólica SG145	30
Figura 10 - Aerodinâmica de uma pá	31
Figura 11 - Processo produtivo da pá.....	31
Figura 12 - Processo produtivo da pá eólica	32
Figura 13 – Enquadramento do processo de gestão da documentação.....	35
Figura 14 – <i>MPCP</i> das semi-roots.....	37
Figura 15 - Diagrama de Ishikawa geral para o processo em estudo.....	43
Figura 16 - Plano de ações.....	45
Figura 17 - Exemplo da situação antes da formação	47
Figura 18 - Exemplo da situação depois da formação	47
Figura 19 - Exemplo de um gráfico de vácuo de uma <i>web</i>	47
Figura 20 - Exemplo de campos relativos aos NDTs antes e depois das alterações	49
Figura 21 - Exemplo de campo dos testes FVF/FWF antes da alteração dos RI.....	49
Figura 22 - Exemplo de campo dos testes FVF/FWF depois da alteração dos RI.....	49
Figura 23 - Exemplo de campo do RI da <i>Web assembly</i> antes e depois das alterações	49
Figura 24 - Exemplo da medição D1 no RI da pá pré-pintada antes as alterações.....	50
Figura 25 - Exemplo da medição D1 no RI da pá pré-pintada depois das alterações	50
Figura 26 - Exemplo de campo antes da adaptação à V3	50
Figura 27 - Exemplo de campo depois da adaptação à V3.....	51
Figura 28 – Exemplo do documento “Auditoria ao Produto”	52
Figura 29 - Exemplo de movimentações dos inspetores para inspecionarem uma <i>web</i> no cenário inicial	55
Figura 30 - Exemplo de movimentações dos inspetores para inspecionarem uma <i>web</i> no cenário depois.....	55
Figura 31 - Exemplo do quadro de seguimento das <i>Webs</i>	56
Figura 32 - Exemplo mesa de apoio da GAT das <i>webs</i>	56
Figura 33 - <i>Dossiers</i> para colocação dos RI por GAT	56
Figura 34 - Exemplo do "Registo de Levantamento do RI"	57
Figura 35 - Exemplo de RI modelo das <i>Caps</i>	57
Figura 36 - Índice da capa do SG145	57
Figura 37 - Estante com as capas para arquivar os RR.....	57
Figura 38 - Local criado para a entrega da documentação.....	58
Figura 39 - Local inicial da entrega da documentação.....	58

Figura 40 - Identificação inicial dos <i>sets</i>	59
Figura 41 - Nova identificação dos <i>sets</i>	59
Figura 42 - Estante de arquivo dos <i>sets</i>	59
Figura 43 - Arquivo morto	59
Figura 44 - <i>Pinoko</i> estado depois	60
Figura 45 - <i>Pinoko</i> estado inicial.....	60
Figura 46 – Exemplo de etiquetas.....	61

Índice de Tabelas

Tabela 1 - Elementos do processo da gestão da documentação.....	38
Tabela 2 - Nomenclatura para a identificação dos ficheiros.....	64

Lista de Abreviaturas, Siglas e Acrónimos

BPM - *Business Process Management*

BPMN - *Business Process Model and Notation*

CDR - *Center Drilling Robot*

D-FMEA - *Design Failure Mode and Effect Analysis*

FVF - *Fiber Volume Fraction*

FWF - *Fiber Weight Fraction*

GAT - *Grupo Autónomo de Trabalho*

LIM – *Lean Information Management*

LE - *Leading Edge*

LEP - *Leading Edge Protection*

LPS - *Lightning Protection System*

MS - *Main Shell*

MPCP - *Manufacturing Process Control Plan*

NCR - *Non Conformity Report*

NDT - *Non destructive test*

P-FMEA - *Process Failure Mode and Effect Analysis*

PS - *Pressure Side*

RI - *Registo de Inspeção*

RR – *Registo de Reparação*

SGQ – *Sistema de Gestão da Qualidade*

SGRE - *Gamesa Renewable Energy*

SI - *Sistema de Informação*

SS - *Suction Side*

TE - *Trailing Edge*

Tg - *Glass Transition*

TQM - *Total Quality Management*

TPS - *Toyota Production System*

VWI - *Visual Work Instruction*

WI - *Work Instruction*

1. Introdução

O panorama económico atual, altamente globalizado e cada vez mais competitivo, tem levado as empresas a procurar soluções para se diferenciarem dos seus concorrentes de modo a garantir vantagem competitiva sobre os mesmos, seja pela redução dos custos, pela aposta em economias de escala, pela política de melhoria contínua, pela eliminação de desperdícios ou ainda por uma aposta no aumento da qualidade dos serviços e produtos oferecidos ao cliente (Pereira-moliner et al., 2012).

A qualidade é atualmente um fator competitivo diferenciador, capaz de catapultar uma organização para um patamar superior de quota de mercado, em que a entrega de valor ao cliente é o seu principal objetivo e a satisfação dos clientes a sua finalidade. O compromisso com uma gestão da qualidade eficaz e eficiente, capaz de entregar valor ao cliente por meio de produtos e serviços que atendam às suas expectativas e necessidades, é vista como uma forma de uma organização garantir um bom posicionamento no mercado (Pereira-moliner et al., 2012).

Uma das formas possíveis de garantir esse compromisso com a qualidade é por meio da procura constante pela melhoria dos processos críticos das organizações. No que diz respeito a processos, um dos conceitos mais utilizados e reconhecidos atualmente para analisar, melhorar e gerir processos é a Gestão de Processos de Negócio (*Business Process Management* - BPM). É uma filosofia que tem vindo a crescer de forma bastante significativa e que se baseia num conjunto de princípios, métodos e ferramentas para analisar processos de negócio, com o objetivo de melhorar o seu desempenho (Dumas et al., 2018).

Com o objetivo de modelar processos de negócio, diversas notações foram surgindo ao longo dos últimos anos, sendo que o *Business Process Model and Notation* (BPMN) se tornou numa das notações mais utilizadas atualmente devido à sua versatilidade, ao facto de ser suportado por diversas ferramentas e também pela clareza gráfica que confere aos processos de negócio, que se traduz numa fácil compreensão por parte de todos os utilizadores (Dumas et al., 2018). Por meio do modelo que representa um processo de negócio específico, torna-se mais fácil identificar desperdícios, atividades de valor não acrescentado e problemas a ele associados.

Seguidamente, recorrendo à combinação de ferramentas da qualidade com uma abordagem *Lean Thinking*, é possível procurar as causas desses mesmos desperdícios, trabalhando na definição de ações de melhoria que visem a sua eliminação. Nesse sentido, o *Lean Thinking* tem-se mostrado uma excelente abordagem para reduzir e eliminar aspetos que não agregam valor ao processo, sendo cada vez mais as organizações que recorrem a esta filosofia como auxílio na melhoria dos processos dado que lhes permite obter melhores resultados fazendo uso dos mesmos ou até de menos recursos (Rymaszewska, 2017).

É neste contexto que o presente relatório reflete o trabalho desenvolvido no Departamento da Qualidade da empresa *Ria Blades S.A.*, o qual se centrou na melhoria do processo de gestão da documentação envolvida em todo o controlo e inspeção da qualidade. O principal objetivo foi aumentar a eficácia e eficiência deste processo, propondo um novo fluxo da documentação da

qualidade e reduzindo e eliminando também outros desperdícios encontrados, combinando, para isso, as práticas de Gestão da Qualidade, BPM, BPMN e *Lean Thinking*.

1.1. Motivação e contextualização do trabalho

O projeto descrito neste relatório foi desenvolvido no Departamento da Qualidade da *Ria Blades S.A.*, empresa que atua no mercado das energias renováveis através da produção e comercialização de pás eólicas e que pertencia ao grupo *Senvion* até meados de 2019, altura em que o grupo entrou em insolvência. Seguiu-se uma longa negociação que resultou, em maio de 2020, na aquisição da *Ria Blades S.A.* pela *Siemens Gamesa Renewable Energy* (SGRE), passando, assim, a integrar o portefólio deste grupo hispano-alemão. Devido a esta aquisição, a empresa ainda se encontra em fase de adaptação aos processos de negócio impostos pela SGRE, o que se traduz numa necessidade de melhorar a situação atual de alguns destes processos. Este cenário constituiu a motivação principal para o desenvolvimento do projeto aqui descrito.

Nesse sentido, o projeto focou-se no estudo de um processo crítico na garantia da qualidade do produto, que necessitava de ser melhorado e que é da responsabilidade do departamento da qualidade, embora nele intervenham também outros departamentos.

O processo em questão, que é o objeto de estudo deste projeto, é o *processo de gestão da documentação envolvida em todo o controlo e inspeção da qualidade ao processo produtivo e produto acabado*, até que este esteja validado para ser expedido para o cliente. Dentro deste processo importa conhecer toda a documentação necessária à realização do mesmo, o seu fluxo e, também, a forma como os vários intervenientes interagem entre si e com a documentação. Este processo requer atualmente um conjunto elevado de documentação e informação que tem de ser validada durante todo o procedimento, de forma a que todos os resultados dos parâmetros e características a serem controladas fiquem registados em documentação física, para que se consiga ter evidências daquilo que é o controlo e inspeção ao processo de fabricação e ao produto. Pretendeu-se, portanto, conhecer todo o processo de inspeção no que diz respeito a toda a documentação usada durante o mesmo, bem como o seu fluxo, de maneira a que o mesmo pudesse ser melhorado.

1.2. Objetivos e Metodologia

O objetivo principal definido para o projeto foi a melhoria do processo em estudo, através da identificação e posterior redução e eliminação das principais lacunas existentes no mesmo, de modo que no futuro se possa reformular o processo atual, aumentando a sua eficiência e eficácia e melhorando o envolvimento de todas as partes interessadas. De forma geral, foi necessário mapear o estado do processo, conhecer os fluxos da documentação e informação relevantes, identificar as fontes de informação e alinhar estes elementos para que a informação seja a correta e adequada e a documentação esteja disponível para as pessoas certas, no lugar certo, no tempo certo.

Os objetivos específicos a alcançar com o projeto foram:

- Redefinir e melhorar o fluxo da documentação e informação, dentro da unidade industrial, de modo a torná-lo mais eficiente e eficaz, evitando perda de informação e promovendo a comunicação entre as equipas da qualidade no terreno, a produção e a gestão da qualidade;
- Analisar a documentação usada no processo e sempre que possível adaptá-la às necessidades das equipas intervenientes;
- Uniformizar/padronizar os procedimentos e atividades existentes no processo em estudo. Criar *standards* de procedimentos e preenchimento da documentação para assegurar que toda a recolha de dados e informação necessária para validar um componente/pá seja documentada de acordo com aquilo que são as exigências da SGRE;
- Tornar o processo centralizado no departamento da qualidade, isto é, o fluxo do processo passa a estar orientado a este departamento e a gestão de toda a documentação necessária ao processo também passa a ser da responsabilidade do mesmo.

A metodologia utilizada neste projeto, de modo a tentar melhorar o processo em causa, incluiu duas partes. A primeira parte consistiu numa revisão da literatura, que permitiu enquadrar teoricamente o projeto realizado e que serviu de base para o desenvolvimento prático do mesmo. Abordaram-se os conceitos, princípios e metodologias de Gestão da Qualidade, *Business Process Management*, *Business Process Model and Notation* e *Lean Thiking*.

A segunda parte correspondeu ao desenvolvimento prático do projeto e aqui, de entre as várias metodologias existentes na literatura, decidiu-se utilizar a do ciclo de vida do BPM, uma vez que sustenta dois dos princípios da gestão da qualidade que motivam este projeto, que são a melhoria e a abordagem por processos. Esta era também a metodologia que melhor se enquadrava e alinhava com os objetivos específicos do projeto. O ciclo de vida do BPM consiste em 6 fases: identificação do processo, descoberta do processo (modelo "*as-is*"), análise do processo, redesenho do processo (modelo "*to-be*"), implementação do processo e monitorização do processo (Dumas et al., 2018) (Figura 1). No caso específico deste estudo, começou-se por dar ênfase às fases da identificação, descoberta e análise do processo, a fim de compreender os principais problemas e desperdícios associados ao mesmo, e à fase de redesenho, na qual se pretendeu propor sugestões de melhoria através de um plano de ações. Na fase de implementação colocaram-se em prática as ações de melhoria sugeridas e na última fase, monitorização do processo, seguiu-se de perto o mesmo para perceber se as alterações estavam a ter os resultados desejados e agindo para fazer correções se tal fosse necessário.

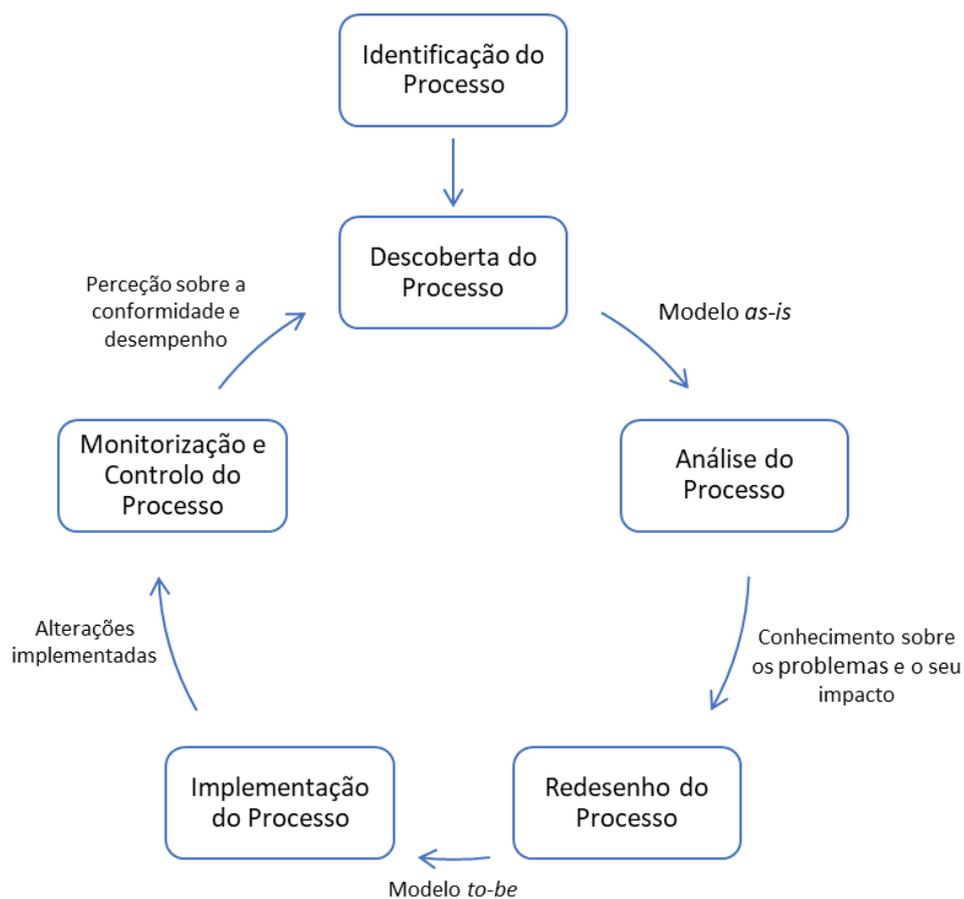


Figura 1 - Ciclo de vida do BPM (Adaptado de Dumas et al., 2018)

A primeira fase desta metodologia consiste na **identificação do processo**. Como já foi referido, o processo em questão, que a equipa de gestão da qualidade definiu como prioritário analisar e melhorar, foi o processo de gestão da documentação envolvida em todo o controlo e inspeção da qualidade. Este é um processo crítico para a organização, uma vez que todas as informações sobre as características do produto a ser controlado devem ser registadas e posteriormente guardadas, a fim de assegurar que todos os requisitos do produto são garantidos ao cliente.

A segunda fase corresponde à **descoberta do processo**. No contexto deste estudo, a descoberta do processo foi baseada principalmente em evidências, incluindo análise documental, observação e também conversas informais com inspetores da qualidade durante as observações feitas no chão de fábrica. A este respeito, é de referir que os *workshops* de formação realizados na primeira semana do estágio curricular permitiram desde logo recolher algumas informações relevantes para esta fase do estudo de caso. Após obter e organizar todas as informações necessárias ao conhecimento do processo, foi realizada a sua modelação utilizando a linguagem BPMN 2.0, o que resultou no modelo que reflete a situação atual do processo (modelo "as-is").

Na fase de **análise do processo**, procedeu-se ao estudo do mesmo para tentar identificar as principais fontes de desperdícios, atividades de valor não acrescentado, problemas associados e

as suas causas raiz através do diagrama de *Ishikawa* e, conseqüentemente, oportunidades de melhoria. Os problemas aqui encontrados foram agrupados considerando o seu nível de impacto no desempenho do processo e a sua facilidade de resolução.

Na quarta fase - **redesenho do processo** - foi elaborado um plano de ações cujo objetivo foi propor sugestões de melhoria para fazer face aos problemas encontrados na fase anterior e respetivas causas. Para ajudar a planear cada ação proposta recorreu-se à ferramenta *5W2H*. Estas sugestões conduziram a alterações no processo que levaram, no final desta fase, a desenvolver o modelo *"to-be"*, correspondente ao estado futuro do processo em estudo.

Na fase de **implementação do processo** colocaram-se em prática as ações definidas na etapa anterior de modo a fazer-se a passagem do processo *"as-is"* para o processo *"to-be"*. De referir que para a implementação de algumas ações recorreu-se a ferramentas e metodologia *Lean* para ajudar à concretização das mesmas.

Na última fase do ciclo de vida do BPM - **monitorização e controlo do processo** - seguiu-se de perto o novo processo por forma a garantir o sucesso das soluções propostas e também para retificar alguma atividade que não estivesse a ser realizada dentro do planeado. No final desta etapa procurou-se também, dentro do que foi possível, resumir os resultados alcançados com o trabalho realizado.

1.3. Estrutura do documento

O presente relatório de projeto é constituído por 4 capítulos. No primeiro capítulo faz-se uma introdução ao projeto, seguida de uma contextualização do trabalho realizado. São ainda expostos os objetivos e a metodologia inerentes a este projeto.

O segundo capítulo consiste no enquadramento teórico do trabalho, em que são expostos os temas relevantes e que serviram de suporte e base teórica para o desenvolvimento do projeto.

O terceiro capítulo expõe todo o trabalho prático desenvolvido, em que se utilizou o ciclo de vida da Gestão de Processos de Negócio para melhorar o processo em estudo.

No quarto e último capítulo são apresentadas as conclusões e limitações do trabalho desenvolvido, assim como também propostas de trabalho futuro.

2. Enquadramento teórico

No presente capítulo abordam-se os temas chave que enquadram e suportam teoricamente o projeto desenvolvido na empresa acolhedora. Assim, numa primeira parte discute-se a qualidade e gestão da qualidade, segue-se depois para a gestão de processos de negócio, a qual inclui a modelação de processos de negócio onde se apresenta o BPMN e, por fim, aborda-se a temática do *Lean Thinking*. No final faz-se ainda uma breve consideração sobre os temas abordados, procurando-se expor a relação entre eles.

2.1. Qualidade e Gestão da Qualidade

Segundo Pereira-moliner et al. (2012), uma maior qualidade implica menores custos e maior produtividade, o que, por sua vez, confere à empresa uma posição mais consolidada, num mercado global cada vez mais competitivo.

Assim, é fundamental garantir a existência de processos que assegurem a oferta de produtos e serviços com elevados índices de qualidade de forma a satisfazer as necessidades e exigências dos clientes. Para que isto seja possível, é essencial que as organizações concentrem os seus esforços em vários critérios que devem ser satisfeitos, sendo eles a perfeição, a consistência, a redução e eliminação de desperdícios e a prática de fazer bem à primeira vez (Evans & Lindsay, 2008). Consequentemente, constrói-se uma quota de mercado mais consolidada e aumenta-se a competitividade das organizações (Pereira-moliner et al., 2012).

Apesar de não haver um consenso relativamente ao conceito de qualidade, este pode ser definido como a capacidade que um produto ou serviço tem para, de uma forma consistente, satisfazer ou exceder as expectativas dos clientes (Juran, 2001).

O conceito foi ganhando, ao longo do tempo, uma maior importância nos processos organizacionais, tendo sido alvo de várias evoluções ao longo dos anos. Assim, a história da qualidade pode ser dividida em cinco fases, que são apresentadas seguidamente:

1. Inspeção da qualidade: esta fase consistia na verificação da conformidade do produto com as especificações definidas, através de inspeções realizadas ao mesmo, no seu estado acabado. O produto final era inspecionado e classificado posteriormente como conforme ou não conforme. O objetivo, era, portanto, deixar passar os produtos bons e travar os defeituosos. Nesta fase, os custos com matéria-prima e retrabalho eram muito elevados, dado que não se realizavam controlos de qualidade ao longo do processo produtivo (apenas ao produto acabado) e não se procurava perceber quais as possíveis causas que poderiam estar na origem dos defeitos (Pires, 2007);

2. Controlo da qualidade: nesta fase, foi introduzido o conceito de Controlo Estatístico do Processo que, para além de manter as inspeções, tinha como objetivo tentar perceber quais as causas que estavam na origem de produtos não conformes. Consequentemente, eram implementados controlos intermédios adequados e ações de melhorias ao longo de todo o

processo de fabricação. Deste modo, tornou-se possível diminuir o índice de fabricação de produtos defeituosos e, conseqüentemente, os custos a eles associados (Pires, 2007);

3. **Garantia da qualidade:** nesta etapa verifica-se uma evolução do conceito de qualidade para uma abordagem mais proativa em detrimento de uma perspectiva menos reativa como acontecia na fase anterior. A garantia da qualidade, ao contrário do Controlo Estatístico do Processo, em que se adota uma atitude reativa face aos problemas encontrados, assentava numa ótica proativa, em que o seu objetivo era definir medidas preventivas que permitissem evitar e reduzir a produção de produtos não conformes. Para que isto fosse possível eram efetuados diversos levantamentos de informação e evidências, relativamente às várias fases do processo produtivo e pessoas envolvidas no mesmo, com o objetivo de melhorá-lo em todos os seus aspetos (*layout* das linhas produtivas, padronização do trabalho, manutenção das máquinas e das ferramentas utilizadas, formação dos colaboradores, entre outros) (Pires, 2007);

4. **Gestão da qualidade:** na sequência das etapas acima mencionadas, o conceito de qualidade evoluiu para uma realidade em que se estabeleciam conjuntos de ações planeadas e sistemáticas, essenciais para conceder a confiança de que um determinado produto ou serviço iria de encontro às expectativas e necessidades do cliente. O que diferencia esta etapa da garantia da qualidade, tem sobretudo que ver com a relevância que é conferida aos clientes das empresas. Assim, as organizações compreendem que é essencial alargar fronteiras e passar a ter um contacto mais próximo com os seus clientes, para que possam conhecer a opinião dos mesmos acerca do seu produto ou serviço e agir sobre elas (Pires, 2007). Passa também a ser central a ideia da melhoria da qualidade;

5. **Gestão da Qualidade Total / Total Quality Management (TQM):** nesta última etapa é dado um maior relevo ao papel que os clientes têm no sucesso organizacional e também ao papel fulcral que todos os *stakeholders* (acionistas, investidores, fornecedores, clientes, etc.) possuem na sustentabilidade da organização. Por fim, os colaboradores também são vistos como ativos fundamentais para a empresa, o que motivou uma procura pela melhoria das suas condições de trabalho e do seu bem-estar, tanto a nível profissional como pessoal (Pires, 2007).

Para que uma organização consiga obter um compromisso com uma qualidade de excelência, é essencial que seja feita a sua gestão cuidada. Embora existam várias definições para a gestão da qualidade, esta pode ser definida da seguinte forma: “*atividades coordenadas para dirigir e controlar uma organização no que respeita à qualidade*” (ISO, 2015). A implementação por parte das empresas de um sistema de gestão da qualidade é atualmente um fator estratégico, que levará a um aumento da confiança de todos os *stakeholders*, sobretudo através da sua certificação com base na norma ISO 9001 (Fonseca, 2015).

No sentido de se estabelecer um compromisso com a qualidade, a norma NP EN ISO 9001:2015 (2015) define sete princípios para a gestão da qualidade (ISO, 2015):

1. **Foco no cliente:** “O foco primordial da gestão da qualidade é posto na satisfação dos requisitos dos clientes e no esforço por exceder as suas expectativas”.

2. **Liderança:** “O estabelecimento da unidade de propósito e a orientação e o comprometimento das pessoas permitem que uma organização alinhe as suas estratégias, políticas, processos e recursos para atingir os seus objetivos”.

3. **Comprometimento das pessoas:** “Para a melhoria da capacidade da organização para criar e disponibilizar valor, é essencial que em todos os níveis da organização haja pessoas competentes, a quem tenham sido conferidos poderes e que estejam comprometidas”.

4. **Abordagem por processos:** “Resultados consistentes e previsíveis podem ser mais eficaz ou eficientemente atingidos quando as atividades são compreendidas e geridas como processos inter-relacionados que funcionam como um sistema coerente”.

5. **Melhoria:** “As organizações que têm sucesso estão permanentemente focadas na melhoria”.

6. **Tomada de decisão baseada em evidências:** “As decisões baseadas na análise e na avaliação de dados e de informação são mais suscetíveis de produzir os resultados desejados”.

7. **Gestão das relações:** “Para terem sucesso sustentado, as organizações gerem as suas relações com partes interessadas, como sejam os fornecedores”.

A norma ISO 9001:2015 engloba vários requisitos que têm de ser cumpridos para a implementação de um Sistema de Gestão da Qualidade (SGQ), sendo que no contexto deste projeto importa destacar a importância da informação documentada, não no sentido da implementação de um SGQ, mas no sentido de que existia a necessidade de melhorar a conformidade deste requisito.

Os termos “procedimento documentado” e “registo” utilizados na norma ISO 9001:2008 (versão da norma ISO 9001 anterior à atual) foram ambos substituídos ao longo da ISO 9001:2015 pela designação “informação documentada”. Esse termo é definido como a informação que é requerido ser controlada e mantida por uma organização, se bem que fique ao critério de cada organização determinar o nível e tipo de documentação que necessita de controlar no seu próprio SGQ.

No caso específico deste trabalho a informação documentada é a base para salvaguardar que todos os requisitos a controlar do processo e do produto final estejam conformes, além de manter evidências sobre estes mesmos requisitos, a fim de demonstrar a conformidade do produto, perante o cliente, com os requisitos especificados.

Importa ainda destacar que a concretização da Gestão da Qualidade na prática envolve a utilização de um grande leque de ferramentas da qualidade, desde as sete ferramentas básicas da qualidade até outras que têm surgido ao longo do tempo e que são usadas no seu âmbito, destacando-se para este projeto o diagrama causa-efeito e a ferramenta 5w2h.

- **Diagrama causa-efeito:**

O diagrama causa-efeito, diagrama de *Ishikawa* ou ainda diagrama espinha de peixe é uma das sete ferramentas básicas da qualidade utilizada na identificação das causas de um determinado

problema. Tem como objetivo expor de modo estruturado as possíveis causas raiz de um determinado problema (efeito) (Rosa et al., 2014). A sua forma gráfica ajuda a identificar, discutir e analisar de forma organizada e sistematizada potenciais causas de um dado problema ao mesmo tempo que evidencia as relações entre elas (Rosa et al., 2014).

O primeiro passo para a construção deste diagrama consiste na definição do problema que se pretende analisar, o qual é colocado no espaço destinado ao mesmo. De seguida vão-se listando todas as causas possíveis que podem estar na origem do problema, podendo-se realizar para este fim um *Brainstorming* (Rosa et al., 2014; Morais, 2005).

De modo a permitir uma melhor organização das causas, normalmente definem-se seis categorias principais (6M's) que representam os maiores fatores que têm impacto no desempenho de um determinado processo, sendo eles (Rosa et al., 2014; Morais, 2005):

- Materiais;
- Método;
- Mão-de-obra;
- Máquinas;
- Meio-ambiente;
- Medida.

Apesar do formato com os 6M's ser o mais comum é possível adaptar o diagrama para estudar qualquer problema e assim trocar as categorias por outras que façam mais sentido e sejam mais adequadas a determinado processo (Rosa et al., 2014; Morais, 2005). Na Figura 2 encontra-se um exemplo de um diagrama de causa-efeito.

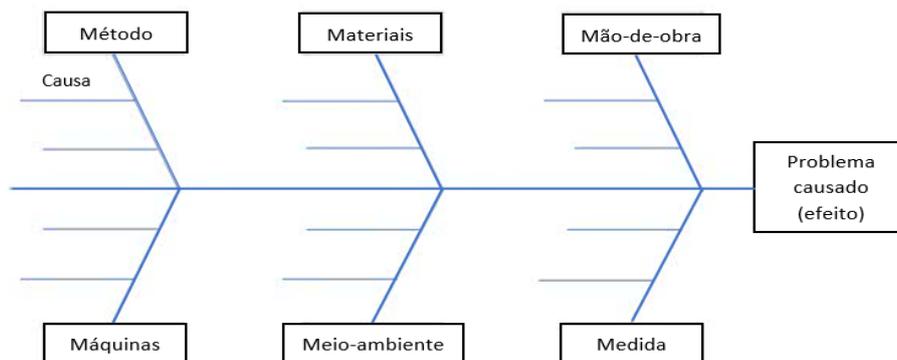


Figura 2 - Diagrama causa-efeito

- **Ferramenta 5w2h**

A ferramenta 5W2H consiste num simples, mas eficaz método para descrever e planear ações de uma forma objetiva e cuidadosa, permitindo que estas sejam executadas de um modo organizado (Lopes et al., 2013). Esta metodologia é assim útil para o desenvolvimento de planos de ações, nos quais, para cada ação se responde a sete perguntas essenciais que estão na origem do seu nome, sendo elas:

- **What** (O quê?) – O que vai ser implementado? Deve-se descrever objetivamente em que consiste a ação.
- **Why** (Porquê?) – Porquê que foi definida esta ação? Consiste em explicar sucintamente o propósito ou o resultado esperado com a implementação da solução.
- **Who** (Quem?) – Por quem será desenvolvida? Indicar a pessoa, grupo de pessoas ou departamento responsável por executar a ação.
- **Where** (Onde?) – Onde será implementada? Consiste em definir o local onde a ação irá decorrer.
- **When** (Quando?) – Quando será executada? Indicar o período de tempo durante o qual a ação será implementada. Normalmente define-se uma data inicial e final prevista para o término da execução da ação.
- **How** (Como?) – Como será executada? Explicar a forma como a ação será realizada, ou seja, uma breve exposição do procedimento que será seguido.
- **How much** (Quanto?) – Quanto será o valor associado à sua implementação? Fazer uma previsão do custo associado ao desenvolvimento da ação (Lopes et al., 2013; Pacaiova 2015)

As vantagens da sua utilização residem na facilidade da compreensão dos factos e num melhor aproveitamento de informações ajudando assim a clarificar cenários e a organizar e sistematizar ideias (Lopes et al., 2013). Além disso, devido à sua simplicidade e objetividade, esta ferramenta torna-se versátil, permitindo conduzir um plano de ações qualquer que seja a sua finalidade, desde implementação de ações corretivas e preventivas para solucionar um determinado problema, implementar os requisitos de normas ISO ou promover mudanças internas na organização, entre outros (Stam et al., 2015; Pacaiova 2015).

2.2. Gestão de Processos de Negócio

O atual ambiente global de mudança constante e de crescimento económico, contribui para que as organizações necessitem de adotarem novos métodos e procedimentos para colocarem em prática os seus processos, dado que estes são um importante fator de sucesso para ganhar uma vantagem competitiva. Pode-se afirmar até que, todo e qualquer produto ou serviço tem a ele associado algum processo de negócio (Gonçalves, 2000).

Um processo de negócio pode ser definido como um conjunto de atividades conectadas, realizadas por participantes específicos e que resultam na criação de valor para o cliente (Carchiolo et al., 2019). De acordo com Chountalas & Lagodimos (2019), os processos de negócio “são um conjunto de atividades claramente especificadas, estruturadas e logicamente relacionadas que funcionam em conjunto e usam recursos para transformar entradas específicas em saídas desejadas” (p. 1). Um processo de negócio não existe isolado e, portanto, todos os departamentos de uma organização acabam por estar envolvidos no desenrolar destes processos, seja de forma direta ou indireta. Assim, torna-se importante que exista uma comunicação interdepartamental dentro de uma organização, pois só assim é possível deter todo o conhecimento acerca de um determinado processo de negócio (Pereira, 2013).

Geralmente os processos de negócio são classificados em três tipos: i) processos de gestão ou estratégicos - são os processos que gerem as principais estratégias de topo de uma organização; fornecem direções, regras e práticas a seguir para os processos centrais e de suporte; ii) processos centrais - são as operações (*core business*) que criam valor na organização, ou seja, a produção de bens ou serviços; iii) processos de suporte - processos que dão suporte aos processos centrais, permitindo que estes sejam executados. *Procurement*, gestão de recursos humanos, gestão de tecnologias da informação e gestão da qualidade são alguns exemplos destes processos de suporte (Carchiolo et al., 2019; Dumas et al., 2018).

Relativamente à Gestão de Processos de Negócio (*Business Process Management* - BPM), esta “é uma abordagem de gestão que considera a operação de uma organização como uma rede de processos de negócio inter-relacionados; ao gerir esses processos como um sistema unificado, prevalece a gestão eficaz de toda a organização” (Chountalas & Lagodimos, 2019, p. 1). De forma mais simples, o BPM é uma prática de gestão utilizada pelas organizações com o objetivo de aumentar o desempenho organizacional por meio da melhoria de seus processos de negócio (Hassan, 2017). O BPM pode ser visto como uma abordagem holística envolvendo clientes, fornecedores, colaboradores, tecnologia de dados e informação e inclui um conjunto de princípios, métodos e ferramentas para projetar, analisar, executar e monitorizar processos de negócio, com o objetivo de aumentar o seu desempenho (Hassan 2017; Dumas et al., 2018).

O BPM evoluiu de diferentes tradições, sendo a Gestão da Qualidade Total (*Total Quality Management* - TQM) e a Reengenharia de Processos de Negócio (*Business Process Reengineering* - BPR) os que mais contribuíram para o seu surgimento. Em suma, o TQM concentra-se na eficiência e na melhoria incremental do processo, enquanto o BPR visa a eficácia e, essencialmente, busca melhorias drásticas. Assim, o BPM surgiu da necessidade de uma estrutura ampla, que combinasse as sinergias do TQM e do BPR, para dar origem a uma filosofia de gestão eficaz para a implementação e revisão de processos, de forma continuamente controlada e monitorizada. Consequentemente, o BPM integra a natureza da melhoria incremental, evolutiva e contínua do TQM com a abordagem radical e revolucionária do BPR, com o objetivo de melhorar o desempenho organizacional, alinhando os processos de negócio com os objetivos estratégicos corporativos e as necessidades dos clientes (Nadarajah & Kadir, 2014; Ravesteyn & Batenburg, 2010).

O objetivo do BPM é, portanto, adotar uma gestão focada nos processos de negócio para que se seja possível analisar e melhorar constantemente as operações e, deste modo, alcançar ou manter uma vantagem competitiva. A gestão baseada em processos de negócio é bastante eficaz pois é constituída por diversas técnicas, métodos e soluções de *software* e através do uso destas ferramentas é possível melhorar a criação de valor (Rymaszewska, 2017).

Para uma correta implementação do BPM, devem ser considerados alguns fatores críticos tais como o nível tecnológico da organização, a compatibilidade entre os sistemas de informação existentes e a cultura de mudança organizacional. É necessário também considerar as diferentes realidades de cada organização, pois existem diferentes setores, contextos socioeconómicos e capacidades financeiras e todas estas variáveis contribuem para um nível de capacidade de adoção do BPM consideravelmente diferente. Embora existam vários modelos, metodologias e estruturas que servem como guia e suporte para a implementação do BPM com sucesso, estes são

normalmente demasiado genéricos ou requerem um grande investimento por parte das organizações que na maioria dos casos não conseguem suportar. Assim, a falta de conhecimento sobre como realizar a correta implementação do BPM continua a ser a causa mais frequente para o insucesso desta metodologia de gestão (Retamozo-Falcon et al., 2019).

Existe, no entanto, evidência de que caso seja feita uma correta adoção do BPM e este seja suportado no seu contexto organizacional, o sucesso é quase garantido. As práticas de BPM ajudam a alcançar a eficiência e eficácia nos processos, permitindo às organizações reduzir custos, melhorar a rentabilidade, otimizar recursos e aumentar a satisfação do cliente através de produtos e serviços com maior nível de qualidade, o que se traduz num melhor posicionamento no mercado, permitindo-lhes ganhar vantagem competitiva perante os seus concorrentes (Retamozo-Falcon et al., 2019; Hung, 2006). Posto isto, pode-se concluir que o BPM permite potencializar continuamente o desempenho do negócio e as organizações devem procurar integrá-lo nos seus processos (Zhang et al., 2011).

Segundo o modelo do ciclo de vida do BPM apresentado por Dumas et al., 2018, a gestão de processos é dividida em seis fases, sendo elas a identificação do processo, descoberta do processo (modelo de processo “*as-is*”), análise do processo, redesenho do processo (melhoria do processo – modelo de processo “*to-be*”), implementação do processo e por fim, monitorização e controlo do processo (Figura 1):

Identificação do processo: Nesta fase os processos relevantes que serão alvo de análise e posterior melhoria são identificados, delimitados e inter-relacionados. O resultado da identificação do processo é uma arquitetura de processo nova ou atualizada, que fornece uma visão geral dos processos dentro de uma organização e os relacionamentos entre eles. Essa arquitetura é então usada para selecionar qual o processo ou conjunto de processos que serão estudados ao longo do ciclo. Nesta seleção são tidos em consideração critérios como a importância dos processos para a organização, o estado atual da sua *performance* ou se são passíveis de serem melhorados com sucesso. Sempre que possível a identificação do processo deve ser feita em paralelo com a identificação de métricas de desempenho, que serão mais tarde utilizadas na última etapa do ciclo para avaliar os resultados alcançados. Estas normalmente incluem o custo, tempo e qualidade dos processos.

Descoberta do processo. Esta fase visa recolher e organizar toda a informação necessária para que se possa ter o conhecimento sobre o funcionamento dos processos selecionados na etapa anterior. A descoberta do processo pode ser realizada utilizando três técnicas diferentes, sendo elas a descoberta baseada em evidências, a descoberta baseada em entrevistas e a descoberta baseada em *workshops*.

A descoberta baseada em evidências inclui a análise documental, a observação e a automação da descoberta de processos. Na análise documental é comum recorrer-se a qualquer documento que possa fornecer informações sobre o processo em estudo, como, por exemplo, instruções de trabalho, procedimentos, relatórios e fluxogramas. A observação consiste em acompanhar ou seguir os intervenientes do processo durante a execução do seu trabalho. Por

último, a automação da descoberta dos processos consiste em extrair informação dos ficheiros de dados gerados pelos sistemas informáticos ou operacionais envolvidos no processo em questão.

A descoberta baseada em entrevistas, como o próprio nome diz, passa pela realização de entrevistas ou questionários aos participantes ou *owners* do processo sobre o funcionamento do mesmo. Estas podem ser de carácter estruturado, semiestruturado ou não-estruturado, no caso de se optar por uma abordagem livre.

A descoberta baseada em *workshops*, ao contrário do que acontece nas entrevistas, exige a participação de vários intervenientes e *stakeholders* do processo e permite reunir uma vasta informação acerca do funcionamento do processo, além de ser uma ótima oportunidade para discutir e clarificar inconsistências que possam existir sobre o conhecimento e execução do mesmo.

O método ou métodos a seguir devem ser aqueles que melhor se adequam a cada caso específico, sendo que é aconselhável recorrer a uma combinação das técnicas aqui expostas.

Uma vez organizada toda a informação que foi recolhida, deverá ser criado o modelo que representa o estado atual do processo, chamado de modelo “*as-is*”. Na construção do modelo é ainda importante garantir que este espelha graficamente da melhor forma o respetivo processo de negócio e assim permitir um correto entendimento por todos os envolvidos na melhoria do mesmo.

Análise do processo. Nesta fase, com o auxílio do modelo construído na etapa anterior, procede-se à identificação, documentação e, sempre que possível, quantificação dos problemas associados ao processo “*as-is*”, assim como as potenciais causas para os mesmos. O resultado é uma coleção estruturada de problemas. Estes devem ser priorizados com base no seu impacto e no esforço estimado necessário para resolvê-los.

Redesenho do processo. O objetivo desta fase é identificar mudanças no processo que ajudem a resolver os problemas identificados na fase anterior. De entre as potenciais soluções encontradas devem ser escolhidas aquelas que promovam um maior aumento na eficiência do processo. O resultado desta fase é um modelo reformulado que reflete as alterações escolhidas, chamado de modelo “*to-be*”. Dependendo de cada caso específico, esta etapa pode envolver qualquer alteração, desde mudanças em todo o fluxo do processo a simples modificações em algumas atividades.

Implementação do processo: Nesta etapa implementam-se as alterações definidas na fase anterior, que irão permitir modificar o processo “*as-is*” para o processo “*to-be*”. Dependendo do âmbito de cada projeto, a implementação do novo processo pode envolver dois aspetos: mudança na gestão organizacional e automação. A primeira consiste nas alterações necessárias a introduzir na forma de trabalhar de todos os atores para assegurar a correta passagem para o processo “*to-be*”. A segunda consiste na reconfiguração ou implementação de um sistema de informação capaz de automatizar o processo. No caso do presente trabalho a implementação do novo processo tem apenas como objetivo fomentar uma mudança na gestão organizacional, sendo que a implementação de um SI será tratada como sugestão de trabalho futuro.

Monitorização e Controlo do Processo: A última fase do ciclo, já com o processo redesenhado em execução, consiste em acompanhar e avaliar se as alterações introduzidas estão a ter os resultados desejados e se o desempenho do processo está a ir ao encontro dos objetivos delineados. Erros recorrentes ou desvios em relação ao comportamento pretendido podem aparecer e por isso devem ser identificados e conseqüentemente aplicadas ações corretivas. No limite, novos problemas podem surgir constantemente, no mesmo ou em outros processos, o que exige que o ciclo se repita continuamente (Dumas et al., 2018).

Importa realçar que ao longo das várias etapas do ciclo de vida do BPM, para alcançar as melhorias desejadas é possível recorrer a diversas técnicas e métodos que englobam por exemplo ferramentas e metodologias da qualidade e *Lean*, devendo-se escolher aquelas que melhor se adaptam e que acrescentem mais valor ao processo em estudo.

2.2.1. Modelação de processos de negócio

A modelação de processos de negócio é a atividade que consiste em representar através de modelos gráficos os processos de negócio de uma empresa. Tem como objetivo mapear e analisar a situação atual do processo ("*as-is*") para que o mesmo possa ser melhorado no futuro ("*to-be*"). A modelagem de processos de negócio geralmente é realizada por analistas e gestores que procuram melhorar a eficiência e a qualidade dos processos (Chinosi & Trombetta, 2012).

Os modelos de processos descrevem como as empresas conduzem as suas operações; incluem geralmente representações gráficas com pelo menos as atividades/tarefas, os eventos, os fluxos de controle e os pontos de decisão (*gateways*) que constituem um processo de negócio. Além disso, esses modelos também podem incluir informações relacionadas com as fontes de dados, recursos envolvidos, *stakeholders* externos e métricas de desempenho (Recker, 2010).

Os modelos de processos são projetados usando as chamadas linguagens de modelação de processos (às vezes chamadas de notações), que são conjuntos de construções gráficas e regras para combinar essas construções a fim de dar-lhes significado. Ao considerar como modelar processos de negócios, a decisão sobre o tipo de linguagem a ser usado para o mapeamento dos processos é uma escolha importante. Diferentes linguagens de modelação tendem a enfatizar diferentes aspetos dos processos, como a sequência das atividades, alocação de recursos, comunicações ou responsabilidades organizacionais (Recker, 2010).

Uma ampla gama de linguagens de modelação de processos foram surgindo ao longo dos últimos anos, o que resultou num conjunto de esforços para padronizar esse campo. O desenvolvimento da linguagem *Business Process Model and Notation* (BPMN) é a resposta a essa necessidade de padronização (Recker, 2010). O principal objetivo desta notação é possibilitar uma compreensão acessível dos processos por parte de todos os envolvidos, desde os analistas que elaboram os esboços iniciais dos processos até aos técnicos responsáveis pela implementação da tecnologia que executará esses processos de negócio (White, 2004). O BPMN permite deste modo criar uma ponte uniformizada para as lacunas entre o *design* dos processos e a sua implementação (Zor et al., 2010).

Para a elaboração de modelos de processos de negócio é necessário um mecanismo simples capaz de suportar a notação BPMN, mas que ao mesmo tempo permita lidar com a sua complexidade. Dada a sua acessível interpretação, normalmente esta notação é utilizada para interligar uma ampla variedade de informação a diferentes tipos de público. Foi desenhado com o objetivo de cobrir vários tipos de modelação e permite a elaboração de processos negócio de ponta a ponta, em diferenciados níveis de fidelidade. O uso do BPMN possibilita a criação de processos B2B (*Business to Business*) colaborativos e processos de negócio internos (White, 2004).

O BPMN é a representação *standard* do *Object Management Group* (OMG), e atualmente a versão padrão é o BPMN 2.0. Esta notação permite especificar graficamente um processo de negócio utilizando os seguintes elementos gráficos: objetos de fluxo (eventos, atividades ou tarefas e *gateways*); objetos de conexão (fluxos de seqüências e fluxos de mensagens); *swimlanes* (pools e lanes) e artefactos (objetos de dados, armazenamento de dados, anotações de texto e grupos) (ver Figura 3). Além disso, o BPMN 2.0 é suportado por várias ferramentas e pode ser usado tanto para modelos conceptuais quanto para modelos executáveis. Os modelos conceptuais são os usados quando se pretende introduzir mudanças na gestão organizacional como é o caso desenvolvido neste projeto. Os modelos executáveis são usados como base para automatizar processos por meio de sistemas de informação (Dumas et al., 2018). Desta forma, o mapeamento dos modelos por meio do BPMN 2.0 é fundamental para identificar os fluxos de informação, fontes de dados, atividades e pessoas envolvidas no processo em estudo.

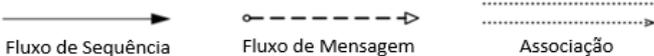
Swimlanes	Elementos usados para agrupar e categorizar as atividades.  Pool e Lanes
Objetos de Fluxo	Principais elementos gráficos usados para a criação de modelos BPMN.  Eventos Gateways Atividade Subprocesso
Objetos de Conexão	Elementos utilizados para conectar os objetos de fluxo.  Fluxo de Seqüência Fluxo de Mensagem Associação
Artefactos	Elementos que podem ser acrescentados ao modelo para exibir outras informações.  Objeto de dados Repositório de Dados Anotação de texto Grupo

Figura 3 - Elementos básicos da notação BPMN (Adaptado de Recker, 2010)

Como qualquer ferramenta, também esta tem vantagens e desvantagens. As principais vantagens são a versatilidade do BPMN em modelar diferentes situações de um processo e o uso e entendimento difundido em muitas organizações (Recker, 2010). As desvantagens mais comuns são a falta de experiência dos utilizadores com a ferramenta e que se traduz num uso menos correto da simbologia disponível na linguagem, assim como a dificuldade em interpretar a relação entre os vários níveis de um processo de negócio (Recker, 2010).

2.3. Lean Thinking

O *Lean Thinking* ou Pensamento *Lean* é uma abordagem inovadora às práticas de gestão, orientando a sua ação para a eliminação gradual do desperdício, como meio de otimização de resultados através de procedimentos simples (Pinto, 2014).

O *Lean* nasceu no Japão, dentro da Toyota, estando diretamente relacionado com o *Toyota Production System* (TPS). O TPS baseia-se num fluxo de produção contínuo, que não depende de longos ciclos de produção para ser eficiente; simultaneamente, está enraizado na compreensão de que apenas uma pequena fração do tempo total e esforço para processar um produto realmente agrega valor para o cliente final (Melton, 2005). Assim, o TPS pode ser entendido como uma filosofia focada em minimizar o desperdício para maximizar o valor para o cliente (Kavosi, 2019).

O TPS ganhou adeptos no país, e anos depois espalhou-se pelo mundo. Alguns autores tentaram definir esta filosofia de produção, mas foram James P. Womack, Daniel Roos e Daniel T. Jones, no livro intitulado “A máquina que mudou o mundo”, no ano de 1990, que utilizaram pela primeira vez o termo *Lean Thinking* (Almeida, 2015). O *Lean* é baseado em dois valores fundamentais, a melhoria contínua e o respeito pelas pessoas, que espelham a perspetiva dos colaboradores na Toyota, onde a ideia era que o desenvolvimento e a utilização das capacidades das pessoas fossem tão relevantes quanto a eliminação de desperdícios (Drotz & Poksinska, 2014). Nessa medida, é possível eliminar desperdícios de diversos processos, desde aqueles que têm a ver com a forma como o produto é concebido e a sua conformidade é garantida, até aos que se focam no desenho das operações e no *layout* das linhas fabris (Melton, 2005).

Atualmente, o *Lean Thinking* é conhecido como uma filosofia de liderança e gestão que está associada a todas as atividades que geram valor agregado ao produto final e que visa eliminar tudo o que é fonte de desperdício na cadeia de valor (Hicks, 2007).

Assim, a sua implementação é baseada num ciclo infinito de procura pela perfeição que consiste em cinco princípios a seguir e que visam simplificar o modo como uma organização produz e entrega valor aos clientes enquanto os desperdícios são eliminados, sendo eles (Sousa et al., 2018; (Pinto, 2014):

1. **Valor:** definir o que é valor para o cliente;
2. **Cadeia de Valor:** identificar quais as etapas que agregam valor para o cliente;
3. **Fluxo Contínuo:** depois de identificadas as atividades que não acrescentam valor é possível produzir sem interrupções;
4. **Sistema Pull:** produzir apenas quando há encomendas por parte do cliente, sendo, desta forma, possível eliminar o *stock*;
5. **Perfeição:** procurar a melhoria contínua dos processos, pessoas e produtos.

O desperdício refere-se a qualquer atividade que não acrescenta valor, isto é, “atividades e recursos usados indevidamente e que contribuem para o aumento de custos, de tempo e da não-satisfação do cliente ou das demais partes interessadas (*stakeholders*) no negócio” (Pinto, 2014, p.3).

Este manifesta-se de diferentes formas, sendo que o grande objetivo do *Lean* é a eliminação dos 3 M's, *muda*, *mura* e *muri* (do japonês). *Muda* refere-se a desperdício, *mura* significa variabilidade, ou seja, falta de estabilidade, fiabilidade e inconsistência nos processos (demasiadas variações inesperadas) e, finalmente, *muri* indica dificuldade e refere-se aos conceitos de perda de tempo e energia de forma irracional devido a excessos ou insuficiências. No que diz respeito ao *muda*, este representa todos os desperdícios gerados pela empresa, de forma involuntária e passíveis de serem eliminados. O *muda* não agrega valor e, portanto, deve ser reduzido ou eliminado. Para isso é necessário definir o desperdício, identificar a sua causa, planejar a sua eliminação e por fim estabelecer um controlo permanente para evitar a sua reincidência. O *Muda* inclui oito desperdícios que são descritos seguidamente (Hicks, 2007; Pinto, 2014):

- **Superprodução** – manifesta-se quando as operações continuam a decorrer quando deveriam ter terminado. Isso resulta em excesso de produto e, conseqüentemente, num aumento do inventário.
- **Espera** – ocorre quando há períodos de inatividade num processo *downstream* porque uma atividade *upstream* não foi entregue no prazo. Algumas vezes, processos *downstream* inativos são usados para atividades que não agregam valor ou resultam em superprodução.
- **Transporte** – qualquer movimentação de materiais ou produtos, como trabalho em andamento (WIP – *Work In Progress*) sendo transportado de uma operação para outra. Em geral, o transporte deve ser minimizado, pois adiciona tempo ao processo, durante o qual nenhum valor é adicionado ao produto ou serviço.
- **Processamento extra** - operações extra como retrabalho, reprocessamento ou armazenamento que ocorrem por causa de defeitos, superprodução ou excesso de inventário.
- **Stock** - todo o inventário que não é diretamente necessário para atender aos pedidos atuais dos clientes. O inventário inclui matérias-primas, produtos em andamento e produtos acabados. O inventário requer manuseio e espaço adicionais e a sua presença também pode aumentar significativamente o processamento extra.
- **Movimento** - refere-se às etapas extra executadas pelos colaboradores devido a *layouts* ineficiente, defeitos, reprocessamento, superprodução ou excesso de inventário. O movimento leva tempo e não agrega valor ao produto ou serviço.
- **Defeitos** - bens acabados ou serviços que não estão em conformidade com a especificação ou expectativa do cliente, levando à sua insatisfação. Podem resultar de várias causas, como

a ausência de padrões de controlo e inspeção, errada compreensão das especificações do cliente, entre outras.

- **Subutilização dos funcionários** - criatividade e competências não utilizadas dos colaboradores para melhorar os processos e práticas - refere-se ao desperdício de conhecimento, experiência ou competências disponíveis na força de trabalho (Mostafa, Dumrak, e Soltan, 2015).

Para combater os 3 M's, o *Lean* faz uso de várias ferramentas e metodologias que se reforçam mutuamente e que têm vindo a crescer ao longo dos últimos anos, das quais se destacam para o desenvolvimento do projeto apresentado neste relatório a Gestão Visual, os 5S, o *Standard Work* e o diagrama de *Spaghetti*.

- **Gestão Visual**

A Gestão Visual é uma ferramenta que consiste em descrever procedimentos e em fornecer informações através de meios visuais, claros e intuitivos (Torghabehi et al., 2016). Segundo Tezel et al (2009) a gestão visual é um sistema que tem como objetivo gerir e criar uma condição útil de trabalho, para que seja possível melhorar o desempenho da organização através de estímulos visuais. Estes estímulos potenciam a transmissão de informações importantes dentro da organização, tornando mais clara a informação em cada contexto. A gestão visual permite criar condições para detetar rapidamente a existência de erros, de forma a aumentar a produtividade e segurança da organização e a eliminar o *muda*. Ao implementar uma gestão visual adequada a cada área de trabalho, todos os colaboradores se tornam capazes de seguir, controlar, gerir, melhorar e corrigir o correspondente procedimento, ao longo de todo o processo em que estão envolvidos (Bevilacqua et al., 2013).

De acordo com Tezel et al. (2009) esta ferramenta apresenta nove funções, sendo elas a transparência, melhoria contínua, formação no local de trabalho, disciplina, facilitação na execução das tarefas, gestão baseada em factos, criação de propriedade compartilhada, simplificação e unificação. Estas funções permitem criar um ambiente de trabalho que é "*self-ordering, self-explaining, self-regulating, and self-improving*", onde as soluções visuais ajudam a garantir que tudo aconteça como é suposto (Oliveira et al., 2017, p5).

Existem vários exemplos de aplicações de gestão visual utilizados pelas organizações, sendo os mais comuns quadros informativos, sistemas *kanban*, marcações de espaços (*zonings*), instruções de trabalho visuais, luzes *andons*, etiquetas, desenhos de *layouts* e fluxogramas (Jaca et al., 2014; Kurpjuweit et al., 2019; Oliveira et al., 2017). A gestão visual é ainda considerada a base da ferramenta *Lean 5S* (Oliveira et al., 2017). Os benefícios inerentes ao uso de sistemas de gestão visual são vários, desde o aumento da autonomia dos colaboradores, melhoria do fluxo de trabalho, auxílio na melhoria e padronização de processos, partilha rápida e eficaz de informações e ajuda na redução e eliminação de erros e consequentes desperdícios, contribuindo no fim para um melhor desempenho organizacional e ajudando na procura pela excelência operacional (Yik & Chin, 2019; Torghabehi et al., 2016).

- **Metodologia 5S**

A ferramenta 5S desempenha um papel essencial no estabelecimento de uma cultura de melhoria contínua e controlo visual no seio de uma organização, sendo tipicamente a primeira metodologia Lean a ser implementada pelas organizações (Bititci et al, 2015).

Com o passar do tempo as organizações vão acumulando objetos obsoletos, considerados lixo, nos seus locais de trabalho, tanto nas áreas de produção como em gabinetes ou outros espaços. Nas áreas produtivas estes objetos incluem normalmente produtos defeituosos, ferramentas e equipamentos obsoletos e suportes e carrinhos desnecessários. No caso dos gabinetes, o lixo tipicamente inclui artigos de papelaria, documentos e relatórios que já não têm utilidade. Assim, a ferramenta 5S consiste na limpeza de todos estes tipos de lixo para que se consiga obter um local de trabalho onde apenas existam os objetos essenciais, disponíveis no tempo e quantidades necessárias (Rosa et al., 2014).

OS 5S representam um pilar para a criação de uma área de trabalho, onde tudo se encontra corretamente identificado e visível para fomentar uma rápida e simples compreensão do que acontece por parte de todos os colaboradores, contribuindo assim para um ambiente de trabalho mais limpo, organizado e eficiente (Bititci et al, 2015).

Esta ferramenta baseia-se em cinco conceitos japoneses utilizados metodicamente com o objetivo de atingir melhorias nos processos, sendo eles:

Seiri (triagem) - Visa identificar, classificar e remover todos os objetos desnecessários da área de trabalho, deixando apenas o que é essencial para a realização de uma determinada tarefa (Oliveira et al., 2017; Vieira & Lopes, 2019).

Seiton (arrumação) - Consiste na organização dos objetos mantidos, isto é, na definição do melhor local para cada item que foi triado como necessário tendo em consideração a frequência do seu uso. Esta etapa implica também identificar tanto os objetos como os seus locais de arrumação, normalmente com o recurso a etiquetas, permitindo que cada pessoa encontre fácil e rapidamente o que procura (Rosa et al., 2014; Oliveira et al., 2017).

Seiso (limpeza) - Consiste em limpar toda a área de trabalho e todos os itens presentes nela. Atividades de limpeza devem ser realizadas regularmente para que se mantenha sempre um ambiente de trabalho limpo e organizado (Rosa et al., 2014; Oliveira et al., 2017).

Seiketsu (normalização) - Esta etapa tem como objetivo garantir que os três primeiros S são uniformizados e seguidos por todos os colaboradores. Para isso devem ser criadas regras e ajudas visuais informativas, claras e diretas para que todos os membros do local de trabalho possam entendê-las facilmente (Rosa et al., 2014; Oliveira et al., 2017).

Shitsuke (sustentação) - Visa assegurar que as regras e normas definidas na etapa anterior são cumpridas e se tornam um hábito. Nesse sentido deve-se fomentar a autodisciplina e promover

o envolvimento de todos os colaboradores. Normalmente, são realizadas auditorias para garantir a sustentabilidade da metodologia 5S (Rosa et al., 2014; Oliveira et al., 2017).

Ao seguir corretamente estas etapas é possível implementar a metodologia 5S e com ela obter resultados a nível de melhoria da qualidade da organização, aumento da produtividade, através da redução de paragens no fluxo de trabalho e diminuição do tempo na procura e arrumação de objetos, redução de custos, libertação de espaço, ambiente de trabalho mais seguro, limpo e eficiente e uma maior motivação e moral por parte dos colaboradores (Rosa et al., 2014; Oliveira et al., 2017; Vieira & Lopes, 2019).

- **Standard Work**

O *Standard Work* é uma ferramenta que consiste na identificação e definição da melhor forma de se realizar uma determinada tarefa ou processo. Compreende um conjunto de procedimentos de trabalho que visam estabelecer os melhores métodos e sequências para cada processo e para cada colaborador, representando, assim, a forma ideal e a ordem pelas quais as tarefas devem ser executadas, tendo em vista a eficiência, segurança, autonomia do colaborador e o mínimo desperdício possível (Bragança & Costa, 2015; Sundar et al., 2014).

Esta metodologia visa eliminar a variabilidade e a inconsistência dos resultados e impede que os colaboradores efetuem as operações de forma aleatória, assegurando que o trabalho é executado da mesma forma independentemente de quem o realiza (Oliveira et al., 2017; Bragança & Costa, 2015). Caso contrário, o estado do trabalho tende a tornar-se caótico, não sendo possível distinguir o que é correto do que não é correto (Williams, 2018). Assim, para eliminar esta variabilidade (*Mura*) nos processos, pode-se recorrer à elaboração de instruções de trabalho que devem ser claras e que representam o procedimento ideal (em determinado momento) que deve ser seguido na execução das operações pelos colaboradores.

Consequentemente, através destes padrões de trabalho é possível criar uma base de melhoria contínua, pois ao documentar os procedimentos e ter um modo *standard* de execução das operações, é possível estudá-las e encontrar forma de melhorá-las constantemente. Isto implica que as instruções de trabalho devem ser regularmente monitorizadas e sujeitas a revisões quando necessário, para que possam espelhar sempre a forma mais eficiente de realizar determinada tarefa a cada momento, pois a melhor forma que é conhecida para executar uma tarefa hoje, pode já não o ser amanhã (Bragança & Costa, 2015).

Os benefícios associados a esta ferramenta são vários, dos quais se destacam a redução da variabilidade dos processos, tornando-os mais estáveis e os seus resultados mais previsíveis; a redução de custos, através da diminuição de desperdícios associados a procedimentos ineficientes; a melhoria da qualidade, quer pela redução de desvios e defeitos quer pela garantia da consistência das operações, produtos e serviços, sendo esta uma das características da qualidade mais apreciadas atualmente; e um maior envolvimento dos colaboradores, tornando-os mais capazes de sugerir oportunidades de melhoria (Oliveira et al., 2017).

- **Diagrama de *Spaghetti***

O diagrama de *Spaghetti* é uma ferramenta simples mas eficaz para mapear o movimento ou fluxo de objetos (materiais, produtos, etc.) ou pessoas ao longo de um processo. O diagrama consiste na representação dos trajetos destes fluxos, normalmente nos *layouts* das áreas que se pretende analisar, por meio de linhas (Liker, 2004). É ainda possível rastrear vários recursos em conjunto, fazendo, para isso, uso de cores diferentes para cada um deles (Senderska et al., 2017). O nome desta ferramenta deve-se ao facto de o resultado final se assemelhar a um prato de esparguete (Figura 4) (Liker, 2004).

Uma vez obtido o diagrama, o objetivo passa por analisar os trajetos representados, podendo-se indicar o tempo e as distâncias percorridas, com a finalidade de identificar possíveis desperdícios associados a movimentos e/ou transportes desnecessários ou *layouts* ineficientes. Consequentemente, sugerem-se melhorias que passam, normalmente, pela simplificação dos fluxos em estudo, diminuição do número de colaboradores e alterações a nível dos *layouts* das áreas de trabalho (Liker, 2004; Senderska et al., 2017).

De modo a avaliar o impacto das alterações sugeridas deve-se redesenhar o diagrama de *Spaghetti* e recalcular os valores do tempo e distâncias percorridas para que se consiga compará-los com a situação inicial. Um diagrama mais simplificado e valores obtidos mais satisfatórios significam um aumento da eficiência do processo em causa (Tanco et al., 2013).

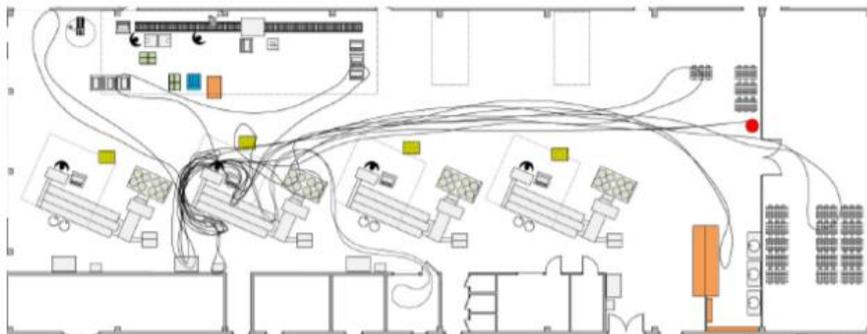


Figura 4 - Exemplo de um diagrama de *spaghetti*

2.3.1 Lean Information Management

Apesar de ter origem na indústria da manufatura, diversos estudos têm sido realizados no sentido de aplicar a filosofia *Lean* em várias outras áreas, como é o caso da gestão da informação, devido aos benefícios que podem ser obtidos com a sua implementação em termos de produtividade e gestão de processos (Hicks, 2007). Assim, os princípios *Lean* e em particular a eliminação de desperdícios e a procura pela perfeição, podem ser aplicados a qualquer processo. Essas melhorias podem, como no caso do setor produtivo, levar a melhorias na eficiência, produtividade e qualidade dos processos de gestão da informação. Isto inclui, por exemplo, os processos de geração de dados para a tomada de decisões operacionais ou a aquisição e gestão de

registos de dados para rastreamento de informação ou arquivamento. A aplicação do *Lean* neste contexto é designada *Lean Information Management* (LIM) (Hicks, 2007).

O LIM é, assim, um conceito que une a filosofia *Lean* à gestão da informação e pode ser definido como uma abordagem para melhorar os processos de gestão de informação através da redução de desperdícios e do aumento do valor das informações, concentrando-se na definição de funções práticas e responsabilidades para gerir este mesmo valor (Soares & Teixeira, 2014). Conclui-se, portanto, que o objetivo da filosofia *Lean*, no contexto da gestão da informação, é identificar e possibilitar melhorias focadas nos diversos aspetos da gestão da informação de forma a eliminar desperdícios e melhorar o fluxo de valor (Hicks, 2007).

Nesse sentido, tal como o *Lean* aplicado a sistemas de produção define um fluxo de valor para estes, também é possível definir em analogia esse fluxo de valor no caso de sistemas de gestão da informação. Assim, no caso do LIM este representa todos os fluxos de informação (fluxos de valor) que partem do utilizador inicial para o utilizador final através de mecanismos de recolha, troca, organização e visualização de informação. Consequentemente, é possível descrever os cinco princípios *Lean* no contexto da gestão da informação da seguinte forma (Hicks, 2007):

Valor - A informação deve ser clara, útil e adequada a fim de entregar valor ao utilizador final.

Cadeia de valor - Assegurar que todos os mecanismos existentes na transferência de informação estão mapeados e corretamente sequenciados.

Fluxo – A informação deve fluir de modo eficiente. Para que isto seja possível, as informações devem estar disponíveis em tempo real, todos os mecanismos envolvidos devem ser simples e rápidos e a informação duplicada, não necessária e obsoleta deve ser minimizada.

Pull – A informação só deve ser fornecida quando pedida pelos utilizadores (clientes).

Perfeição – Procura pela melhoria contínua dos processos de gestão de informação.

Ao longo de toda a cadeia de valor os mecanismos envolvidos e as próprias informações são suscetíveis de gerar o que podem ser considerados desperdícios (Hicks, 2007). Estes desperdícios podem incluir os esforços necessários para superar as dificuldades em recuperar ou aceder informações, ou as atividades necessárias para confirmar e corrigir informações imprecisas. (Teixeira et al., 2019). Deste modo, é importante procurar identificar e reduzir estes desperdícios, uma vez que podem ter um grande impacto na diminuição do nível de produtividade das organizações. No entanto, na perspetiva da gestão da informação, a identificação de desperdícios não é tão fácil de compreender, uma vez que estes não são tão visíveis e/ou tangíveis quando comparados com os subjacentes aos sistemas de manufatura no chão de fábrica (Soares & Teixeira, 2014). Esta dificuldade em compreender e identificar desperdícios associados em sistemas de gestão de informação continuam a ser as principais barreiras em tirar partido do LIM (Hicks, 2007).

No entanto, caso se consiga ultrapassar esta dificuldade, a identificação e redução dos sete tipos de desperdícios na ótica da gestão da informação é um bom ponto de partida para melhorar a eficiência no desempenho dos processos de negócio das organizações. Ao contrário do que acontece relativamente à definição dos sete desperdícios associados a sistemas de produção *Lean*, em que existe praticamente unanimidade entre os autores, no caso do LIM não acontece o mesmo (Soares & Teixeira, 2014). Ainda assim, existem vários estudos que descrevem estes sete desperdícios, sendo possível chegar a algum consenso. Segundo Soares & Teixeira (2014), Teixeira et al. (2019) e Arromba et al. (2019) estes podem ser definidos como:

Superprodução - Geração e manutenção de excesso de informação sem valor acrescentado;

Espera - Tempo e recursos usados para identificar informação difícil de aceder ou encontrar, o que normalmente resulta em pessoas à espera da informação pretendida;

Processamento extra - Realização de atividades extra, necessárias para superar uma confusa ou falta de informação, havendo a necessidade de corrigir, verificar ou criar informação adicional.

Defeitos - Criação de informações erradas ou inadequadas, o que pode levar a ações e tomadas de decisão inapropriadas.

Transporte - Movimento da informação que não acrescenta valor ao utilizador final.

Stock - Bases de dados ou arquivos em papel que têm a mesma informação (redundante/duplicada) ou que fornecem mais informações do que aquelas que o utilizador necessita num determinado momento.

Movimento - Movimentos desnecessários para aceder a informação devido a uma elevada dispersão e fraca organização da informação. Inclui, por exemplo, todos os passos efetuados até encontrar a informação numa pasta específica do computador ou o movimento de pessoas para obter certas informações.

2.4. Considerações sobre os conceitos abordados

Segundo Stravinskiene & Serafinas (2020), a Gestão da Qualidade está inequivocamente ligada ao conceito de gestão de processos, uma vez que os processos são um aspeto central de qualquer sistema de Gestão da Qualidade. Assim, existe potencial para combinar a implementação do BPM e de práticas de Gestão da Qualidade, sendo o papel do primeiro a criação de mecanismos para gerir e melhorar os processos, especialmente aqueles que são críticos para a qualidade e consequentemente para o cliente.

Após uma integração bem-sucedida, o BPM pode ser visto como parte integrante da Gestão da Qualidade, em que os seus princípios, atributos e requisitos afetam diretamente as

características do BPM e, conseqüentemente, são incorporados automaticamente nos processos de negócio (Chountalas e Lagodimos, 2019). Portanto, o BPM pode ser importante para empresas que pretendem implementar sistemas de gestão da qualidade e/ou atingir o nível de Gestão da Qualidade Total (TQM), por meio da melhoria e padronização dos seus processos. Deste modo, a união de sinergias entre estas duas abordagens criam condições para o desenvolvimento de uma organização eficiente e eficaz (Stravinskiene & Serafinas, 2020).

Para se obter resultados ainda mais promissores no desempenho dos processos, por vezes é necessário recorrer a outras filosofias, sendo exemplo disso, o *Lean*. Sabe-se que o BPM atua essencialmente no fluxo de informações, permitindo identificar pontos de melhoria, enquanto o *Lean* é mais direcionado para atuar fisicamente no fluxo de valor no chão de fábrica, visando eliminar desperdícios e atividades sem valor agregado (Maldonado & Vaz, 2019). Com um papel intermediário está a notação BPMN 2.0, que permite esclarecer e identificar lacunas existentes nos processos, tornando-se assim mais explícito em que atividades se devem aplicar ferramentas *Lean* para obter melhores resultados nos processos (Arromba et al., 2019; Johansson & Nafisi, 2020). Portanto, o *Lean* pode ser uma boa contribuição na fase da melhoria de processos (Rymaszewska, 2017).

Em suma, verifica-se que as abordagens são complementares e espera-se que a sua aplicação conjunta tenha o potencial de trazer resultados mais impactantes no desempenho dos processos (Retamozo-Falcon et al., 2019). De facto, a implementação conjunta do *Lean* e do BPM permite obter resultados assinaláveis, tal como demonstrado em alguns estudos reportados na literatura. Por exemplo, Rymaszewska (2017) demonstrou que a adoção do *Lean* em empresas de manufatura é facilitada quando conciliada com o BPM, enquanto Sousa et al. (2018) desenvolveram um modelo que combina as duas práticas, permitindo combater problemas como falta de controle, documentação não atualizada, fluxos ineficientes e gargalos não detetados. Por sua vez, Castro & Teixeira (2020) desenvolveram uma metodologia em que conciliaram os conceitos de BPM, BPMN e *Lean* para melhorar e padronizar os processos de negócio, que resultou na certificação do sistema de gestão da qualidade de uma empresa de acordo com a norma ISO 9001: 2015.

3. Melhoria do processo da gestão da documentação

Neste capítulo começa-se por fazer uma breve apresentação sobre o grupo *Siemens Gamesa Renewable Energy* e sobre a empresa onde foi realizado o projeto de estágio descrito no presente relatório, a *Ria Blades S.A.* Descreve-se também o produto da empresa – a pá eólica – bem como o seu processo produtivo.

Numa segunda parte é apresentado todo o projeto desenvolvido no departamento da qualidade da *Ria Blades S.A.* e que teve como principal objetivo melhorar o processo de gestão da documentação e informação que suporta o controlo e inspeção da qualidade do produto.

3.1. Siemens Gamesa Renewable Energy

A *Siemens Gamesa Renewable Energy* (SGRE) é um grupo multinacional hispano-alemão, com sede em Zamudio, País Basco, Espanha, que atua na indústria das energias renováveis, mais concretamente através do desenvolvimento, produção e comercialização de turbinas eólicas. Fundada em abril de 2017, através da fusão entre a *Siemens Wind Power* e a *Gamesa Corporación Tecnológica* conta, atualmente, com cerca de 26000 colaboradores e é uma das principais empresas fornecedoras de soluções de energia eólica para clientes espalhados por todo o globo, tendo já instalado mais de 114GW em 75 países.

Tem como missão “tornar real o que é importante – energia limpa para as gerações futuras” e como visão “ser líder global no setor das energias renováveis, conduzindo a transição para um mundo sustentável”, assentando a sua política em seis valores principais: orientação de resultados, foco no cliente, inovação, liderança eficaz, compromisso e responsabilidade e valorização das pessoas (*Siemens Gamesa Renewable Energy*, 2021).

A *Siemens Gamesa* oferece um dos mais amplos portfólios de produtos do setor, com tecnologia *offshore* (turbinas eólicas para parques em mar) e *onshore* (turbinas eólicas para parques em terra), além de soluções de serviço líderes do mercado, estando assim dividida nestas três unidades de negócio: *onshore*, *offshore* e serviços.

Atualmente está presente em 90 países, através de vários gabinetes de vendas, centros de pesquisa e desenvolvimento e instalações fabris responsáveis por produzir os vários componentes constituintes de uma turbina eólica.

Decorria o ano de 2020 quando a SGRE adquiriu a *Ria Blades S.A.* ou, mais recentemente *SGRE Blades S.A.*, entidade fabril responsável por produzir pás para turbinas eólicas *onshore*.

3.1.1 Ria Blades S.A.

A *Ria Blades S.A* surgiu no papel em 2007 através do concurso de gestão de parques eólicos ganho pelo consórcio *Ventinveste*, e que viria depois a integrar o grupo *Senvion*. Dois anos mais tarde, em maio de 2009, foi dado início à construção das instalações, que se localizam no concelho de Vagos, distrito de Aveiro (Figura 5). Aproximadamente um ano depois, em maio de 2010, foi produzida a primeira pá eólica nas instalações.

Passaram-se 9 anos de ligação com a *Senvion*, até que em 2019 este grupo abre insolvência. Daqui resultou cerca de um ano de paragem da produção, até que em maio de 2020 a *Ria Blades S.A.* passa a integrar o grupo *Siemens Gamesa Renewbale Energy*. Mais recentemente, em março de 2021, a entidade *Ria Blades S.A.* alterou o nome para *Siemens Gamesa Renewbale Energy Blades S.A.*, refletindo, assim, a integração da organização *Ria Blades* na estrutura organizacional da SGRE. Para que fique claro, os dois nomes são usados de forma indiferenciada ao longo do relatório, dado que a mudança ocorreu a meio do período do projeto de estágio.

Atualmente, a *Ria Blades S.A.* destaca-se como um dos maiores empregadores da região de Aveiro, contando com cerca de 1000 colaboradores, divididos por 3 turnos, e com uma área fabril de 83.000m² divididos por duas unidades fabris, a dos moldes e a dos acabamentos, o que faz dela uma das maiores empresas da área, sendo uma das fábricas com mais capacidade de produção do grupo responsável por manufaturar pás eólicas *onshore* para o grupo SGRE.

A qualidade do produto, a segurança e saúde dos seus colaboradores, a melhoria contínua e o cuidado pelo meio ambiente são os pilares sólidos da empresa. A estrutura organizacional interna da *SGRE Blades S.A.* é a funcional, estando disponível no Anexo A o atual organograma da empresa. Como já foi referido anteriormente, o projeto descrito neste relatório foi desenvolvido no departamento da qualidade da empresa.



Figura 5 - Instalações da *Siemens Gamesa Renewbale Energy Blades S.A.*

3.1.2. O produto

Uma turbina eólica tem como função converter a energia cinética do vento em energia elétrica e é constituída pelos seguintes componentes: o alicerce, a torre, as pás, o *hub* ou rotor e a nacela (Figura 6). O alicerce é a base que fixa a turbina ao solo; a torre é o elemento que sustenta os restantes constituintes da turbina; as pás são responsáveis por “capturar” a energia do vento; o *hub* ou rotor, que é onde estão acopladas as pás, converte a energia cinética do vento em energia mecânica; e a nacela, que tem no seu interior um conjunto de componentes, entre eles, o gerador, permite transformar a energia mecânica em energia elétrica (Letcher, 2017).

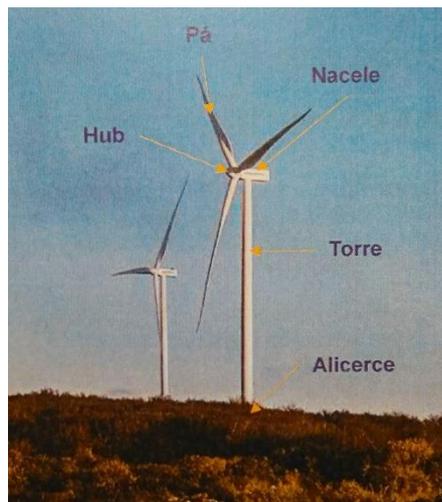


Figura 6 - Componentes de uma turbina eólica

As pás eólicas são os elementos mais importantes de uma turbina, pois são elas as responsáveis por aproveitar a energia proveniente do vento. De forma a serem o mais eficientes possível, as pás devem ser aerodinâmicas, leves, flexíveis e resistentes a condições atmosféricas adversas.

Atualmente a SGR *Blades S.A.* dedica-se à produção de três projetos (pás) diferentes, sendo eles os SG145, SG155 e SG170 (Figura 7). As letras das nomenclaturas significam *Siemens Gamesa* e os números representam o diâmetro total da circunferência descrita pelo movimento das pás em relação ao seu centro geométrico que é o *hub*, como se pode ver na (Figura 8). De notar que o projeto descrito neste relatório foi desenvolvido em torno do modelo SG145.



Figura 7 - Modelo das pás

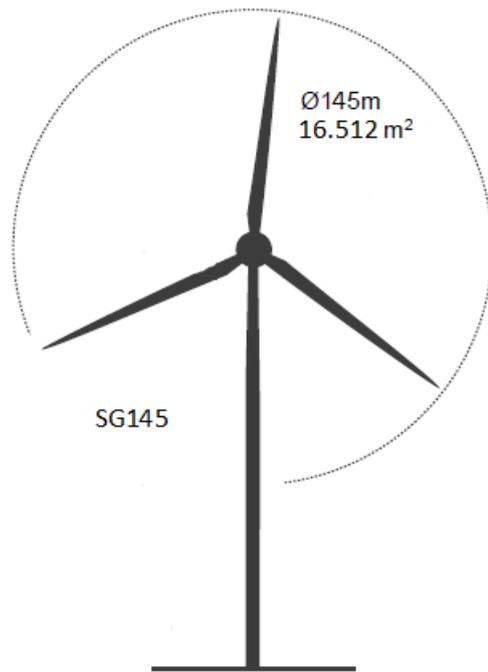


Figura 8 - Turbina SG145

Uma pá eólica SG145 é constituída por dois elementos principais que conferem o formato final aerodinâmico da pá, sendo eles as *Main Shells* (MS), uma do lado SS (*Suction Side*) e outra do lado PS (*Pressure Side*). A pá é também constituída por várias peças pré-fabricadas, comumente designadas por “pré-fabs”, que vão incorporar as *Main Shells* com o objetivo de melhorar a flexibilidade e resistência do produto final, garantindo o seu correto funcionamento. Os pré-fabricados que compõem uma pá SG145 são duas *semi roots* (SS e PS), duas *caps* (SS e PS) e duas *Webs* (TE – *Trailing Edge* e LE – *Leading Edge*). As *semi roots* são peças altamente resistentes que permitem conectar a pá ao *hub* e que sustentam todo o peso da mesma; as *caps* são as “espinhas dorsais” das MS e as *webs* são os “pilares” da pá que ajudam a manter sólida toda a estrutura. Na Figura 9 encontram-se ilustrados todos estes componentes.

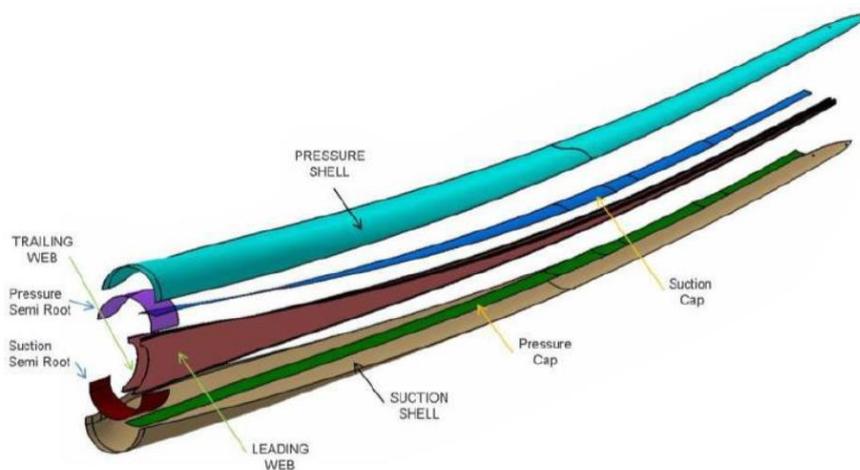


Figura 9 - Componentes de uma pá eólica SG145

Os nomes SS, PS, TE e LE estão relacionados com o funcionamento aerodinâmico da pá. O ar flui do flanco ascendente da pá (LE), divide-se em dois, fluindo ao longo do lado SS com mais velocidade do que no lado PS, o que faz reduzir a pressão e densidade na *shell* de sucção, e acaba por sair pelo flanco TE, como é representado na Figura 10.

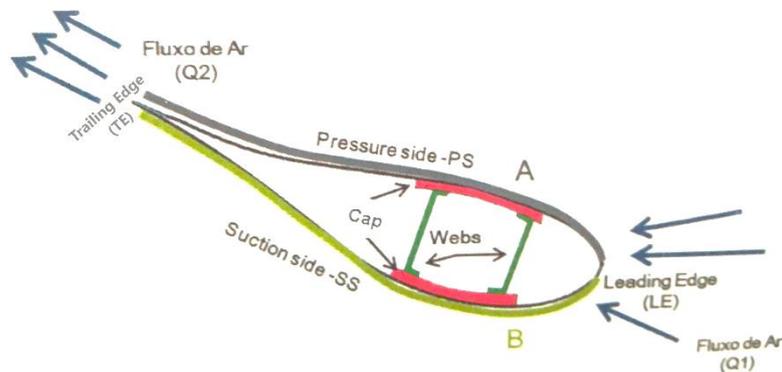


Figura 10 - Aerodinâmica de uma pá

3.1.3. Processo de fabrico da pá eólica

O processo produtivo de uma pá eólica é longo e demorado e engloba uma série de etapas até se obter o produto final pronto para ser entregue ao cliente. De forma bastante geral o processo começa pela fabricação das duas *main shells*, às quais são incorporados os pré-fabricados *semi-roots* e *caps*, seguindo-se a colagem das *webs* na *main shell* SS e depois o fecho da pá, ou seja, a colagem das duas *main shells* entre si, obtendo-se, assim, a estrutura final da pá, que será depois sujeita a várias operações produtivas até poder ser considerada produto final. Na Figura 11 encontra-se um esquema ilustrativo do processo.

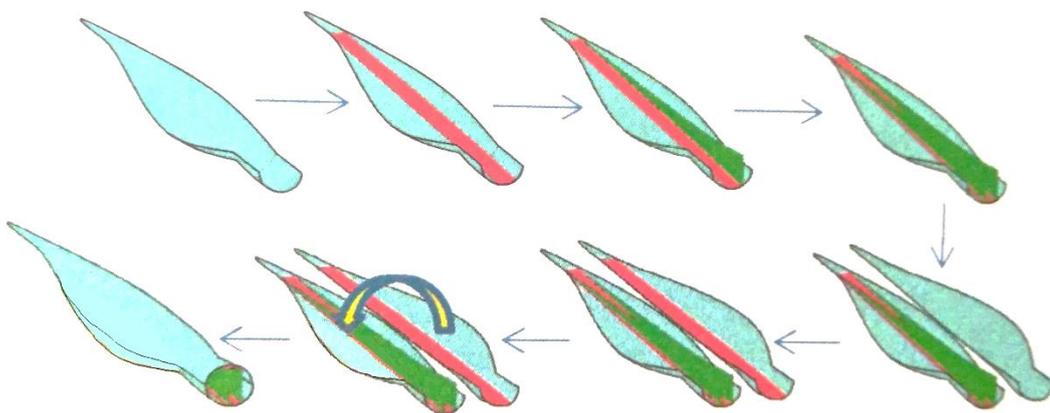


Figura 11 - Processo produtivo da pá

Para se perceber melhor e com mais detalhe todo o processo produtivo tal como ele ocorre na *Ria Blades S.A.* foi elaborado o esquema que se apresenta na Figura 12, que engloba todas as etapas do processo e que passa a ser descrito de seguida. Depois de serem fabricados e estando disponíveis em *stock*, os pré-fabricados, *caps* e *roots* vão incorporar a respetiva *shell*, seguindo-se a montagem das *webs* que irão ser coladas na *main shell* de sucção. A próxima etapa consiste no fecho do molde que irá permitir colar as duas *main shells* obtendo-se assim a pá fechada, à qual se dá o nome de pá desmoldada. Estando já a pá constituída passa-se para a próxima fase, na qual são realizadas um conjunto de operações antes da pá ser pintada, e que se chama de pá pré-pintada. Depois segue-se para a etapa da pá pintada, na qual o produto vai sofrer um aperfeiçoamento do seu aspeto final através da pintura e que a vai ajudar também a proteger das agressões do ambiente a que vai estar sujeita. Na última etapa, são realizadas as operações consideradas finais, obtendo-se depois o produto no seu estado final.

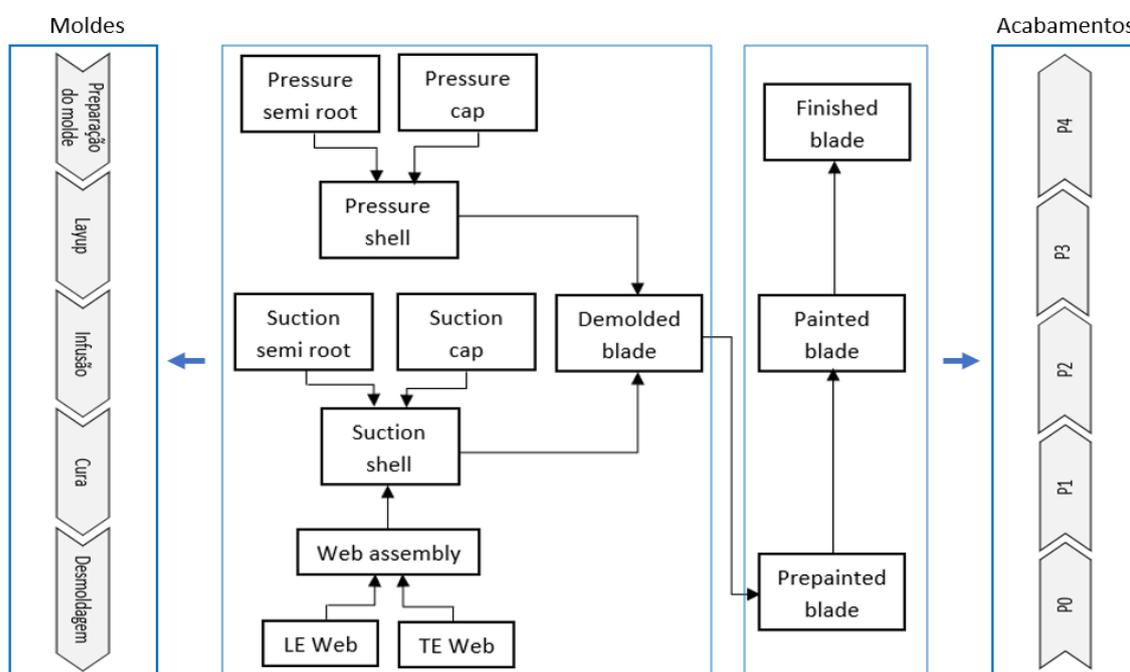


Figura 12 - Processo produtivo da pá eólica

Estas etapas são realizadas na *SGRE Blades* ao longo de dois edifícios principais das instalações da fábrica, o dos moldes e o dos acabamentos. No edifício dos moldes, como o próprio nome diz, estão distribuídos ao longo da sua área todos os moldes onde são produzidos os pré-fabricados e as *main shells*, à exceção das *semi roots* que são produzidas num edifício à parte. O edifício dos acabamentos, um pouco mais pequeno do que o anterior, é o local para onde são transportadas todas as pás que saem do edifício dos moldes e onde são trabalhadas até se obter o produto final. O *layout* atual da fábrica encontra-se disponível no Anexo B.

No edifício dos moldes, o processo de produção tanto dos pré-fabricados como das *main shells* é idêntico, pois a tecnologia usada é a mesma, consistindo na impregnação de fibras de vidro por resina (fibras de vidro reforçadas com resina) com o auxílio de vácuo. Assim, descrevem-se seguidamente as etapas deste processo que são comuns a todos os componentes das pás, sendo elas a preparação do molde, o *layup*, a infusão, a cura e a desmoldagem:

Preparação do molde: limpeza dos moldes, removendo restos de materiais que ficaram da produção anterior. Posteriormente é colocado uma substância no molde que o ajuda a proteger e ajuda também na desmoldagem da peça. No caso da produção das *main shells*, as *semi roots* vão incorporá-las nesta etapa.

Layup: as várias camadas de fibra de vidro, conjuntamente com o *core*, composto por balsa e/ou espuma, são dispostas ao longo do molde de acordo com a especificação de cada componente. De seguida são colocados materiais consumíveis chamados de RIM (*Removal Infusion Material*) que vão auxiliar o processo de infusão. No que diz respeito às *mains shells*, as *caps* vão ser incorporadas durante esta fase.

Infusão: A resina juntamente com um endurecedor é distribuída uniformemente por toda a peça pela ação do vácuo, permitindo a impregnação das fibras de vidro.

Cura: A peça é aquecida de forma controlada e pré-determinada pelos moldes de modo a catalisar a resina e obter-se uma estrutura rígida da peça.

Desmoldagem: Quando o processo de cura estiver terminado, a peça é arrefecida, ripada (remoção do RIM) e depois é retirada do molde ficando em *stock* para inspeção final. No caso das pás procede-se primeiramente à colagem das *webs* e das *mains shells* através do fecho do molde, seguida de uma cura da cola e só depois se parte para a desmoldagem. A pá é de seguida transportada para o edifício dos acabamentos.

No edifício dos acabamentos, as operações realizadas nas pás são feitas ao longo de cinco zonas/áreas distintas chamadas de posição, nome que está relacionado com a orientação do *trailing edge* da pá, sendo elas a P0, P1, P2, P3, P4:

Posição 0: Nesta posição é realizada a remoção e desbaste dos materiais excedentes dos flancos, preparação manual da superfície e limpeza do interior da pá. Segue-se a inspeção das linhas de colagem da pá através de testes não destrutivos e, por fim, são realizadas as reparações de defeitos identificados anteriormente;

Posição 1: Nesta zona procede-se à preparação e laminação dos reforços das linhas de colagem dos flancos LE e TE e das *Webs* e à colocação de massas do lado PS para revestir possíveis falhas existentes. A seguir ocorre o despolimento robotizado de toda a superfície da pá no chamado *Center Drilling Robot* (CDR) e por último a zona da *root* é perfurada longitudinal e transversalmente pela *Drilling Machine*, de modo a permitir mais à frente a colocação dos pernos que irão conectar ao *hub*.

Posição 2: Preenchimento de eventuais desnivelamentos com massa do lado SS e aplicação do *Leading Edge Protection* (LEP), que é um sistema de proteção que consiste numa pintura específica para proteger a zona da pá mais exposta à erosão do vento.

Posição 3: Limpeza da superfície da pá e posterior pintura da mesma, montagem dos pernos (*T-Bolts*) nas perfurações previamente realizadas e fixação do *Lightning Protection System* (LPS), sistema que protege a pá contra descargas elétricas atmosféricas (raios).

Posição 4: Finalização da pintura, colocação de um selante específico, pesagem, calibração e colocação da placa de identificação da pá, obtendo-se assim o produto final, que é depois movido para *stock*.

3.2. Aplicação do ciclo de vida do BPM ao processo de gestão da documentação no controlo e inspeção da qualidade

Neste subcapítulo apresenta-se todo o trabalho realizado para a melhoria do processo de gestão da documentação no controlo e inspeção da qualidade, tendo em consideração as várias etapas do ciclo de vida do BPM. Ao longo da aplicação da metodologia foram também utilizadas algumas ferramentas *Lean* e ferramentas da qualidade para ajudar a obter os resultados desejados em cada uma das etapas.

3.2.1. Identificação do processo

A primeira etapa do ciclo de vida do BPM visa reunir informações sobre os processos de negócio, identificar aqueles que mais precisam de melhorias e, em seguida, priorizar os mais relevantes. Por fim, é importante definir o âmbito dos processos escolhidos, interdependências e fronteiras (Dumas et al., 2018).

Como já foi referido, a equipa de gestão da qualidade definiu como prioridade analisar e melhorar o *processo de gestão da documentação envolvida em todo o controlo e inspeção da qualidade ao processo produtivo e produto acabado* (Figura 13). Este é um processo de suporte crítico, quer para a empresa, quer para os seus clientes. Para a empresa porque lhe permite ter adequadamente documentada toda a informação que garante a conformidade do seu produto de acordo com os requisitos da SGR. De facto, o desempenho deste processo possibilita que todos os controlos e inspeções pré-definidos sejam realizados e fiquem registados, permitindo à empresa ter evidências de que o produto final foi devidamente controlado e inspecionado. Já para o cliente, é a garantia de que irá receber um produto com a qualidade desejada. Além da sua importância estratégica, e por afetar diretamente a entrega de valor ao cliente, destacou-se este processo também pelo seu grau atual de disfunção e desorganização, bem como pelo facto de ser um processo de suporte essencial, uma vez que representa a base para a realização correta do controlo e inspeção da qualidade.

Este processo é, portanto, da responsabilidade do departamento da qualidade, sendo que também tem intervenção direta o departamento da produção. Quanto às suas fronteiras, o processo começa sempre que é iniciada a produção de um novo componente e termina com a validação do produto ou, em último caso, com indicações para ser sucitado.

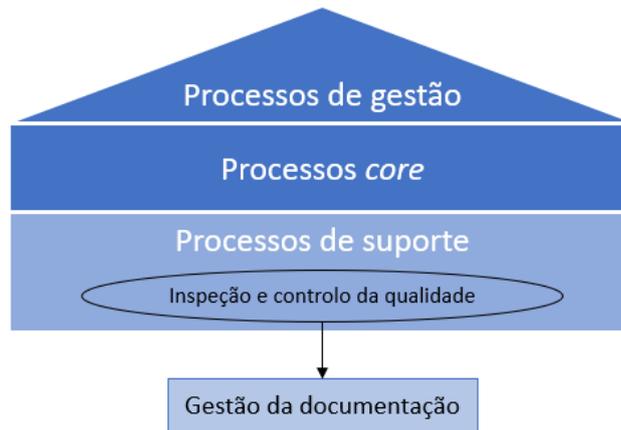


Figura 13 – Enquadramento do processo de gestão da documentação

3.2.2. Descoberta do processo

A segunda etapa do ciclo de vida do BPM visa recolher e organizar toda a informação necessária para se ter o conhecimento sobre o funcionamento do processo escolhido na primeira fase do ciclo. De entre as técnicas comumente utilizadas nesta fase, para este caso específico recorreu-se à baseada em evidências, nomeadamente a análise documental e a observação direta, e também a entrevistas informais não estruturadas, uma vez que eram as técnicas que melhor se aplicavam ao contexto deste processo.

Na análise documental, recorreu-se ao estudo de vários documentos internos da empresa, entre eles manuais, procedimentos e registos próprios do processo, que foram uma importante fonte de informação e permitiram ter uma primeira visão geral sobre o funcionamento do processo. Dada a complexidade do processo, a observação direta, através do acompanhamento passivo, em chão de fábrica, do trabalho desempenhado pelos intervenientes do processo, complementada com conversas informais, foram essenciais para clarificar e entender como todo o processo se desenrolava na prática, dado que parte do conhecimento estava fragmentado pelos colaboradores.

Uma vez reunida e organizada toda a informação recolhida, foi possível ficar a compreender todo o contexto do processo e passar posteriormente para a construção do modelo “*as-is*” que representa o estado atual funcional do processo, recorrendo para tal à linguagem BPMN 2.0. Para que se perceba melhor todo o processo é apresentado primeiramente o seu contexto e âmbito e só depois se parte para a apresentação do modelo.

No que diz respeito ao contexto e âmbito do processo, o controlo e inspeção do produto e processo produtivo tem por base um conjunto de Planos de Controlo do Processo de Manufatura (MPCP – *Manufacturing Process Control Plans*). Os Planos de Controlo seguem as etapas do processo de fabricação e, portanto, existe um plano de controlo para cada uma das fases descritas na Figura 12 (apresentada no subcapítulo anterior).

Um Plano de Controlo é um documento que descreve as inspeções, testes e medições que têm de ser realizadas em determinadas operações ao longo do processo de fabricação, para garantir que cada peça que sai da linha de produção cumpre com as especificações aplicáveis ou que seja gerida adequadamente no caso de aparecer algum tipo de defeito.

As características a serem controladas, frequência das inspeções e correspondente tamanho da amostra, métodos de medição e equipamentos, registos a serem gerados e critérios de aceitação são estabelecidos nestes Planos de Controlo.

Os *inputs* para a construção dos Planos de Controlo são vários, dos quais se destacam neste caso:

- **D-FMEA** (*Design Failure Mode and Effect Analysis*) – características-chave críticas relativas aos parâmetros de desenho definidos após a elaboração da D-FMEA e que são definidas pelos *designers* do produto para serem controladas durante o processo produtivo. São ainda incluídos outros parâmetros do produto, que não sendo críticos para o seu desempenho ou segurança, devem ser controlados para cumprir todos os requisitos de qualidade do produto.
- **P-FMEA** (*Process Failure Mode and Effect Analysis*) - conjunto de características e parâmetros do processo produtivo destacadas pelos engenheiros de processo de fabricação após a realização do P-FMEA, pelo que os modos de falha do processo produtivo e os seus efeitos são considerados da mesma forma que os definidos na D-FMEA. Estas duas FMEAs são consideradas os principais *inputs* dos MPCP.
- **Outros:** histórico de incidentes durante a fabricação de pás e possíveis ações de prevenção para os mesmos, histórico de incidentes das pás durante o seu funcionamento nas turbinas, requisitos de manuseio de matérias-primas, análises de *benchmarking*, requisitos de fornecedores e clientes, entre outros.

A estrutura dos Planos de Controlo encontra-se dividida em 4 partes, sendo elas: o processo, que identifica a fase produtiva e as características a serem controladas em cada operação, que podem ser, por exemplo, dimensionais, geométricas, mecânicas, físicas, etc.; os métodos a usar, onde é definido o responsável por realizar o controlo/inspeção, o equipamento a usar, o documento onde registar os valores, se aplicável, a frequência do controlo e a frequência de calibração do equipamento; e, por fim, o plano de reação que define como proceder em caso de aparecer alguma não conformidade (bloquear, aceitar, retrabalhar ou rejeitar). Na Figura 14 encontra-se parte de um exemplo de um Plano de Controlo da produção das *semi roots*.

Estando explicado o contexto do controlo e inspeção da qualidade, apresenta-se seguidamente todo o processo tal como é aplicado na prática, através da descrição do modelo “*as-is*”.- Começa-se por referir a documentação utilizada no processo e as fontes de dados (*data objects*); em seguida identificaram-se os intervenientes ou atores e, por fim, descreve-se o mesmo, com ênfase no seu fluxo.

	Tipo de documento: PCPD	Manufacturing Process Control Plan	Autor: ALFARRAZ	Data: MPEP1001EN	Rev: 3	
	Entregado:		Verificado: IZUGASTI	Data: 28/10/2019	Page: 1 of 1	
	ID: 116		Título:	Verificado: VIELA	Aprobado por:	EL Arceco-PDM
	SG145 T-BOLTS SEMIROOT CONTROL PLAN		Aprobado: VYS			

PROCESS			CONTROL CHARACTERISTIC				METHOD					REACTION PLAN	
PROCESS (OPERATION)	PROCESS NAME	EQUIPMENT	PRODUCT	PROCESS	KC	SPECIFICATION	(*) RESP.	CONTROL EQUIPMENT	CONTROL METHOD	FREQUENCY AND SAMPLE SIZE	CALIBRATION FREQUENCY		
											CAL		R&R
13	SR_INFUSION	Semiroot mould	1	Vacuum check (time and vacuum level)	SC (PAMFE)	GPS40010 Infusion vacuum bag GD413463 W Semiroot Manufacturing GD402228 Wvl Semiroot	Team Leader	Vacuometer Chronometer	--Record: RIG001 SG145I Semiroot T-Bolts	100% semiroot	Acc to PBE-1-012		Check the vacuum bag sealant and repair any leaks. Quality to open deviation according to GD185645
			2	Temperature of resin in the drum during infusion	SC (PAMFE)	GPS25130 Infusion Resin GD413463 W Semiroot Manufacturing GD402228 Wvl Semiroot	Operator	Laser thermometer	--Record: RIG001 SG145I Semiroot T-Bolts	100% semiroot	Acc to PBE-1-012		If temperature is excessive proceed acc to GPS25130. Check if Quality needs to open a deviation according to GD185645

Figura 14 – MPCP das semi-roots

Decidiu-se começar pela documentação dado que o processo de controlo e inspeção da qualidade é centrado num documento onde são registados todos os resultados provenientes dos controlos e inspeções efetuadas, ao qual se dá o nome de Registo de Inspeção (RI).

Estes documentos são o suporte no qual se registam os resultados dos controlos exigidos no plano de controlo. Além desses resultados, também são registados os dados de rastreabilidade dos lotes da matéria-prima utilizada, dos colaboradores envolvidos, do nível de revisão dos documentos técnicos aplicáveis ou dos equipamentos de medição usados.

Cada RI tem a sua origem nos planos de controlo do processo de manufatura e, como tal, existe um RI para cada etapa do processo produtivo. A estrutura dos registos de inspeção segue uma estrutura idêntica à dos planos de controlo, embora possam existir registos extra.

Os RI são preenchidos ao longo do processo produtivo tanto pela produção como pela qualidade, seguindo o que é pedido ao longo do seu conteúdo. Uma vez que estejam totalmente preenchidos, também devem ser anexados outros documentos aos quais o RI faz referência, nomeadamente, Registos de Reparação (RR) que estão associados a uma NCR (*Non Conformity Report*), quando aplicáveis, relatórios das consolas de produção (ciclo de vácuo e ciclo de cura), relatórios de testes não destrutivos (NDT – *Non destructive tests*) e os relatórios destrutivos dos testes às amostras FVF/WWF (Fiber Volume Fraction / Fiber Weigh Fraction), dependendo de qual o RI em questão.

Ao conjunto de todos os RI juntamente com os seus anexos, dá-se o nome de *Blade Journal*. A conformidade do conjunto destes documentos permite validar a conformidade do produto final e é a garantia de que todas as características da qualidade foram devidamente asseguradas.

Como já foi referido, existe um RI para cada fase do processo de fabrico que foi apresentado no subcapítulo 3.1.3. Além dos RIs existem também outros documentos que são usados no processo como *input* de informação, ou seja, são usados para consultar alguma informação por parte dos atores.

No que diz respeito aos intervenientes no processo, os principais atores são os inspetores da qualidade e os *team leaders*/operadores da produção, pois são eles os responsáveis por realizar os controlos e inspeções ao longo de todo o processo produtivo e por registar o valor resultante

das mesmas no RI. De referir que os inspetores da qualidade são divididos em 2 grupos: inspetores da qualidade e inspetores NDTs. Dada a especificidade das inspeções NDTs, a única vez em que estes inspetores são mencionados no modelo é na realização das suas inspeções, pois nas restantes atividades a referência é sempre feita a inspetores da qualidade (na realidade, o que acontece é que os inspetores NDTs só fazem mesmo este tipo de inspeções, muitas vezes numa lógica de *outsourcing*, não interagindo com o RI).

A Tabela 1 sumariza todos os elementos utilizados durante o processo mencionados anteriormente.

Tabela 1 - Elementos do processo da gestão da documentação

Elementos constituintes do processo	
Intervenientes ou Atores	
Planeamento da produção Departamento da produção (operadores / <i>Team Leader</i> + reparadores + supervisores) Departamento da qualidade (inspetores da qualidade + inspetores NDTs + equipa gestão da qualidade) Departamento de Tecnologia da SGRE	
Documentos	
Documentos para registo de dados	Documentos de consulta
RI6001 - Semi root RI6002 - Suction Cap RI6003 - Pressure Cap RI6004 - Web LE RI6005 - Web TE RI6006 - Web Assembly RI6009 - Suction main shell RI6010 - Pressure main shell RI6011 - Pá desmoldada RI6012 - Pá pré-pintada RI6013 - Pá pintada RI6014 - Pá acabada GD093519 - RI de medições superficiais na pá acabada RI472097 - Registos de Reparação ou Relatórios de não conformidade	Catálogo geral de defeitos Catálogo específico de defeitos SG145 Catálogo de reparações
Fontes de dados/Relatórios	
Relatórios das consolas de controlo do processo (Gurit e TG tool e Dataloggers) Relatórios dos NDTs Relatórios dos teste destrutivos realizados às amostras (Tg e FVF/FWF)	

3.2.2.1. Descrição do processo

O processo aqui descrito é válido para cada uma das fases do processo produtivo mencionadas anteriormente para o edifício dos moldes (*suction root, pressure cap, TE web, etc.*), pois todo o procedimento é idêntico, sendo que o que muda é o RI e consequentemente os controlos e inspeções a realizar. A ênfase que se pretende dar é nos documentos a preencher e nos seus fluxos, não entrando em detalhe nos controlos e inspeções que são feitas.

O processo de controlo e inspeção ao processo produtivo e produto inicia quando a equipa de planeamento emite uma ordem de produção com o número de série do respetivo componente a ser fabricado.

Uma vez emitida a ordem de fabricação, o supervisor da produção é responsável por imprimir o respetivo RI e entregá-lo ao *Team Leader* de cada equipa de produção destinada ao componente em questão.

O *Team Leader* é responsável por colocar e manter o RI no quadro de seguimento da respetiva linha fixa produtiva (molde) e, juntamente com os operadores, por registar os resultados dos controlos da responsabilidade do departamento de produção durante todo o processo de fabricação. Alternadamente com a equipa de produção, os inspetores também vão registando no RI os resultados dos controlos da sua responsabilidade. Caso não esteja nenhum inspetor a acompanhar o processo no momento, o *Team Leader* deve chamar ao local um inspetor sempre que apareça algum item no RI da responsabilidade do departamento da qualidade. Os inspetores da qualidade devem, portanto, proceder à realização das inspeções solicitadas e registar os dados obtidos no RI.

Sempre que seja detetada alguma não conformidade nos controlos realizados ao processo produtivo, isto é, caso algum parâmetro esteja fora de especificação, é necessário avaliar e corrigir o desvio. Sempre que seja possível repetir a operação que levou ao desvio procede-se dessa forma. Caso já não seja possível é então necessário emitir um registo de não conformidade (NCR) por parte dos inspetores da qualidade. Nestes controlos ao processo produtivo, a grande maioria dos desvios encontrados são passíveis de ser corrigidos, voltando-se a repetir o processo. São raras as vezes em que é necessário abrir NCRs, e nestes casos praticamente em todos a decisão passa por aceitar, servindo a NCR essencialmente para ficar guardada a evidência da não conformidade. Assim sendo, será apenas considerada abertura de NCRs após a inspeção final ao produto por parte da qualidade, pois é nestes casos em que é emitido um Registo de Reparação (RR) e é nele que se pretende focar a análise. Dada a complexidade da atividade de registo de NCRs, esta foi tratada como um sub-processo no modelo, a fim de facilitar a interpretação do mesmo.

Seguindo o processo produtivo até a peça estar terminada, o *Team Leader* entrega o RI no departamento de produção (quando já não existir mais nenhum item por preencher pela produção) ao seu supervisor e este é responsável por guardá-lo no respetivo gabinete. No final da fabricação do produto, as equipas da produção também são responsáveis por terminar os programas das máquinas que controlam alguns parâmetros produtivos para que os ficheiros resultantes sejam descarregados automaticamente das máquinas e guardados na rede local da empresa. Amostras dos produtos para realizar testes de Tg (*glass transition*) e FWF, comumente designado de teste de cinzas, são retiradas de cada componente pelas equipas de produção e são depois entregues no laboratório do departamento da qualidade, onde são realizados os respetivos testes destrutivos às amostras.

Quando o inspetor tiver disponibilidade para realizar a inspeção final à peça já desmoldada desloca-se ao departamento da produção para levantar o RI e depois procede à inspeção da peça. Nesta fase também são feitos os testes NDTs pelas equipas especializadas nos mesmos, os quais como já foi referido são designados inspetores NDTs.

Caso seja detetada alguma não conformidade é necessário abrir uma NCR. Ao contrário do que acontece durante o controlo do processo produtivo, na inspeção ao produto final sempre que seja encontrado um defeito abre-se uma NCR, pois neste caso não existe a possibilidade de voltar a repetir o procedimento. Se a não conformidade detetada estiver catalogada no catálogo de defeitos é aberta então uma NCR designada 'delegada', com a indicação desse defeito. Se o desvio não estiver presente nos catálogos de defeitos é necessário abrir uma NCR 'externa/não delegada'. Isto consiste em enviar a NCR para o departamento de tecnologia da SGRE que irá avaliar a não conformidade e posteriormente enviar resposta sobre a sua resolução. A resolução de cada um dos tipos de NCR passa por aceitar, reparar/retrabalhar ou em último caso sucatar a peça, se o custo da reparação não compensar. A abertura de uma NCR é realizada pelos inspetores através do seu registo na base de dados interna das não conformidades (ficheiro *excel*), existindo também a necessidade de registar a não conformidade detetada no SAP, o que é feito pela equipa de gestão da qualidade.

Caso a decisão passe por sucatar a peça, o inspetor coloca-lhe uma etiqueta vermelha. No caso de ser necessário reparar a peça, o inspetor imprime o RR associado à respetiva NCR, o qual tem no seu conteúdo o método de reparação a utilizar, o que constitui uma ajuda para os reparadores. Em seguida coloca-o na peça e bloqueia a peça através de uma etiqueta amarela. Mais tarde os reparadores retrabalham a peça de modo a eliminar o defeito, preenchem o RR com os dados relativos à reparação e no final da reparação entregam uma amostra TG ao laboratório. Quando a peça está reparada, os inspetores verificam o estado da reparação e decidem sobre a sua aceitação. Caso não seja aceite, é necessário voltar a retrabalhar o defeito. Caso esteja tudo conforme, o inspetor procede à validação do RR e da reparação e no fim fecha a NCR no sistema. . Caso a peça tenha alguma reparação por fazer e que vá ser feita mais tarde no processo, é necessário fazer o seguimento à mesma até que esteja reparada. Sempre que os RR estejam validados são entregues pelos inspetores à equipa da produção responsável pelos mesmos.

Quando a peça é aceite após reparações, ou se tiver sido decidido logo no início aceitar a não conformidade, ou ainda se a peça estiver conforme logo à partida, o inspetor liberta a peça, colocando-lhe para o efeito uma etiqueta verde. Em seguida, os inspetores da qualidade entregam toda a documentação que têm em sua posse aos supervisores do departamento de produção, nos seus respetivos gabinetes, nomeadamente o RI e os RR que ainda não tenham sido entregues.

Quando os supervisores estiverem na posse de todos os RIs e RRs de todas as etapas do processo produtivo de uma pá do lado dos moldes organizam e entregam a documentação no departamento da qualidade.

A equipa de gestão da qualidade organiza toda a documentação por pá e por *set* ou *rotor set* (conjunto de três pás que vão para o mesmo aerogerador) numa capa. Este gabinete também é responsável por anexar os dados que são reportados pelas máquinas da produção, nomeadamente, os gráficos de cura e vácuo, a análise FVF e os relatórios NDTs que são requeridos pelo RI na validação final.

O modelo do processo do edifício dos moldes encontra-se no Anexo C, D e E.

No que diz respeito ao processo do lado dos acabamentos, este é idêntico ao realizado no edifício dos moldes, pois o RI é na mesma o elemento central, sendo que estes vão sendo preenchidos ao longo do avançar das pás pelas posições existentes (P0 até P4). No entanto, pode-se dizer que todo o procedimento é bastante mais simples devido a existirem menos trocas de documentação e informação entre as equipas envolvidas.

Neste caso o RI correspondente é impresso pelo *Team Leader* e é colocado no posto de documentação que existe em cada posição chamado de *pinoko*. Para cada pá existe uma capa onde vão sendo guardados os documentos à medida que a produção avança (RIs e NCRs) e que deve ser mantida no *pinoko* correspondente à posição em que pá se encontra. No final do processo produtivo, depois de a pá ser validada, o inspetor da qualidade entrega a pasta no departamento da qualidade.

Após receber a documentação vinda dos moldes, e mais uma vez dependendo dos RIs, a equipa da gestão da qualidade anexa os relatórios aos mesmos, adicionando depois esta documentação à pasta do *set* anteriormente criada.

A partir daqui o *set* da documentação fica fechado e as pás estão libertadas para serem expedidas para o cliente, sendo a respetiva capa armazenada em local indicado para o efeito.

Passado um determinado tempo a documentação de cada *rotor set* é colocada em capas de arquivo morto, as quais são arquivadas em local indicado para o efeito.

De notar que uma vez que o âmbito do projeto teve especial ênfase na melhoria do processo no edifício dos moldes, mas também porque no edifício de acabamentos o procedimento já se encontrava estável a nível de fluxo e por ter sido mais fácil percebê-lo, não se sentiu a necessidade de o modelar.

3.2.3. Análise do processo

Uma vez desenhado e compreendido o modelo do processo “*As-Is*” e todos os elementos constituintes do mesmo, foi possível partir para a sua análise com o objetivo de identificar os principais problemas e desperdícios associados ao mesmo.

Numa primeira visão geral verifica-se que existe uma elevada desorganização em todo o processo, que este se encontra pouco controlado e que tem um baixo índice de padronização, o qual foi notório na dificuldade em modelar o processo. Além disso, sobressaem logo à partida diversos desperdícios e problemas encontrados ao longo de todo o processo, tais como um fluxo ineficiente de documentação e informação, documentos com itens por preencher, definição errada de responsabilidades, amostras e ficheiros das consolas mal identificados e falhas de comunicação entre as equipas envolvidas.

De modo a perceber mais detalhadamente onde se encontravam os principais problemas e desperdícios associado, procedeu-se à análise do processo tendo em conta os seguintes pontos: documentação utilizada; sequência das atividades/fluxo da documentação; análise individual das atividades.

- **Documentação**

A nível da documentação utilizada verificaram-se falhas constantes no seu preenchimento, desde itens vazios a itens erradamente preenchidos, o que se traduz em documentos não conformes e, conseqüentemente, falta de evidências e dados que possam comprovar que os requisitos do processo e do produto foram assegurados.

Uma importante fonte de *feedback* no que à documentação diz respeito, foi o resultado de uma auditoria interna ao processo que decorreu em Outubro de 2020. Nesta auditoria verificou-se que além das falhas sistemáticas no preenchimento dos RIs e RRs, existia um desvio relacionado com o facto de as peças estarem a serem validadas sem o RI correspondente ter sido aprovado previamente pelos inspetores da qualidade.

No geral, e em relação à documentação, concluiu-se que era essencial melhorar o seu preenchimento pois, conforme apontado, existe um problema sistemático no preenchimento das secções dos RIs e RRs e o adequado fluxo de aprovação não está garantido. É relevante também consciencializar e sensibilizar todos os intervenientes sobre a importância da documentação em todo o processo e da necessidade da mesma ser preenchida corretamente.

- **Fluxo**

Ao nível do fluxo da documentação/sequência das atividades verificou-se que existe uma elevada movimentação por parte dos colaboradores para aceder, trocar e entregar documentação, havendo assim algumas atividades de valor não acrescentado que acarretam desperdícios de movimentação (Muda) por parte dos colaboradores. Verificou-se ainda algum desperdício em retrabalho, nomeadamente na organização da documentação primeiramente por parte dos supervisores da produção e depois pela equipa de gestão da qualidade, concluindo-se que o fluxo atual não é o mais adequado.

Existe também uma elevada desorganização e falta de locais adequados para guardar temporariamente os documentos durante o seu período de uso, o que se reflete em dispersão, perdas e duplicações de documentos, resultando em informação duplicada, retrabalho e perda de informação, o que de acordo com a gestão de informação *Lean* são considerados desperdícios de informação.

Em relação a este aspeto verifica-se que é necessário redefinir um novo fluxo da documentação que o torne mais eficiente e eficaz e que promova uma adequada gestão dos documentos por parte de todos os atores do processo.

- **Análise individual das atividades**

Decidiu-se ainda fazer uma análise individual a nível das atividades que não estão diretamente relacionadas com o preenchimento dos documentos, nem com o fluxo dos mesmos. Nesse seguimento averiguou-se que algumas atividades não estavam a ser realizadas da forma mais correta, como é o caso da identificação das amostras e dos ficheiros das consolas de produção.

Não havendo um *standard* de identificação tanto das amostras como dos ficheiros, foram detetadas várias formas de identificação, identificações erradas e até mesmo amostras sem qualquer tipo de identificação, o que torna complicado o trabalho de quem as vai analisar.

Concluiu-se, portanto, que estas atividades deviam ser melhoradas de forma a promover uma adequada rastreabilidade das amostras e dos ficheiros e do seu apropriado fluxo.

No final desta terceira etapa do ciclo de vida do BPM realizou-se um *brainstorming* com vários colaboradores envolvidos no processo para se tentar apurar as diferentes causas raiz que pudessem estar na origem do estado atual do processo e contribuíssem para a existência dos principais problemas encontrados. O resultado deste trabalho encontra-se patente no diagrama de *Ishikawa* apresentado na Figura 15.

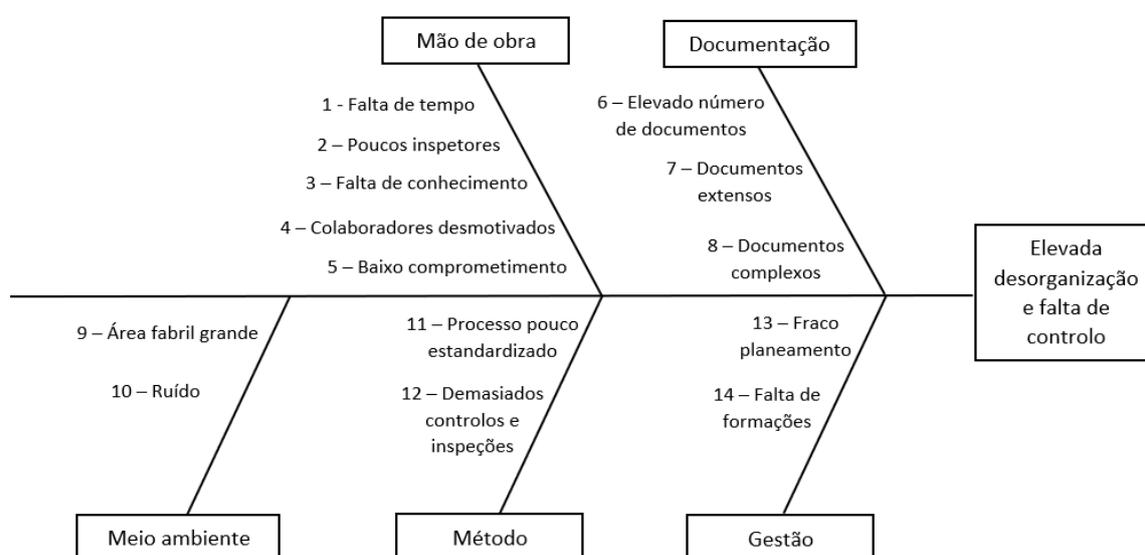


Figura 15 - Diagrama de Ishikawa geral para o processo em estudo

3.2.4. Redesenho do processo

A quarta etapa do ciclo de vida BPM é conhecida pela etapa de melhoria do processo ou etapa de redesenho do processo, sendo o seu objetivo principal desenvolver alterações no processo que ajudem a resolver os problemas identificados na etapa anterior. Nesse sentido, e tendo em consideração os problemas levantados na fase de análise do processo, assim como as possíveis causas dos mesmos, foram propostas sugestões de melhoria de modo a reduzir e/ou eliminar os problemas e desperdícios identificados na etapa anterior do ciclo de vida do BPM e de acordo com a análise que foi realizada nesta etapa.

Deste modo, relativamente aos problemas levantados relacionados com a documentação começou-se por propor dar formação aos inspetores para que estes pudessem começar a validar os RI no terreno, em vez de ser a equipa da gestão da documentação a fazê-lo. Assim, seria possível eliminar o desvio levantado pela auditoria referida na etapa anterior, dado que este é que é o

procedimento correto e que devia ocorrer na prática. De seguida, e face aos problemas relacionados com o preenchimento dos Ris, foi sugerido fazer uma revisão a todos para se tentar perceber se era possível torná-los mais simples, facilitando o seu preenchimento por parte das equipas envolvidas.

No que diz respeito ao fluxo da documentação no chão de fábrica, foi sugerido definir um novo fluxo para ser implementado no edifício dos moldes que permitisse reduzir os desperdícios em movimentações. Foi também proposta a criação e melhoria de locais para colocar os documentos temporariamente durante o seu uso, de modo a facilitar o acesso aos mesmos por parte dos intervenientes no processo e para evitar a dispersão, perda e duplicação de documentos.

Por fim, relativamente ao desempenho de atividades individuais, sugeriu-se uniformizá-las para promover um melhor desempenho das mesmas por quem as executa e para facilitar a identificação dos *outputs* destas atividades, que são as amostras e os ficheiros gerados pelas consolas da produção.

Com o intuito de sintetizar todas as sugestões de melhoria recorreu-se à ferramenta 5W2H para criar um plano de ações com as várias iniciativas propostas, cujo objetivo é, portanto, fomentar alterações no processo de forma a torná-lo mais robusto, eficiente e eficaz. A Figura 16 apresenta o plano de ações definido, o qual se explica em detalhe na fase da implementação do processo.

Tendo em consideração todas as ações de melhoria propostas passou-se ao redesenho do processo do qual resultou o modelo “*To-be*”, que se encontra no Anexo F, G e H.

As principais mudanças visíveis entre os modelos “*As-Is*” e “*To-Be*” ocorrem na sequência das atividades devido à alteração do fluxo da documentação e na eliminação das atividades de valor não acrescentado que eram essencialmente relativas a estas deslocações e ainda da eliminação da atividade de organização da documentação por parte dos inspetores. As outras ações que foram referidas anteriormente, e que consistiram na melhoria do desempenho de atividades isoladas mas que se mantiveram no novo modelo não são, portanto, visíveis. São visíveis também a nova alocação da atividade da validação da atividade do RI aos inspetores e ainda a introdução do uso de novas etiquetas.

3.2.5. Implementação do processo

Na fase de implementação do processo, colocaram-se em prática as ações definidas na etapa anterior no plano de ações (Figura 16) e que são apresentadas e descritas detalhadamente ao longo desta fase, comparando-se dentro do possível o cenário inicial com o resultado do cenário *a posteriori*.

Problema	Causas	What?	Why?	When?	Where?	Who?	How much?	How?
Falhas constantes no preenchimento da documentação; documentos não conformes	2; 13; 14	1 - Revisão da documentação						
		1.1 - Formação aos inspetores para validarem RI	Assegurar o correto registo de dados e consequentemente melhorar a qualidade dos documentos. Adaptar documentos às necessidades locais para facilitar registos	nov/20	Departamento da qualidade	LL	Insignificante	Formação prática
	1.2 - Proposta de alteração aos Ris	fev/21		Departamento da qualidade	PG	Insignificante	Rever todos os documentos e adaptá-los às necessidades locais	
	1.3 - Criação documento "auditoria ao produto"	fev/21		Departamento da qualidade	JS PG	Insignificante	Recolher e compilar todas as inspeções a realizar	
Fluxo ineficiente, retrabalho, desperdícios de movimentação, dispersão, perda e duplicação de documentos	1; 2; 4; 6; 13	2 - Alteração do fluxo da documentação						
		2.1 - Definir novo fluxo	Tornar o fluxo da documentação mais eficaz e eficiente, aumentar a produtividade, eliminar retrabalhos, evitar dispersão perda e duplicação de documentos; facilitar acesso aos documentos	mar/21	Moldes	PG RM	Insignificante	Estudar a definição de um fluxo mais eficiente e eficaz
		2.2 - Distribuir capas por GAT para colocação dos documentos		mar/21	Moldes	PG RM	Insignificante	Colocar capas em todas as GATs do SG145
	2.3 - Colocação de capas para arquivar RR	mar/21		Moldes	PG JS	Insignificante	Colocar capas em estante de apoio do dep. da qualidade	
	6; 13	2.4 - Melhorar o espaço para a receção e arquivo da documentação e aplicar 5S	Facilitar a procura e identificação do documento pretendido	mar/21	Departamento da qualidade	PG	Insignificante	Aplicar metodologia 5S
	4; 5	2.5 - Sensibilizar colaboradores para aplicação 5S aos pinokos	Melhorar a organização e limpeza do local	abr/21	Acabamentos	Superv. Produção Superv. Qualidade	Insignificante	Aplicar metodologia 5S
	11; 13	2.6 - Implementação de novas etiquetas	Melhorar a identificação das peças	mar/21	Toda área fabril	LL JS PG	Insignificante	Definir novos significados para novas etiquetas
Amostras e ficheiros com várias e erradas formas de identificação	11	3 - Melhorar atividades						
		3.1 - Padronizar identificação amostras	Facilitar a identificação das amostras e ficheiros	abr/21	Toda área fabril	PG Dep. Engenharia	Insignificante	Aplicar metodologia standard work
3.2 - Padronizar identificação dos nomes dos relatórios das consolas	abr/21	Toda área fabril		PG Dep. Automação	Insignificante	Aplicar metodologia standard work		

Figura 16 - Plano de ações

1 - Revisão da documentação

Esta iniciativa divide-se em três ações, sendo o seu objetivo melhorar o registo de dados e consequentemente melhorar a qualidade final dos documentos. A primeira ação surge no seguimento do desvio reportado pela auditoria interna realizada em Outubro de 2020 e tem como objetivo eliminar esse mesmo desvio. A segunda visa adaptar os RIs às necessidades locais para facilitar o seu preenchimento por parte dos atores do processo e a última visa melhorar o seguimento das inspeções realizadas e que faltam realizar.

1.2 - Formação aos inspetores para validarem RI

Para fazer face ao desvio comunicado pela auditoria interna decidiu-se organizar uma formação para os inspetores com a finalidade de eles começarem a validar o RI no terreno antes de libertarem qualquer peça.

Este último item de cada RI, chamado de validação final, além de consistir em rever e aprovar todo o conteúdo do documento, consiste também em anexar os ficheiros que são reportados pelas máquinas da produção, nomeadamente, os gráficos de cura e vácuo que são requeridos e também os relatórios NDTs e FWF dos testes destrutivo às amostras. O que acontecia era que este item não estava a ser realizado pelos inspetores, mas sim pela equipa de gestão da qualidade, por um lado para poupar tempo aos inspetores e, por outro, porque eles nunca tinham recebido formação sobre como aceder à localização dos ficheiros de dados gerados pelas máquinas, que são do tipo *.csv* ou *.txt*, nem sobre como construir os gráficos a partir deles. Este era um procedimento incorreto, pois as peças já tinham sido libertadas algum tempo antes sem que esta parte do RI estivesse validada, sendo que o procedimento correto é validar o RI por completo e só depois a peça.

Nesse sentido os inspetores receberam uma formação para se tornarem aptos a proceder ao preenchimento deste item, através da construção dos gráficos pedidos com recurso à ferramenta *excel*. Na Figura 17 e na Figura 18 encontra-se um exemplo da situação antes e depois da formação e na Figura 19 está representado um gráfico do ciclo de vácuo de uma *web*.

A partir do momento da formação, os inspetores começaram a proceder à validação do RI em vez de ser a equipa da gestão da qualidade, havendo assim uma alteração de responsabilidades e consequentemente uma alteração no fluxo do preenchimento desta secção do RI, que passou a ser o correto e o estipulado pelo próprio documento.

Os anexos que são colocados junto do RI são especificação da SGRE para se ter uma rastreabilidade total sobre a peça em questão e evidenciar que os parâmetros do processo foram devidamente controlados e se encontram dentro de especificação.

Preenchimento da atividade? OK: N/A	Assinatura [assinatura]	Data 12-11-2020
Documento [assinatura]	Cód.: 300754	

14. ACEITAÇÃO FINAL FINALIZADA			
Verificada pelo Inspetor de Qualidade (apenas se o Inspector)			
Descrição / Descrição	Registos observados e ações tomadas (se aplicável)	Todas as ações implementadas e validadas OK (se aplicável) (se aplicável)	Assinatura / Data
Gráfico de ciclo de cura (início + fim) (se aplicável) (se aplicável)			
Cartão de inspeção de mistura (desempenho e análise) (se aplicável) (se aplicável)			
Gráfico de teste de cura (se aplicável)			
Registos de inspeção PVF (se aplicável) (se aplicável)			
Registos de inspeção visual INTERIOR & EXTERIOR (R0313) (se aplicável) (se aplicável)			
Registos de inspeção visual (R0313) (se aplicável) (se aplicável)			
Registos de NOT (se aplicável) (se aplicável) (se aplicável)			
Outros: Outros			

Assinatura / Data	Assinatura / Data
-------------------	-------------------

Figura 17 - Exemplo da situação antes da formação

15. VALIDAÇÃO FINAL FINALIZADA		
Verificada pelo Inspetor de Qualidade (apenas se o Inspector)		
Descrição / Descrição	Marcar com um "X" (se aplicável)	Todas as ações implementadas e validadas OK (se aplicável) (se aplicável)
Gráfico de ciclo de cura (início + fim) (se aplicável) (se aplicável)	✓	OK
Cartão de inspeção de mistura (desempenho e análise) (se aplicável) (se aplicável)	✓	ver na rede
Gráfico de teste de cura (se aplicável)	✓	ver na rede
Registos de inspeção visual (INTERIOR & EXTERIOR) (R0313) (se aplicável) (se aplicável)	✓	OK
Registos de inspeção PVF (se aplicável) (se aplicável)	✓	OK
Cartões fotográficos (se aplicável) (se aplicável) (se aplicável)	✓	OK
Cartões de inspeção de mistura (desempenho e análise) (se aplicável) (se aplicável)	N/A	
Outros: Outros		

Assinatura / Data	Assinatura / Data
	15/01/2021

Figura 18 - Exemplo da situação depois da formação

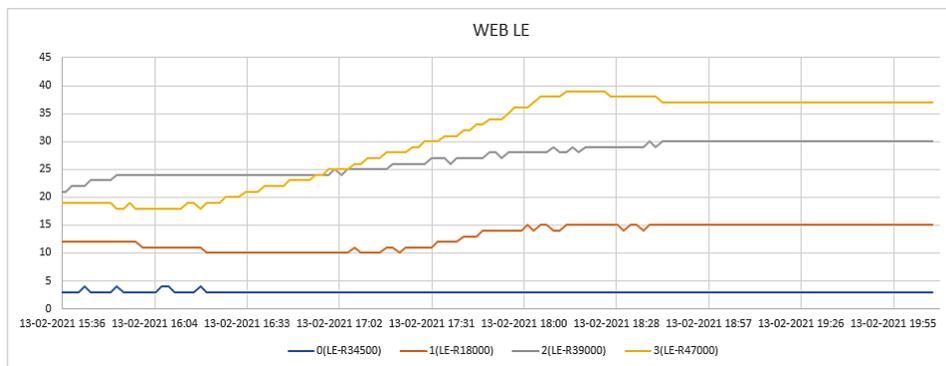


Figura 19 - Exemplo de um gráfico de vácuo de uma web

1.3 – Proposta de alteração aos RIs

Além de se ter pedido aos supervisores para sensibilizarem as suas equipas para a importância do correto preenchimento dos RIs, analisou-se o seu conjunto, o chamado *Blade Journal*. Em particular, procurou-se perceber quais os itens que mais frequentemente eram deixados em branco e também se seria possível tornar mais simples o preenchimento destes documentos, pois, como já foi referido, era comum vários itens, tanto do lado da produção como da qualidade, não estarem preenchidos, o que não permite saber se os controlos foram ou não realizados.

No total, como já foi apresentado anteriormente, existem 14 RIs que são usados ao longo de todo o processo de cada pá e que perfazem no total 168 páginas. Como se pode ver, o nível de documentação a ser preenchida é muito exigente e daí a importância de se tentar simplificar estes documentos através do desenvolvimento desta ação.

Começou-se, então, por realizar um levantamento dos campos que normalmente ficavam em branco (por preencher) e tentou-se perceber de entre estes quais os que podiam ser eliminados, tendo em conta o processo de controlo e inspeção da qualidade na *Ria Blades*. São exemplos disso, o caso das inspeções NDTs e dos testes FWF/FVF, em que as evidências dos seus resultados ficam documentadas em relatórios à parte e, portanto, não fazia sentido ter esses campos presentes nos RIs (evitando assim informação duplicada).

Consequentemente, fez-se uma proposta aos *owners* dos RIs da SGRE para averiguar a possibilidade de eliminar estes itens na próxima revisão oficial dos mesmos, de modo a adequar os documentos às necessidades da inspeção na *Ria Blades*. Essa proposta foi, no entanto, recusada, uma vez que os RIs são gerais para todas as fábricas do grupo e, portanto, não era possível alterar os documentos a nível central; outro motivo de recusa da alteração prendeu-se com o facto dos RIs terem que ter referência a todos os controlos realizados, por uma questão de rastreabilidade. Embora possam existir outros registos para inspeções em específico (como é o caso dos NDTs), no RI deve aparecer sempre a referência a esse registo.

Ainda assim, foi permitido personalizar a nível local os documentos para a realidade da *Ria Blades*, sem que o conteúdo dos documentos fosse alterado, ou seja, não foi permitido por exemplo eliminar nenhum item e foi necessário garantir sempre a rastreabilidade de evidências dos controlos e inspeções realizadas a partir do RI. Nesse sentido, esperou-se pela nova revisão oficial dos RIs para libertar as novas versões, procedendo depois às adaptações dos documentos às necessidades internas. As novas versões saíram ao longo do mês de Fevereiro de 2021 e começaram-se a adaptar os documentos a partir desta data.

As primeiras alterações foram, portanto, relacionadas com o bloqueio dos campos NDTs e FWF/FVF com a referência para o respetivo anexo (Figura 20, Figura 21 e Figura 22), sendo que os NDTs representam um número elevado de itens nos RIs dos pré-fabricados e no RI da pá pré-pintada. Assim, quem fosse consultar os documentos facilmente percebia que estas inspeções em específico podiam ser consultadas em relatórios anexos e não ficar com a ideia de que não tinham sido realizadas quando apareciam em branco como era habitual.

Através da revisão dos RIs, foram encontrados também itens que representavam inspeções repetidas em diferentes documentos, traduzindo-se em retrabalho para algum inspetor que não estivesse informado sobre o assunto. Exemplo disso é uma medição chamada *D1* que aparecia primeiro no RI da pá desmoldada e depois no RI da pá pré-pintada; outro exemplo, é o do RI da *web assembly* em que existiam duas medições sendo que só se realizava uma delas na *Ria Blades*. Procedeu-se, portanto, ao bloqueio destes campos através do uso da designação *NA* (Não Aplicável) como se pode ver na Figura 23, Figura 24 e Figura 25.

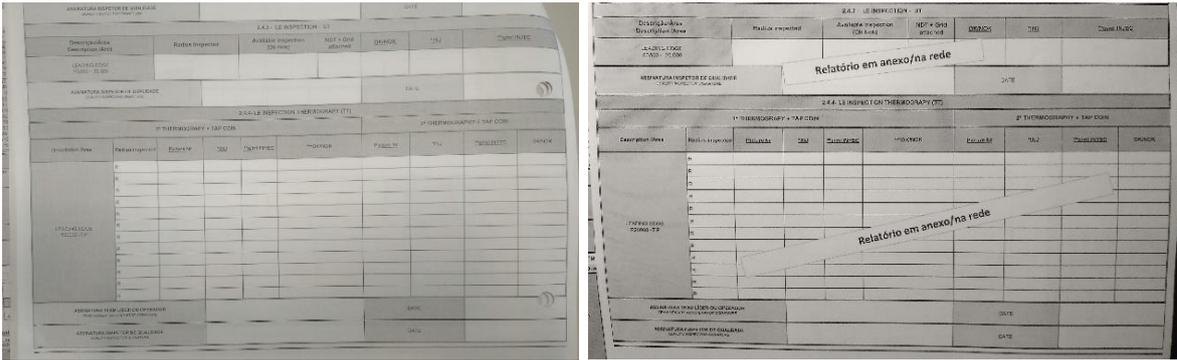


Figura 20 - Exemplo de campos relativos aos NDTs antes e depois das alterações

Descrição	Densidade da amostra	Amostra FVF (%)	Amostra FWF (%)	Critérios de Aceitação	Real (%)	Densidade da amostra	FVF (%)	FWF (%)
Localização indicada (*)				Max 00,7% (Máx 00,7% BA-Cone-30)				
				Max 57% (Máx 57% BA-Cone-30)				

Figura 21 - Exemplo de campo dos testes FVF/FWF antes da alteração dos RI

Descrição	Densidade da amostra	Amostra FVF (%)	Amostra FWF (%)	Critérios de Aceitação	Real (%)	Densidade da amostra	FVF (%)	FWF (%)
Localização indicada (*)				Max 00,7% (Máx 00,7% BA-Cone-30)				
				Max 57% (Máx 57% BA-Cone-30)				

Figura 22 - Exemplo de campo dos testes FVF/FWF depois da alteração dos RI

Rato real	Nominal	Max	Min	Real (SS)	Radius	Nominal	Max	Min	Real (SS)
R1000	484	499	479	499,04	R40000	363	378	35	370,265
R10000	473	488	468	483,63	R40000	345	360	34	358,95
R10000	454	469	449	457,44	R50000	327	342	32	337,14
R20000	436	451	431	442,80	R50000	308	323	30	316,86
R20000	418	433	413	428,04	R60000	290	305	28	297,03
R30000	400	415	395	406,74	R60000	272	287	26	283,22
R30000	381	396	376	391,00	R60000				

Figura 23 - Exemplo de campo do RI da Web assembly antes e depois das alterações

3.1.- Verify d1, d2, d3, d4 - após cura da cola (after curing the adhesive)
 Inspecionado pelo inspetor de Qualidade Inspection by Quality Inspector

SG145											
Radio	d1			d1 Real	OK/Nok	Radio	d2			d2 Real	OK/Nok
	Min	Nominal	Max				Min	Nominal	Max		
R7000	91	161	231			R7000	87	157	227	150	OK
R10000	98	168	238			R10000	95	165	235	150	OK
R12000	102	172	242			R12000	100	170	240	150	OK
R16000	106	176	246			R16000	106	176	246	150	OK
R17000	107	177	247			R17000	111	181	251	150	OK
R20000	107	177	247			R20000	115	185	255	150	OK
R22000	108	178	248			R22000	119	189	259	150	OK
R26000	114	184	254			R26000	125	195	265	150	OK

SG145											
Radio	d3			d3 Real	OK/Nok	Radio	d4			d4 Real	OK/Nok
	Min	Nominal	Max				Min	Nominal	Max		
R7000	94	154	224	168,35	OK	R7000	90	160	230	145,50	OK
R10000	88	148	218	170,80	OK	R10000	95	165	235	142,50	OK
R12000	90	150	220	174,40	OK	R12000	99	169	239	141,00	OK
R14000	98	158	228	180,00	OK	R14000	104	174	244	140,00	OK
R17000	103	163	233	187,50	OK	R17000	109	179	249	139,00	OK
R20000	111	171	241	192,00	OK	R20000	116	186	256	138,00	OK
R22000	117	177	247	198,00	OK	R22000	119	189	259	137,00	OK
R26000	129	189	259	193,30	OK	R26000	125	195	265	136,00	OK

Figura 24 - Exemplo da medição D1 no RI da pá pré-pintada antes as alterações

3.1.- Verify d1, d2, d3, d4 - após cura da cola (after curing the adhesive)
 Inspecionado pelo inspetor de Qualidade Inspection by Quality Inspector

SG145											
Radio	d1			d1 Real	OK/Nok	Radio	d2			d2 Real	OK/Nok
	Min	Nominal	Max				Min	Nominal	Max		
R7000	91	161	231	NA	NA	R7000	87	157	227	150	OK
R10000	98	168	238	NA	NA	R10000	95	165	235	150	OK
R12000	102	172	242	NA	NA	R12000	100	170	240	150	OK
R16000	106	176	246	NA	NA	R16000	106	176	246	150	OK
R17000	107	177	247	NA	NA	R17000	111	181	251	150	OK
R20000	107	177	247	NA	NA	R20000	115	185	255	150	OK
R22000	108	178	248	NA	NA	R22000	119	189	259	150	OK
R26000	114	184	254	NA	NA	R26000	125	195	265	150	OK

SG145											
Radio	d3			d3 Real	OK/Nok	Radio	d4			d4 Real	OK/Nok
	Min	Nominal	Max				Min	Nominal	Max		
R7000	94	154	224	168,35	OK	R7000	90	160	230	145,50	OK
R10000	88	148	218	170,80	OK	R10000	95	165	235	142,50	OK
R12000	90	150	220	174,40	OK	R12000	99	169	239	141,00	OK
R14000	98	158	228	180,00	OK	R14000	104	174	244	140,00	OK
R17000	103	163	233	187,50	OK	R17000	109	179	249	139,00	OK
R20000	111	171	241	192,00	OK	R20000	116	186	256	138,00	OK
R22000	117	177	247	198,00	OK	R22000	119	189	259	137,00	OK
R26000	129	189	259	193,30	OK	R26000	125	195	265	136,00	OK

Figura 25 - Exemplo da medição D1 no RI da pá pré-pintada depois das alterações

Outro aspeto que dificultava o trabalho dos inspetores e operadores era o facto dos RIs contemplarem espaços nos seus campos relativos a várias versões de pás. Nesse sentido, adaptaram-se os documentos para a V3 das pás que estavam a ser produzidas. Na Figura 26 e Figura 27 encontra-se um exemplo do antes e depois desta adaptação, respetivamente. Por fim também foram bloqueados pequenos espaços que não eram aplicáveis à inspeção de certas características no contexto particular da *Ria Blades*.

Registado abaixo pelo Team Leader ou Operador Noted down by Team Leader or Operator			OK / NOK	As
Condições de abastecimento dos materiais de processo (prefabs) material or process material correct supply conditions	SG145 Blade LE WEB GP426049	Aparência geral/ aprovada General appearance/green label	OK	
	SG145 Blade LE WEB V1 GP470848	Aparência geral/ aprovada General appearance/green label	OK	
	SG145 Blade LE WEB V2 GP496464	Aparência geral/ aprovada General appearance/green label	OK	
	SG145 Blade LE WEB V3 GP536868	Aparência geral/ aprovada General appearance/green label	OK	
	SG145 Blade LE WEB V4 GP551051	Aparência geral/ aprovada General appearance/green label	OK	
	SG145 Blade TE WEB GP426050	Aparência geral/ aprovada General appearance/green label	OK	
	SG145 Blade TE WEB V1 GP470845	Aparência geral/ aprovada General appearance/green label	OK	
	SG145 Blade TE WEB V2 GP496280	Aparência geral/ aprovada General appearance/green label	OK	
	SG145 Blade TE WEB V3 GP536851	Aparência geral/ aprovada General appearance/green label	OK	
	SG145 Blade TE WEB V4 GP551048	Aparência geral/ aprovada General appearance/green label	OK	
KIT dos Spacers das Webs GP426044 Blade SG145 Webs spacers Kit GP426044		Aparência geral/ aprovada General appearance/green label	OK	

Caso seja necessário material extra, indicar os materiais:
In case extra material needed, indicate the involved materials.

Figura 26 - Exemplo de campo antes da adaptação à V3

1. CONTROLO DE MATERIAIS MATERIALS CONTROL			OK / NOK	Assinatura Signature
Registado abaixo pelo Team Leader ou Operator Noted down by Team Leader or Operator				
Condições de abastecimento dos materiais de processo (prefabs) Raw material or process material correct supply conditions	SG145 Blade LE WEB GP426049	Aparência geral/ aprovada General appearance/green label	NA	NA
	SG145 Blade LE WEB V1 GP470846	Aparência geral/ aprovada General appearance/green label	NA	NA
	SG145 Blade LE WEB V2 GP496464	Aparência geral/ aprovada General appearance/green label	NA	NA
	SG145 Blade LE WEB V3 GP536868	Aparência geral/ aprovada General appearance/green label		
	SG145 Blade LE WEB V4 GP551051	Aparência geral/ aprovada General appearance/green label	NA	NA
	SG145 Blade TE WEB GP426050	Aparência geral/ aprovada General appearance/green label	NA	NA
	SG145 Blade TE WEB V1 GP470845	Aparência geral/ aprovada General appearance/green label	NA	NA
	SG145 Blade TE WEB V2 GP496280	Aparência geral/ aprovada General appearance/green label	NA	NA
	SG145 Blade TE WEB V3 GP536861	Aparência geral/ aprovada General appearance/green label		
	SG145 Blade TE WEB V4 GP551048	Aparência geral/ aprovada General appearance/green label	NA	NA
	KIT dos Spacers das Webs GP426044 Blade SG145 Webs spacers Kit GP426044	Aparência geral/ aprovada General appearance/green label	NA	NA
Caso seja necessário material extra, indicar os materiais: In case extra material needed, indicate the involved materials:				
2. INSPEÇÃO ANTES DA COLAGEM PRE ASSEMBLY INSPECTIONS				
2.1. INSPEÇÃO VISUAL VISUAL INSPECTION				

Figura 27 - Exemplo de campo depois da adaptação à V3

Pode-se dizer que esta personalização dos documentos através do bloqueio dos campos não necessários de preenchimento, funciona como uma espécie de ferramenta *poka-yoke*, ainda que numa abordagem simplista, pois não permite que os colaboradores registem dados nos lugares errados, o que por vezes acontecia, tal como se pode ver nas figuras anteriores.

Uma vez que os RIs são gerais para todas as fábricas do grupo e contemplam várias versões de pás, existem vários campos que não são aplicáveis à fábrica da *Ria Blades*, o que dificultava o trabalho dos inspetores e operadores em saber o que realmente se deve preencher. Nesse sentido, esta revisão interna a todos os RIs em que se bloquearam os campos que não eram necessários preencher na *Ria Blades* ajudou as equipas da produção e da qualidade a clarificar os campos obrigatórios, melhorando, assim, a qualidade final de cada documento. No Anexo I encontra-se uma tabela que resume as alterações efetuadas em todos os RIs.

No final da conclusão desta ação também foi sugerido deixar de imprimir os anexos relativos aos RIs, dado que a mesma constituía uma duplicação de informação, pois esses ficheiros já se encontravam na rede local em formato digital. Esta sugestão permitiu reduzir 38 páginas de anexos por pá.

1.4 – Criação do documento “Auditoria ao Produto”

Na parte dos acabamentos decidiu-se ainda criar um documento chamado “Auditoria ao Produto”, que resume as inspeções que têm de ser feitas às pás ao longo do seu percurso desde a P0 até P4. A razão para a criação deste documento prendeu-se com o facto de não existir uma compatibilidade direta entre as posições (P0 a P4) e os RIs, pelo que era necessário procurar constantemente em qual dos RIs se haviam de registar as inspeções realizadas em determinada posição, uma vez que dos quatro RIs existentes para os acabamentos, cada um deles é utilizado em mais do que uma posição.

Deste modo criou-se um documento que teve como objetivo simplificar a procura do item no RI e também assegurar que todos os controlos são efetuados e registados. Este documento fica na documentação da pá no *pinoko* e vai acompanhando a pá de posição em posição até ficar terminada. No fundo o documento resume os controlos do lado da qualidade que têm de ser feitos

em cada posição e qual o RI a que pertencem e a respetiva página. O inspetor aquando da realização da inspeção regista os dados no respetivo RI e no documento “auditoria ao produto” coloca a data da realização da inspeção e a sua assinatura. Na Figura 28 é possível ver o documento final após uma inspeção a uma pá.

Controlos Externos		Qualidade	Quality
3.1	Inspeção Blade OS	P1	OK
3.2	Inspeção Blade PS	P1	OK
3.3	Inspeção após corte LE/TE (R: 8012 PÁG 45/20)	P0/P1	OK
3.4	Inspeção TE antes aplicação Retiraja	P1	OK
3.5	Retiraja TE (Cota de cura / Inspeção final R: 8012 PÁG. 17)	P1	OK
3.5	Retiraja LE (Cota de cura / Inspeção final R: 8012 PÁG. 14/15)	P1	OK
3.6	Reparações externas		
3.7	Taxel (R: 8012 PÁG 20)	P1/P4	OK
3.8	Templades LE (R: 8012 PÁG 21)		OK
3.8	Espessuras PA (R: 8012 PÁG 20)		OK
3.8	Templades TE (R: 8012 PÁG 21)	P2	OK
3.8	Medição Corda PA (R: 8012 PÁG 23)		OK
3.8	Templades Te (R: 8012 PÁG 22)		OK
3.9	Controlos antes e após Furado (DR Machine) marcação TC fix. (R: 8013 PÁG 25/27/8)	P2	OK
3.10	TC Line / T-Bole (R: 8012 PÁG 26/30)	P4	OK
3.11	Drain Pipe	P2	OK
3.12	Standa LPS cool (R: 8014 PÁG 4/6)	P1/P2	
3.13	LCP (R: 8013 Pág 8)	P2/P4	
3.14	Teste DFT (Espessura Tinta Seca SSFS a 80 µm - 10 em 10 PÁG (Ex. 90, 10, 20...)) (Medições superficiais PA acabada (000918))	P3	
3.15	Teste Pull Off - 20 em 20 Págs (Ex: 90, 20, 40...)) (Medições superficiais PA acabada (000918))	P3	
3.16	Teste de Condutividade / Cartão Registo (R: 8014 PÁG 4/6)	P3/P4	OK
3.17	Torque / Criação do cabo (R: 8014 PÁG 4)	P3	
3.18	Receptores / Drain Hose (R: 8012 PÁG 24)	P3	OK
3.19	Cinta Manta Laminagem Cobertura T - Bata (R: 8014 PÁG 3)	P4	
3.20	Faz 3M / Saliente (R: 8013 Pág 6/6)	P4	OK
3.21	Rugosidade (Medições superficiais PA acabada (000918))	P4	OK
3.22	Adesão / Colagem (Medições superficiais PA acabada (000918))	P4	OK
3.23	Lifting Zone (R: 8014 PÁG 8)	P4	OK
3.24	Controlo da placa através dos furos de pesagem da 2ª (R: 8014 PÁG 8)	P4	OK
3.25	Etiqueta Manutenção / Amostragem (R: 8014 PÁG 8)	P4	OK
3.26	Placa Identificação PA / TC Line (R: 8014 PÁG 8)	P4	OK
3.27	Verificação Bata (Armando / Cotas)	P4	OK
3.28	Limpaza final da pá (R: 8014 PÁG 8)	P4	OK
3.29	Reação posicionamento / Alçado	P4	
3.30	Pintura (Medições superficiais PA acabada (000918))	P4	OK
3.31	Directivos de aplicação (R: 8014 PÁG 8)	P4	OK
3.32	Condição de aplicação (R: 8014 PÁG 8) (R: 418318 PÁG 2)	P4	OK
3.33	TG'S inspeções	P4	OK

Data: / / Inspetor Qualidade: _____

Figura 28 – Exemplo do documento “Auditoria ao Produto”

2 – Alteração do fluxo da documentação

Esta ação tem como objetivo definir um fluxo simples, eficiente e eficaz ao longo do ciclo de vida dos documentos, ou seja, desde que eles são impressos até serem depositados no arquivo morto, sendo a sua finalidade promover uma adequada gestão da documentação por parte de todos os intervenientes no processo. Para isso, definiu-se primeiramente um novo fluxo, tendo sido depois criados espaços para suportá-lo, isto é, locais para guardar temporariamente os documentos durante o seu período de uso e também no momento em que ficam guardados para consulta.

2.1 – Definir novo fluxo

O primeiro passo desta ação foi a identificação das fases do fluxo que originavam os problemas identificados anteriormente na etapa da análise do processo, de forma a poder-se desenhar um novo, capaz de reduzir ou eliminar esses problemas. Esta iniciativa teve lugar no edifício dos moldes, pois no edifício dos acabamentos não se verificou a necessidade de proceder a alterações. As fases mais críticas detetadas na parte dos moldes estão relacionadas com a partilha do RI durante todo o processo e com o fluxo atual dos mesmos.

Como se pode ver no modelo “*as-is*” o inspetor para proceder à realização da inspeção ao produto acabado, tinha de se deslocar aos gabinetes do departamento da produção para levantar o RI, o qual tinha sido entregue previamente neste local pelo *Team Leader* após a desmoldagem da peça. Depois de levantar o RI, o inspetor deslocava-se para a zona de *stock* onde se encontra a peça, realizava a respetiva inspeção, registava os dados no documento e voltava depois a entregá-lo nestes gabinetes. Por vezes acontecia que o RI ainda se encontrava no quadro de seguimento e, portanto, o inspetor tinha de efetuar ainda mais deslocações para ter acesso ao documento, pois não sabia à partida exatamente onde o mesmo se encontrava.

Além disso, os inspetores tinham grande dificuldade em encontrar o documento nos gabinetes dos supervisores, acontecendo por vezes não o conseguirem encontrar, pois os documentos encontravam-se dispersos por vários *dossiers* e por vários sítios nos gabinetes, não havendo um local apropriado e organizado para o efeito. Nestes casos, os inspetores acabavam por registar os dados resultantes da inspeção numa folha à parte ou, então, imprimiam a parte do documento de que precisavam. Isto levava a tempo gasto por parte dos inspetores na procura do documento e em deslocações desnecessárias, as quais se encontram representadas no diagrama de esparguete da Figura 29 relativo à inspeção de uma *web* (neste caso os inspetores gastavam cerca de 14 minutos, em média, em movimentações e com o tempo de procura do RI nos gabinetes do departamento da produção). Neste exemplo vê-se a movimentação do inspetor desde que sai do seu posto da qualidade até chegar à zona de *stock* da peça (*web*), passando pelo meio para levantar o RI e voltando no fim a fazer o percurso inverso até ao seu posto.

No que diz respeito aos RR o cenário era idêntico. O inspetor depois de validar a reparação deslocava-se aos gabinetes da produção para entregar o RR e os documentos encontravam-se desorganizados e dispersos.

Outro ponto negativo neste fluxo é que os supervisores tinham de organizar toda a documentação de cada pá do lado dos moldes e entregá-la no departamento da qualidade, sendo que aqui era depois novamente organizada em conjunto com a documentação dos acabamentos, ou seja, havia um trabalho inicial por parte dos supervisores sem valor acrescentado, que representava cerca de 25 minutos por pá. Além disto verificavam-se constantes atrasos na entrega da documentação por parte dos supervisores dos moldes, sendo necessário pedir constantemente a documentação, pois não havia um momento definido para esta entrega que permitisse fluir automaticamente o processo, mesmo se em teoria esse momento devesse ser aquele em que a pá é transportada para o edifício dos acabamentos.

Para fazer face a este cenário, onde se verificavam desperdícios de movimentação, retrabalho, dispersão, perda e duplicação de documentos, redefiniu-se o fluxo do documento desde que ele saía do quadro de seguimento até ser entregue no departamento da qualidade. Começou-se por reforçar que o RI deve ser mantido no quadro de seguimento (Figura 31) durante todo o processo de fabrico e sempre que é necessário usá-lo, o operador ou inspetor levanta-o e volta a colocá-lo no respetivo lugar. De seguida, quando a peça estiver terminada e for desmoldada o RI deve ser colocado pelo *Team Leader* num *dossier* que foi criado para o efeito de modo a sustentar este novo fluxo. Estes dossiers ficam distribuídos por cada mesa de apoio pertencente a cada molde, e são da responsabilidade de cada GAT (Grupo Autónomo de Trabalho), ou seja, da equipa de produção afeta a determinado molde e que é liderada pelo *Team Leader* (**ver ação de melhoria 2.2**). Quando o inspetor for inspecionar a peça, sabe que o RI está neste *dossier* e procede, portanto, ao seu levantamento. Quando terminar deve volta a colocá-lo lá.

Quando um pré-fabricado entrar numa *Shell*, o seu RI deverá seguir para o *dossier* destas, no qual estão os RIs da *shell SS*, *shell PS*, *web assembly* e pá desmoldada, ficando esta tarefa na responsabilidade do *Team Leader* do molde das *shells* em questão. Uma vez terminada a produção da pá desmoldada, ou seja, quando ela estiver disponível para ser transportada para o edifício dos acabamentos, toda a documentação dela deverá ser entregue no departamento da qualidade pelo inspetor que validou a pá.

Este novo fluxo diminuiu consideravelmente as movimentações por parte dos inspetores, o que se pode verificar no diagrama de esparguete apresentado na Figura 30, que mostra as deslocações efetuadas na inspeção de uma *web* no novo cenário. Neste exemplo a poupança em deslocações foi de cerca de 61% (665,4 metros no início contra 264 metros depois), tendo em conta que o inspetor parte do posto 4, embora este possa partir de qualquer outro posto. A nível de tempo, neste novo cenário as deslocações não excediam os 3 minutos, havendo assim uma redução de 79% (14 minutos no cenário inicial). De notar que este é apenas um exemplo indicativo para mostrar as efetivas diminuições em deslocações, não sendo possível cobrir todos os casos.

No caso dos RR, também se criaram *dossiers* (**ver ação de melhoria 2.3**), que ficaram numa estante pertencente ao departamento da qualidade que estava inutilizada. Assim, em vez de os documentos serem entregues nos gabinetes da produção eram arquivados nestas capas após validação da reparação. Isto permitiu aos inspetores terem o controlo dos RR, evitar as dispersões dos documentos e evitar as deslocações desnecessárias que faziam antes. Tal como no caso dos RIs, quando a pá sai do edifício dos moldes todos os RR validados até então são entregues no departamento da qualidade.

Esta ação culminou num fluxo mais eficiente e eficaz que permitiu fluir todo o procedimento desde que os documentos são impressos até serem entregues no departamento da qualidade, possibilitando, assim, reduzir o tempo desta entrega e consequentemente fechar a documentação dos *sets* no momento certo. Além disso, permitiu reduzir desperdícios de movimentação, facilitar o acesso aos documentos por parte dos intervenientes e ter um maior e melhor controlo e rastreamento dos mesmos, sendo possível saber sempre onde cada um deles se encontra.

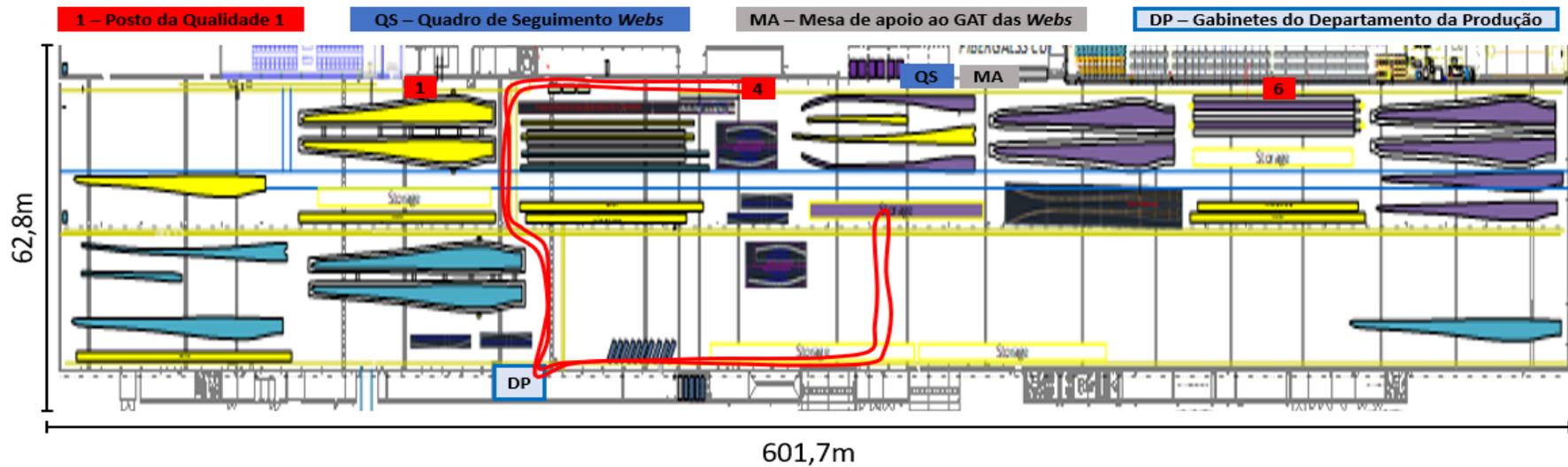


Figura 29 - Exemplo de movimentações dos inspetores para inspecionarem uma *web* no cenário inicial

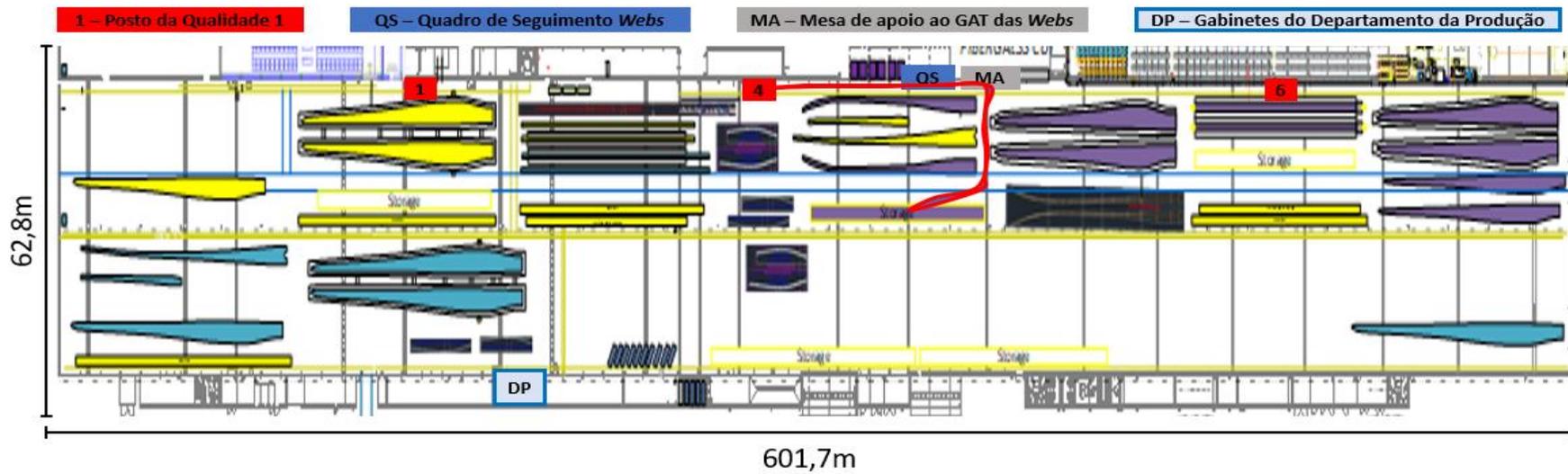


Figura 30 - Exemplo de movimentações dos inspetores para inspecionarem uma *web* no cenário depois

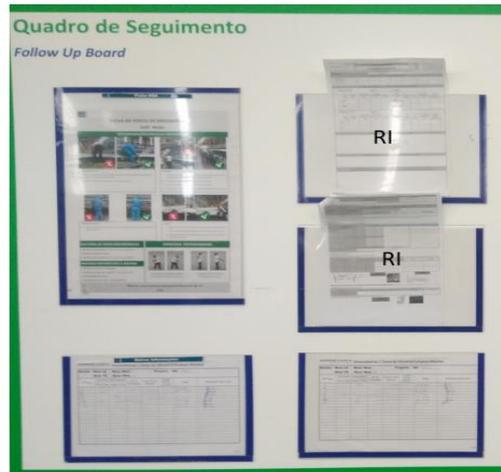


Figura 31 - Exemplo do quadro de seguimento das Webs

2.2 – Distribuir capas por GAT para colocação dos documentos

Como explicado no ponto anterior, foram criadas e distribuídas capas pelas GATs (Grupo Autónomo de Trabalho) do modelo 145 (Figura 33), ou seja, por todos os moldes deste modelo. As capas ficaram disponíveis nas mesas de apoio de cada GAT (Figura 32) e cada uma contém um registo de levantamento do RI (Figura 34) e um RI modelo (Figura 35) com os campos assinalados a amarelo e a vermelho, correspondendo aos itens a preencher pela produção e pela qualidade respetivamente, assim como algumas instruções de preenchimento.

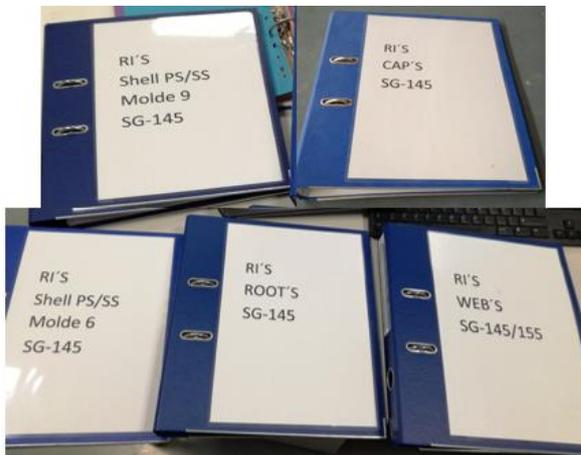


Figura 33 - Dossiers para colocação dos RI por GAT



Figura 32 - Exemplo mesa de apoio da GAT das webs

O documento “levantamento do RI” permite às equipas saber sempre quem está em posse do RI, melhorando assim a comunicação entre elas, além de possibilitar rastrear cada documento. A colocação de um RI exemplo por cada capa visou proporcionar aos intervenientes uma consulta

rápida dos campos em que têm de registar os respetivos dados e também tirar alguma dúvida sobre como preencher determinado item, caso ela existisse.

Com a introdução destes *dossiers* os documentos passaram a estar no chão de fábrica durante toda a sua utilização, permanentemente disponíveis no local certo, na hora certa e para a pessoa certa, ou seja, aquele que realmente tem de registar dados nos mesmos.

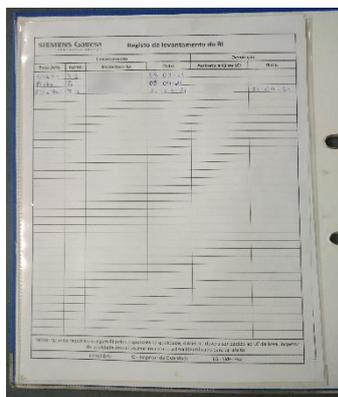


Figura 34 - Exemplo do "Registo de Levantamento do RI"



Figura 35 - Exemplo de RI modelo das Caps

2.3 – Colocação de capas para arquivar RR

À semelhança dos dossiers criados para colocar os Ris, também se criaram três capas para arquivar os RR, uma para cada projeto, as quais foram colocadas numa estante pertencente ao departamento da qualidade que não estava a ser usada (Figura 37). O objetivo passou por proporcionar aos inspetores uma melhor gestão do documento e acompanhar mais facilmente a evolução da não conformidade, passando a serem os únicos responsáveis pelo controlo destes documentos.

Cada uma destas capas contém um índice (Figura 36) com todos os pré-fabricados e as *shells* e uma instrução de preenchimento para os registos de reparação, visto que estes ficavam sempre com vários campos por preencher.



Figura 37 - Estante com as capas para arquivar os RR

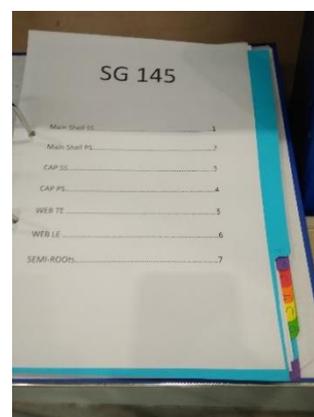


Figura 36 - Índice da capa do SG145

2.4 – Melhorar o espaço para recepção e arquivo da documentação

Como já foi referido anteriormente, o gabinete do departamento da qualidade era o penúltimo local onde se arquivava a documentação depois de a produção de uma pá estar terminada. Os documentos eram entregues separadamente vindos dos edifícios dos moldes e dos acabamentos.

Verificou-se que a documentação era normalmente entregue em cima de uma mesa de trabalho que não estava a ser usada por nenhum colaborador, sem que houvesse uma configuração que mantivesse o local organizado (Figura 39). A documentação ficava depois nesta mesa até se proceder ao seu arquivamento por *set*. Relativamente ao próprio *dossier*, a *checklist* de apoio à construção do mesmo encontrava-se desatualizada e as etiquetas não tinham a informação suficiente para identificar o projeto de cada *set*.

Para fazer face a isto, foram introduzidas algumas alterações com o intuito de promover uma melhor organização do local. Decidiu-se criar um espaço para a recepção da documentação vinda dos moldes, no qual foram colocadas três prateleiras para os RI (uma para cada projeto) e três prateleiras para os RR (Figura 38). No caso da documentação vinda dos acabamentos fez-se uso da mesma estante usada para a colocação dos RR (Figura 37). No que diz respeito ao *dossier* de arquivo de cada *set* procedeu-se à atualização da sua *checlist* (Anexo J) para que todos os RIs e respetivos anexos constassem na mesma. Atualizou-se também a etiqueta de identificação dos *sets* (Figura 40 e Figura 41) e, por fim, dividiu-se a estante onde são colocados os *dossiers* por projetos no interior do Departamento da Qualidade (Figura 42).

O último local para onde é levada a documentação, que culmina na última atividade do processo, é o arquivo morto. A documentação por *set* é colocada em capas de arquivo morto, que são armazenadas neste local, onde permanecem até serem destruídas (Figura 43).

Estas ações visaram uma melhor organização do local e da documentação nas quais se tentou reproduzir os valores da ferramenta 5S.



Figura 39 - Local inicial da entrega da documentação



Figura 38 - Local criado para a entrega da documentação

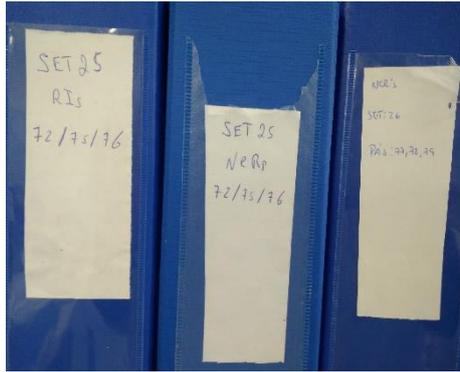


Figura 40 - Identificação inicial dos sets



Figura 41 - Nova identificação dos sets



Figura 42 - Estante de arquivo dos sets



Figura 43 - Arquivo morto

2.5 – Sensibilizar colaboradores para aplicação 5S aos *pinokos*

No lado dos acabamentos não houve nenhuma alteração ao fluxo da documentação, pois o mesmo já se encontrava bem desenhado. No entanto, notou-se que os postos de colocação da documentação ao longo de todo o processo não estavam a ser usados nas melhores condições, estando na maioria dos casos desorganizados, o que dificultava a procura do documento pretendido, pois além dos Ris também se encontrava nestes postos documentação específica da produção, daí a necessidade de melhorar os postos chamados de *pinokos*.

Nesse sentido foi sugerido passar às equipas quer do departamento da qualidade, quer do departamento da produção uma ação de sensibilização para terem os *pinokos* sempre o mais limpos e organizados possível, de acordo com a sinalética presente, espelhando assim os valores da metodologia 5S, ainda que numa perspetiva simplista. Como se pode ver na Figura 45, era comum encontrar vários *pinokos* com a documentação muito desorganizada, daí a importância de sensibilizar os colaboradores para esta ação. Na Figura 44 vê-se um exemplo de como deveria estar sempre organizado cada *pinoko*, os documentos em uso afixados e os outros dentro da capa da pá.

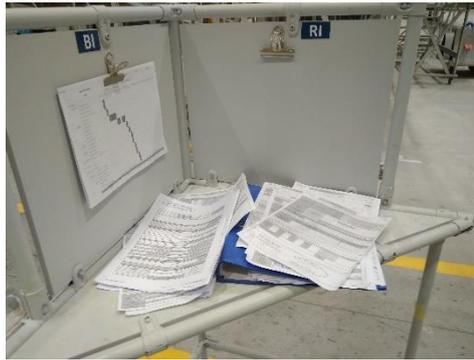


Figura 45 - Pinoko estado inicial



Figura 44 - Pinoko estado depois

2.6 – Implementação de novas etiquetas

No final de cada inspeção ao produto, como já foi apresentado durante a descrição do processo, o inspetor da qualidade identifica a peça com uma etiqueta conforme o resultado da inspeção. Etiqueta verde significa que a peça está aprovada e pode ser usada, etiqueta amarela significa que a peça necessita de reparação e etiqueta vermelha significa que a peça foi rejeitada.

De maneira a que nenhuma peça ficasse em momento algum, desde que é desmoldada, sem ter nenhuma etiqueta de identificação do seu estado, e também para prevenir e eliminar possíveis redundâncias na interpretação do seu significado e para melhorar a comunicação entre as equipas através de uma melhor gestão visual, procedeu-se à implementação de novas etiquetas.

Introduziram-se cinco novas etiquetas que vieram substituir as três antigas, passando a existir uma etiqueta roxa, uma preta, uma verde, uma amarela e uma vermelha. A roxa é para ser colocada pelos operadores assim que a peça é desmoldada e o seu significado é que requer inspeção por parte da qualidade. A preta indica que a peça necessita de ser retrabalhada, contudo pode ser movida, pois estas reparações pendentes podem ser realizadas no local onde se encontra a peça, ou numa fase seguinte do processo, se tal for vantajoso para a produção. Antes isto já acontecia com a etiqueta amarela, mas como também significava que não se podia mover sem ser retrabalhada primeiro, a produção tinha de perguntar ao inspetor se aprovava que a reparação fosse realizada numa fase seguinte do processo. No fundo desdobrou-se a antiga amarela em duas, na nova amarela e na preta, o que permitiu eliminar possíveis redundâncias de interpretação que havia com esta etiqueta e melhorar a comunicação entre as equipas, de forma visual. Assim a nova amarela significa que a peça não pode ser movida pois necessita de reparação no local ou aguarda método de reparação. A verde e a vermelha mantêm o significado das antigas, ou seja, a peça está completamente aprovada no caso da verde, ou é rejeitada e será sucutada no caso da vermelha.

Na Figura 46 pode-se ver um exemplo em que foram usadas as etiquetas roxa e amarela e no Anexo L está disponível uma tabela resumo com um exemplo de cada etiqueta.

Dado que o *TG tool* tinha sido implementado recentemente, estas discrepâncias eram claras. Acontecia que a numeração das amostras era sequencial e em muitos casos não batia certo com o correspondente termopar do *TG tool*; em alguns outros casos, a sua localização não estava de acordo com o raio do seu suposto termopar.

Nesse sentido realizou-se esta ação para garantir uma correta correspondência entre cada par amostra/termopar. Redefiniu-se a localização de colocação de algumas amostras para que ficassem imediatamente ao lado do respetivo termopar, de forma que a correspondência entre os dois fosse a mais real possível, pois diferentes zonas implicam diferentes temperaturas e consequentemente diferentes valores de T_g ; alterou-se também a sua numeração para ser a mesma do respetivo sensor. No final, estas alterações deram origem a uma nomenclatura padrão para identificar as amostras.

O Departamento de Engenharia ficou depois responsável por atualizar estas alterações no VWI (*Visual Work Instruction*) e WI (*Work Instruction*) e por criar uma etiqueta padrão com esta nova nomenclatura, de maneira a que a identificação ficasse uniformizada pelos turnos todos. Assim, sempre que se inicia a produção de uma nova peça, as etiquetas são impressas previamente e depois quando são construídas as amostras é só colar a etiqueta em cada uma delas. Desta forma garantiu-se uma correta identificação das amostras e evitaram--se erros de identificação que eram comuns acontecerem antes desta implementação.

Esta nova nomenclatura e as etiquetas de identificação foram alargadas às amostras FWF sendo que no caso destas, procede-se sempre à realização do seu teste laboratorial, pois é o único método para obter o valor FWF.

No caso das reparações também é necessário ter uma amostra para calcular o valor do T_g , não se utilizando o *TG tool* nestes casos. Nestas amostras, mais uma vez, também se verificavam falhas na identificação das mesmas e por isso este tipo de padronização também se usou para as amostras das reparações. Neste caso a ideia passou por criar a etiqueta juntamente com o RR para assim permitir a identificação prévia das amostras. Aquando da criação do RR a etiqueta é gerada automaticamente no final da página do mesmo. Os reparadores quando vão proceder à reparação cortam a etiqueta do RR e colam-na na respetiva amostra.

3.2 Padronizar a identificação dos nomes dos relatórios das consolas

Existem três consolas que controlam o processo de cura e das quais o departamento da qualidade mantém um seguimento dos relatórios gerados pelas mesmas, sendo que do lado dos moldes utilizam-se a *Gurit* e *TG tool*, e do lado dos acabamentos utilizam-se os *Dataloggers*.

De forma idêntica às etiquetas, os *reports* das máquinas eram difíceis de identificar, quer porque a forma como ficavam disponibilizados nas respetivas pastas na rede local não era a mais amigável a nível do utilizador, quer porque, por vezes, não eram identificados corretamente, o que dificultava a sua procura dada a imensidão de ficheiros que eram descarregados. Algumas das vezes não eram sequer identificados com o número da peça correspondente, sendo necessário ir atrás da data de produção da peça e fazer a correspondência com a data da criação do ficheiro, o que

acarretava desperdícios *Lean* relativos à gestão da informação, nomeadamente processamento extra, espera e movimentação, levando a um consumo extra de recursos e tempo na procura e identificação dos ficheiros.

Começando pelos relatórios do *TG tool*, não foi necessário proceder a nenhuma alteração uma vez que os ficheiros gerados pelo *software* já ficavam disponíveis de forma fácil de identificar. Notavam-se por vezes repetições na introdução dos números das peças por parte dos operadores, sendo que nestes casos avisaram-se os supervisores para alertarem as suas equipas para tentarem evitar estes erros. Também era frequente acontecerem falhas no carregamento dos ficheiros para o repositório na rede local, devido a erros informáticos. Nestes casos alertou-se a equipa de automação para estar atenta a estas possíveis falhas e garantir a sua resolução o quanto antes, de forma a garantir um correto e eficiente fluxo da informação, para assegurar que o departamento da qualidade conseguisse manter a rastreabilidade a essa informação.

Relativamente à consola *Gurit* já foi necessário proceder a alterações, pois ao contrário do *Tg tool*, nesta máquina era necessário introduzir o nome todo do ficheiro a ser gerado. Isto, aliado ao facto de cada tipo de cura originar oito ficheiros que ficavam todos na mesma pasta, causava uma elevada desorganização de informação.

Nesse sentido começou-se por definir nomenclaturas para a identificação dos ficheiros de acordo com cada tipo de cura por componente, que se encontram resumidas na Tabela 2. Depois falou-se com a equipa de automação para averiguar da possibilidade de em vez de os oitos ficheiros gerados por cada tipo de cura ficarem gravados todos dentro da mesma pasta referente à peça em questão, criar subpastas que seriam geradas no final de cada processo de cura e que teriam os oitos ficheiros respetivos, com a finalidade de diminuir a dispersão de informação e melhorar a organização do repositório, sendo depois esta proposta desenvolvida pela equipa de automação.

Por fim, no que diz respeito às consolas chamadas *Dataloggers*, os ficheiros gerados, do tipo *Excel*, eram sempre identificados por um nome pré-definido pelo *software* em que a única diferença entre eles era a data de criação do próprio ficheiro. O nome com a identificação da peça introduzida pelo operador apenas aparecia no conteúdo do próprio ficheiro. Para tentar mudar isto, foi então mais uma vez solicitado à equipa de automação para estudar uma solução quem que fosse possível alterar também os nomes dos próprios ficheiros de acordo com o que é introduzido pelo operador. Até à data da escrita do presente relatório não tinha havido ainda nenhuma alteração nestas máquinas.

Tabela 2 - Nomenclatura para a identificação dos ficheiros

Receitas Cura SG145	
Semi Root	SR ### Pré-aquecimento SR ### Infusão
Cap	Cap SS ### Pré-aquecimento Cap SS ### Infusão Cap PS ### Pré-aquecimento Cap PS ### Infusão
Web	Web TE ### Pré-aquecimento Web TE ### Infusão Web LE ### Pré-aquecimento Web LE ### Infusão
Main Shell	MS PS ### Pré-aquecimento MS PS ### Infusão MS PS ### Colagem de Pá MS SS ### Pré-aquecimento MS SS ### Infusão MS SS ### Colagem de Webs MS SS ### Colagem de Pá
Legenda: ### - nº da peça	

3.2.5. Controlo e monitorização do processo

Na última etapa do ciclo de vida do BPM, a etapa de monitorização do processo, seguiu-se de perto o novo processo para se perceber se as ações implementadas estavam a ter o impacto desejado e corrigir eventuais desvios ao planeado.

Durante o período de tempo dedicado a esta fase verificou-se que as ações estavam a ir ao encontro do estipulado, não havendo desvios significativos ao pretendido e, portanto, pode-se afirmar que as ações foram implementadas com sucesso.

Relativamente à documentação conseguiu-se melhorar o preenchimento dos documentos, embora ainda se verifiquem falhas pontuais como, por exemplo, campos em vazio, tentando-se sempre alertar os intervenientes para este facto. Neste ponto, uma importante fonte de *feedback* sobre o funcionamento do novo processo foram as auditorias realizadas à documentação por parte dos clientes. Estas permitiram conhecer as suas avaliações e os seus *inputs*. Estas auditorias não foram alvo de nenhuma não conformidade, apenas foram levantadas algumas questões sobre alguns registos e/ou falta deles como, por exemplo, assinaturas em falta, valores fora de especificação, para o qual existia uma NCR aberta e com reparação validada, mas que não estava

associada ao RI. De uma forma geral, o resultado das auditorias foi bastante positivo, o que transmitiu confiança relativamente à eficácia das ações implementadas e ao estado atual de funcionamento do processo.

No que diz respeito ao fluxo da documentação verificou-se que o mesmo estava a funcionar corretamente, o circuito definido estava a ser respeitado e os documentos encontravam-se nos locais indicados ao longo de todas as etapas do processo.

No caso da padronização das amostras também se verificou que as etiquetas estavam a ser usadas corretamente e em relação aos ficheiros conseguiu-se melhorar a sua identificação, embora ainda ocorram casos que fogem ao estipulado, e que são reportados para se tentar corrigi-los.

No final desta etapa e tendo em consideração que um processo pode ser avaliado de acordo com o seu custo, qualidade e tempo de execução, recorreu-se a estes três indicadores para avaliar os resultados que foram obtidos com a implementação das ações de melhoria. No que diz respeito ao custo, este mantém-se praticamente igual ao inicial, uma vez que os recursos alocados ao processo se mantiveram inalterados embora a produtividade tenha aumentado. Já no que diz respeito à qualidade do processo, esta foi consideravelmente aumentada, devido a uma significativa melhoria na conformidade do preenchimento da documentação, sendo este um dos principais resultados alcançados e também a uma maior consistência no fluxo dos documentos. Por fim, e relativamente ao indicador tempo, embora não se tenha conseguido calcular com exatidão o tempo ganho na realização do processo, verificou-se uma redução nas deslocações que os colaboradores têm de realizar para entregar e levantar os vários documentos durante a inspeção, e na eliminação de atividades de retrabalho, o que se traduz numa efetiva poupança do tempo gasto por estes colaboradores na realização do processo.

4. Conclusões, Limitações e Trabalho Futuro

O presente projeto reflete o trabalho desenvolvido na *Ria Blades S.A.*, que tinha como objetivo melhorar a eficácia e eficiência do processo da gestão da documentação envolvida em todo o controlo e inspeção da qualidade ao processo produtivo e produto acabado, sendo que para alcançar esse objetivo, foram combinadas as práticas de BPM, BPMN, Gestão da Qualidade e *Lean Thinking*.

Os resultados alcançados refletem-se num fluxo da documentação mais eficiente, num maior controlo, organização e padronização do processo de gestão da documentação, numa melhor definição de responsabilidades, melhor comunicação entre as equipas envolvidas e num aumento da percentagem de documentos devidamente preenchidos e conformes, bem como num acesso mais rápido à documentação por parte das equipas, que ficou distribuída em pontos estratégicos por todo o chão de fábrica.

Nesse sentido, conclui-se que o BPM é uma prática importante para melhorar os processos de negócios e, conseqüentemente, o desempenho organizacional. As várias etapas presentes no ciclo de vida do BPM permitiram seguir uma lógica que potenciou o desenvolvimento do presente projeto. Conclui-se também que o mapeamento do modelo por meio do *BPMN 2.0* foi fundamental para identificar os fluxos da documentação e informação, fontes de dados, atividades e pessoas envolvidas em todo o processo. A partir daqui, tornou-se mais evidente onde os problemas e desperdícios estavam presentes, permitindo conseqüentemente definir ações de melhoria, nomeadamente ao nível do chão de fábrica, local prioritário onde se pretendia melhorar o fluxo de documentação e informação relacionada ao processo em análise. O uso de práticas e ferramentas da qualidade e *Lean* nas várias etapas do ciclo de vida do BPM e também nas ações de melhoria foram essenciais para ajudar a concretizar toda a análise e melhoria do processo.

Posto isto, a combinação das práticas de *BPM/BPMN*, gestão da qualidade e *Lean* foi muito positiva para a análise e melhoria do processo selecionado, o que permite concluir que é vantajosa a sinergia entre vários paradigmas da gestão para a melhoria do desempenho organizacional, permitindo padronizar atividades, aumentar a eficiência e produtividade, minimizar erros e melhorar resultados.

Tendo em consideração os resultados obtidos é possível afirmar que os objetivos definidos para o presente projeto foram alcançados, permitindo à empresa melhorar o seu desempenho no que a este processo diz respeito, contribuindo para a melhoria da informação que fica documentada e que evidencia que todo o processo e produto foi devidamente controlado e inspecionado de acordo com as exigências da SGRE.

No que a limitações diz respeito, é importante realçar a dificuldade em definir indicadores quantitativos que pudessem permitir comparar o cenário antes e depois de uma forma mais objetiva. Tal não foi possível dada a especificidade do processo em questão, embora se tenha procurado contabilizar algumas poupanças qualitativas que foram referidas ao longo da etapa da implementação do processo. Ainda assim, é de referir que o trabalho realizado conduziu a

diferenças assinaláveis entre o antes e o depois deste processo, mesmo que muitas sejam difíceis de quantificar.

Quanto a trabalho futuro seria importante manter um controlo e monitorização sistemáticos do processo e corrigir potenciais desvios logo que estes surjam. Além disso, as ações de melhoria aqui implementadas podem seguidamente serem alargadas aos outros dois projetos, o SG145 e SG170.

Uma vez que o processo agora se encontra estável e também para ir ao encontro dos princípios do BPM, no que diz respeito ao uso das tecnologias da informação em processos em que isso seja possível, seria também importante no futuro fazer a desmaterialização/digitalização deste processo, através do desenvolvimento de um sistema de informação capaz de suportar todos os requisitos funcionais do mesmo, mantendo assim uma procura constante pela melhoria dos processos. Neste âmbito, seria importante criar um sistema de informação que pudesse digitalizar o processo e que fosse suportado por dispositivos móveis para facilitar o registo de dados pelos intervenientes. As vantagens seriam consideráveis nomeadamente a nível de acesso aos dados em tempo real por parte de todos os *stakeholders*, rastreamento de todo o processo, fiabilidade dos dados, poupança em papel, entre outros.

5. Referências Bibliográficas

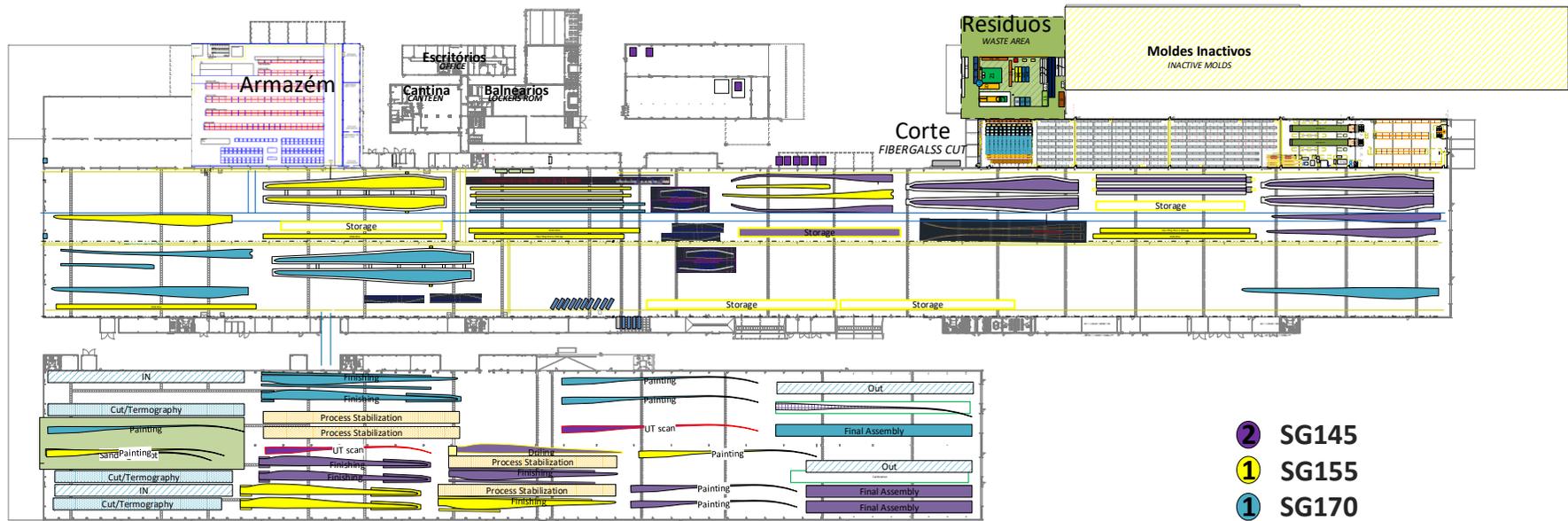
- Almeida, A. L. F. de. (2015). Metodologia Lean Manufacturing no processo produtivo de capas para assentos de automóvel. Universidade de Aveiro.
- Arromba, A. R., Teixeira, L., & Xambre, A. R. (2019). Information Flows Improvement in Production Planning using Lean concepts and BPMN An exploratory study in industrial context. *2019 14th Iberian Conference on Information Systems and Technologies (CISTI), June*, 206–211. <https://doi.org/10.23919/CISTI.2019.8760699>
- Bevilacqua, M., Ciarapica, F. E., Mazzuto, G., & Paciarotti, C. (2013). Visual Management implementation and evaluation through mental workload analysis. <https://doi.org/10.3182/20130522-3-BR-4036.00065>
- Bragança, S., & Costa, E. (2015). An application of the lean production tool standard work. *Jurnal 94 Teknologi*, 76(1), 47–53. <https://doi.org/10.11113/jt.v76.3659>
- Bititci, U., Cocca, P., & Ates, A. (2015). Impact of visual performance management systems on the performance management practices of organisations. *International Journal of Production Research*, 7543(October), 1–23. <https://doi.org/10.1080/00207543.2015.1005770>
- Carchiolo, V., Catalano, G., Malgeri, M., Pellegrino, C., Platania, G., & Trapani, N. (2019). BPM tools for asset management in renewable energy power plants. *Proceedings of the 2019 Federated Conference on Computer Science and Information Systems, FedCSIS 2019, 18*, 645–649. <https://doi.org/10.15439/2019F110>
- Castro, S., & Teixeira, L. (2020). BPMN and Lean Contributions for the ISO9001 Implementation : A Case Study within the Plastics Industry. *Proceedings of the 5th NA International Conference on Industrial Engineering and Operations Management*, 1228–1237.
- Chinosi, M., & Trombetta, A. (2012). BPMN: An introduction to the standard. *Computer Standards and Interfaces*, 34(1), 124–134. <https://doi.org/10.1016/j.csi.2011.06.002>
- Chountalas, P. T., & Lagodimos, A. G. (2019). Paradigms in business process management specifications: a critical overview. *Business Process Management Journal*, 25(5), 1040–1069. <https://doi.org/10.1108/BPMJ-01-2018-0023>
- Drotz, E., & Poksinska, B. (2014). Lean in healthcare from employees' perspectives. *Journal of Health Organization and Management*, 28, 177–195. <https://doi.org/10.1108/JHOM-03-2013-0066>
- Dumas, M., La Rosa, M., Mendling, J., & Reijers, H. A. (2018). Fundamentals of Business Process Management. In *Springer*. <https://doi.org/10.1007/978-3-662-56509-4>
- Evans, J. R., & Lindsay, W.M. (2008). *The management and control of quality* (7th ed.). Australia: Thomson South-Western
- Fonseca, L. (2015). *A ISO 9001:2015 Semana da Qualidade*. Retrieved from www.apq.pt
- Gonçalves, J. (2000). As empresas são grandes coleções de processos. *Revista de Administração de Empresas*, 40(1), 6–19. <https://doi.org/10.1590/s0034->
- Hassan, M. M. D. (2017). An application of business process management to health care facilities. *Health Care Manager*, 36(2), 147–163. <https://doi.org/10.1097/HCM.000000000000149>
- Hicks, B. J. (2007). Lean information management: Understanding and eliminating waste.

- International Journal of Information Management*, 27(4), 233–249.
<https://doi.org/10.1016/j.ijinfomgt.2006.12.001>
- Hung, R. Y. Y. (2006). Business Process Management as competitive advantage: A review and empirical study. *Total Quality Management and Business Excellence*, 17(1), 21–40.
<https://doi.org/10.1080/14783360500249836>
- IPQ – Instituto Português da Qualidade. (2015). NP EN ISO 9000:2015 Sistemas de Gestão da Qualidade – Fundamentos e vocabulário.
- Jaca, C., Viles, E., Jurburg, D., & Tanco, M. (2014). Do companies with greater deployment of participation systems use Visual Management more extensively? An exploratory study. *International Journal of Production Research*, 52(6), 1755–1770.
<https://doi.org/10.1080/00207543.2013.848482>
- Johansson, A., & Nafisi, M. (2020). Process mapping in industry - the self-centred phenomenon and how it effects continuous improvements. *Procedia CIRP*, 93, 718–723.
<https://doi.org/10.1016/j.procir.2020.03.046>
- Juran, J. (2001). *A qualidade desde o projeto: novos passos para o planejamento da qualidade em produtos e serviço*. (Tradução de Nivaldo Montingelli Jr). São Paulo: Pioneira
- Khairunnisa, Hidayati, J., & Shalihin, A. (2020). Reducing waste order production process more efficient approach effective and lean manufacturing (Journal Review). *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 725(1), 1–7. <https://doi.org/10.1088/1757-899X/725/1/012001>
- Kavosi, S. (2019). *Theory and real-world practice*.
- Letcher, T. M. (2017). *Wind Energy Engineering*. Academic Press.
- Liker, J. K. (2004). *The Toyota Way: 14 Management Principles from the World's Greatest Manufacturer*. McGraw-Hill.
- Lopes Silva, D. A., Delai, I., De Castro, M. A. S., & Ometto, A. R. (2013). Quality tools applied to Cleaner Production programs: A first approach toward a new methodology. *Journal of Cleaner Production*, 47, 174–187. <http://doi.org/10.1016/j.jclepro.2012.10.026>
- Maldonado, M. U., & Vaz, C. R. (2019). *Similarities and differences between business process management and lean management*. <https://doi.org/10.1108/BPMJ-09-2019-0368>
- Morais, I. (2005). *Gestão da Qualidade Total* (Volume 7). Escola Superior de Tecnologia e Gestão da Guarda, Ed.
- Mostafa, S., Dumrak, J., & Soltan, H. (2015). Lean Maintenance Roadmap. *Procedia Manufacturing*, 2(February), 434–444. <https://doi.org/10.1016/j.promfg.2015.07.076>
- Melton, T. (2005). The benefits of lean manufacturing: What lean thinking has to offer the process industries. *Chemical Engineering Research and Design*, 83(6 A), 662–673.
<https://doi.org/10.1205/cherd.04351>
- Nadarajah, D., & Kadir, S. L. S. A. (2014). A review of the importance of business process management in achieving sustainable competitive advantage. *TQM Journal*, 26(5), 522–531.
<https://doi.org/10.1108/TQM-01-2013-0008>

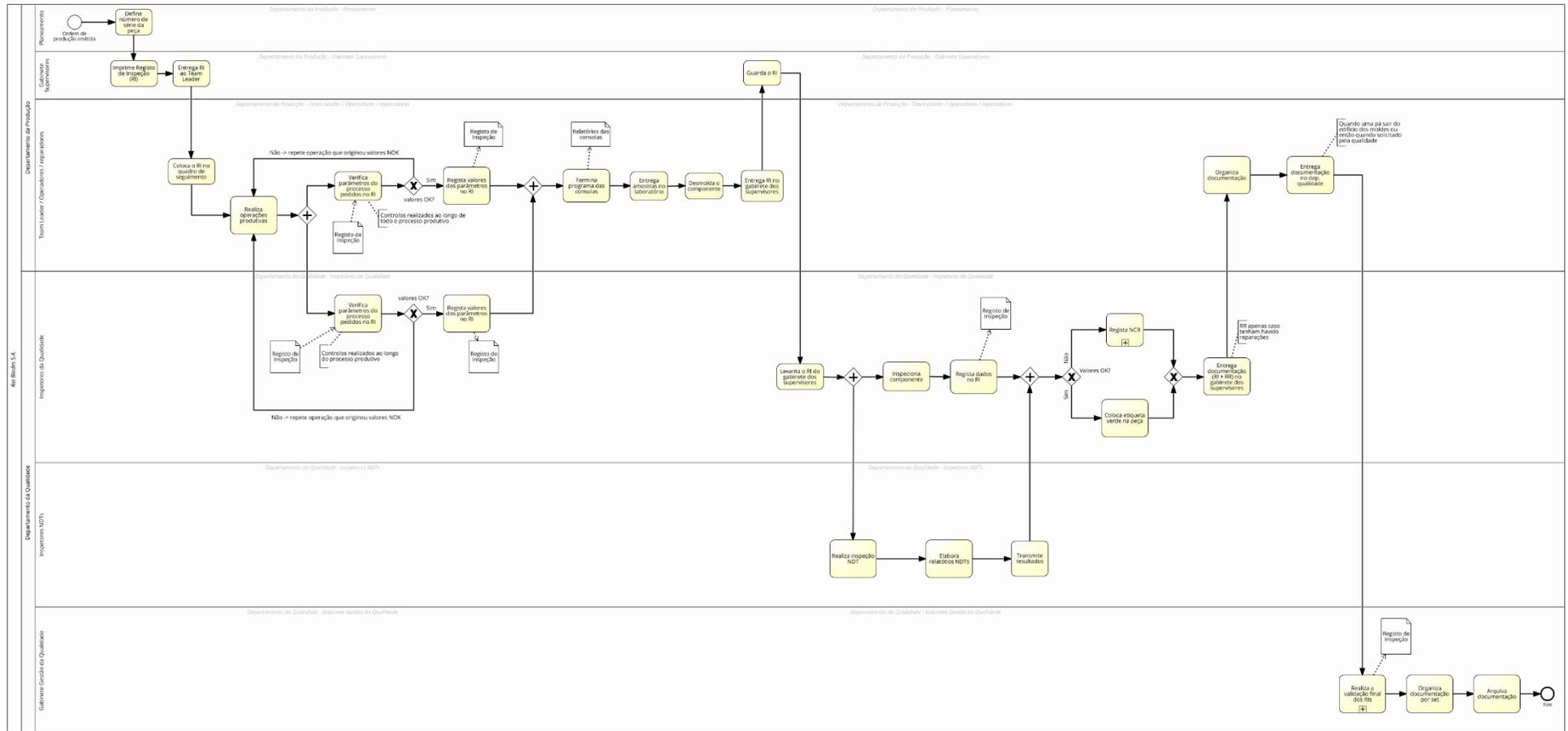
- Oliveira, J., Sá, J. C., & Fernandes, A. (2017). Continuous improvement through "Lean Tools": An application in a mechanical company. *Procedia Manufacturing*, 1082–1089. <https://doi.org/10.1016/j.promfg.2017.09.139>
- Pacaiova, H. (2015). Analysis and identification of nonconforming products by 5w2h method. *Center for Quality*.
- Pinto, J. P. (2014). *Pensamento Lean: A Filosofia das Organizações Vencedoras*. Lidel
- Pereira-moliner, J., Claver-cortés, E., Molina-azorín, J. F., & Tarí, J. J. (2012). Quality management, environmental management and firm performance: direct and mediating effects in the hotel industry. *Journal of Cleaner Production*, 37, 82–92. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2012.06.010>
- Pereira, J. (2013). *Instituto Politécnico de Setúbal Processos de Negócio e Organizações Um protótipo social destinado a dinamizar a criação de uma consciência coletiva em processos de negócio*. Escola Superior de Ciências Empresariais.
- Pires, A. (2007). *Qualidade: Sistemas de Gestão da Qualidade*. Lisboa: Sílabo
- Ravesteyn, P., & Batenburg, R. (2010). Surveying the critical success factors of BPM-systems implementation. *Business Process Management Journal*, 16(3), 492–507. <https://doi.org/10.1108/14637151011049467>
- Recker, J. (2010). Opportunities and constraints: The current struggle with BPMN. *Business Process Management Journal*, 16(1), 181–201. <https://doi.org/10.1108/14637151011018001>
- Retamozo-Falcon, G., Silva, J., & Mauricio, D. (2019). Model for the improvement of processes using Lean techniques and BPM in SMEs. *Proceedings of the 2019 IEEE 26th International Conference on Electronics, Electrical Engineering and Computing, INTERCON 2019*, 2019–2022. <https://doi.org/10.1109/INTERCON.2019.8853806>
- Rosa, M. J., Moura, P., & Sarrico, C. (2014). *Qualidade em Ação* (1^o Edição). Edições Sílabo, Lda.
- Rymaszewska, A. (2017). Lean implementation and a process approach - an exploratory study. *Benchmarking: An International Journal*, 24(5), 1122–1137. <https://doi.org/10.1108/BIJ-02-2016-0018>
- Senderska, K., Vaclav, S., & Mares, A. (2017). Spaghetti Diagram Application for Workers' Movement Analysis. *U.P.B. Sco. Bull., Series D*, January 2017
- Siemens Gamesa Renewable Energy. (2021b). Siemens Gamesa: About us. <https://www.siemensgamesa.com/about-us>
- Soares, S., & Teixeira, L. (2014). Lean information management in industrial context: An experience based on a practical case. *International Journal of Industrial Engineering and Management*, 5(2), 107–114.
- Sousa, P., Tereso, A., Alves, A., & Gomes, L. (2018). Implementation of project management and lean production practices in a SME Portuguese innovation company Implementation of project management and lean production practices in a SME Portuguese innovation company. *Procedia Computer Science*, 138, 867–874. <https://doi.org/10.1016/j.procs.2018.10.113>
- Stamm, G. R., Lopes, G. F., Missaggia, A. B., Manfron, A. L., & Weise, A. D. (2015) *Aplicação das ferramentas estratégicas da produção em uma empresa de cartões, crachás e acesso ponto*.

- Steenkamp, L. P., Hagedorn-Hansen, D., & Oosthuizen, G. A. (2017). Visual Management System to Manage Manufacturing Resources. *Procedia Manufacturing*, 455-462. <https://doi.org/10.1016/j.promfg.2017.02.058>
- Stravinskiene, I., & Serafinas, D. (2020). The Link between Business Process Management and Quality Management. *Journal of Risk and Financial Management*, 13(10), 225. <https://doi.org/10.3390/jrfm13100225>
- Sundar, R., Balaji, A. N., & Satheeshkumar, R. M. (2014). A Review on Lean Manufacturing Implementation Techniques. *Procedia Engineering*, 97, 1875–1885. <https://doi.org/10.1016/j.proeng.2014.12.341>
- Tanco, M., Santos, J., Rodriguez, J. L., & Reich, J. (2013). Applying lean techniques to nougat fabrication: a seasonal case study. *The International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, 68(5-8), 1639–1654. <https://doi.org/10.1007/s00170-013-4960-7>
- Teixeira, L., Ferreira, C., & Santos, B. (2019). An Information Management Framework to Industry 4.0: A Lean Thinking Approach. *International Conference on Human Systems Engineering and Design: Future Trends and Applications*, 1063–1069. https://doi.org/10.1007/978-3-030-02053-8_162
- Tezel, B. A., Koskela, L. J., & Tzortzopoulos, P. (2009). Visual management - A general overview. *5th International Conference on Construction in the 21st Century (CITC-V)*, 642–649.
- Torghabehi, E., Arab, A., Kurczewski, K., & Abdekhodae, A. (2016). Visual Management, Performance Management and Continuous Improvement: a Lean Manufacturing Approach. *International Journal of Lean Six Sigma*, 7(2), 187–210. <https://doi.org/10.1108/IJLSS-09-2014-0028>
- Vieira, S. M. O., & Lopes, R. B. (2019). Improving production systems with lean: A case study in a medium-sized manufacturer. *International Journal of Industrial and Systems Engineering*, 33(2), 162–180. <https://doi.org/10.1504/IJISE.2019.102469>
- White, S. A. (2004). Introduction to BPMN. Object Management Group, (July). Retrieved from <http://www.bpmn.org>.
- Williams, B. A. (2018). Standard Work – Lean Tools and Techniques. 724.
- Yik, L. K., & Chin, J. F. (2019). Application of 5S and Visual Management to Improve Shipment Preparation of Finished Goods. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 530(1), 1–13. <https://doi.org/10.1088/1757-899X/530/1/012039>
- Zhang, C., Liu, H., & Zheng, J. (2011). The Model of BPM based on six sigma and its application on material delivery of discrete manufacturing enterprise. *2011 International Conference of Information Technology, Computer Engineering and Management Sciences*, 4, 122–125. <https://doi.org/10.1109/ICM.2011.74>

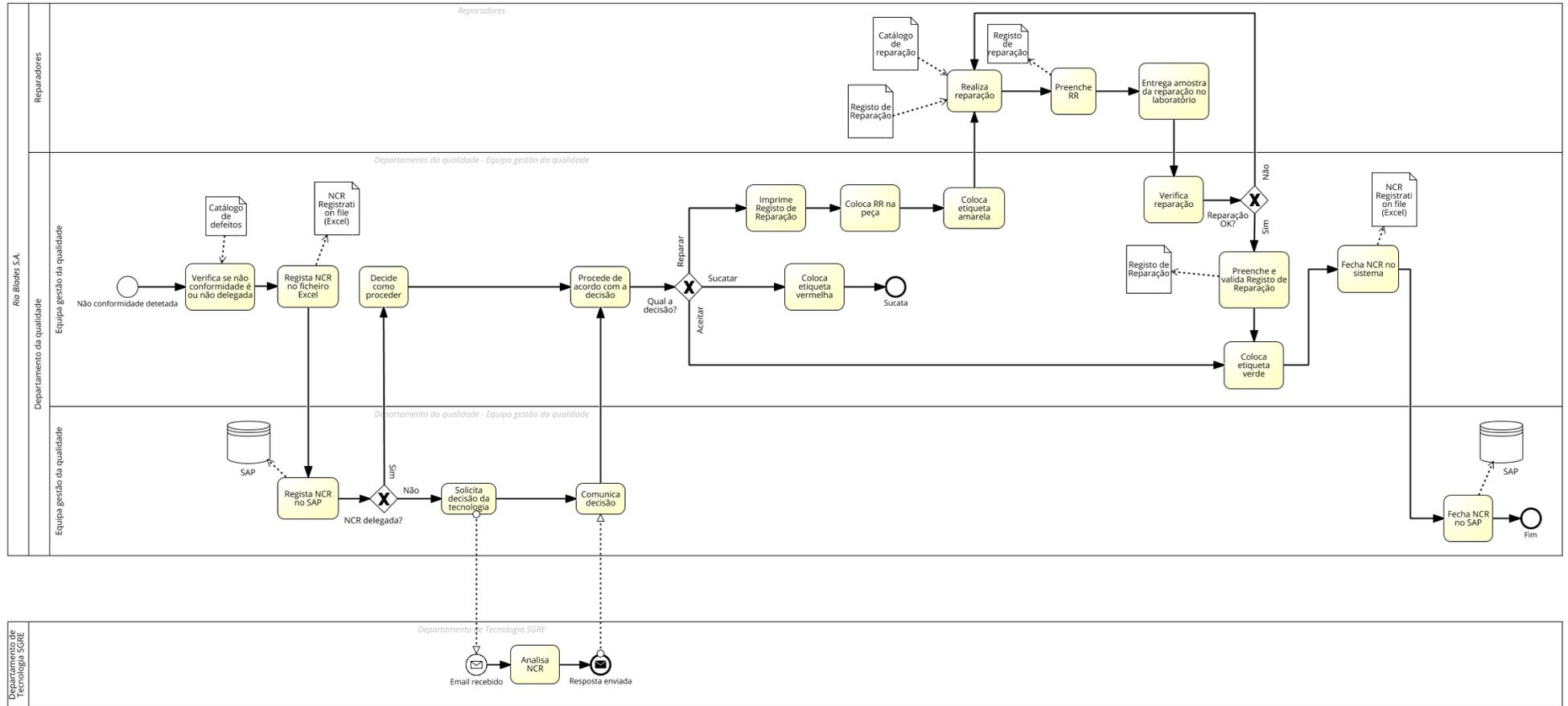
Anexo B – Layout fabril da Siemens Gamesa Renewable Energy Blades S.A.



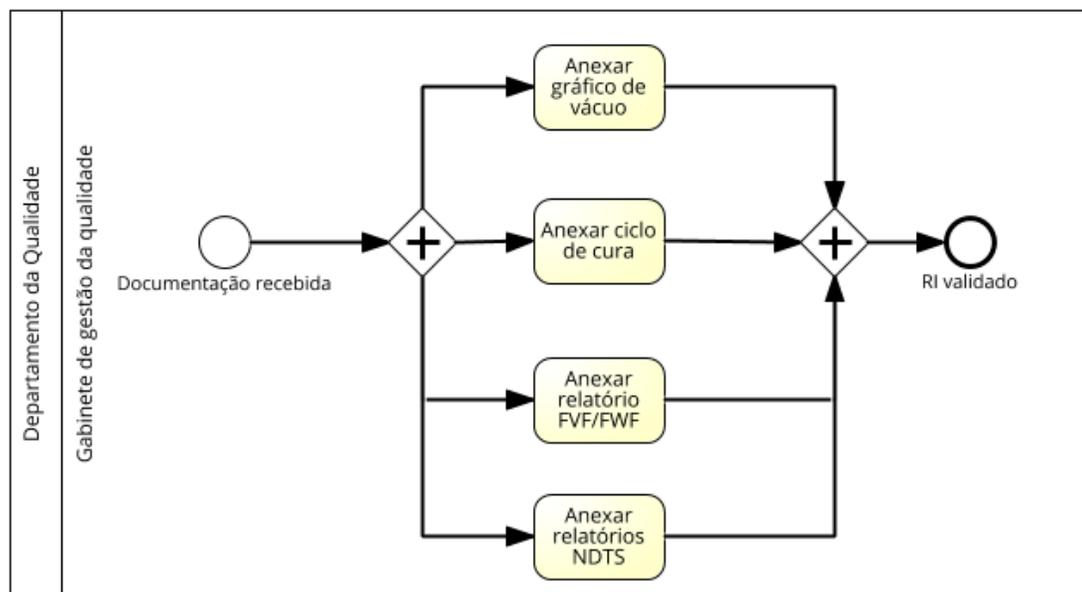
Anexo C – Modelo “As-Is” moldes



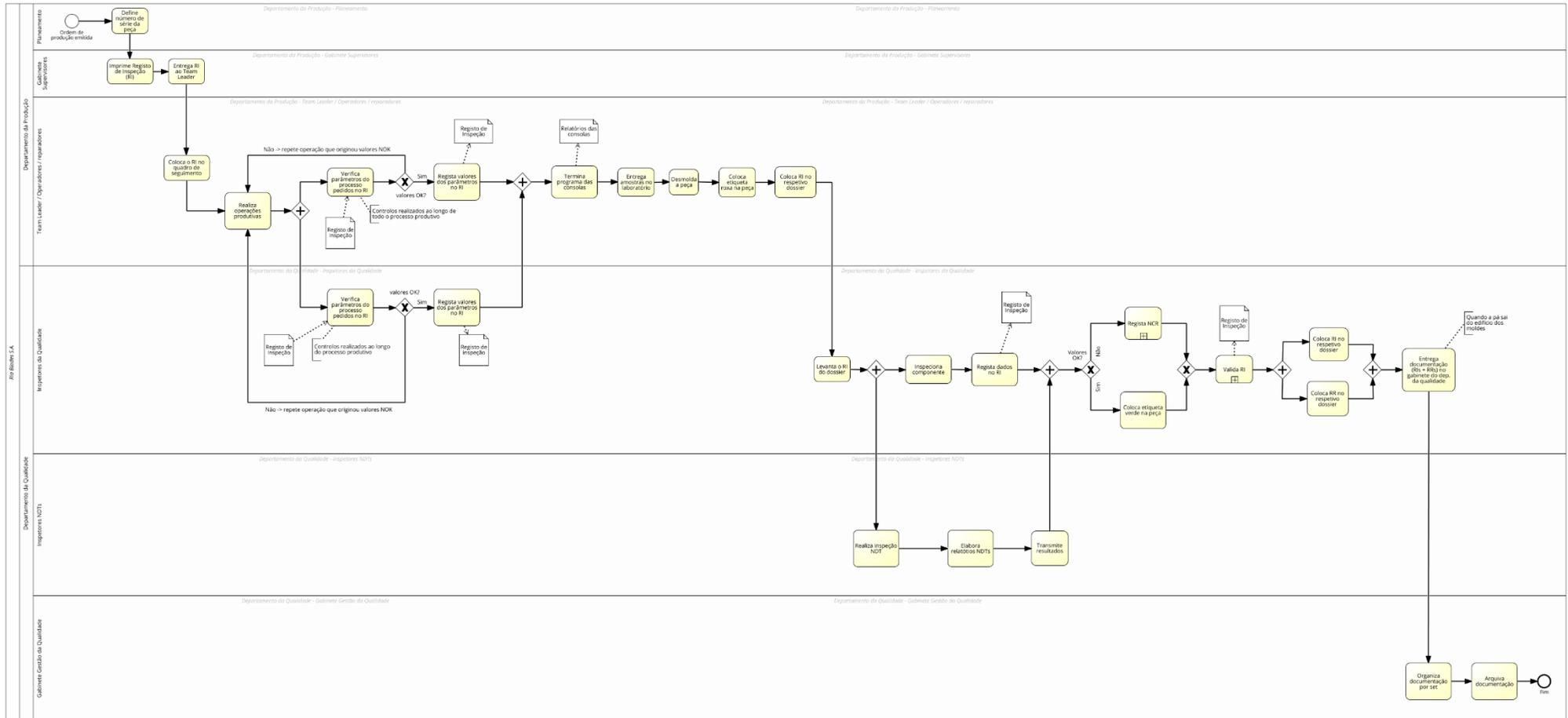
Anexo D – Modelo “As-Is” Sub-processo Registo NCRs



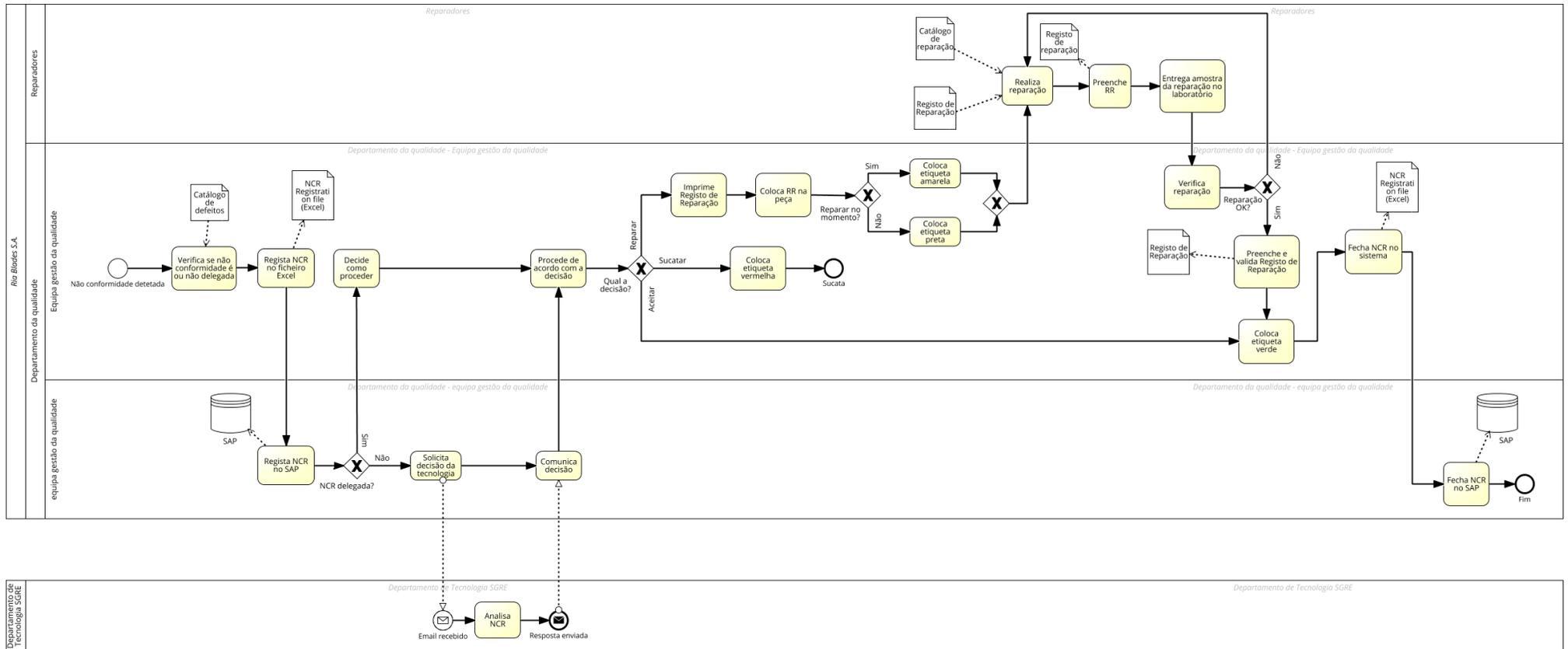
Anexo E – Modelo “As-Is” Sub-processo validação final RI



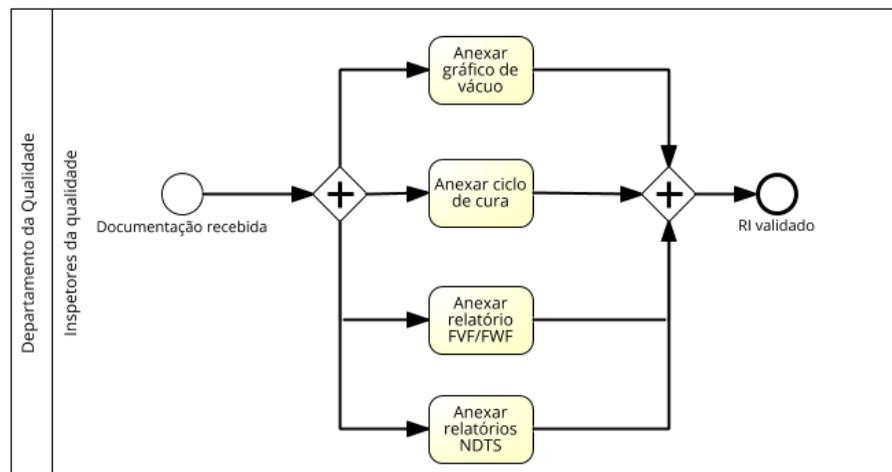
Anexo F - Modelo "To-Be" moldes



Anexo G - Modelo "To-Be" Sub-processo Registo NCRs



Anexo H – Modelo “To-Be” Sub-processo validação final RI



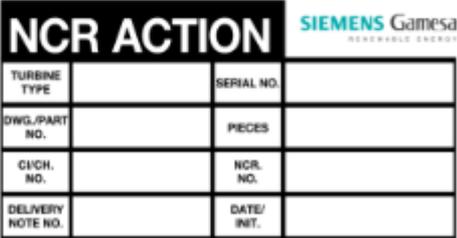
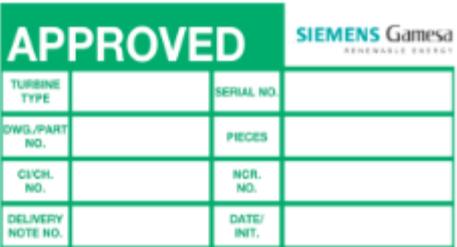
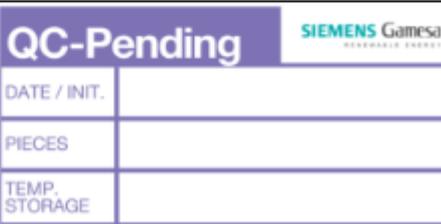
Anexo I – Resumo dos campos alterados por RI

Campos alterados por Registo de Inspeção	
RI6001 - Semi root	Bloqueio dos campos NDTs Bloqueio dos campos FWF/FVF Bloqueio dos campos que não são da V3
RI6002 - Suction Cap	Bloqueio dos campos NDTs Bloqueio dos campos FWF/FVF Bloqueio dos campos que não são da V3
RI6003 - Pressure Cap	Bloqueio dos campos NDTs Bloqueio dos campos FWF/FVF Bloqueio dos campos que não são da V3
RI6004 - Web LE	Bloqueio dos campos NDTs Bloqueio dos campos FWF/FVF Bloqueio dos campos que não são da V3
RI6005 - Web TE	Bloqueio dos campos NDTs Bloqueio dos campos FWF/FVF Bloqueio dos campos que não são da V3
RI6006 - Web Assembly	Bloqueio dos campos de inspeções duplicadas Bloqueio dos campos que não são da V3
RI6009 - Suction main shell	Bloqueio dos campos NDTs Bloqueio dos campos FWF/FVF Bloqueio dos campos que não são da V3
RI6010 - Pressure main shell	Bloqueio dos campos NDTs Bloqueio dos campos FWF/FVF Bloqueio dos campos que não são da V3
RI6011 - Pá desmoldada	Bloqueio dos campos que não são da V3 Bloqueio de campos considerados não aplicáveis
RI6012 - Pá pré-pintada	Bloqueio dos campos NDTs Bloqueio dos campos de inspeções duplicadas Bloqueio dos campos que não são da V3 Bloqueio de campos considerados não aplicáveis
RI6013 - Pá pintada	Bloqueio dos campos que não são da V3 Bloqueio de campos considerados não aplicáveis
RI6014 - Pá acabada	Bloqueio dos campos que não são da V3 Bloqueio de campos considerados não aplicáveis
GD093519 - RI de medições superficiais na pá acabada	Sem alterações

Anexo J – Checklist documentação SG145

Registo de Inspeção & Reports	Pá	Pá	Pá
1. Semi Root SS			
a. Vacuum graph			
b. FVF report			
c. NDT Inspection VTL Report			
d. NDT Inspection UT Report			
2. Semi Root PS			
a. Vacuum graph			
b. FVF report			
c. NDT Inspection VTL Report			
d. NDT Inspection UT Report			
3. CAP SS			
a. Vacuum graph			
b. FVF report			
c. NDT Inspection VTL Report			
d. NDT Inspection UT Report			
4. CAP PS			
a. Vacuum graph			
b. FVF report			
c. NDT Inspection VTL Report			
d. NDT Inspection UT Report			
5. TE WEB			
a. Vacuum graph			
b. FVF report			
6. LE WEB			
a. Vacuum graph			
b. FVF report			
7. Shell SS			
a. Vacuum graph			
b. FVF report			
c. NDT Inspection UT Report			
8. Shell PS			
a. Vacuum graph			
b. FVF report			
c. NDT Inspection UT Report			
9. WEB Assembly			
10. Demoulded Blade			
11. Balancing Box (x3)			
12. Pre-Painted Blade			
a. NDT Inspection UT LE &TE Report			
b. NDT Inspection VTL LE &TE Report			
c. NDT Inspection UT in CAP Zone WEB JOINT Report			
d. NDT Adhesive Thickness Measure T WEB Report			
13. Painted Blade			
14. Superficial measurements on finished Blade			
15. Inspeção Sistema LPS e Registo de Controlo Pá Acabada			
16. Dinotails			
17. Dinoshells			

Anexo L – Novas etiquetas

Cor	Exemplo	Significado	Campos preenchimento obrigatório
AMARELA	 <p>The image shows a yellow 'PENDING' label template. It includes the Siemens Gamesa logo and a table with the following fields: TURBINE TYPE, SERIAL NO., DWG./PART NO., PIECES, C/CHL. NO., NCR. NO., and DELIVERY NOTE NO. / DATE/ INIT.</p>	<p><u>Peça não pode seguir</u></p> <p>(Aguarda reparação ou método de reparação)</p>	<p>Part nº (ID da peça – ex. SR; Web; CAP)</p> <p>Nº de Serie</p> <p>NCR</p> <p>Data/ INIT</p>
PRETA	 <p>The image shows a black 'NCR ACTION' label template. It includes the Siemens Gamesa logo and a table with the following fields: TURBINE TYPE, SERIAL NO., DWG./PART NO., PIECES, C/CHL. NO., NCR. NO., and DELIVERY NOTE NO. / DATE/ INIT.</p>	<p><u>Peça pode seguir, mas com restrição</u></p> <p>(Reparar em campo ou numa fase do processo seguinte)</p>	<p>Part nº (ID da peça – ex. SR; Web; CAP)</p> <p>Nº de Serie</p> <p>NCR</p> <p>Data/ INIT</p>
VERDE	 <p>The image shows a green 'APPROVED' label template. It includes the Siemens Gamesa logo and a table with the following fields: TURBINE TYPE, SERIAL NO., DWG./PART NO., PIECES, C/CHL. NO., NCR. NO., and DELIVERY NOTE NO. / DATE/ INIT.</p>	<p><u>Peça OK: Pode Seguir</u></p>	<p>Part nº (ID da peça – ex. SR; Web; CAP)</p> <p>Nº de Serie</p> <p>Data/ INIT</p>
VERMELHA	 <p>The image shows a red 'REJECTED' label template. It includes the Siemens Gamesa logo and a table with the following fields: TURBINE TYPE, SERIAL NO., DWG./PART NO., PIECES, C/CHL. NO., NCR. NO., and DELIVERY NOTE NO. / DATE/ INIT. There are also checkboxes for RETURN and SCRAP.</p>	<p><u>Peça Rejeitada</u></p> <p>Sucata</p>	<p>Part nº (ID da peça – ex. SR; Web; CAP)</p> <p>Nº de Serie</p> <p>Return ou SCRAP</p> <p>NCR</p> <p>Data/ INIT</p>
ROXA	 <p>The image shows a purple 'QC-Pending' label template. It includes the Siemens Gamesa logo and a table with the following fields: DATE / INIT., PIECES, and TEMP. STORAGE.</p>	<p><u>Peça não pode seguir</u></p> <p>Aguarda Inspeção pela Qualidade</p> <p>(colocada pelo TL quando desmolda)</p>	<p>Part nº (ID da peça – ex. SR; Web; CAP)</p> <p>Nº de Serie</p> <p>Data/ INIT</p>